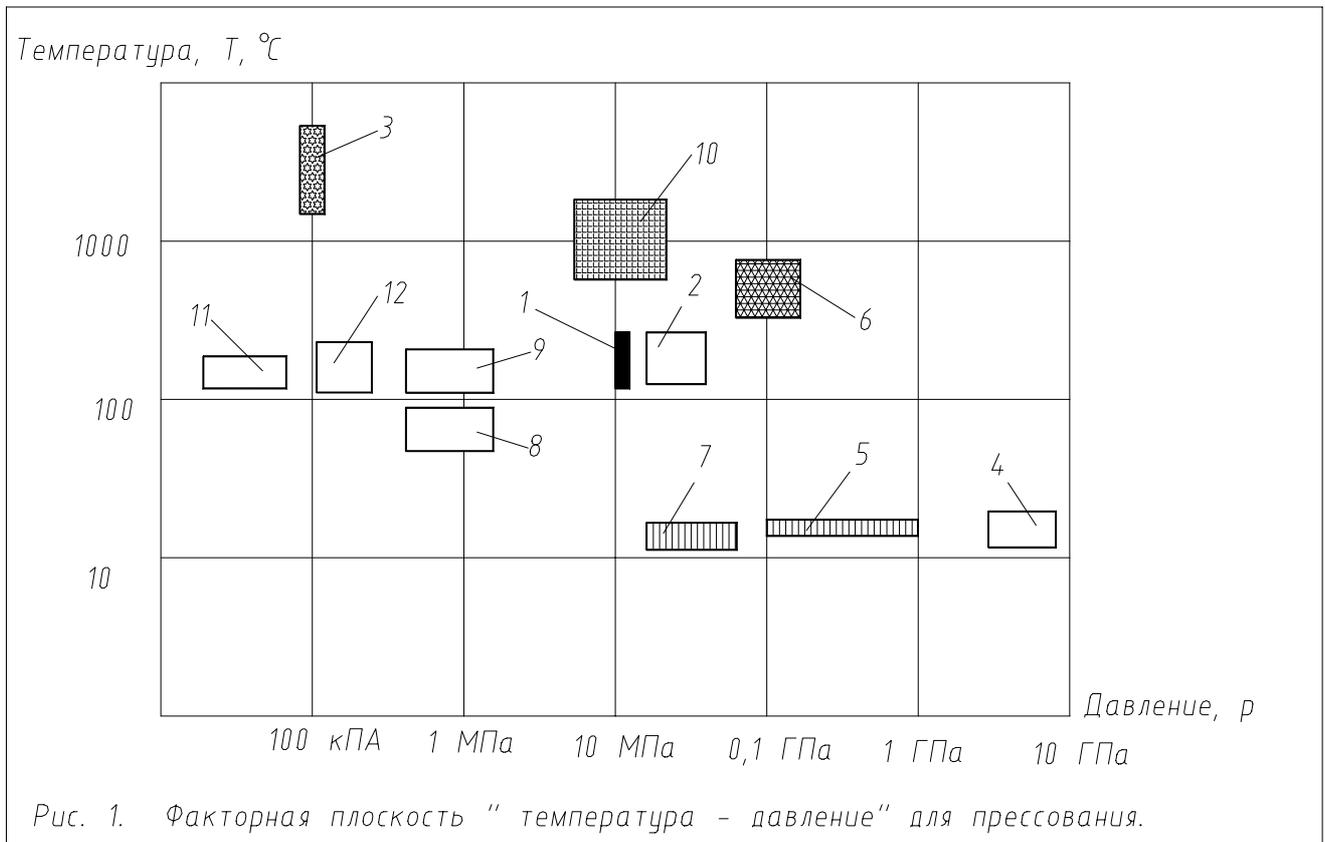


Введение.

Прессованием будем называть разновидность обработки давлением, при которой формообразование детали происходит в пресс-форме. Отличительной особенностью прессования является сравнительно невысокая скорость изменения прикладываемого давления.



Факторы "материал", "давление", "температура" образуют области на факторной плоскости $p - T$, соответствующие тем или иным разновидностям прессования (рис.1).

На данной плоскости обозначены следующие разновидности прессования:

- 1 - τ_1 : прессование пластмасс (реактопласты) и резины;
- 2 - τ_2 : производство слоистых пластиков;
- 3 - τ_3 : моллирование (применяется в технологии изготовления деталей из оптического стекла);
- 4 - τ_4 : синтезирование алмазов (получение порошков для изготовления абразивных и лезвийных алмазных инструментов);
- 5 - τ_5 : прессование металлических порошков;
- 6 - τ_6 : горячее прессование металлических порошков;
- 7 - τ_7 : прессование керамических порошков;
- 8 - τ_8 : экструзия (продавливание через мундштук) в производстве деталей из керамики;
- 9 - τ_9 : экструзия пластмассовых изделий (из термопластов);
- 10 - τ_{10} : экструзия (выдавливание) металлических деталей;
- 11 - τ_{11} : вакуумное формование изделий из листовых термопластичных материалов;
- 12 - τ_{12} : дутьевое формование деталей из листовых термопластов.

§1. Оборудование для прессования.

Понятие «оборудование для прессования» включает любую работающую по принципу гидравлического пресса машину (агрегат, линию), с помощью которой пресс-материал перерабатывают в детали. Гидравлический пресс является основным типом оборудования для изготовления деталей из реактопластов и резины. Принцип действия гидравлического пресса состоит в том, что жидкость, находящаяся под давлением и заключенная в замкнутый сосуд, оказывает одинаковое давление на стенки сосуда. Попадая в рабочий цилиндр пресса, и заполняя его, жидкость с одинаковой силой давит на дно цилиндра, его стенки, а также на торцевую поверхность плунжера, вставленного в цилиндр. Под действием этого давления плунжер начинает перемещаться, жидкость как бы выталкивает его из цилиндра. На освободившееся место подаются новые порции жидкости.

Общий вид гидравлического полуавтоматического пресса для группового привода представлен на рис. 2. Пресс колонной конструкции. Он состоит из двух неподвижных плит **18** и **23**, стянутых четырьмя колоннами **22**. В верхней плите **23** установлен главный цилиндр **1**, а в боковых диагональных приливах нижней плиты **18** размещены возвратные цилиндры **11**. Выталкивающий цилиндр **15** расположен в приемке пресса и укреплен на перекладине **16**, а возвратные цилиндры выталкивателя закреплены на траверсе **12**. Шток **9** выталкивателя соединен с траверсой, установленной на выталкивающем плунжере **14**, а плунжеры **10** возвратных цилиндров выталкивателя **13** закреплены на нижней торцевой части плиты. Плунжеры **7** возвратных цилиндров соединены с диагональными приливами подвижной плиты **20**, которая центровым болтом **21** скреплена с главным плунжером **2**.

В каждом гидравлическом цилиндре кроме плунжера расположены направляющая втулка **3**, манжеты **4** и сальник, зажимаемые фланцем **5** или резьбовой грундбуксой **19**. В гнездах подвижной плиты установлены подшипники скольжения **6** с масленкой. Для предотвращения произвольного отвинчивания гаек **24** на колоннах используют мелкую метрическую, прямоугольную или трапецеидальную резьбу и применяют разрезные гайки со стопорными болтами. На колонках установлены разъемные ограничители **8** хода подвижной плиты вниз. Пресс опирается нижней плитой на стойки **17**, закрепленные анкерными болтами на фундаменте.

Прессы для группового привода отличаются пониженным эффективным усилием прессования из-за значительных потерь напора жидкости в очень разветвленных гидрокommunikациях цеха и увеличенных потерь на трение в манжетах и других уплотняющих устройствах прессов. Однако они дешевле и проще в эксплуатации и ремонте, чем прессы с индивидуальным приводом. Для группового гидравлического привода прессов обычно используются насосно-аккумуляторные станции.

§2. Прессование пластмасс.

§2.1. Технологические характеристики реактопластов

Наиболее распространенными промышленными пресс-материалами — реактопластами являются фенопласты (на основе различных типов фенолоформальдегидных смол) и аминопласты (на мочевино-формальдегидных смолах). Применяются пресс-композиции на полиэфирных и эпоксидных смолах.

Реактопласты—это сложные композиционные материалы. Они состоят из смолы (связывающего), наполнителя (повышающего прочность материала, его электроизоляционные, химические или другие специальные свойства — в зависимости от природы наполнителя), красителя (придающего материалам необходимый цвет), пластификатора, смазывающих веществ (способствующих течению массы при переработке), отвердителей (для новолачных смол — см. ниже), катализаторов отверждения.

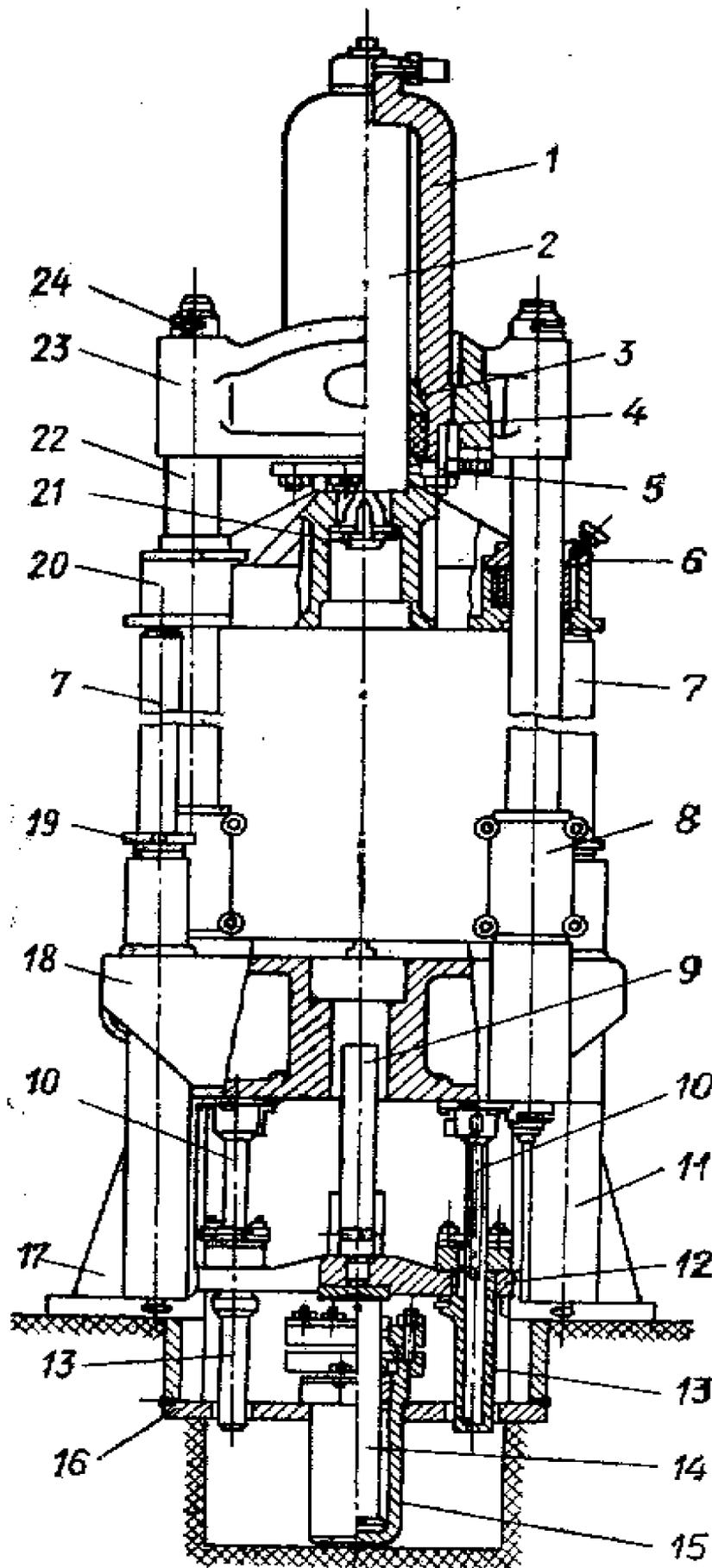


Рис.2. Общий вид
четырёхколонного гидра-
влического пресса для
группового привода.

- 1-главный цилиндр;
- 2-главный плунжер;
- 3-направляющая втулка;
- 4-манжеты;
- 5-фланец;
- 6-подшипники скольжения;
- 7,10-плунжеры возвратных цилиндров;
- 8-ограничители хода подвижной плиты;
- 9-шток выталкивателя;
- 11-возвратные цилиндры;
- 12-траверса;
- 13-выталкиватель;
- 14-выталкивающий плунжер;
- 15-выталкивающий цилиндр;
- 16-перекладина;
- 17-стойки;
- 18-неподвижная нижняя плита;
- 19-грундбукса;
- 20-подвижная плита;
- 21-болт;
- 22-колонны;
- 23-неподвижная верхняя плита;
- 24-гайки

Рассмотрим подробнее некоторые терморезактивные пластмассы.

5689—73 «Массы прессовочные фенольные». Требования к качеству аттестованной продукции из фенопластов определены ГОСТ 5.1958—76. ГОСТ 5689—73 охватывает 45 марок, сгруппированных по типам с учетом областей преимущественного применения.

Пресс-порошки общего назначения. Материалы этой группы (14 марок) изготавливают на основе фенолоформальдегидных смол новолачного типа с древесной мукой, в некоторые марки кроме древесной муки вводится минеральный наполнитель.

Наиболее распространены марки: 01-040-02 (К-15-2), 03-010-02 (К-18-2). К этой же группе относятся *цветные пресс-порошки и смеси*.

Специальные безаммиачные массы (3 марки) изготавливают на основе резольных смол с органическим наполнителем, например, распространены марки Сп1-342-02 (К-214-2), Сп3-342-02 (К-214-22).

Электроизоляционные пресс-порошки (10 марок)—на основе резольных смол с органическим и минеральным наполнителем. Наиболее распространены марки Э1-340-02 (К-211-2); Э2-330-02 (К-21-22); Э3-340-65 (К-211-3).

Прессовочные массы влагохимстойкие (7 марок) изготавливают на основе новолачных смол (кроме марки Вхб-342-70). Наиболее распространены фенопласты марок Вх2-090-69 (К-18-23), Вх-090-34 (К-18-36) и Вх3-090-14 (К-18-81).

Ударопрочные пресс-материалы. К этой группе относятся марки фенопластов, модифицированных каучуком: У4-080-02 (ФКП-1), а также У1-301-07 и У2-301-07 (волокнит), У5-301-41 (К-6) и др.

Массы прессовочные фенольные жаростойкие. Распространены следующие марки: Ж1-010-04 (К-18-53), Ж2-040-60 (К-15-56), Ж2-010-60 (К-18-56) и т. д.

В принятых обозначениях буквы указывают тип массы, буква с цифрой (до первого тире) — группу массы; цифры в середине между тире относятся к смоле, а последняя пара цифр — к наполнителю. Учитывая, как отмечалось, распространенность старых обозначений, дадим их расшифровку. «К» — первая буква слова «композиция». Первая цифра первой группы — обозначение типа смолы. Цифра 1 обозначала новолачную смолу, цифра 2 — резольную. Вторая цифра первой группы указывала на состав смолы. Например, в марке К-18-2 цифра 8 обозначала фенолоформальдегидную смолу, в марке К-17-2 цифра 7 — фенолоксиленолоформальдегидную смолу, в марке К-19-2 цифра 9 — фенолокрезолоформальдегидную смолу, в марках К-211-2 и К-214-2 цифры 11 и 14 — различные типы фенолоанилиноформальдегидных смол.

Цифры второй группы означали наполнитель. Здесь были приняты следующие обозначения: 2 — древесная мука; 3 — слюда; 4 — кварцевая мука; 5 — волокнистый асбест; 6 — асбест молотый. Если в материал вводились два различных наполнителя, то вторая группа состояла из двух цифр. Так, в марке К-18-42 цифра 4 обозначала кварцевую муку, цифра 2 — древесную муку.

Термин *«синтетические смолы»* распространяется на синтетические полимеры невысокой молекулярной массы, так называемые *олигомеры*, способные при переработке в результате отверждения превращаться в неплавкие и нерастворимые полимеры трехмерной структуры.

Поликонденсация — процесс образования полимеров из двух (би)- или много (поли) - функциональных соединений — в общем случае может осуществляться в гомогенных (однородных) жидких системах (в расплаве, в растворе); гетерогенных (неоднородных) физико-химических системах (межфазная поликонденсация); в твердой фазе.

Олигомеры по размеру молекул занимают область между мономерами и полимерами и в силу этого обладают рядом свойств, характерных для тех и других: значительными межмолекулярными взаимодействиями, повышенной вязкостью и высокими временами релаксации, возрастающими с увеличением размера молекул.

Превращаться в высокомолекулярные полимеры могут только реакционноспособные олигомеры. Их иногда называют форполимерами или предполимерами. Они могут вступать в реакцию поликонденсации.

Фенолоформальдегидные смолы—основа фенопластов — в зависимости от условий поликонденсации оказываются либо термореактивными (резольными), либо термопластичными (новолачными).

При нагревании фенола с мольным избытком формальдегида в щелочной среде (едкого натра, гидроокиси бария, аммиачной воды) получается термореактивная резольная смола, способная при нагревании переходить в неплавкое и нерастворимое состояние. Фенопласты на ее основе иногда называются резольными пресс-материалами.

При поликонденсации в кислой среде (соляная, щавелевая и другие кислоты) и мольном избытке фенола получается термопластичная новолачная смола, не отверждающаяся при нагревании. При изготовлении пресс-материала на основе новолачной смолы в него добавляют отвердитель, например уротропин, без которого прессование новолачных пресс-материалов невозможно. При переработке уротропин разлагается, выделяя формальдегид, и новолачная смола переходит в резольную.

Резольные смолы отверждают обычно путем нагревания. Отверждение, по существу, является продолжением поликонденсации, и эти смолы иначе называют одностадийными. Новолачные смолы — двухстадийные, потому что, как указано выше, для них получение трехмерной структуры связано с воздействием отвердителя, способного образовать метиленовые «мостики» (реакционноспособные метилольные группы) между фенольными ядрами. Такой двухстадийный процесс выгоден тем, что конденсация и сушка новолачных смол могут быть проведены значительно глубже, чем для резольных смол, так как последние при затянувшейся варке и сушке могут преждевременно отвердеть.

Отверждение резольных и новолачных смол принципиально аналогично. В начальной стадии отверждения (стадия А) смола (резол) при нагревании плавится и находится в вязкотекучем состоянии (она полностью растворима в спиртах, кетонах и других органических растворителях). В промежуточной стадии В смола из вязкотекучего переходит в высокоэластическое состояние (резитол), и образующийся продукт реакции растворяется лишь частично, но набухает в органических растворителях сильно. В конечной стадии С образуется твердое тело (резит), которое практически не растворяется.

Особенность отверждения новолачных смол проявляется уже на стадии А. В общем, новолаки отверждаются быстрее резольных смол. Поэтому их используют тогда, когда требуется высокая скорость отверждения. Резольные смолы дольше могут находиться в вязкотекучем состоянии, а это облегчает формование толстостенных деталей.

§2.2. Прямое (компрессионное, обычное) прессование пластмасс.

Прессование осуществляется на гидравлических прессах. Пресс-материал помещается в полость пресс-формы, нагретой до 150-200°С, и под действием температуры приобретает пластичность, распределяясь под давлением по оформляющей полости. Время выдержки под давлением составляет 1 мин на 1 мм толщины детали,

Для получения деталей из порошковых материалов применяют давление 15-20 МПа, из волокнистых материалов - 25-35 МПа; из высокопрочных стекловолоконистых материалов 40-45 МПа.

Конструкция стационарной пресс-формы для прямого прессования представлена на рис. 3.

Устройство и принцип действия пресс-формы следующее:

Пуансон **2** закреплен в пуансонодержателе **1** при помощи бурта. Для направления движения пуансона служит колонка **9** с коническим хвостовиком и втулка **8**, размещенная в обойме. Установка пуансона на заданный уровень осуществляется прямоугольными ограничителями **10**. Формующее гнездо выполнено в клиновидных щеках **3**, подвижно установленных в обойме **7**. Для увеличения высоты загрузочной камеры щеки несколько выступают из обоймы. Матрица **6** закреплена

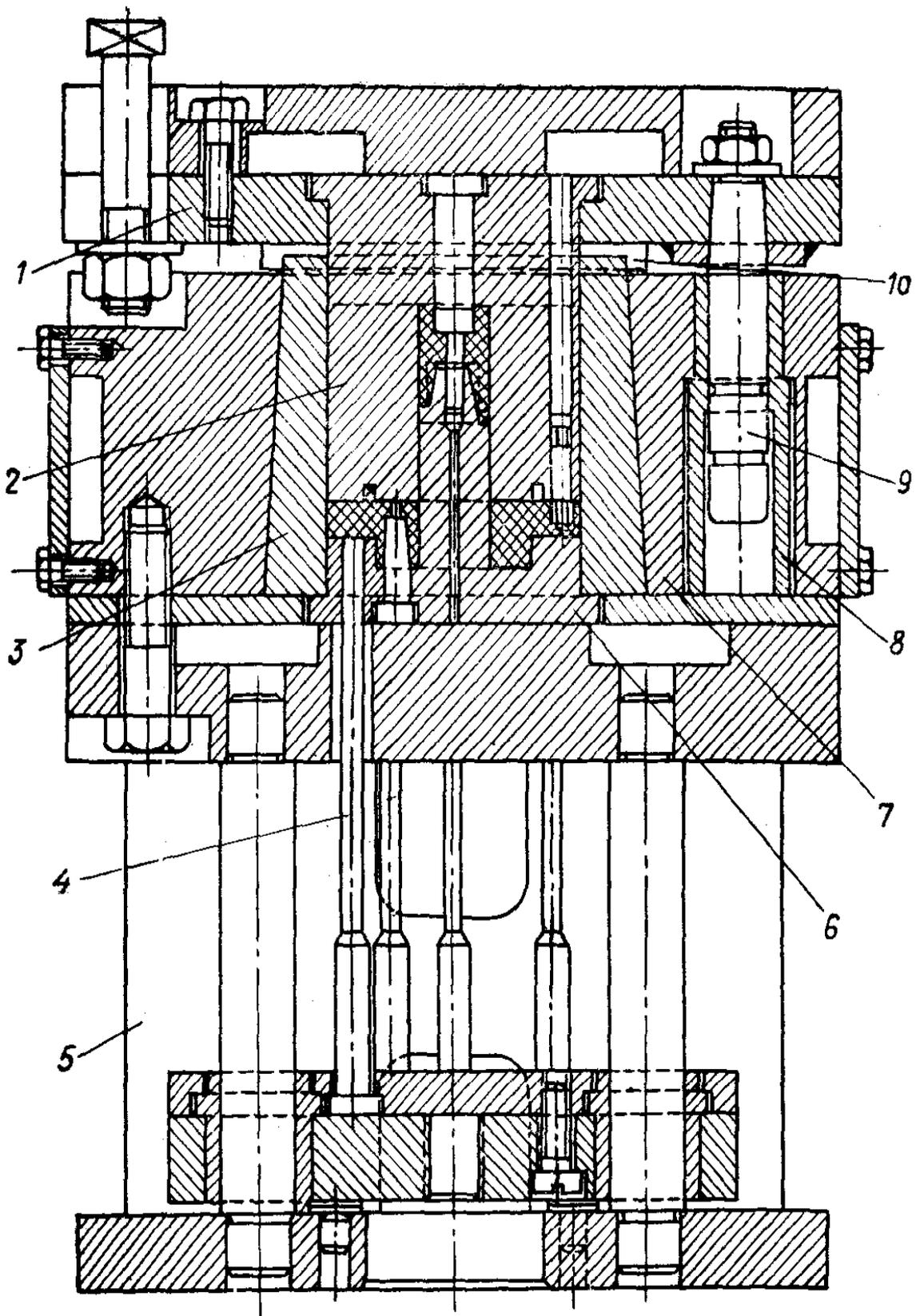


Рис.3. Общий вид стационарной одногнездной пресс-формы для прямого прессования:

1-пуансонодержатель; 2-пуансон; 3-клиновидные щеки; 4-выталкиватель; 5-опоры; 6-матрица; 7-обойма; 8-втулка; 9-колонка; 10-ограничители

при помощи бурта, соприкасающегося с клиновидными щеками. В процессе работы выступающая часть матрицы заходит в соответствующее углубление пуансона, в результате чего в изделии формируется отверстие перпендикулярное направлению прессования.

Процесс выталкивания осуществляется здесь цилиндрическими выталкивателями 4, установленными на толкающей плите. Выталкиватели не участвуют в формовании изделия, поэтому съем его может производиться сразу по выходе из формирующего гнезда. Пакет пресс-формы установлен на прямоугольные опоры 5. Нагревание осуществляется шестью плоскими электронагревателями, для которых предусмотрены пазы.

§2.3. Литьевого прессования пластмасс.

Конструкция стационарной пресс-формы для литьевого прессования представлена на рис. 4.

Устройство и принцип действия пресс-формы следующее:

Принцип ее работы заключается в использовании движения нижнего цилиндра выталкивателя пресса для осуществления процессов литьевого прессования и извлечения изделия. Смыкание пресс-формы происходит за счет усилия основного (верхнего) цилиндра пресса.

Формующие полости выполнены в верхней подвижной плите 12, которая является пуансоном. Там же расположена литниковая система со вставным рассекателем 1. Верхний конец цилиндра 4 для размещения пресс-материала имеет наклонные канавки, совпадающие с литниковыми каналами, выполненными в пуансоне. Под действием плунжера 5 пресс-материал по этим каналам поступает в формирующие полости.

Литниковая система в рассмотренной конструкции пресс-формы состоит по существу только из одного канала. В конструкциях с верхней загрузочной камерой литниковая система, как правило, более разветвленная, состоит из нескольких элементов: основного литника, по которому пресс-масса поступает из камеры (он имеет круглое, реже — прямоугольное поперечное сечение); разводящих литников, ответвляющихся от основного; они имеют прямоугольное или трапецеидальное поперечное сечение; впускных литников, через которые пресс-масса поступает непосредственно в оформляющее гнездо пресс-формы (они выполняются в основном прямоугольными).

Конструкция разборной пресс-формы для литьевого прессования представлена на рис. 5.

Конструктивно любая пресс-форма для прессования резины или пластмасс состоит из плит (поз. 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10) и формообразующих стержней (поз. 13, 11, 1, 2, 16) и вкладышей (поз. 4). Для базирования плит относительно друг друга при сборке пресс-формы в ее конструкцию входят также направляющие колонки (поз. 24, 23).

Основная особенность разборных пресс-форм заключается в том, что они разбираются для извлечения каждой отпрессованной детали и вновь собираются для подготовки прессования следующей детали.

Для повышения технологичности конструкции пресс-формы за счет возможности применения подгонных операций при ее изготовлении, в конструкции пресс-формы могут применяться направляющие втулки (поз. 12). Кроме того, при необходимости, пресс-форма содержит гнезда (поз. 14, 15) для установки закладываемой в пресс-форму перед прессованием арматуры.

Работа с разборной пресс-формой практически невозможна без применения съемников (поз. 17, 18) – деталей, при помощи которых осуществляется разделение плит пресс-формы при ее разборке. Не подлежащие разделению при извлечении детали плиты свинчены винтами (поз. 19, 20).

Поскольку разборная пресс-форма устанавливается на нагреваемые плиты пресса, она содержит ручки (поз. 21, 22) для переноса пресс-формы вручную с верстака на нагреваемые плиты пресса и обратно. Разборка пресс-формы на верстаке производится посредством упора соответствующих элементов съемников (поз. 25, 26) в ступенчатые специальные пазы, выполненные на плитах пресс-формы.

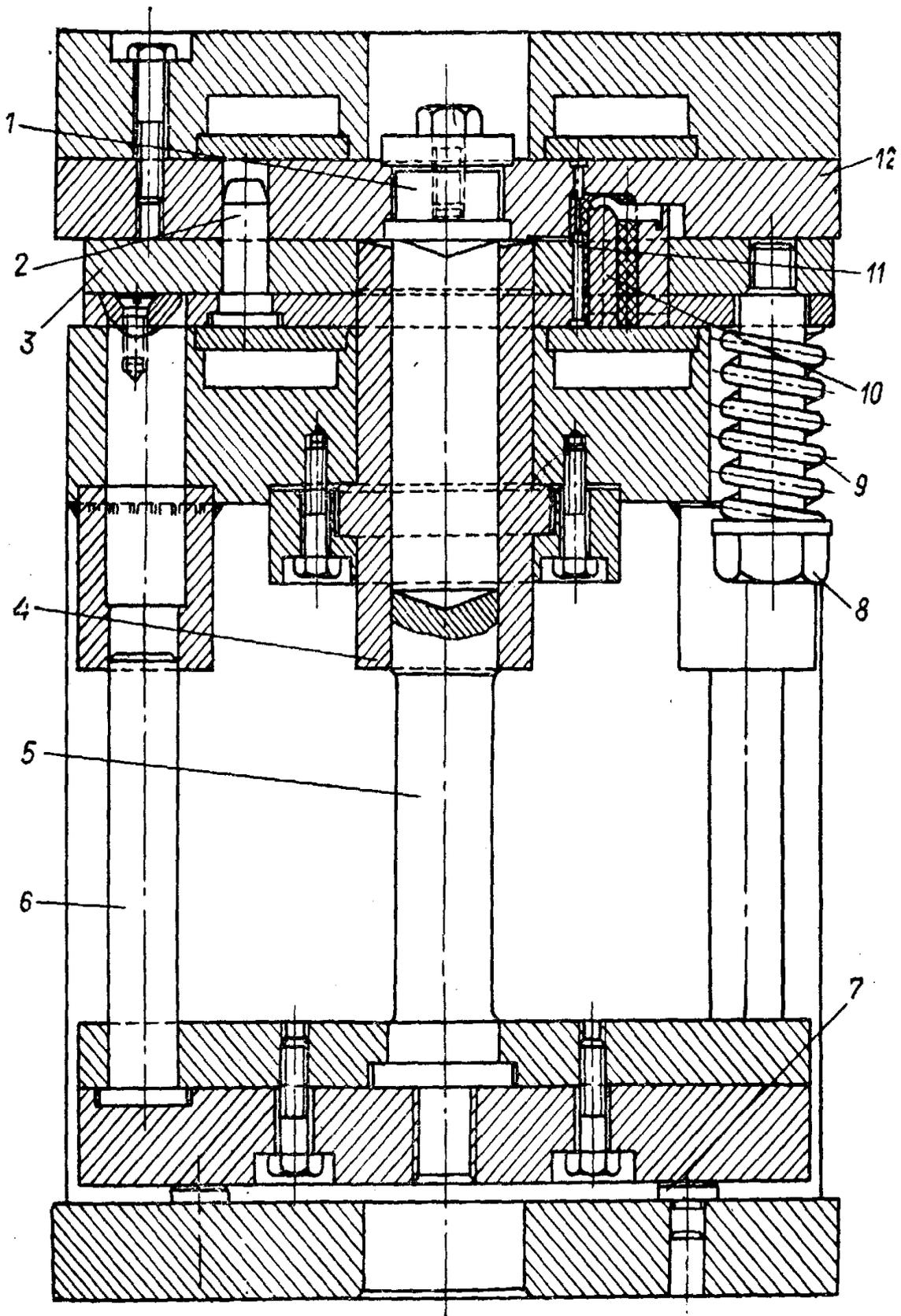


Рис.4. Общий вид стационарной многогнездной пресс - формы для литейного прессования.

1 - рассекатель; 2 - направляющая колонка; 3 - плита; 4 - цилиндр;

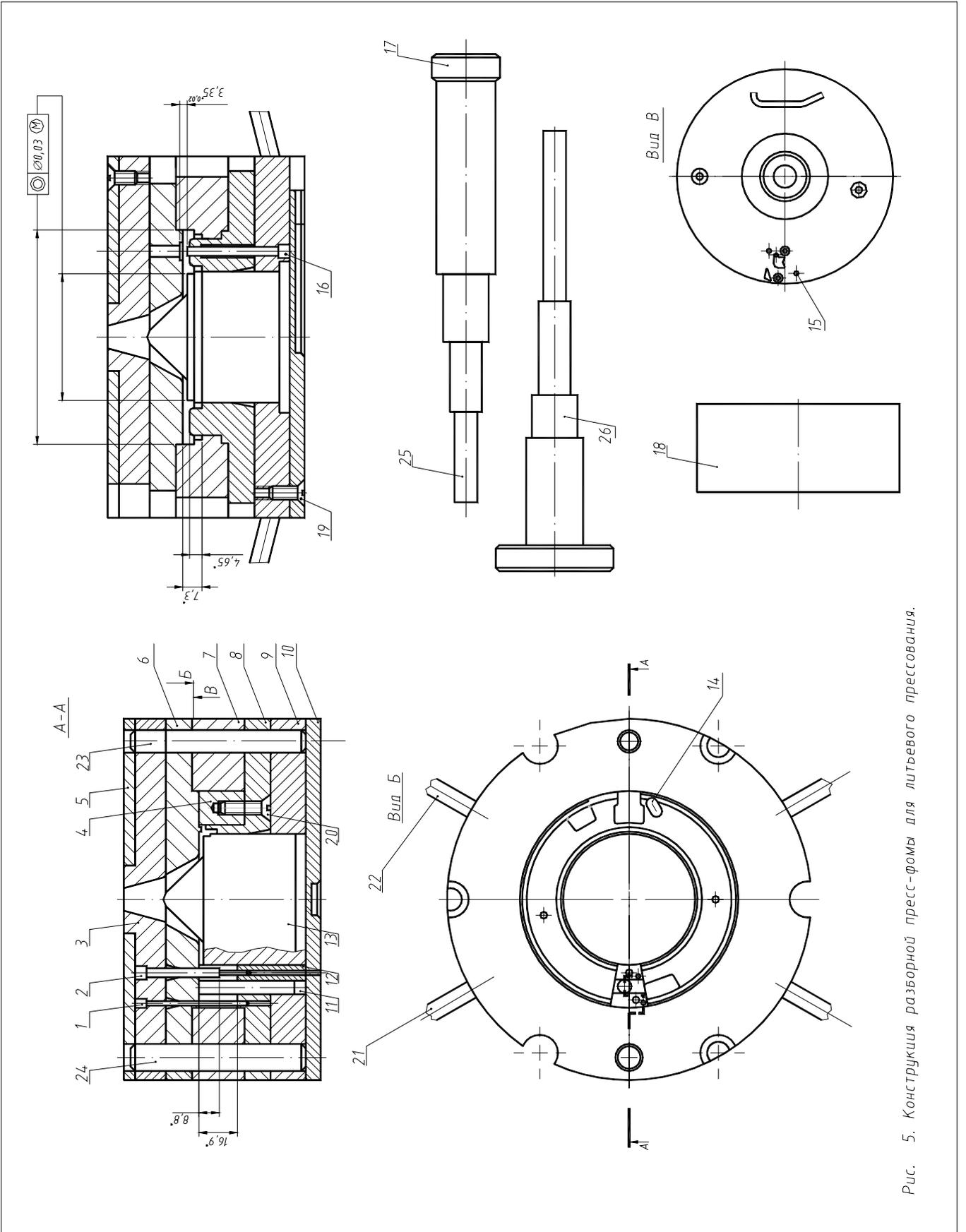


Рис. 5. Конструкция разборной пресс-формы для литьевого прессования.

§3. Прессование слоистых пластиков.

К слоистым пластикам, в которых основой является тот или иной листовой материал, относятся гетинакс, текстолит и др.

Схема прессования слоистых пластиков представлена на рисунке 6.

Гетинакс получают горячей прессовкой бумаги, пропитанной фенолоформальдегидной смолой. Пропитку бумаги смолой производят путем нанесения раствора или расплава смолы и путем пропитки водной смоляной суспензией. Пропитанную бумагу нарезают листами необходимого формата, собирают пачками нужной толщины и укладывают между стальными плитами гидравлического пресса. Прессы для производства слоистых пластиков с целью повышения производительности выполняют с располагаемыми в несколько "этажей" обогревательными плитами; заготовки из пропитанной бумаги закладывают одновременно во все этажи.

Во время прессования тепло от плит передается прессуемому материалу, фенолоформальдегидная смола расплавляется, заполняет поры между волокнами бумаги и отдельными листами ее и, запекаясь, отверждается и прочно связывает отдельные слои бумаги.

Давление на материал 10-12 МПа; температура плит пресса 160-165°C; время выдержки под давлением между горячими плитами пресса от 2 до 5 мин на каждый миллиметр толщины пачек. У отпрессованного материала края обрезают под прямым углом циркулярной пилой.

Текстолит аналогичен гетинаксу, но только изготавливается не из пропитанной бумаги, а из пропитанной хлопчатобумажной ткани. Текстолит в 5-6 раз дороже гетинакса, т.к. стоимость ткани значительно выше стоимости бумаги. Его целесообразно применять лишь для изделий, подвергающихся ударным нагрузкам или истиранию (например, детали переключателей).

Стеклотекстолит - это листовой материал с повышенной нагревостойкостью и механической прочностью, который изготавливают путем прессования стеклянной ткани, пропитанной кремний-органическим лаком, а для некоторых марок - композицией из эпоксидных смол.

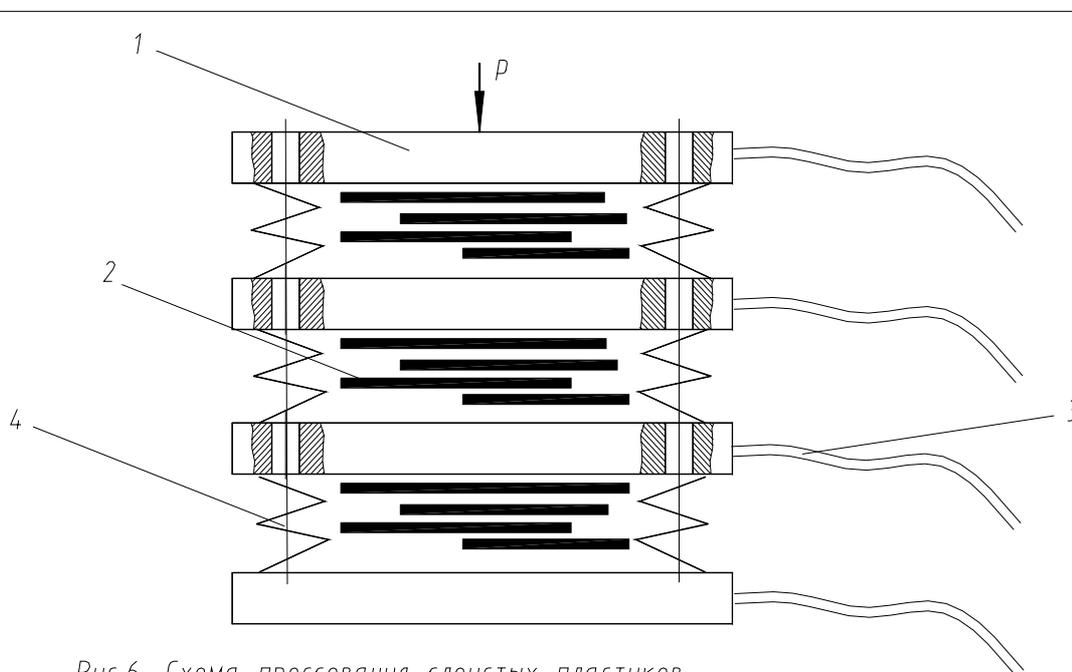
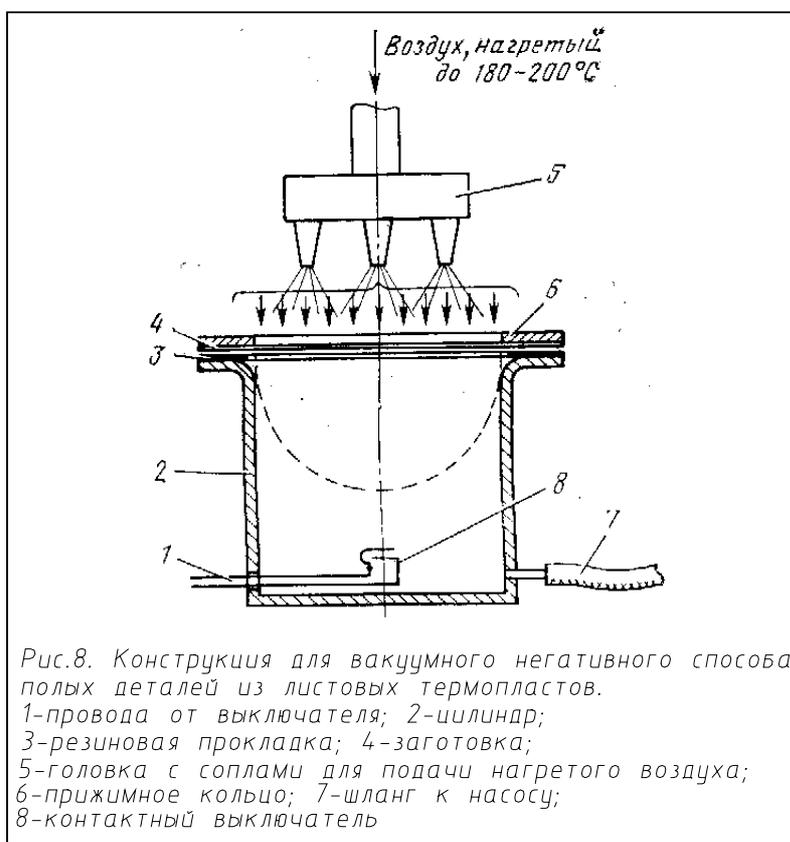
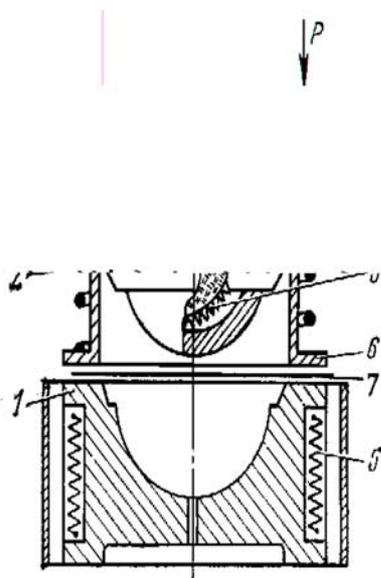


Рис.6. Схема прессования слоистых пластиков.
 1 - Обогреваемые плиты; 2 - прессуемые пачки;
 3 - провода к электронагревательным элементам;
 4 - пружины.

§4. Формование листовых термопластов.

Для изготовления полых деталей из листовых термопластических материалов применяют вытяжной штамп, работающий как пресс-форма (рис. 7) или вакуумную установку (рис. 8).



Пневматическое формование. Этим способом изготавливают детали из листовых термопластических материалов. Сущность процесса состоит в том, что разогретый лист материала приобретает форму матрицы под действием вытяжного штампа или под влиянием вакуума.

Вакуумный способ применяется для глубокой вытяжки защитных колпачков, кожухом и других деталей. Схема установки для реализации *негативного способа вакуумного формования* изображена на рис. 8. Листовая заготовка закрепляется на отбортовке верхнего фланца цилиндра прижимным кольцом. При включении вакуум-насоса листовая заготовка, нагреваемая горячим воздухом, под действием атмосферного давления вытягивается. Процесс вытягивания продолжается до момента соприкосновения стенки изготавливаемого изделия с электрическим контактным выключателем. При срабатывании последнего отключается вакуум-насос, и давление в цилиндре повышается до атмосферного.

Помещая в цилиндр формы различного профиля, можно изготавливать изделия со сложной кривизной поверхности.

Схема установки для реализации *позитивного способа вакуумного формования* изображена на рис. 9.

Контроль изделий из пластмасс, полученных прессованием, сводится к определению пузырей, рыхлых и пористых мест, являющихся следствием недопрессовки, волнистости, рассеивания и трещин. Проверяется диэлектрическая прочность изоляции между токоведущими деталями арматуры, отсутствие замыканий между ними и т. д. Выборочно проверяются геометрические размеры изделий.

Правила оформления документации на процессы изготовления деталей из пластмасс определяются по ГОСТ 3.1400—74.

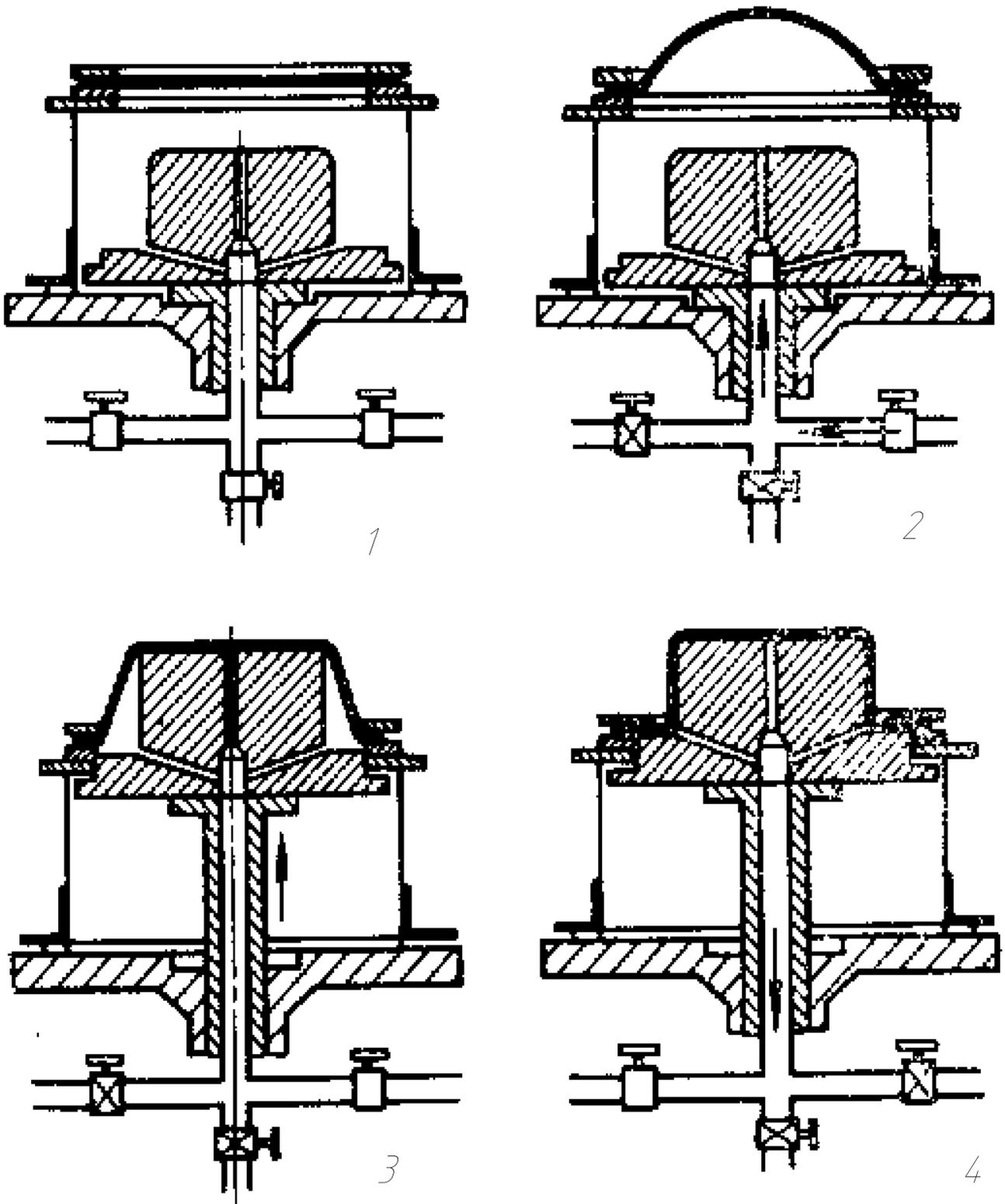


Рис.9. Конструкция для вакуумного позитивного способа полых деталей из листовых термопластов.

1-общий вид формы;

2-форма с листом термопласта после предварительной вытяжки сжатым воздухом;

3-форма с термопластом после механической вытяжки;

4-форма с готовым изделием

§5. Прессование резины

На приборостроительных предприятиях изготавливаются специальные резиновые изделия довольно обширной номенклатуры. Эти изделия получают путем вырезки из стандартной листовой резины, а также из сырой резины, подвергаемой прессованию и вулканизации.

Довольно разнообразна номенклатура изделий и из обрешиненной металлической арматуры.

§5.1. Типовые технологические процессы изготовления изделий из сырой резины, применяемые в приборостроении.

Подготовка сырой резины. Поступившая на предприятие партия сырой резины проверяется на соответствие требованиям ГОСТ или ТУ, после чего производятся следующие операции.

Вальцевание. Резина провальцовывается в течение 3—4 мин при температуре валков 16—25°. При пользовании клеем «лейконат» провальцованная резина может быть использована примерно через 6 суток после вальцевания.

Освежение. Листы резины освежаются 1—2 раза марлевым тампоном, смоченным в бензине. После каждого освежения производится просушка в естественных условиях по 10—20 мин.

Дублирование. Этой операции подвергаются только листы сырой резины, изготовленной на натуральном каучуке, при отсутствии листов требуемой толщины. Процесс дублирования заключается в том, что листы резины накладываются в несколько слоев и прокатываются при помощи роликов, в результате чего получают листы нужной толщины.

Резка заготовок. Из подготовленной резины нарезаются заготовки требуемых размеров и конфигурации с помощью ножниц, ножа, вырубных просечек и т. п. Оптимальные размеры, форма и вес заготовки для прессования той или другой детали определяются экспериментальным путем при опробовании пресс-формы. Каждая заготовка проверяется взвешиванием на весах.

Подготовка арматуры. Металлическая арматура для изготовления армированных деталей из сырой резины подвергается следующим операциям.

Пескоструйная обработка. Арматура обдувается на пескоструйных аппаратах сухим песком, зерна которого проходят через сито № 085, но не должны проходить через сито № 063.

Латунирование. Для обеспечения прочной связи металла с резиной производится латунирование арматуры.

Процесс латунирования заключается в химическом и электрохимическом обезжиривании арматуры, в промывке ее горячей и холодной водой, декапировании в серной кислоте, латунировании в ванне с электролитом следующего состава: медь — 4 г, цинк — 4 г, натрий цианистый свободный — 10 г, сода кальцинированная — 15 г. Латунирование производится при плотности тока 0,3 — 0,5 А/дм² и напряжении 6—8 В. Расстояние между электродами 100—150 мм. Арматура после латунирования промывается в холодной и горячей воде, в течение 2—3 мин. просушивается в сушильном шкафу при температуре 80—90° и завертывается в листовой целлофан или триацетатную пленку. Перед опрессовкой резиной арматура в таком виде может храниться не более 2 суток.

В случае, если на арматуре имеются масляные, жировые и другие загрязнения, ржавчина и т. п., которые не удастся удалить при декапировании, производится травление в серной или соляной кислотах, с последующей крацовкой металлическими щетками. На ряде предприятий довольно широко применяется латунирование деталей перед обрешиниванием. Однако этот способ страдает целым рядом существенных недостатков. Поэтому вместо латунирования в настоящее время все чаще применяется нанесение клея - «лейконат» на поверхности арматуры.

Покрытие клеем. Клей «лейконат», изготавливаемый по ТУ МХП 2841-52, представляет раствор триизоционата трифенилметана в дихлорэтаноле. Он применяется для крепления резины к металлам методом горячей вулканизации. Этот клей позволяет получить прочность соединения резины с металлами около 2,5 МПа.

Перед нанесением клея «лейконат» поверхности арматуры, подлежащие обрешиниванию, подвергаются пескоструйной обработке, после которой промываются в бензине, протираются

чистой ветошью или марлей и выдерживаются на воздухе 5—10 мин. Если операция нанесения клея задерживается, арматура должна храниться в бензине.

На арматуру клей «лейконат» наносится ровным и тонким слоем мягкой кистью, после чего арматура выдерживается в термошкафу в течение 5—10 мин при температуре 50—60°.

После сушки арматура завертывается в целлофан или пергаментную бумагу; в таком виде она может храниться не более 4 часов.

Латунированные поверхности арматуры, подлежащие обрешиванию, покрываются с помощью кисти термопреновым клеем. Во избежание брака покрытие клеем должно производиться не позднее, чем через 1—1,5 часа после латунирования.

Сушка. Покрытая клеем арматура просушивается при комнатной температуре в течение 4—5 час или в термошкафу в течение 2 час при температуре $40 \pm 5^\circ$.

Арматура, подготовленная к обезжириванию, для предохранения от пыли обертывается целлофаном или бумагой и укладывается в тару.

§5.2. Прессование изделий.

Путем прессования и вулканизации сырой резины непосредственно на прессе в открытых и литьевых пресс-формах с подогревом изготавливаются армированные и неармированные детали. Технологический процесс прессования состоит из следующих операций.

Подготовка пресс-форм к прессованию. Пресс-формы нагреваются до $150 \pm 5^\circ$ и смазываются 10%-ным раствором мыла.

Прессование. После подсушки смазки в пресс-форму закладывается подготовленная арматура и заготовка (сырая резина). При прессовании в открытых пресс-формах арматура закладывается в гнездо пресс-формы, а в свободное пространство гнезда — сырая резина.

Если прессование производится в литьевых пресс-формах, арматура закладывается в гнездо пресс-формы, а сырая резина — в загрузочную камеру.

Пресс-форма для изготовления деталей из резины устанавливается на прессе, после чего дается необходимое давление до полного смыкания пресс-формы. Величина удельного давления на пресс-форму должна быть: для армированных деталей — не менее 50—60 МПа, для неармированных деталей — не менее 25—30 МПа.

Вулканизация. Пресс-форма с арматурой и резиновой заготовкой выдерживается на прессе в течение 30—60 мин. при температуре $145 \pm 3^\circ$. Оптимальное время выдержки и рабочая температура подбираются экспериментальным или опытным путем, в зависимости от марки сырой резины, толщины стенок и конфигурации детали. По окончании процесса вулканизации пресс-форма снимается с пресса, разбирается, из нее извлекается готовая деталь, пресс-форма чистится, после чего в нее опять закладывается новая арматура и сырая резина для прессования новой детали.

Обрезка облоя. Облой на готовой детали обрезается ножницами или специальными просечками. Готовые детали подвергаются техническому контролю.

Этот широко распространенный способ изготовления резиновых деталей обладает весьма существенным недостатком из-за того, что вулканизация производится непосредственно на прессах, которые имеют низкую пропускную способность. Если учесть, что выдержка отдельных деталей при вулканизации доходит до 1 часа, то пропускная способность одного пресса при одноместной пресс-форме составит всего 8 деталей за смену.

Более производительным является способ вулканизации в термошкафах, когда пресс-формы снимаются с прессов после опрессования заготовок. В этом случае вулканизация производится следующим образом.

Пресс-форма снимается с пресса и в неразобранном виде помещается в нагретый до температуры $147^\circ \pm 3^\circ$ термошкаф, где выдерживается в течение 30—60 мин. Затем пресс-форма извлекается из термошкафа, разбирается, из нее вынимается готовая деталь и закладывается новая заготовка, после чего процесс прессования и вулканизации повторяется.

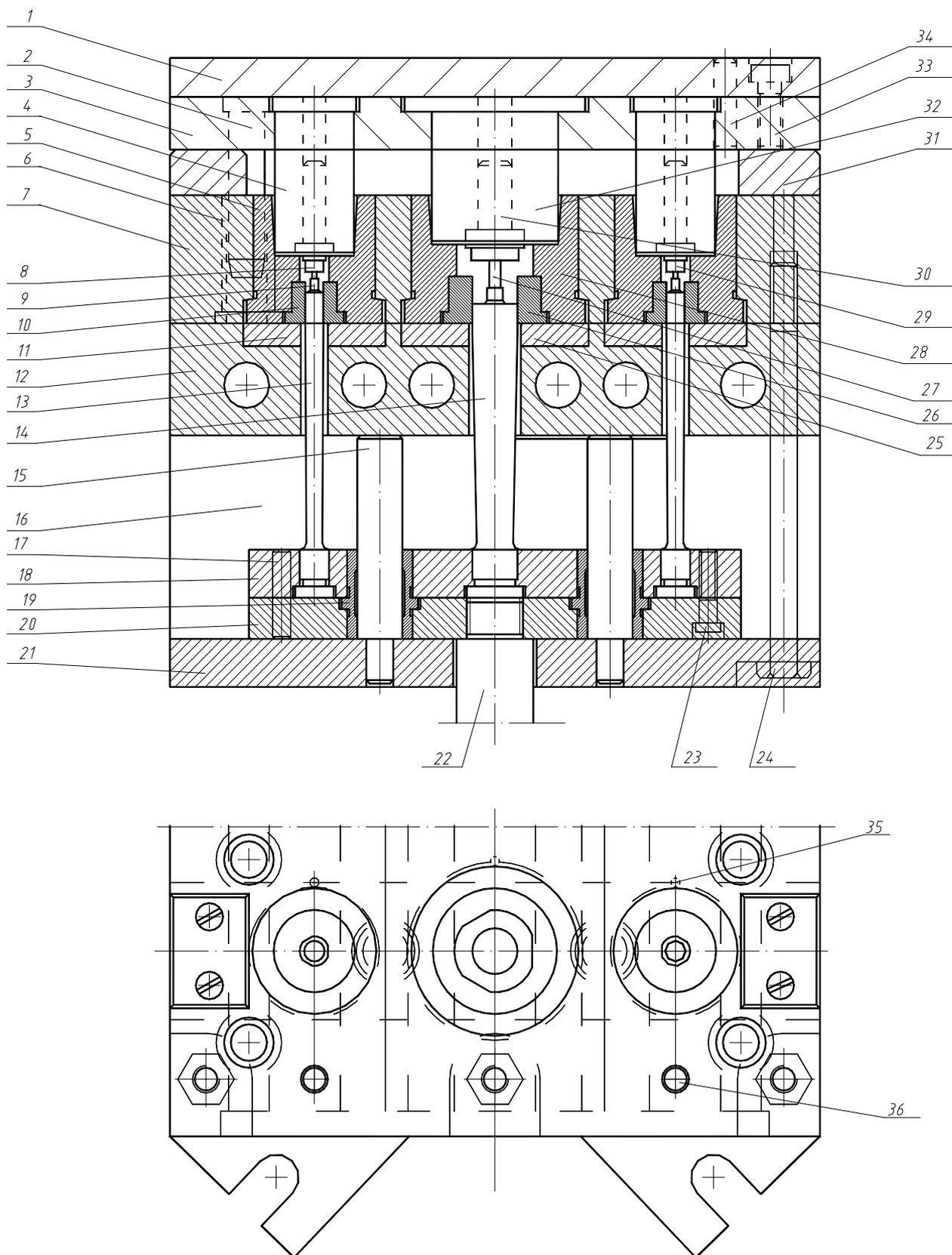
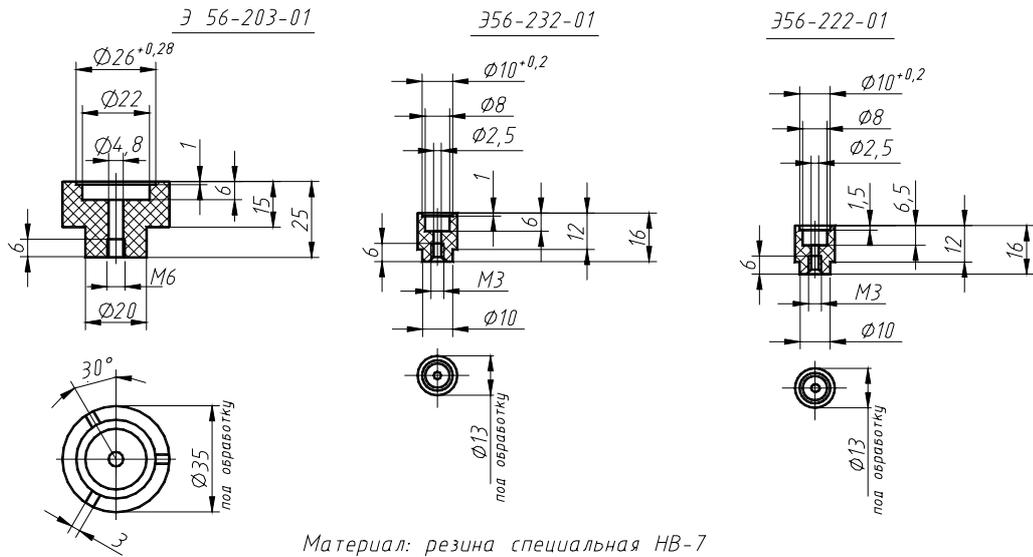


Рис. 10 Пресс-форма для изготовления деталей из резины.



Материал: резина специальная НВ-7

Клеймить
27459
56-203-01, 56-222-01, 56-232-01
дату изготовления

36	Штифт $\Phi 12$ Пр $\times 185$	4	—	Ст 45		Кален	HT-20	
35	Штифт $\Phi 4$ Пр $\times 10$	3	—	Ст 45		Кален	HT-20	
34	Штифт $\Phi 10$ Пр $\times 40$	2	—	Ст 45		Кален	HT-20	
33	Винт М10 $\times 30$	10	—	Ст 3			HT-21	
32	Пуансон	1	4	Ст У8А		Кален		
31	Планка опорная	2	17	Ст 45		Кален		
30	Знак гладкий	1	9	Ст У8А		Кален		
29	Знак гладкий	1	10	Ст У8А		Кален		
28	Матрица	1	2	12ХНЗА		Цемч. Кален.		
27	Знак резьбовой	1	11	Ст У8А		Кален		
26	Вкладыш	1	13	Ст У8А		Кален		
25	Кольцо	1	8	Ст 45		Кален		
24	Болт М12 $\times 175$	6	—	Ст 3				
23	Винт М8 $\times 30$	12	—	Ст 3			HT-21	
22	Толкатель L=9,5	1	—	Ст 3			HT-64	
21	Основание	1	19	Ст 3				
20	Планка	1	21	Ст 3				
19	Втулка №1	2	—	Ст У8А		Кален	HT-58	
18	Планка выталки.	1	20	Ст 3				
17	Штифт $\Phi 8$ Пр $\times 40$	2	—	Ст 45		Кален	HT-20	
16	Брусok	2	16	Ст 3				
15	Колонка N1, L=90, L=110	2	—	Ст У8А		Кален	HT-57	
14	Выталкиватель	1	5	Ст У8А		Кален		
13	Выталкиватель	2	6	Ст У8А		Кален		
12	Плита нагреват.	1	23	Ст 3				
11	Кольцо	2	8	Ст 45		Кален		
10	Вкладыш	2	14	Ст У8А		Кален		
9	Знак резьбовой	2	12	Ст У8А		Кален		
8	Знак гладкий	1	10	Ст У8А		Кален		
7	Матрицедержатель	1	22	Ст 3				
6	Втулка d=16, D=24, D=29, L=55	4	—	Ст У8А		Кален	HT-55	
5	Матрица	2	3	12ХНЗА		Цемч. Кален.		
4	Пуансон	2	7	Ст У8А		Кален		
3	Пуансонодержатель	1	18	Ст 3				
2	Колонка d=16, D=21, L=25, L=90	4	—	Ст У8А		Кален	HT-54	
1	Плита верхняя	1	15	Ст 3				
№ п/п	Наименование	Кол. шт	№ лист	Марка Материал	Заготовка	Термо- обработ.	Обозначение или нормаль- чанце	Приме- чание
				Пресс-форма на пресс 163т			27459	
Изм.	Кол.	№ докум.	Пооп.	Дата			Литера	Масса
Констр.								Масштаб
Контроль							Лист	Листов
Технолог								
Нач.отв.								
					356-203-01, 356-232-01, 356-222-01		Московский завод Электро-мех. аппаратуры	1:1

Этот способ прессования и вулканизации при наличии достаточного количества пресс-форм позволяет значительно увеличить пропускную способность прессов.

Изготовление неармированных резиновых деталей с дополнительной вулканизацией в автоклаве. При этом способе изготовления резиновых деталей в условиях их мелкосерийного производства могут использоваться в качестве оборудования переносные медицинские автоклавы по ГОСТ 341-44. Подготовка пресс-форм к прессованию производится так же как это описано в начале настоящей главы. Затем заготовки из сырой резины закладываются в пресс-форму.

Прессование производится в течение 12—15 мин. при температуре $145^{\circ} \pm 3^{\circ}$ и давлении 25 МПа, после чего пресс-форма разбирается, из нее извлекается спрессованная деталь, а в пресс-форму закладывается новая заготовка. Отпрессованные изделия помещаются в автоклав, где в течение 2—3 часов производится вулканизация при давлении пара 0,2 МПа. Затем детали извлекаются из автоклава, после чего производится обрезка облоя и упаковка их.

Готовые детали должны храниться в прохладном помещении при температуре не выше $20 \pm 5^{\circ}$. Следует принять меры, чтобы на изделия не попадало масло, бензопродукты, смазка и другие вещества, которые могут разрушить резину. Детали должны находиться не ближе 1 м от отопительных и нагревательных приборов и устройств и должны быть защищены от солнечных лучей.

Дефекты резиновых вулканизированных деталей и способы их устранения. В случае неполной вулканизации деталей на них появляется серый налет или поверхность их становится липкой. Такие дефекты устраняются увеличением времени вулканизации или повышением температуры при этой операции.

В результате перевулканизации на деталях образуются пузыри и вздутия, а резина приобретает жесткость. Эти дефекты устраняются снижением температуры и времени выдержки при вулканизации.

При отсутствии необходимого числа воздушных каналов в пресс-форме или при неравномерном распределении резины во время закладки заготовки в пресс-форму на вулканизированных деталях образуются раковины и утяжки. Поэтому необходимо следить за правильной закладкой заготовок из сырой резины в пресс-форму и не пользоваться пресс-формами с недостаточным числом воздушных каналов.

При изготовлении деталей из сырой резины применяются токсичные вещества (дихлорэтан, ксилол), содержащиеся в клее «лейконат» и являющиеся его растворителями, и бензин.

Поэтому нужно строго соблюдать необходимые мероприятия по технике безопасности. Рабочие места должны быть обеспечены местной и общей вентиляцией.

Количественный анализ технологичности конструкции пластмассовых деталей.

Технологичность деталей из пластмасс количественно оценивают по значению комплексного показателя технологичности K_T , определяемому как совокупность частных показателей технологичности по формуле:

$$K_T = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \varphi_i}{\sum_{i=1}^n \varphi_i} f_{n.o} \quad (1)$$

где k_i – i -й частный показатель технологичности;

φ_i – весовой коэффициент значимости i -го показателя технологичности

$f_{n.o}$ – коэффициент, учитывающий необходимость механической обработки после основного формообразования детали способами прямого (компрессионного) или литьевого прессования.

Номенклатура частных показателей технологичности k_i и весовых коэффициентов их значимости φ_i приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Частные показатели для количественной оценки технологичности пластмассовых деталей.

Наименование частного показателя технологичности	Обозначение	Весовые коэффициенты
Показатель обрабатываемости	$k_o.$	1,0
Показатель соответствия	$k_c.$	0,9
Показатель сложности детали	$k_{c.д.}$	1,0
Показатель равномерности толщины стенок	$k_{p.c.}$	0,7
Показатель соотношения толщины ребра жесткости и стенки	$k_{p.ж.}$	0,8
Показатель сложности линии разъема	$k_{л.р.}$	1,0
Показатель использования пластмассы	$k_{u.n.}$	0,9

Если для данной конструкции пресс-формы требуется последующая механическая обработка детали (включая удаление литниковой системы), то $f_{n.o} = 0,85$. Если механической обработки нет, то принимают $f_{n.o} = 1$.

Рассчитанное по формуле (1) значение K_T сравнивается с допустимым $[K_T]$, если выполняется условие $K_T \geq [K_T]$, то считают, что конструкция данной детали технологична. Значение $[K_T]$ зависит от способа формообразования и составляет:

для прямого (компрессионного) прессования $[K_T] = 0,7$;

для литьевого прессования $[K_T] = 0,65$.

Показатель обрабатываемости материала $k_o.$

Этот показатель зависит от материала детали, который относится к реактопластам или резинам.

Считается, что применение реактопластов менее прогрессивно, чем резин, поскольку вызывает ухудшение санитарно - гигиенических условий труда при его невысокой производительности. Для реактопластов $k_o = 0,85$.

Резины на основе натуральных и синтетических каучуков характеризуются коэффициентом обрабатываемости $k_o = 1$. Для силиконовых и фтористых резин принимают $k_o = 0,9$

Показатель соответствия k_c .

Этот показатель является результатом качественного анализа технологичности детали. Если по результатам качественного анализа технологичности делают вывод, что конструкция детали выполнена в соответствии с правилами изготовления пластмассовых деталей (кавалитеты полей допуска элементов детали; уклоны; толщины стенок, радиусы округления), то принимают $k_c = 1$. В противном случае считают $k_c = 0,9$.

Показатель сложности детали $k_{c.d.}$.

Необходимо учитывать тот факт, что основную часть стоимости пластмассовой детали обычно составляет амортизация цены пресс-форм, которая представляет собой весьма дорогостоящее изделие. Очевидно, что цена пресс-формы напрямую зависит от сложности формообразуемой пластмассовой детали, т.е. от тех решений, которые необходимо принять для получения заданной конструкции детали.

Показатель сложности пластмассовой детали определяют по формуле

$$k_{c.d.} = 1 - up - mq - lc - rt \quad (2)$$

где u – количество поднутрений на внутренних поверхностях детали;

m – количество поднутрений на наружных поверхностях детали;

l – общее количество отверстий в детали;

r – количество отверстий, направление которых отличается от перпендикулярного к плоскости разреза пресс-формы;

p, q, c, t - эмпирические коэффициенты, которые рекомендуется принимать равными:

$$p = 0,1; \quad q = 0,04; \quad c = 0,01; \quad t = 0,03.$$

В формуле (2) учитываются только те поднутрения, которые по своему относительному размеру превышают допустимые значения (см. табл. 2).

Таблица 2.

Допустимый относительный размер поднутрения.

Материал	Значение $[\delta]$, %
Фенопласты	0,1 – 0,5
Резина	10 - 12
Примечание: допустимыми считают поднутрения, у которых $\delta \leq [\delta]$, где $[\delta]$ – допустимый относительный размер поднутрения, приведенный для характерных материалов.	

Поскольку количество отверстий в детали соответствует количеству оформляющих их знаков (стержней), то, определяя общее количество отверстий для формулы (2), следует прибавить к их числу количество надписей, рисунков и других элементов детали, оформляемых отдельными знаками.

Показатель равномерноститолщин стенок $k_{p.c.}$.

Показатель разнотолщинности стенок $k_{p.c.}$ определяют в зависимости от значения отношения S_{max}/S_{min} , где S_{max} и S_{min} - наибольшая и наименьшая толщины стенок анализируемой детали. При определении не учитываются толщины ребер жесткости, бобышек, приливов вокруг арматуры, рифленых поверхностей пластмассовой детали.

Значения этого показателя представлены в табл. 3.

Таблица 3

Значения показателя равномерности толщины стенок.

Диапазоны отношения S_{max}/S_{min}	<u>Значение</u> $k_{p.c.}$
$1,00 < S_{max}/S_{min} \leq 1,10$	1,0
$1,10 < S_{max}/S_{min} \leq 1,20$	0,9
$1,20 < S_{max}/S_{min} \leq 1,40$	0,8
$1,40 < S_{max}/S_{min} \leq 2,00$	0,7
$S_{max}/S_{min} > 2,00$	0

Показатель соотношения толщин ребер жесткости и стенок $k_{p.ж.}$.

Показатель соотношения толщины ребер жесткости и стенок определяют по отношению S_p/S_{cm} , где S_p и S_{cm} - толщины ребра жесткости и сопрягаемой с ним стенки.

Значения этого показателя приведены в табл. 4.

В случае отсутствия в конструкции детали ребер жесткости данный частный показатель в комплексном показателе технологичности не учитывается.

Таблица 4.

Значения показателя соотношения толщины ребра жесткости и стенки.

Диапазоны отношения S_p/S_{cm}	Показатель $k_{p.ж.}$
$S_p/S_{cm} \leq 0,4$	0
$0,4 < S_p/S_{cm} \leq 0,5$	0,7
$0,5 < S_p/S_{cm} \leq 0,6$	0,8
$0,6 < S_p/S_{cm} \leq 0,7$	0,9
$0,7 < S_p/S_{cm} \leq 0,9$	1,0
$0,9 < S_p/S_{cm} \leq 1,1$	0,9
$1,1 < S_p/S_{cm} \leq 1,3$	0,8
$S_p/S_{cm} > 1,3$	0

Показатель сложности линии разъема пресс-формы $k_{л.р.}$.

Показатель сложности линии разъема определяют по формуле

$$k_{л.р.} = 1,1 - 0,1z \quad (3)$$

где z – число плоскостей разъемов в пресс-форме.

Обычно в стационарных пресс-формах принимают $z = 1$. Однако возможны случаи, когда пресс-форма смыкается по поверхности образованной сочетанием плоскостей. В этом, случае за z принимают количество плоскостей, по которым необходимо обеспечить смыкание пресс-формы.

Если при изготовлении деталей из реактопласта необходимо произвести разборку пресс-формы по нескольким плоскостям, то за z принимают количество плоскостей, по которым осуществляют разборку пресс-формы для извлечения детали.

Показатель использования пластмассы $k_{u.n.}$

Показатель использования пластмассы $k_{u.n.}$ определяют по отношению $\gamma = M_o/M_n$, где M_o и M_n - масса пластмассы в детали, и масса пластмассы, расходуемой на одну деталь. Численное значение этого показателя представлено в табл. 5.

Таблица 5.

Значения показателя использования пластмассы.

Диапазон изменения величины $\gamma = M_o/M_n$	Значение $k_{u.n.}$
$\gamma \leq 0,4$	0
$0,4 < \gamma \leq 0,55$	0,6
$0,55 < \gamma \leq 0,65$	0,7
$0,65 < \gamma \leq 0,75$	0,8
$0,75 < \gamma \leq 0,85$	0,9
$\gamma > 0,85$	1.0

Отношение γ определяют после разработки рабочей полости пресс-формы, включая литниковую систему, т.е. можно записать, что

$$\gamma = \frac{nV_o}{nV_o + V_{л.с.}} \quad (4)$$

где n - количество деталей, получаемых в пресс-форме за одну операцию литья под давлением или прессования; V_o - объем детали; $V_{л.с.}$ - объем литниковой системы.

Объем детали V_o определяют по ее чертежу. Объем литниковой системы складывается из объемов литниковых отверстий в пресс-форме и объемов питателей, подводящих пластмассу к формообразующим полостям в пресс-форме.

Пример качественного анализа технологичности конструкции детали.

В качестве анализа приведем качественный анализ технологичности детали, представленной на рис. 11.

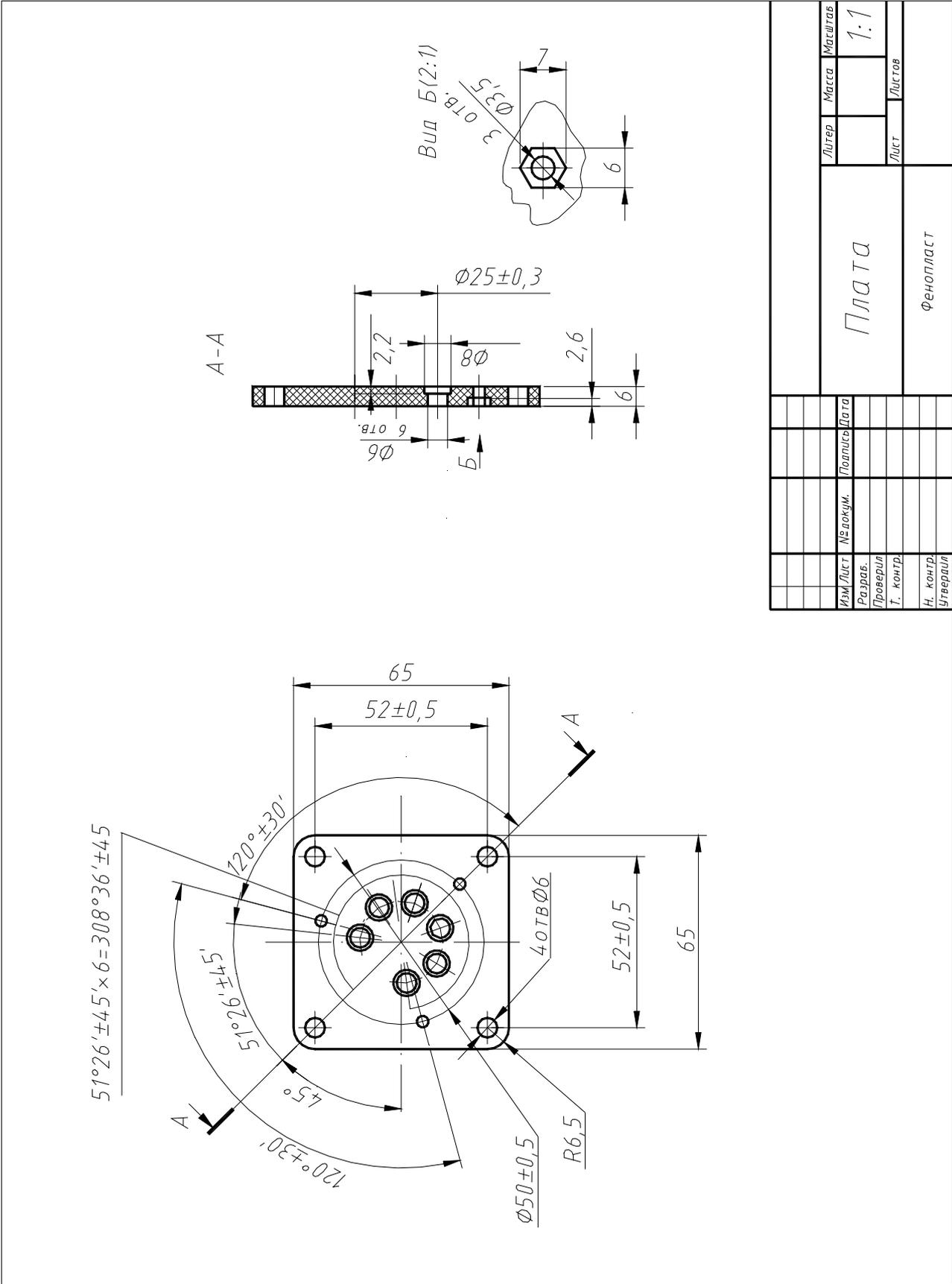


Рис.11 Деталь типа "Плата" из реактопласта

1. Однородность сечения и толщины стенки. Деталь представляет собой изделие плоской формы, и состоит из одной стенки, т.е. деталь недорогая. Толщина этой стенки (6 мм) велика (рекомендуемая толщина стенки 3-4 мм). Это плохо, поскольку снижается ударная прочность детали, возрастают склонность к растрескиванию и время прессования.
2. Радиусы закруглений. На углах детали предусмотрены радиусы закругления, это хорошо. Однако, радиус закругления принят равным 6,5 мм, что неправильно, поскольку не рекомендуется по стандарту. Судя по расположению знака, оформляющего шестигранник в пресс-форме (см. рис. 12), на левом торце сечения А- А детали (см. рис. 11) должны быть представлены радиусы закругления $R = 1,5 \text{ мм}$, а на правом торце радиусов закруглений быть не должно.
3. Ребра жесткости. Конструкция детали ребер жесткости не предусматривает, однако, было бы правильно, уменьшив толщину детали до 3 – 4 мм, обеспечить за счет применения ребер жесткости требуемую прочность конструкции.
4. Технологические уклоны. Расположение формообразуемой детали в полости пресс-формы (Рис. 12) таково, что для облегчения ее выталкивания размер левого торца сечения А – А (см. рис. 11) должен быть меньше правого. (см. рис. 11). В этом же направлении должна быть проставлена конусность на шести сложных отверстиях диаметром 6 мм с расширениями диаметром 8 мм. Обратное данному направлению конусности должны иметь три отверстия диаметром 3,5 мм с шестигранными расширениями, а также четыре отверстия диаметром 6 мм, расположенные в углах детали. Если принять, что неуказанные предельные отклонения размеров должны выполняться в пределах IT 12, то расчет показывает, что допускаются уклоны наружного контура детали 2° , а отверстий – 30° . Это хорошо, поскольку данные значения обеспечивают легкое выталкивание деталей из полости пресс-формы.
5. Армирование. Деталь арматуры не содержит. Применение арматуры для формообразования трех шестигранных углублений повысила бы стойкость детали. Допустимость конструктивного решения, принятого на рис. 11, может быть установлена лишь при эксплуатации этой детали.
6. Отверстия. Все отверстия на рассматриваемой детали сквозные. Соотношения между их диаметрами в глубинами правильные. По критериям "торцы полых деталей", "рифления", "поднутрения", "надписи и рисунки", "опорные поверхности", "резьба" данная деталь не оценивается.

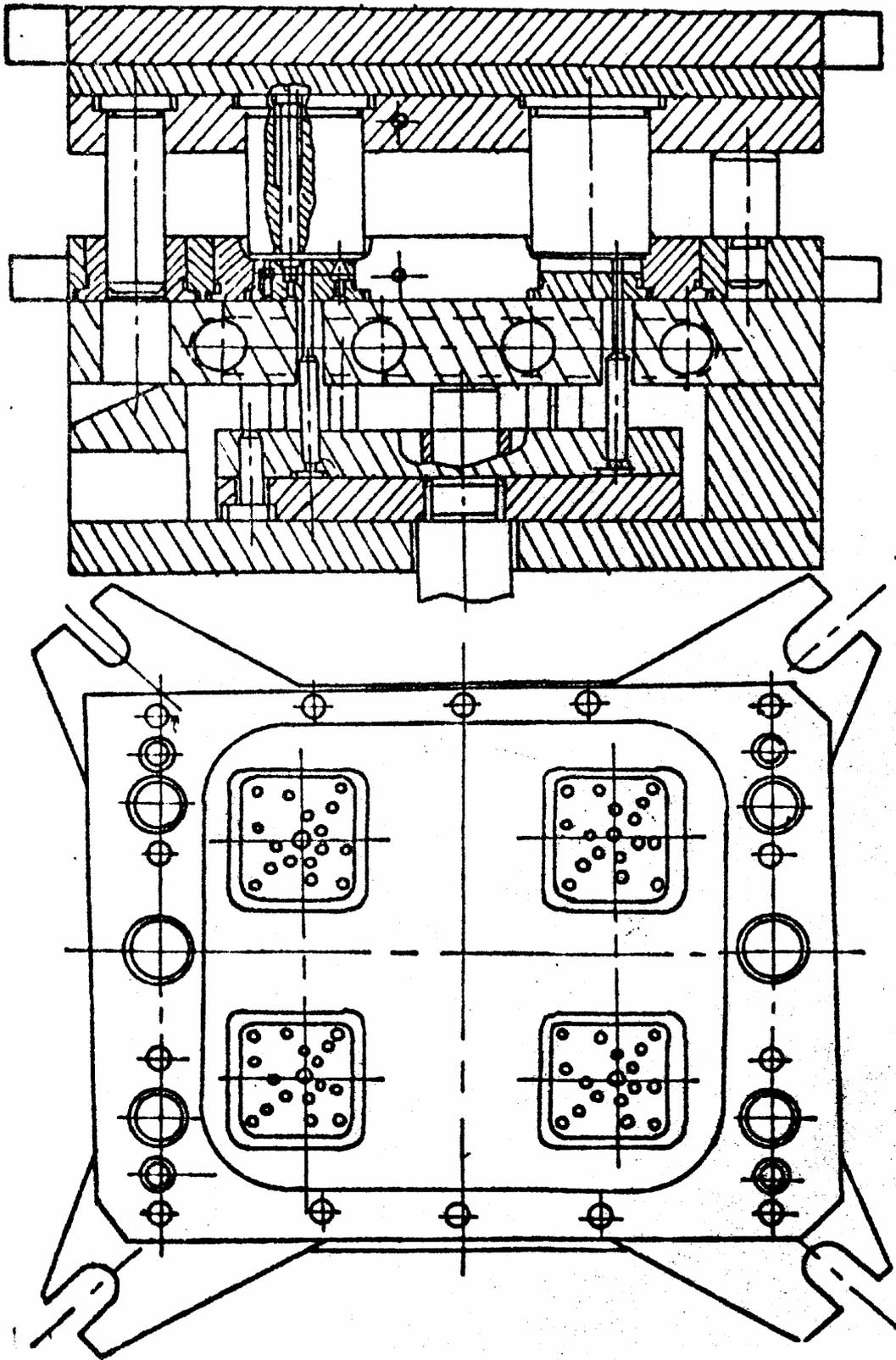


Рис.12 Пресс-форма для изготовления детали рис.11

Пример расчета комплексного**показателя технологичности.**

Приведем количественный расчет технологичности по предлагаемой методике для детали, показанной на рис. 11.

1. Поскольку деталь изготовлена из фенoplastа, то принимаем $k_o = 0,85$.
2. Конструкция детали выполнена в соответствии с требованиями изготовления пластмассовых деталей. Принимаем $k_c = 1$.
3. После определения показателя сложности детали располагаем плоскость разреза пресс-формы перпендикулярно осям имеющихся на детали отверстий. Тогда получаем: $u = 0$; $m = 0$ (в случае отсутствия поднутрений на детали); $l = 13$ - общее количество отверстий; $r = 0$ - отверстий, ось которых не перпендикулярна плоскости разреза пресс-формы. По формуле (2) имеем $k_{c.d.} = 1 - 0 \cdot 0,01 - 0 \cdot 0,04 - 13 \cdot 0,01 - 0 \cdot 0,01 = 0,87$.
4. Показатель равномерности толщины стенок определяем после установления наименьшей $S_{min} = 6$ мм и наибольшей $S_{max} = 6$ мм толщины стенок. При $S_{max}/S_{min} = 6/6 = 1$ по табл. 3 находим $k_{p.c.} = 1,0$.
5. Так как ребра жесткости отсутствуют, то $k_{p.ж.} = 1$
6. Поскольку в предполагаемой конструкции пресс-формы (рис. 12) имеется только одна плоскость разреза, то по формуле (3) имеем.

$$k_{л.р.} = 1,1 - 0,1z = 1,1 - 1 \cdot 0,1 = 1$$
7. Определим показатель использования пластмассы $k_{u.n.}$. Из рисунка пресс-формы видно, что поскольку применяется прямое прессование, то литниковая система отсутствует и коэффициент $k_{u.n.} = 1$.
8. По формуле (1) определим значение K_T

$$K_T = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \varphi_i}{\sum_{i=1}^n \varphi_i} f_{n.o} = \frac{k_o \varphi_1 + k_c \varphi_2 + k_{c.d.} \varphi_3 + k_{p.c.} \varphi_4 + k_{p.ж.} \varphi_5 + k_{л.р.} \varphi_6 + k_{u.n.} \varphi_7}{\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4 + \varphi_5 + \varphi_6 + \varphi_7} =$$

$$= \frac{0,85 \cdot 1,0 + 1 \cdot 0,9 + 0,87 \cdot 1,0 + 1,0 \cdot 0,7 + 1 \cdot 0,8 + 1 \cdot 1,0 + 1 \cdot 0,9}{1,0 + 0,9 + 1,0 + 0,7 + 0,8 + 1,0 + 0,9} = 0,956$$

9. Сравним полученное значение K_T с допустимым значением для реактопластов.
 $K_T = 0,956 \geq [K_T] = 0,7$ (условие выполняется), следовательно деталь можно считать технологичной. Даже если использовать последующую механическую обработку

$$K_T = 0,956 \cdot f_{n.o} = 0,956 \cdot 0,85 = 0,813 \geq [K_T] = 0,7$$
условие будет выполняться.