Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Проектирование конструкции вырубного штампа с использованием автоматизированного проектирования штамповой оснастки в САПР

Методические указания к практическим работам по дисциплине
«Основы технологии машиностроения»
для студентов направлений

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»

очной и заочной форм обучения

Энгельс 2026

ВВЕДЕНИЕ

При выполнении курсового и дипломного проекта по холодной листовой штамповке одному из разделов курса «Обработка конструкционных материалов» студенты технологической специальности испытывают определенные трудности, связанные с проектированием конструкции технологической оснастки – штампа. Разработанная конструкция штампа должна отвечать требованиям производства, быть экономичной для заданной программы выпуска. Выбранная конструкция должна быть обоснована.

Студентам бывает трудно обеспечить перечисленные выше требования в своей конструкции.

Данные методические указания имеют цель оказать помощь студентам при выполнении им конструкторской части курсового проекта, свести к минимуму непроизводительные затраты времени при разработке конструкции штампов, обстоятельно разобраться с основами проектирования подобной оснастки. Не заменяя собой многочисленные справочные материалы, методические указания представляют собой своеобразный путеводитель по данным материалам при ручном проектировании штампов.

Кроме того, для студентов, выполняющих проектирование в машинном режиме предлагается методика его выполнения, для программного продукта «КОМПАС-ШТАМП», принятого в качестве базового на факультете двигателей летательных аппаратов.

Использование данного программного продукта позволяет выполнять проектирование на современном уровне, не затрачивая время на поиск вспомогательных материалов, сосредоточившись на творческих задачах.

1. ШТАМПЫ ДЛЯ ХОЛОЛНОЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

1.1. Классификация штампов

Изготовление деталей из листового материала является наиболее прогрессивным и экономичным технологическим методом производства, позволяющим многократно повысить коэффициент

использования материала при изготовлении деталей оболочкового типа, уменьшить потребное количество металлорежущих станков, снизить экологическую нагрузку на окружающую среду.

Листовая штамповка охватывает две группы штамповочных операций: разделительные и формообразующие. *Разделительная операция* – это такая операция обработки металла давлением, в результате которой происходит полное или частичное отделение одной части заготовки от другой (резка, вырубка-пробивка, обрезка, надрезка, зачистка, проколка, высечка и т. д.).

Формообразующая операция листовой штамповки – это операция, при которой изменяется форма заготовки результате пластического деформирования последней. К ним можно отнести гибку, скручивание, закатку, завивку, вытяжку, раздачу, обжим, рельефную формовку, правку, кернение, дорнование, вытяжку с утонением и т. д.

Операции листовой штамповки осуществляются с помощью специального инструмента-приспособления, который называется *штампом.* С помощью штампа заготовка приобретает форму и размеры, соответствующие поверхности или контуру рабочих элементов штампа. Штамп является инструментом, так как заготовка изменяет свою форму и размеры в результате силового воздействия на нее со стороны рабочих частей штампа при их непосредственном контакте. С точки зрения технологии штамп является приспособлением, так как адаптирует кривошипно-шатунный пресс, на который устанавливается штамп для выполнения любой операции листовой штамповки, ориентируя при этом деталь определенным образом в пространстве. Штампы различаются по трем признакам: *технологическому, конструктивному,* и *эксплуатационному*.

По *технологическому признаку* штампы делят на типовые группы в зависимости от рода выполняемой операции. Таких групп две: штампы для разделительных операций и формообразующие штампы. Кроме того, по количеству одновременно выполняемых операций их можно разделить на однооперационные (*простые*) и многооперационные (*комбинированные*). К простым и комбинированным могут относиться как разделительные, так и формообразующие штампы. В свою очередь комбинированные штампы по характеру совмещения операций во времени

подразделяются на *последовательные,совмещенные* и *посдедовательно-совмещенные.* В штампах *последовательного* действия обработка заготовки производится за несколько переходов различными инструментами (за несколько ходов ползуна) при последовательном перемещении исходной заготовки перпендикулярно движению ползуна в плоскости нижней плиты. То есть переходы разделены пространственно но совмещены по времени. В штампах *совмещенного* действия заготовка обрабатывается за один ход ползуна пресса аксиально расположенными инструментами при неизменном положении исходной заготовки относительно нижней плиты. То есть в совмещенных штампах переходы совмещены в пространстве, но разнесены по времени. В *поседовательно-совмещенных* штампах требуемая заготовка получается путем сочетания последовательной и совмещенной обра-ботки.

Однооперационные штампы проще и дешевле в изготовления, но менее производительны, поэтому их применяют обычно при небольшойц программе выпуска (мелкосерийном и единичном производстве). Штампы многооперационные (комбинированные) сложнее и дороже в изготовлении, но более производительны. Их применяют в условиях от среднесерийного до массового производства.

В связи с тем, что в комбинированных штампах последовательного действия точность размеров заготовки зависит от точности позиционирования при передвижении ее в зону выполнения перехода, и при прочих равных условиях чем она ниже, тем больше переходов, данные штампы используются для изготовления заготовок невысокой точности (12…15 квалитетов) и при сравнительно больших допусках на взаимное расположение ее внутренних им наружных обрабатываемых поверхностей.

Штампы совмещенного действия рекомендуется применять при штамповке заготовок повышенной точности (9…11 квалитет) с жесткими допусками на взаимное расположение внутренних и наружного контуров (менее ±0,1 мм для отверстий размерами до 20 мм и ±0,15 мм для отверстий от 20 до 50 мм).

По конструктивному признаку штампы делятся на штампы с направляющими устройствами и без них. Штампы без направляющих просты по конструкции, имеют низкую стоимость, но неудобны в

эксплуатации, так как требуют постоянной поднастройки после изготовления определенного числа заготовок. Так как за счет усилия штамповки происходит смещение верхней части штампа, соединенного с ползуном относительно нижней части, закрепленной на столе пресса. Поэтому штампы без направляющих применяются в мелкосерийном и единичном производстве, для которого важным является низкая стоимость оснастки и не столь существенным стоимость переналадки, так как количество переналадок в условиях единичного производства минимально. Для снижения стоимости штампов их рабочие элементы изготавливают из материалов имеющих невысокую стойкость, тем не менее обеспечивающую заданное качество изготовления всей партии заготовок.

Штампы с направляющими элементами (колонки со втулками, плиты) удобны и безопасны в эксплуатации, позволяют автоматически поддерживать заданное расположение элементов, расположенных на нижней и верхней плите штампа друг относительно друга в течение всего срока эксплуатации, не требуют поднастройки. В то же время стоимость этих штампов выше, поэтому они используются и окупаются только в условиях серийного-массового производства.

По эксплуатационному признаку штампы делятся на группы в зависимости от способа подачи исходной заготовки на штампы с ручной и автоматической подачей. А по способу удаления отштампованных заготовок - на конструкции, работающие на провал заготовок через отверстие в матрице, с обратной запрессовкой заготовки в полосу или ленту, с выталкиванием заготовки в верхнюю часть штампа и удалением ее жестким выталкивателем, или вручную.

1.2. Детали и узлы штампов

Детали и узлы штампов подразделяются на две основные группы технологического и конструкторского назначения. К первой относят рабочие элементы, а также фиксирующие детали, обеспечивающие необходимое положение исходной заготовки во время выполнения операции (фиксаторы, упоры), прижимающие и удаляющие детали (прижимы, съемники, выталкиватели и т. п.); ко второй — опорные и держащие детали (плиты, пуансоно-держатели и т. п.), направляющие узлы (колонки, втулки), крепежные и прочие детали. Кроме того,

иногда выделяется третья группа деталей кинематического назначения, обеспечивающих необходимые перемещения частей штампа, например, преобразование вертикального движения ползуна пресса в поступательные, вращательные, колебательные движения отдельных элементов штампа и вспомогательных устройств.

Под рабочим элементом подразумевается основная деталь или сборочная единица штампа, выполняющая разделение или формообразование заготовки (матрица, пуансон, пуансон-матрица).

Штамп, как правило, состоит из двух основных узлов — блока и пакета. Первый обеспечивает крепление пакета и совмещение рабочих элементов штампа при штамповке, второй — фиксацию и крепление рабочих элементов (рис. 1,2). Блок для специальных штампов состоит обычно из верхней и нижней плит и направляющих узлов [8, табл. 167].

Конструкция пакетов и количество применяемых в них деталей определяется классом штампа (см. классификации штампов) [8, табл. 170; 3,6].

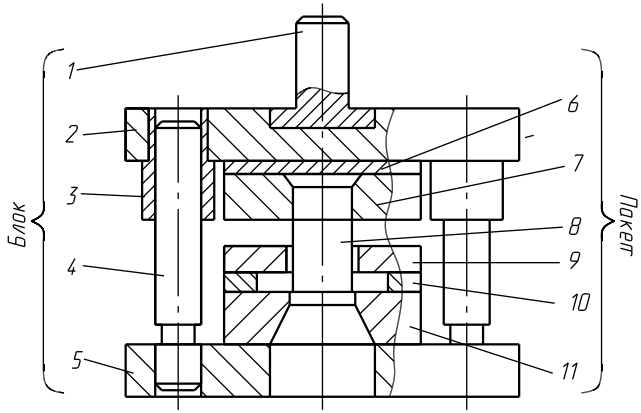

Рис. 1. Штамп для пробивки отверстия: 1 – хвостовик, 2 – верхняя плита, 3 – втулка, 4 – колонка, 5 – нижняя плита, 6 – подкладка, 7 – пуансонодержатель, 8 – пуансон, 9 – съемник, 10 – подкладка, 11 – матрица (элементы крепления пакета к блоку условно не показаны)

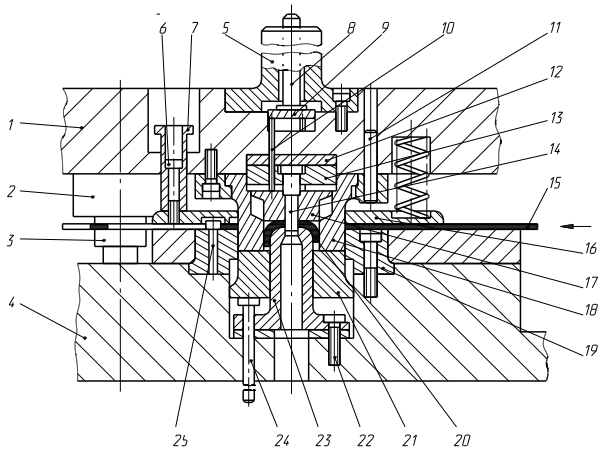

Рис. 2. Штамп для вырубки и вытяжки (штамп совмещенного действия): *блок*: 1 – нижняя плита, 2 – колонка, 3 – втулка, 4 – верхняя плита, 5 – хвостовик; *пакет*: 6 – винт; 7 – фиксатор положения съемника, 8 – шток выталкивателя; 9 – траверса, 10 – стержень, 11 – штифт, 12 – подкладка, 13 – пуансонодержатель, 14 – пуансон, 15 – полоса, 16 – съёмник, 17 – выталкиватель, 18 – пуансон-матрица, 19 – матрица, 20 – заготовка, 21 – прижим-выталкиватель, 22 – винт, 23 – пуансон-матрица, 24 – шток выталкивателя (привод буферного устройства), 25 – упор

2. РУЧНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШТАМПОВ. ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В проектировании конструкции штампа листовой штамповки целесообразно придерживаться следующей последовательности: анализ исходных данных, выбор принципиальной схемы штампа, проведение расчетов по определению потребного усилия штамповки, выбор прессового оборудования и установление закрытой высоты штампа, определение центра давления штампа, подетальная разработка конструкции штампа, расчет на прочность и жесткость основных деталей его, и наконец, оформление сборочного чертежа штампа.

2.1. Уточнение исходных данных

К основным исходным данным, необходимым для проектирования штампов листовой штамповки, относятся сведения об операции, для которой должен быть спроектирован штамп, годовая программа

выпуска деталей, типы имеющегося на производстве оборудования, справочные материалы по типовым конструкциям штампов и его деталей, ГОСТы, ОСТы, РТМы, правила техники безопасности и др. [1 – 6, 8, 10, 11].

Анализ этих данных проводит технолог, разрабатывающий технологический процесс изготовления детали и составляющий заказ на проектирование штампа на какую-либо операцию, и конструктор штампа при получении такого заказа. Их совместные усилия позволяют наметить более оптимальный путь решения задачи по выполнению операции штамповки.

2.2. Выбор принципиальной схемы штампа

Этап выбора принципиальной схемы штампа является наиболее ответственным при разработке конструкции штампа. Опираясь на имеющиеся разработки типовых штампов [3, 4, б, 8, 10, 11], проектант должен выбрать такой штамп, который мог бы обеспечить требуемые геометрические параметры заготовки, учитывая при этом возможность обеспечения заданной программы выпуска при соблюдении правил техники безопасности и экономики (простота конструкции, применение нормализованных узлов и деталей и др.).

Принципиальная схема штампа должна полностью отображать его конструкцию, т. е. должны быть учтены все рабочие детали, виды направляющих исходной заготовки, направление хода заготовки и отходов, вид съемников и выталкивателей и др. Так, например, при разработке конструкции штампа для разделительной операции при выборе принципиальной схемы необходимо учитывать некоторые правила. Штампы с неподвижным направляющим съемником позволяют автоматически (без участия рабочего) удалять заготовку (или отход) через провальное окно, что дает возможность применять быстроходное прессовое оборудование и многорядную штамповку. Такие съемники просты по конструкции, а потому наиболее распространены. Однако следует учитывать, что при применении неподвижных направляющих съемников наблюдается частичное ухудшение плоскостности заготовки. Поэтому их рекомендуют применять при штамповке из листа толщиной более 0,5 мм. В противном случае необходимо использовать штампы с верхним

прижимом-съемником, правда, при этом снижается жесткость штампа, усложняется его конструкция.

Разделительные штампы совмещенного действия рекомендуется применять при штамповке заготовок повышенной точности (9-11 квал.); при наличии жестких допусков на размеры, определяющих расположение отверстий относительно контура (менее ±0,1 мм для размеров до 20 мм и ±0,15 мм для размеров от 20 до 50 мм); при изготовлении заготовок, имеющих форму тел вращения.

Штампы последовательного действия применяются в том случае, когда не предъявляются высокие требования к точности геометрических параметров. Они проще по конструкции и более надежны при работе в автоматическом режиме.

2.3. Расчет потребного усилия штамповки $P_{оп}$

Разделительные операции

1. При работе на провал заготовки (отхода)

$P_{оп} = P_{рез} + Q_{прот}$ (с жестким съемником)

или $P_{оп} = P_{рез} + Q_{прот} + Q_c$ (с пружинным съемником).

2. При работе с возвратом заготовки (отхода) в ленту после вырубки (с запрессовкой) или пробивки $P_{оп} = P_{рез} + Q_{буф} + Q_c$, где $P_{рез}$ – усилие резания; $Q_{прот}$ – усилие проталкивания заготовки через матрицу; Q_c – усилие съема полосы (заготовки) с пуансона; $Q_{буф}$ – усилие, потребное для сжатия буфера или пружины штампа [1, с.15].

Гибка

1. Усилие гибки без правки $P_{оп} = P_{гиб} + Q_{буф}$

2. Усилие гибки с правкой $P_{оп} = P_{прав} + Q_{буф}$,

где $P_{гиб}$ – усилие гибки; $Q_{буф}$ – усилие буфера; $P_{прав}$ – усилие правки [8, с. 70].

Вытяжка

$P_{оп} = P_{выт} + Q_{буф}$, где $P_{выт}$ – усилие, потребное для вытяжки

заготовки [8, с. 171].

Формовка

При этом процессе в большинстве случаев необходим «жесткий» удар: $P_{оп} = P_{форм} + P_{прав} + Q_{буф}$, где $P_{форм}$ – потребное усилие формовки.

Чеканка

Усилие чеканки $P_{оп} = P_{чек}$. Величину составляющих определяют по общеизвестным рекомендациям, приведенным в технологической литературе [4, 5, 8, 9].

При комбинированной штамповке, когда операция выполняется за ряд последовательно или параллельно протекающих процессов, определение потребного усилия осуществляют за несколько ступеней по тем же зависимостям, предварительно сгруппировав факторы, действие которых осуществляется одновременно. Например, при штамповке на штампе последовательного действия сначала в полосе (или ленте) проводится вырубка заготовки, потом в новой позиции — вытяжка. Расчет проводят последовательно: сначала находят $P_{выр} = P_{рез} + Q_{буф} + Q_{с}$, потом $P_{выт}$ и $Q_{буф}$. По наибольшему значению устанавливают $P_{оп}$.

Если штамповка проводится с автоматической подачей исходной заготовки, то учитывают и усилие, потребное для осуществления работы привода механизма подачи.

2.4. Выбор прессового оборудования

Операции листовой штамповки выполняют в основном на кривошипных и гидравлических прессах [7, 14].

К технической характеристике пресса относятся следующие данные (рис. 3): $P_{ном}$ – номинальное усилие, развиваемое прессом, *кН* (ТС); *S* – ход ползуна, мм (для прессов с регулируемым ходом различают $S_{наиб}$ и $S_{наим}$, для прессов двойного действия – ход внутреннего ползуна *S* и ход наружного ползуна S_1); *n* – частота ходов

ползуна в минуту;

M – величина регулировки длины шатуна, мм; *H* – наибольшая закрытая высота пресса, мм (расстояние от подштамповой плиты до ползуна в его нижнем положении при максимальном ходе и наименьшей длине шатуна); H_2 – наименьшая закрытая высота пресса (*H–M*); *N* – расстояние от выталкивателя до нижней поверхности ползуна, мм; *C* – ход выталкивателя, мм; H_3 – глубина отверстия в ползуне для крепления хвостовика штампа, мм; *R* – расстояние от станины до оси ползуна, мм; $A \times B$ – размеры подштамповой плиты; *Д* – диаметр отверстия в плите и др.

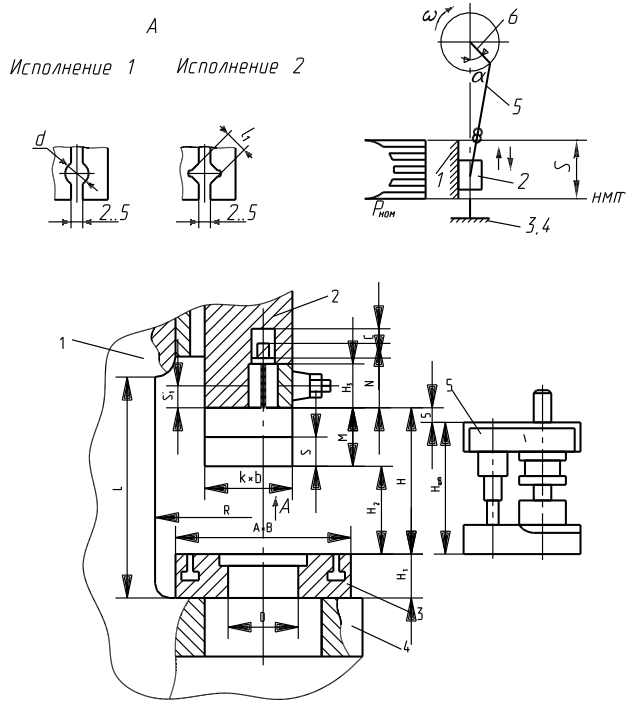

Рис. 3. Рабочее пространство кривошипного пресса: 1 – станина, 2 – ползун, 3 – подштамповая плита, 4 – стол пресса, 5 – шатун, 6 – кривошип

При выборе пресса исходят из следующих соображений:

- тип пресса и величина хода ползуна соответствуют технологической операции штамповки;

- номинальное усилие пресса должно быть больше усилия, требуемого для штамповки:
- пресс обладает достаточной жесткостью и точностью направляющих (последнее важно для разделительных операций);
- закрытая высота пресса соответствует или несколько больше закрытой высоты штампа;
- габаритные размеры стола и ползуна пресса позволяют установку и закрепление штампа, а отверстие в столе и плите — свободное проваливание штампуемых заготовок (при штамповке «на провал»);
- частота ходов пресса обеспечивает достаточно высокую производительность штамповки;
- работа и обслуживание пресса отвечают требованиям техники безопасности.

Подбор пресса по усилию производят следующим образом.

Усилие, необходимое для выполнения технологической операции, находят по соответствующим формулам, приведенным выше.

Номинальное усилие пресса $P_{ном}$ должно быть равным требуемому операционному $P_{оп}$. Так как прессы изготавливают в определенном интервале по номинальному усилию (6,3; 10; 16; 25; 40; 68; 80; 100ТС и т. д.), то обычно при выборе пресса расчетное усилие не соответствует точно номинальному усилию. Поэтому пресс берут заведомо большего усилия, чем требуется по расчету. Применение более сильного пресса обеспечивает повышенную жесткость, а, следовательно, и большую стойкость штампов, особенно для разделительных операций.

Величина усилия, создаваемого кривошипным прессом, переменна на протяжении хода пресса. Она достигает наибольшего значения в конце рабочего хода (см. рис. 3). Обычно в каталожных и паспортных данных приводится номинальное усилие кривошипных прессов, создаваемое при угле α=20...30°. Это необходимо учитывать в операциях, требующих большой величины рабочего хода, так как давление, развиваемое прессом в начале операции, будет меньше номинального. Иногда они отличаются на 40...50%.

2.5. Определение закрытой высоты штампа

Штампы должны проектироваться на конкретные прессы в соответствии с технической характеристикой последних или на группу прессов, близких по мощности и аналогичных по технической характеристике.

Рабочая зона выбранного пресса будет определять габариты штампа.

Штамп изображается графически в нижнем рабочем положении, в котором наилучшим образом увязывается взаимодействие рабочих, прижимающих и удаляющих деталей штампа. При этом почти исключается возможность конструктивных ошибок по несогласованности верхней и нижней частей штампа.

Высота штампа в нижнем рабочем положении называется *закрытой высотой штампа* $H_{шт}$ (см. рис. 3), которая увязывается с закрытой высотой пресса. Обычно штамп проектируют ближе к наибольшей закрытой высоте пресса, учитывая желательность работы при укороченном (свинченном) шатуне, а также уменьшение высоты штампа вследствие последующих перешлифовок. В большинстве случаев принимают $H - 5мм \geq H_{шт} \geq H_2 + 10мм$. Если закрытая высота штампа будет меньше H_2, необходимо применять промежуточные подкладные плиты.

3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ТИПОВЫХ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ ШТАМПОВ

Основными узлами штампа являются блоки и пакеты (см. рис. 1 и 2). Стандартные блоки штампов с указанием области их применения приведены в табл. 167, 168, а в табл. 169 и 170 – пакеты [8].

Остановимся подробнее на выборе конструкции некоторых деталей блоков и пакетов.

3.1. Детали блока

Плиты штампов. Плиты штампов должны обладать рациональной металлоемкостью и достаточной прочностью для выполнения технологической операций. Плиты массой более 16 кг следует

оснащать средствами для захвата (зачаливания) при транспортировке: комплектами съемных стержней, приливами, рым-болтам и т. п.

Расчет плит на прочность проводится только в случаях, когда возникает в этом явная необходимость. Наибольшему деформированию подвергается обычно нижняя плита блока, так как часто оказывается в более неблагоприятных условиях, чем верхняя. Расчет плиты на прочность проводится после того, как будет установлена её схема нагружения. Основные виды схем нагружения плит различных штампов представлены в табл. 4 [3]. Проведенные расчеты позволяют установить габаритные размеры плиты, которые далее выбираются по нормалям [1], ГОСТ 13110—83, ГОСТ 13114—75
и др.

Направляющие элементы. Направляющие элементы блока предназначены для обеспечения высокоточного совпадения рабочих деталей пакета верхней (подвижной) части штампа с рабочими деталями пакета нижней части штампа (неподвижной). Они должны обладать высокой точностью и жесткостью, достаточной стойкостью и удобством в эксплуатации. Требования к точности и жесткости определяются характером технологической операции, величиной зазора между инструментами, а также конструкцией и габаритными размерами штампа.

Направляющие элементы бывают двух видов — скольжения и качения. Первые широко применяются во всех разновидностях штампов (разделительных, формоизменяющих), а вторые — преимущественно в прецизионных разделительных штампах.

Направляющие скольжения изготавливают цилиндрическими и призматическими. Массовое распространение, однако, получили цилиндрические как наиболее точные и технологичные в изготовлении. Классической, универсальной направляющей парой является комплект из колонки и втулки (рис, 4,а), изготовленных из низкоуглеродистых цементируемых сталей марки СТ20 ($HPC_э$ 56...60) и высоколегированных сталей марки ШХ15, 9ХС, 38ХМЮА (НРСЭ 62...64). Шероховатость поверхностей колонки и втулки, обеспечивается в пределах 0,63...0,16 мкм.

Колонку обычно делают гладкой, а втулку – с канавками для

смазки. На прессах с ходом ползуна не более 150 мм (перемещение рабочего инструмента) рекомендуется обеспечивать постоянный контакт в направляющей паре на всем ходе ползуна (чтобы при открытом штампе колонки не выходили из втулок). С этой целью предусматривается втулка с удлиненной выступающей частью (рис. 4,6). Короткую часть колонки сажают в нижнюю плиту с натягом, а длинную — подгоняют по $H6/h5...H7/e8$ в зависимости от величины технологических зазоров (зазора между пуансоном и матрицей) и условий работы штампа. В частности, точность по $H6/h5$ достигается в разделительных штампах при получении заготовки из листа толщиною менее 0,3 мм.

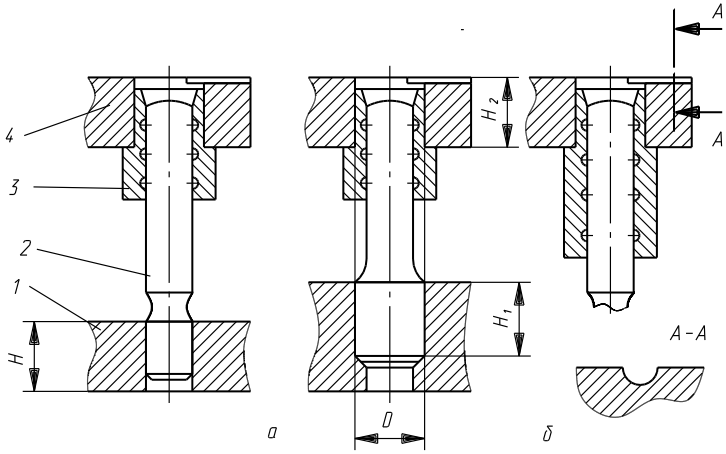

Рис. 4. Типичные конструкции направляющей пары скольжения: 1 – нижняя плита блока, 2 – колонка, 3 – втулка, 4 – верхняя плита

Относительная длина зоны контакта колонки со втулкой при полном ее заглублении должна быть не менее двух диаметров колонки, а в прецизионных штампах – не менее 3. Отношение H/d при установке втулок и колонок должно быть 1.5...2 [1], ГОСТ 13118—83. ГОСТ 13120—83, ГОСТ 13121—83.

Направляющие трения качения (шариковые направляющие) рекомендуется применять в штампах разделительных операций, когда зазор между матрицей и пуансоном не превышает 0,025 мм при наличии рабочих частей, изготовленных из инструментальных или высоколегированных сталей и 0,1 мм – из твердого сплава

[4, 10]. В процессе работы штампа с шариковыми направляющими выход втулок из колонок не допускается.

Диаметр колонок и втулок, а также число пар направляющих назначают в зависимости от габаритных размеров плит, характера технологической операции, толщины штампуемого материала, габаритных размеров и усилия пресса. Основными показателями являются ширина плиты и характер технологической операции (рис. 5).

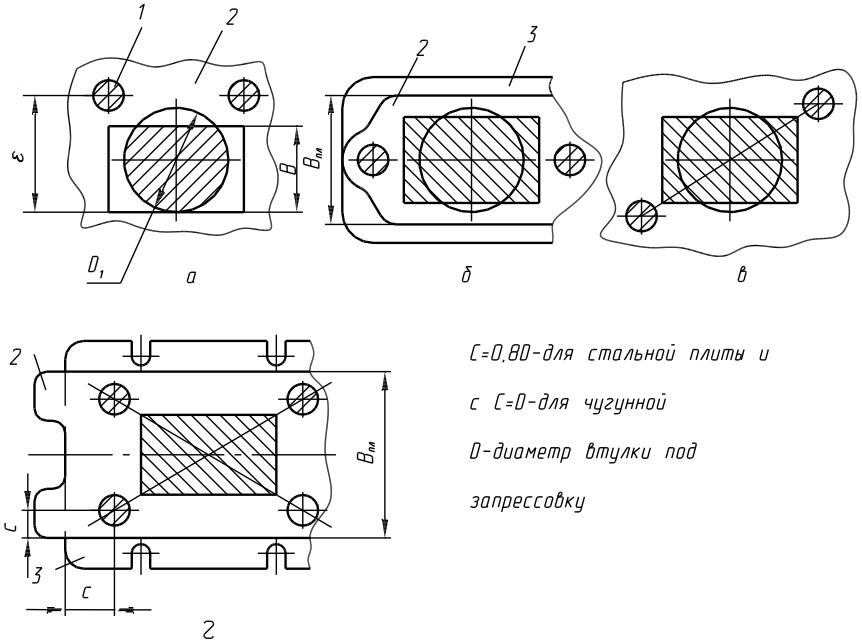

Рис. 5. Варианты расположения круглых направляющих в плитах: 1 – колонка, 2 – верхняя плита, 3 – нижняя плита

Число направляющих пар (в виде колонки со втулкой) в блоке обычно выбирают не менее 2 и не более 4. Чем больше направляющих пар, тем выше точность блока (по совпадению верха с низом).

Для разделительных штампов с условным размером меньшей стороны прямоугольника (зоны установки пакета) $B \le 200$ ì ì или диаметром $D \le 250$ ì ì при зазоре между пуансоном и матрицей $Z = 0,02...0,04$ ì ì следует применять двухколонные блоки

преимущественно с диагональным или осевым расположением направляющих (рис. 5, в); при повышенных требованиях к точности штампуемых заготовок и $Z \le 0,02$ ì ì применяют трех или четырехколоночные блоки (рис. 5, г). Если размер $B > 200$ ì ì или $D > 250$ ì ì при зазоре $Z \le 0,04$ ì ì , также рекомендуется применять три или четыре колонки. При $Z > 0,03$ ì ì с условным вылетом $E \le 400$ ì ì допускается установка двух колонок, расположенных на одной стороне от пакета (см. рис. 5, а). Если $E > 400$ ì ì , то необходимо применять трех- или четырехколонный блок (рис. 5, г).

При выборе блоков для формоизменяющих штампов большее внимание уделяют не вопросам точности направляющих элементов, а соблюдению удобства и безопасности в работе. Поэтому многие малогабаритные штампы монтируют с применением двухколонных блоков.

Требования к блокам для штампов совмещенного и последовательного действия предъявляют исходя из тех операций, точность которых наибольшая по сравнению с другими. Обычно такими определяющими технологическими операциями являются разделительные.

Рекомендуемые ряды диаметров колонок и втулок (в миллиметрах) и их число в зависимости от ширины плиты $B_{пл}$ и характера технологической операции приведены в табл. 1.

Хвостовики. Хвостовик блока обеспечивает связь штампа с прессом. Хвостовики подразделяются на жесткие и плавающие. Первые в зависимости от назначения могут быть несущими (осуществлять крепление штампа к прессу) или центровочными. Вторые выполняют только крепежные функции [1, ГОСТ 16714—71, ГОСТ 16722—71].

Наиболее прочное соединение с верхней плитой из жестких хвостовиков обеспечивает хвостовик с буртом (рис. 6, а). Его рекомендуют применять в разделительных штампах при больших усилиях съема материала с пуансонов.

Универсальный (по назначению) хвостовик с большим фланцем (рис. 6, б) устанавливают во многих штампах с механическим

толкателем пресса и без него. Размер и число крепежных отверстий во фланце зависит от отрывного усилия и конфигурации траверсы выталкивателя. Хвостовик с резьбовым соединением (рис. 6, в), в отличие от рассмотренных, менее надежен в работе. Его необходимо стопорить винтом или штифтом.

Центровочные хвостовики не работают на отрыв, их крепят одним – тремя винтами. Длина центровочного хвостовика может быть значительно меньше длины несущего хвостовика (рис. 6, г).

Таблица 1

Ряды диаметров колонок

Ширина плиты, мм	Число направляющих пар	Технологические операции		
		разделительные при Z, мм		формоизменяющие
		<0,05	>0,05	
50	2	16 (14)	16 (14)	16 (14)
60	2	20 (18)	20 (18)	20 (18)
80	2	22 (20)	22 (20)	22 (20)
100	2	25 (22)	25 (22)	25 (22)
	4 или 3	22 (25)	22 (25)	-
125	2	28 (25)	28 (25)	28 (25)
	4 или 3	25 (28)	25 (28)	-
160	2	32 (28)	32 (28)	32 (28)
	4 или 3	28 (32)	28 (32)	-
200	2	36 (32)	36 (32)	36 (32)
	4 или 3	32 (36)	32 (36)	-
250	2	40 (36)	40 (36)	40 (36)
	4 или 3	36 (40)	36 (40)	-
320	2	-	45 (40)	45 (40)
	4 или 3	40 (45)	40 (45)	40 (45)
400	2	-	50 (45)	50 (45)
	4 или 3	45 (50)	45 (50)	45 (50)
500	2	-	55 (50)	55 (50)
	4 или 3	50 (55)	50 (55)	50 (55)

Примечания:

1. Размеры, указанные в скобках, менее желательны.

2. При соотношении длины плиты к ее ширине, равном 2,5, рекомендуется брать следующий больший диаметр

Хвостовики плавающие образуют между ползуном пресса и штампом соединение в виде шарнира (рис. 7), что снижает вредное влияние несоосности направляющих ползуна и колонок штампа.

В результате улучшается работа штампа, повышается его стойкость и точность. Плавающие хвостовики рационально использовать в блоках разделительных штампов и главным образом при
малых зазорах между пуансоном и матрицей (менее 0,05 мм). Эти хвостовики широко применяют в разделительных штампах с твердосплавным инструментом. Наиболее известны две конструкции плавающих хвостовиков: закрытые (рис. 7, а) и открытые (рис. 7, б). Последние пригодны только для малогабаритных штампов (при небольших отрывных усилиях) [8].

3.2. Детали пакета

К деталям пакета относятся матрицы, пуансоны, шаговые ножи и ножи для разрезки отходов, пуансонодержатели, прижимы, съемники, фиксаторы, ловители, упоры, упругие элементы (пружины спиральные, тарельчатые, гидравлические, резиновые блоки) и др.

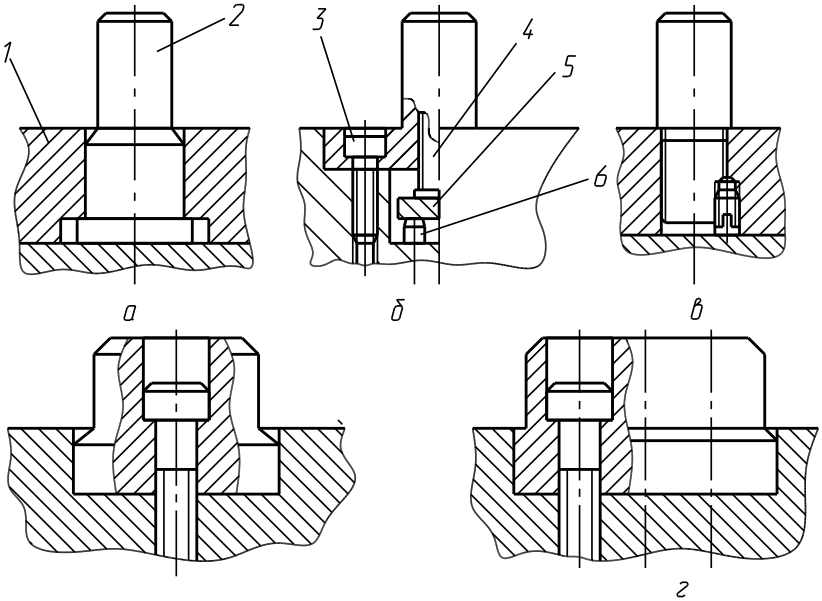

Рис. 6. Варианты крепления жестких хвостовиков: 1 – верхняя плита, 2 – хвостовик, 3 – винт, 4 – выталкиватель, 5 – траверса, 6 – стержень

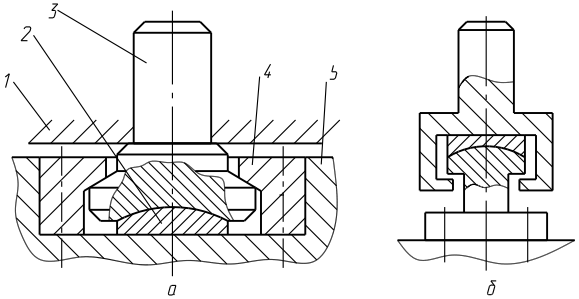

Рис. 7. Варианты крепления плавающих хвостовиков: 1 – ползун пресса, 2 – сферическая опора, 3 – хвостовик, 4 – шайба, 5 – верхняя плита блока

Остановимся на рекомендациях по выбору конструкции некоторых перечисленных деталей пакета.

Матрицы. Геометрические параметры матриц разделительных штампов (ширину, длину) следует назначать в соответствии с данными табл. 2 и 3.

Таблица 2

Геометрические параметры прямоугольных матриц, мм

Эскиз	Наибольшие размеры рабочего отверстия матрицы $l \times b$, мм	Габаритные размеры матрицы $L \times B$, мм	Наибольшие размеры рабочего отверстия матрицы $l \times b$, мм	Габаритные размеры матрицы $L \times B$, мм
	28×20	60×50	80×50	140×100
	38×40	80×60	80×70	140×120
	50×32	100×60	100×50	170×100
	50×40	100×80	110×60	170×120
	70×40	120×80	110×80	170×140
	70×50	120×100	130×60	200×120
	80×30	140×80	130×80	200×140

Таблица 3

Геометрические параметры круглых матриц, мм

Эскиз	Наибольший размер рабочего отверстия матрицы d, мм	Габаритный размер D, мм	Наибольший размер рабочего отверстия матрицы d, мм	Габаритный размер D, мм
	20	60	105	160
	35	80	115	180
	50	100	230	200
	70	120	150	220
	85	140	180	250

Зная требуемые размеры рабочего отверстия в матрице b, l, d выбирают габаритные размеры B, L, D.

Наименьшая толщина плоской прямоугольной матрицы может быть определена по формуле $H = 7 + S + K \cdot \sqrt{l + b}$.

Значение К принимают в зависимости от величины $\sigma_в$ — временного сопротивления штампуемого материала (при $\sigma_в = 80 кгс/мм^2$ К=1,3; $\sigma_в = 40 кгс/мм^2$ К=1,0; $\sigma_в = 25 кгс/мм^2$ К=0,8; $\sigma_в = 12 кгс/мм^2$ К=0,6).

Расчетную толщину матрицы Н округляют до ближайшего большего значения по следующему ряду размеров толщин: 10, 16, 20, 25, 30, 35, 40 мм. Расстояние между краем матрицы и рабочим отверстием (наименьшее) B_1 принимают равным толщине матрицы Н.

Расчетную толщину матрицы Н округляют до ближайшего отверстия $(B-A)/2 = 1{,}2 \cdot d_1$, если $d_1 < 8{,}5$ ìì и $(B-A)/2 = 1{,}4 \cdot d_1$, если $d_1 > 8{,}5 мм$ (см. табл.2). Диаметр крепежных винтов и их количество выбирают исходя из габаритных размеров матрицы ($L \times B$). Так, $d_1' = 6{,}5$ ìì при $L \times B$ до 80×60 ìì, $d_1' = 8{,}5$ ìì при $L \times B$ до 120×100 ìì, $d_1' = 10{,}5 мм$ при $L \times B$ до $170 \times 140 мм$, $d_1' = 12{,}5 мм$ при $L \times B$ до $300 \times 200 мм$ и $d_1' = 16{,}5 мм$ при $L \times B$ до $600 \times 300 мм$. Количество крепежных винтов при этом должно быть соответственно 4, 4, 4, 6, 8.

Форма профиля рабочего отверстия матрицы в значительной степени влияет на величину усилия штамповки и на продолжительность периода износа штампа до верхнего предела зазора. Имеется несколько разновидностей профилей рабочего отверстия матрицы, но наибольшее распространение в штамповочной практике получили матрицы двух типов: рабочее отверстие которых выполнено в виде пояска h определенной высоты (3...12 мм), переходящего потом в коническое или цилиндрическое отверстие (рис. 8, а); с рабочим отверстием в виде конуса от верхней зеркальной их плоскости. Величина угла наклона α в этом случае колеблется от 10' до 1° в зависимости от толщины штампуемого материала (рис. 8, б) [1, с. 393, табл.184].

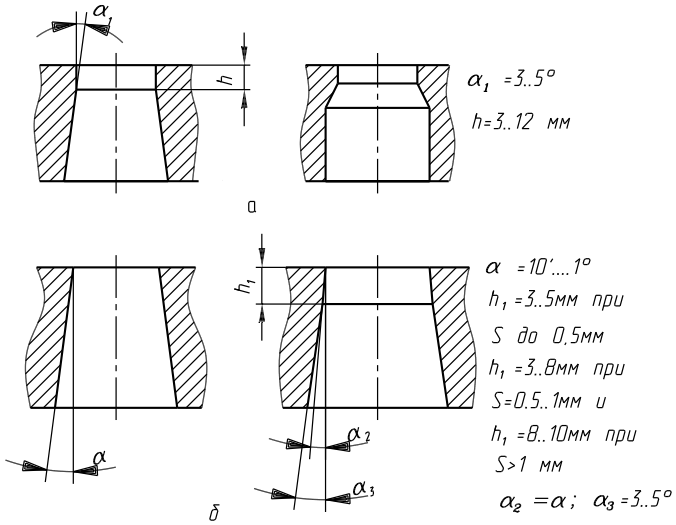

Рис. 8. Профиль рабочего отверстия матрицы

Достоинством матриц первого типа является то, что они имеют достаточно прочную режущую кромку и не теряют при заточке своего рабочего размера. Недостатком их является скопление отхода или заготовок в рабочем отверстии, вследствие чего увеличивается трение вырубленной заготовки о стенки отверстия матрицы, что приводит к образованию обратного конуса при проталкивании заготовок.

В матрицах второго типа в процессе вырубки скапливается небольшое количество отходов или заготовок, благодаря чему значительно уменьшается трение их о стенки матрицы. Обратный конус здесь также будет меньше. Стойкость матриц этого типа будет выше, чем стойкость матриц с пояском.

На практике матрицу с пояском обычно применяют при вырубке с обратной выдачей заготовок (на штампах совмещенного действия) во избежание возможного заклинивания заготовок в отверстии матрицы, а также при зачистной штамповке. При вырубке заготовок на провал (их удаление через отверстие матрицы) успехом применяют матрицу с конусом от зеркальной поверхности.

Конфигурация матрицы определяется в основном контуром вырубаемой заготовки и характером выбранного раскроя. Матрицы со сложным режущим контуром у штампов мелких и средних размеров

изготавливают составными (секционными, сборными вкладышами, комбинированными).

Секционные матрицы составляются из двух или более секций, образующих контур рабочего отверстия (рис. 9, а). Применяются при длине рабочего окна $l > 200 мм$ или малой ее ширине ($b < 2 мм$), или когда сложный контур матрицы труднодоступен для обработки.

Сборная матрица состоит из некаленой обоймы или корпуса основной части матрицы и одного или более каленых вкладышей (рис.9,6). Применяется при наличии в контуре резких выступов, малых размерах ($b < 2 мм$) и др.

Комбинированная матрица состоит из двух или более секций, которые запрессовываются один или более вкладышей, в совокупности образующих контур рабочего отверстия. Такую конструкцию рекомендуется применять в случае необходимости сочетания секционных матриц со сборными.

Линии стыков в составных и комбинированных матрицах устанавливаются с учетом следующих требований:

облегчение обработки рабочего отверстия;

возможность одновременной обработки нескольких секций.

Количество секций определяется конфигурацией штампуемой заготовки. Линия стыка секций должна проходить через центр дуги, соединяющей две стороны рабочего отверстия (рис. 9, в). Соединение секций составной матрицы должно исключать возможность их смещения в продольном и поперечном направлениях, что достигается путем соединения в замок; врезкой в обойму или плиту; креплением каждой секции винтами и штифтами (рис. 9, г).

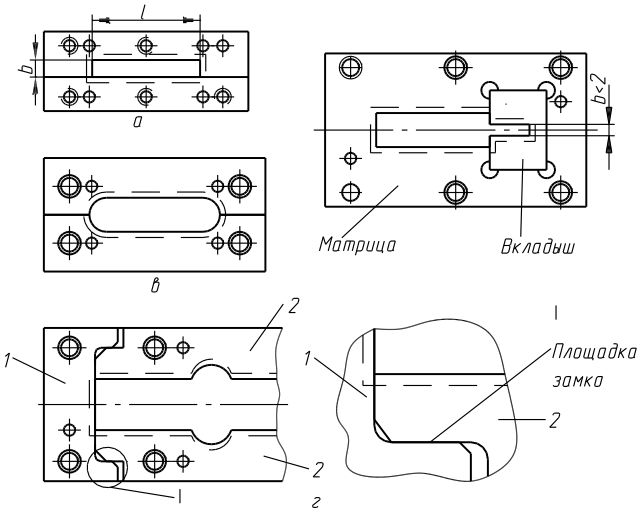

Рис. 9. Варианты конструкции составных матриц (1, 2, 3 — секции матрицы)

Для первой и последующих операций вытяжки на прессах простого действия без прижима получили распространение два варианта матриц: с радиусом закругления ребра матрицы R_i (рис. 10, а) и с входным конусом $\alpha = 30...40^{o}$ (рис.10, б). Для первой операции вытяжки на прессах двойного действия или на прессе простого действия с выталкивателем применяются матрицы с притуплённой выходной кромкой $\beta = 30'...1^{\circ}$ (рис. 10,в), а при формообразовании заготовки с прижимом—матрицы с упрощенной формой профиля (рис 10,г).

Ответственейшим геометрическим параметром вытяжной матрицы является радиус R_i . Малые радиусы приводят к увеличению усилия вытяжки и, следовательно, к увеличению опасности разрыва детали, а слишком большие радиусы способствуют образованию складок. При однооперационной вытяжке без утонения круглых заготовок $R_i = (4...10) \cdot S$ – для заготовок из мягкой стали и $R_i = (3...5) \cdot S$ – для заготовок из мягкой латуни и алюминия (S – толщина исходной заготовки – ленты, полосы). Более конкретные материалы по выбору R_i при формообразовании круглых и

прямоугольных заготовок можно найти в справочниках и нормалях [8, 9].

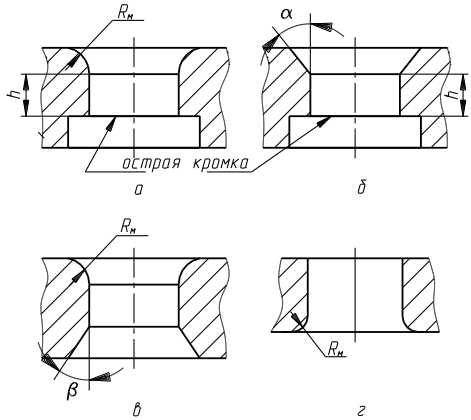

Рис. 10. Варианты профиля вытяжных матриц

На процесс вытяжки существенное влияние оказывает высота цилиндрического пояска матрицы (см. рис. 10). Высокий поясок способствует налипанию металла, что приводит к быстрому износу матрицы, а низкий поясок — к перекосу вытяжки. Высота пояска h в миллиметрах определяется зависимостью $h = (5...10) \cdot S$. Большее значение h принимается для вытяжки заготовок из тонких материалов.

Пуансоны. В холодной листовой штамповке применяется большое количество пуансонов различного технологического назначения. Значительная часть из них не является типовой, а зависит от формы и характера штампуемых заготовок. Остановимся на конструкции и области применения наиболее типовых пуансонов разделительных и формообразующих штампов.

На рис. 11, а показан пуансон, выполненный заодно с хвостовиком. Применяется при штамповке мелких заготовок в штампах без верхней плиты. Для пробивки отверстий диаметром до 5 мм применяется ступенчатый пуансон с заплечиком (рис. 11, б), а при пробивке отверстий больших размеров (от 5 до 50 мм) — усиленный пуансон с буртиком (рис. 11, в). В случае близкого расположения пробивных пуансонов и конструктивной невозможности применения пуансонов с буртиком используются пуансоны, которые удерживаются от осевого перемещения расклепкой их головок (рис.11, г). Все, кроме первого,

устанавливаются в пуансонодержателе. В случае возможного достижения удельной нагрузки свыше 10 кгс/мм^2 под пуансоном между пуансонодержателем и плитой штампа (верхней или нижней) устанавливают прокладку [8, табл. 180].

Резка (пробивка) металлов в штампах производится пуансонами преимущественно с углом резания $\alpha = 90^{\circ}$. Пуансоны малого диаметра по торцу делаются гладкими, а большого диаметра — с выточкой. Пуансоны, предназначаемые для пробивки отверстий малого диаметра и глубиною более 4 мм, рекомендуется выполнять с углом резания $\alpha = 110^{\circ}$. Для пробивки отверстий относительно больших диаметров в толстых листах рекомендуются пуансоны с заостренным центром или с вогнутой торцевой поверхностью. Такая форма обеспечивает более надежную устойчивость, так как предотвращает сдвиг пуансона в первый момент контакта его с поверхностью исходной заготовки (см. рис. 11).

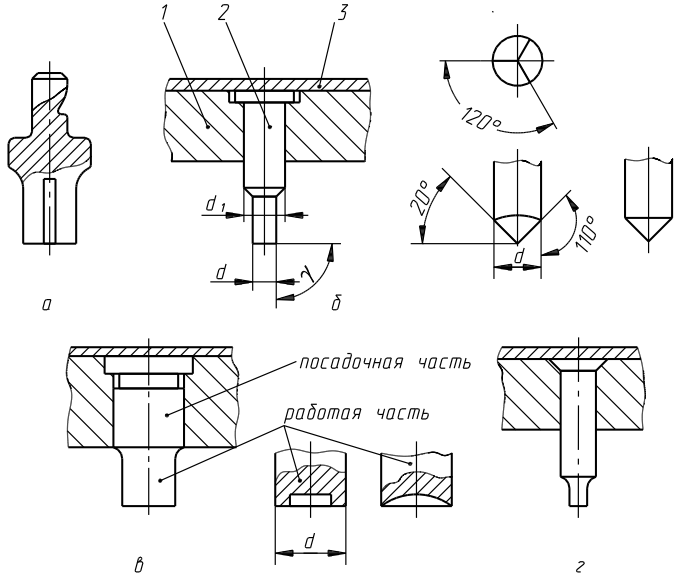

Рис. 11. Основные типы круглых пуансонов: 1 — пуансонодержатель, 2 — пуансон, 3 — прокладка

Для пуансонов со сложным рабочим контуром надо

предусматривать посадочную часть простой формы. При этом наибольшие размеры посадочной части должны совпадать с габаритами рабочего контура. Увеличение размеров посадочной части допускается в случае необходимости повышения прочности пуансона (рис. 12, а). Пуансоны, рабочий контур которых вписывается в окружность диаметром $D < 10$ *мм* (рис. 12, б), следует проектировать с круглой посадочной частью. Радиус R перехода от основания к рабочей части пуансона принимается 1...4 мм, причем для малых величин b ра-диус R следует брать наименьший. При назначении высоты пуансона необходимо предусматривать припуск на перешлифование 2…6 мм.

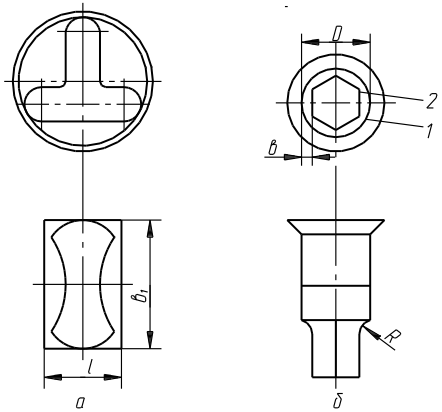

Рис. 12. Конструкции пуансонов сложной формы: 1 — контур посадочной поверхности, 2 — контур рабочей поверхности

На рис. 13 показаны конструкции типовых пуансонов для вытяжных штампов. По способу крепления различают: пуансон без пуансонодержателя (рис. 13, а), с пуансонодержателем и буртиком (рис. 13, б) с буртиком, создаваемым расклепкой (рис. 13, в). Последний применяется при $S \le 1$ *мм* (S — толщина штампуемого материала). В пуансонах следует предусмотреть центральный воздушный канал, чтобы облегчить съем с пуансона вытянутой заготовки. Диаметр воздушного канала следует выбирать равным 6...8% диаметра вытяжного пуансона.

Радиус пуансона $R_п$ при вытяжке заготовок с утонением зависит от толщины обрабатываемого материала: при $S = 0.5...2$ *мм*

$R_ï = (1.2...1.8) \cdot S$, при $S = 2...6$ ì ì $R_ï = (0.5...0.1) \cdot S$. Кроме этого, для вытяжки с утонением пуансону па его рабочей части придают конусность 0,02...0,04 мм на высоту изделия для первых операций и 0,06 мм для последних, с целью облегчения съема заготовки с пуансона после вытяжки.

Геометрические параметры матрицы и пуансона гибочного штампа можно определить из РТМ34-65[9]. Там же приводится и конструкция этого рабочего инструмента.

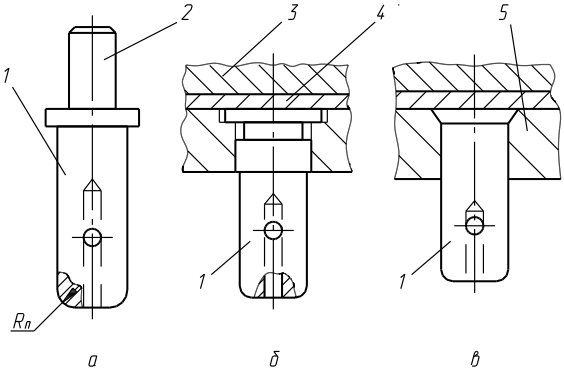

Рис. 13. Типовые конструкции вытяжных пуансонов: 1 — пуансон, 2 — хвостовик, 3 — плита, 4 — прокладка, 5 — пуансонодержатель

Шаговые ножи. Шаговые ножи применяют в основном в штампах последовательного действия для обеспечения точной подачи полосы и повышения производительности. Их рекомендуется применять в многопереходных штампах, при небольшом шаге, когда нет возможности установить постоянные или временные упоры, при необходимости обрезки одной или двух сторон полосы для получения заготовки. В зависимости от конфигурации заготовки и требуемой точности подачи в штампе могут быть установлены один или два ножа. Наиболее распространенные конструктивные формы шаговых ножей показаны на рис. 14: наиболее простая в изготовлении форма, на рис. 14, а ее недостаток — образование «усиков» при затуплении ножа; более сложная форма на рис. 14, б, исключающая образование «усиков». Применение шаговых ножей обычно связано с дополнительным расходом материала (припуск Z), что особенно ощутимо при штамповке мелких заготовок. Расхода можно избежать,

применяя ножи, изображенные на рис. 14, в, или располагая шаговые ножи в зоне отхода полосы (рис. 14, г) [8, 9].

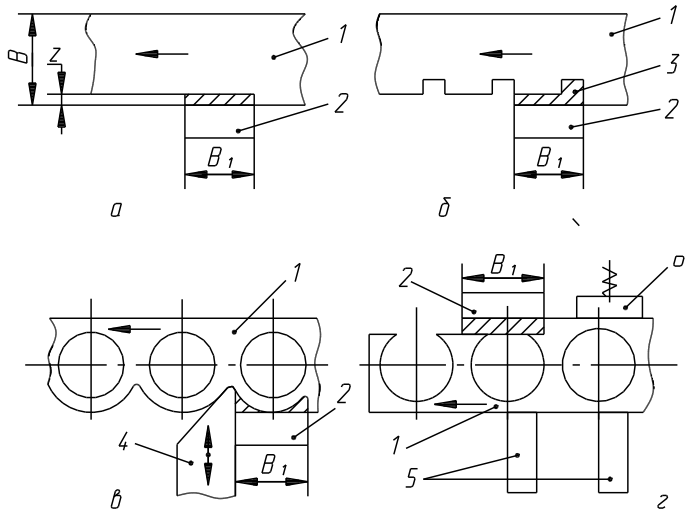

Рис. 14. Конструктивные формы шаговых ложей: 1 — полоса, 2 — шаговый нож, 3 — выступ для предотвращения образования «усика», 4 — подвижной упор, 5 — временные упоры, 6 — боковой прижим

Съемники. Съемники вырубных штампов предназначаются для съема отходов полосы с пуансонов либо для придания точного направления пуансонам. Последнее может быть рекомендовано при следующих условиях: в штампах, не имеющих направляющих колонок; в многопуансонных штампах с различными размерами пуансонов; при вырубке тонколистовых ($S \le 0,5$ ì ì) и неметаллических материалов в штампе с верхним прижимом. Основные типы съемников и область их применения смотрите в [8, табл. 191] или в [9]

Фиксирующие детали штампов. Фиксирующие детали предназначаются для ориентации исходной заготовки в требуемом положении относительно рабочего инструмента. Способ фиксации заготовки в рабочей зоне штампа является весьма важным эксплуатационно-производственным фактором, определяющим как произво-дительность и точность обработки, так и безопасность

работы. К фиксирующим деталям относятся направляющие планки, упоры, фиксаторы и ловители. Рекомендации по выбору конструкции этих деталей смотрите в справочной литературе [8, табл. 186 — 189; 4].

Толкатели. Толкатели в штампе необходимы для принудительного удаления заготовки из рабочей зоны. Наиболее распространенной конструкцией толкателя является толкатель, в котором выталкивание заготовки осуществляется двумя регулируемыми упорами и выталкивающей планкой (траверсой), проходящей через прямоугольную прорезь в ползуне пресса. Конструкции таких толкателей показаны в работе [4, рис. 320] и на рис. 2.

Упругие элементы (детали). Упругие элементы (детали) в штампах используются в качестве привода. К ним прежде всего относятся: пружины, резина, полиуретан, сжатый воздух и жидкость. В штампах их используют или в собранном виде (например, буферы) или в виде отдельных пружин и резиновых блоков.

Спиральные цилиндрические пружины сжатия применяют в штампах с широким диапазоном развиваемого усилия (ориентировочно от 0,5 до 800 кгс). Часть их изготавливают одинарными, редко собранными в комплекты из двух или трех пружин. С помощью этих пружин приводится в действие большинство съемников, сбрасывателей, толкателей и других деталей штампа.

Кроме спиральных пружин в штампах получили широкое применение тарельчатые пружины, позволяющие создать значительные нагрузки при малых габаритах.

Перечисленные пружины являются настолько распространенной деталью конструкции штампа, что их изготавливают как нормализованные детали, а конструкторы штампов вместо расчета пружин производят их подбор по таблицам и нормалям [8,10, с.46]. В указанной литературе также показаны различные способы установки спиральных и тарельчатых пружин, рассмотрена область применения упругих элементов из резины и других материалов.

Крепежные детали штампов. Учитывая многоциклическую работу штампа со знакопеременным нагружением деталей и узлов, к выбору способа крепления предъявляют повышенные требования. Основными крепежными деталями внутри штампа являются винт с

внутренним шестигранником, обеспечивающий по сравнению со шлицевым более прочное соединение, и цилиндрический штифт. Материал штифтов должен иметь твердость $HRC_э$ 56...59. Наиболее целесообразно изготавливать штифты цианированными или цементированными из стали А12.

Число и диаметр деталей крепления назначают исходя из трех факторов: силового, конструктивного и масштабного [11]. Длина винтов не должна превышать норм, установленных практикой. Рекомендуется применять винты длиной, не превышающей восьми его диаметров. Следует стремиться к ограничению типоразмеров применяемых крепежных деталей в проектируемом штампе, что значительно облегчит труд изготовителей и наладчиков штампов.

Фиксация одного сборочного узла пакета штампа обычно обеспечивается с помощью двух цилиндрических штифтов (реже — четырех). Планируя размещение крепежа на рабочих деталях (рис. 15), подвергаемых закалке до высокой твердости, необходимо соблюдать нормы максимально допускаемых толщин стенок (перемычек), установленных практическим путем в зависимости от толщины соответствующих деталей и диаметров винтов, штифтов в миллиметрах (табл. 4).

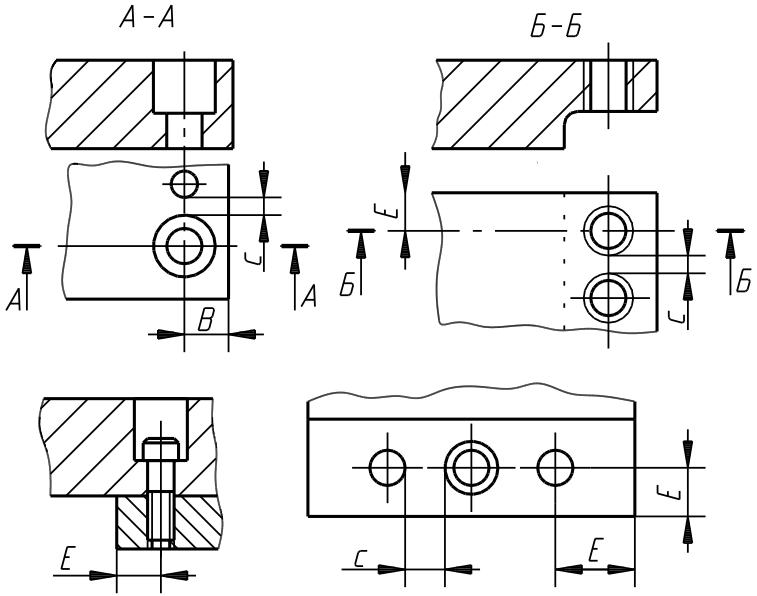

Рис.15. Лимитированные места крепления рабочих частей пакета

Таблица 4

Минимально допускаемая толщина стенок в закалённых рабочих деталях штампа при размещении деталей крепления, мм

Обозначение (см. рис.14)	Высота, (толщина) *H* участка детали, мм	Диаметр винта (штифта), мм						
		6	8	10	12	14	16	20
B	10... 15	9	10,5	12	—	—	—	—
	Св. 15 до 20	9,5	11	13	14	16	—	—
	Св. 20 до 30	—	12	14	16	18	22	—
	Св. 30 до 50	—	—	17	20	22	27	30
C	10... 15	3	4	4	—	—	—	—
	Св. 15 до 20	4	5	6	7	7	—	—
	Св. 20 до 30	—	6	7	8	9	10	—
	Св. 30 до 50	—	—	9	10	11	13	16
E	10... 15	5,5	6,5	8	9,5	—	—	—
	Св. 15 до 20	6,5	7,5	9	10,5	11,5	14	—
	Св. 20 до 30	—	8,5	10	12	13	16	—
	Св. 30 до 50	—	—	12	15	16	20	23

Оптимальным вариантом эффективного применения штифтов является фиксация с их помощью одновременно двух или трех деталей. По аналогии с винтом длина штифта также не должна превышать 8d [8, табл. 174, 175].

При изготовлении штампов с составными (сборными) матрицами, когда невозможно применить обычное крепление винтами и штифтами, с успехом используется соединение и точная установка сборных матриц и пуансонов путем заливки их легкоплавким (сурмяно-свинцово-оловянно-висмутовым) сплавом или быстротвердеющей пластмассой (АТС-Т, стиракрил). Этот способ соединения деталей штампов рекомендуется применять при штамповке из листа толщиной 1... 1,5 мм [8, 11].

4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ МАТЕРИАЛА ДЕТАЛЕЙ ШТАМПА И ИХ ТВЕРДОСТИ

Разрабатывая конструкцию штампа, необходимо хотя бы ориентировочно знать условия его работы. Обычно штампы подразделяются на легкие, средние и тяжелые. Такое деление условно, но оно облегчает выбор соответствующего материала для изготовления той или иной детали штампа.

Оценка условий зависит от масштабов производства (программы выпуска), физико-механических свойств штампуемого материала и его толщины, удельной нагрузки рабочих деталей и характера технологической операции. В единичном и мелкосерийном производстве высокостойкие штампы не требуются. При конструировании таких штампов необходимо стремиться к их упрощению и изыскивать для рабочих деталей наиболее дешевые и менее стойкие материалы.

В большинстве разделительных штампов рабочие части выполнены из углеродистых и легированных сталей и твердых сплавов. При небольшой программе выпуска пуансоны и матрицы можно изготавливать из закаливаемых, но менее стойких сталей, а некоторые из конструкции допускается изготавливать даже из низкоуглеродистой стали с последующей цементацией.

На выбор материала непосредственно влияет конфигурация детали. Если рабочие детали штампа имеют сложную форму и нетехнологичны для термообработки, то следует выбирать высоколегированные стали, которые в меньшей степени подвержены короблению и обладают более прочной структурой после закалки. К.

таким сталям относятся преимущественно хромистые: Х12Ф1, Х12М, 9ХС, ХВГ и др. Эти же стали рекомендуется применять и при тяжелых условиях работы штампа. К тяжелым условиям следует относить процессы, связанные с обработкой толстых листовых материалов, а также тонких, если рабочие части имеют ажурную форму и относительно малые сечения.

При ударных нагрузках необходимо рабочие части изготавливать из сталей, обладающих большой вязкостью.

На выбор материала для рабочих деталей штампа влияет сортамент штампуемых материалов. Одни материалы обладают большой пластичностью, другие нет, третьи имеют повышенную прочность или жаростойкость и т, д. Одни материалы хорошо штампуются инструментами из обычных рекомендуемых сталей, другие, как, например высококремнистые стали, способны обрабатываться только твердосплавными рабочими инструментами.

Выбор материала пуансонов, матриц и других деталей штампов смотрите в [8, с. 411; 4, с. 442 и 9, с. 7].

Твердость рабочих деталей штампа должна быть предельно высокой. Однако чрезмерная твердость может вызвать разрушение этих деталей в процессе эксплуатации штампа, поэтому следует применять оптимально высокую твердость, при которой детали штампа обладают наибольшей прочностью.

Твердость матрицы и пуансона в разделительных штампах при малых партиях получаемых заготовок (до 1000) может быть $HRC_э$=40...45, при программе выпуска до 5000 шт. — не менее $HRC_э$=52...56. Твердость стальных матриц и пуансонов, предназначенных для штамповки больших партий заготовок, зависит от условий работы (табл. 5).

Таблица 5

Влияние условий работы на твердость матриц и пуансонов

Условия работы	Твердость HRC3	
	пуансонов	матриц
Лёгкие	56 ... 60	58…62
Тяжёлые	52…56	55…68
При штамповке в горячем состоянии	40…50	50…54

В разделительных штампах твердость пуансона меньше твердости

матрицы. Это объясняется тем, что пуансон является, как правило, подвижной рабочей частью, наносит удар при выполнении технологической операции. Следовательно, пуансон в большей степени подвержен выкрашиванию, чем неподвижная матрица. Исключением являются части из металлокерамического твердого сплава, когда пуансон и матрица имеют одинаковую твердость. Однако в данном случае для исключения сдвигающих нагрузок (поперечных) штамп должен быть оснащен высокоточными направляющими элементами.

Малая сопротивляемость твердого сплава изгибу иногда не позволяет применять тонкие пуансоны. В таких случаях целесообразно сочетать твердосплавную матрицу с пуансоном из высоколегированной стали (ХВГ, Х12М, 5ХС и др.). Замечено, что при таком варианте материалов стойкость стального пуансона повышается в

5...6 раз по сравнению с обычным вариантом, когда матрицу и пуансон изготавливают из стали.

В разделительных штампах помимо рабочих деталей термообработке подвергаются: ловители, фиксаторы, упоры, ножи, а в некоторых случаях и державки.

Ловители и фиксаторы работают на истирание, поэтому твердость их материала должна быть достаточно высокой ($HRC_э$ = 50...54), упоры, не связанные с выполнением точных размеров, подвергают термообработке до твердости $HRC_э$=40...45. При более жестких условиях работы их твердость должна повышаться до $HRC_э$=50...54. Ножи (шаговые, для разрезки отходов и др.) должны обладать твердостью пуансонов. Державки для пуансонов и матриц подвергаются термообработке при работе в тяжелых условиях: запрессовке в них рабочих частей из твердых сплавов и креплении быстросменного инструмента. Для первого случая твердость державки $HRC_э$=50...54, а для второго $HRC_э$ = 56...60.

В формообразующих штампах (вытяжных, гибочных и др.) в значительной степени изнашиваются матрица и прижимы. На интенсивность их износа существенно влияет скорость движения рабочих органов пресса. При работе на быстроходных прессах

указанные детали штампов изготавливают из высококачественных инструментальных сталей с твердостью $HRC_э$ = 56...60. В штампах для тихоходных прессов (не более 20 ходов в мин) эти детали могут иметь твердость $HRC_э$ = 40...50. Однако, если условия работы тяжелые (большая глубина вытяжки, резкие переходы на рабочей поверхности), то твердость материала деталей должна быть достаточно высокой ($HRC_э$ = 56...60).

При штамповке цветных металлов в мелкосерийном производстве жесткие требования к твердости рабочих деталей штампов не предъявляются. Подробно и конкретно о выборе твердости материала деталей штампа смотрите в [11, с. 150; 4 и 8].

5. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ ШТАМПА

Специфика конструкций штампов потребовала разработки специального раздела в ЕСКД, посвященного оформлению соответствующих чертежей. В отличие от чертежей общего машиностроения, сборочный чертеж штампа включает «план верха» (вид сверху на верхнюю часть штампа) и «план низа» (вид сверху на нижнюю часть штампа). В целях отражения тесной связи оснастки с технологическим процессом на сборочном чертеже вычерчивают операционный эскиз штампуемой заготовки, а при выполнении первой операции из ленты или полосы показывают раскрой соответствующего материала.

Штампы листовой штамповки следует изображать в соответствии с ГОСТ 2.424-80. На чертеже общего вида штампа необходимо указать:

высоту всего штампа в нижнем положении;

габаритные размеры;

посадки;

расположение рымболтов при весе штампа свыше 20 кг;

специальные размеры (длина хвостовика, расстояние от упора до режущей кромки или оси матрицы и т. п.).

В технических требованиях чертежа штампа следует отразить:

требуемое усилие штамповки; величину хода ползуна пресса (для вытяжных штампов во всех случаях, а для вырезных, зачистных, гибочных — по мере необходимости); размер провального окна в случае, если оно превышает размеры отверстия в подштамповой

плите.

В зависимости от конкретных схем штампов в технологических требованиях проставляется ряд дополнительных требований: зазор резания на сторону и место его обеспечения (разделительные штампы); зазор между направляющими колонками и втулками (разделительные штампы); допуск параллельности (верхней плиты) относительно поверхности (нижней плиты) в сомкнутом положении штампа (не более 0,05/300х300 мм); необходимость периодической (не реже одного раза в сутки) проверки состояния натяжения резьбовых соединений и др.

Специальные (установочные или конструктивные) размеры требуются для обеспечения взаимосвязи между деталями штампа, которые закрепляют порознь. Эти размеры на сборочном чертеже должны учитывать построение размерной цепи штампуемой заготовки.

С главными осями штампа не всегда необходимо увязывать размерами все монтируемые детали, а достаточно увязать только одну из них. Установочные размеры для рабочих контуров указывают на плаке низа или реже на плане верха, иногда некоторые подобные размеры наносятся на изображении главного вида. Пример простановки спецразмеров приведен на рис. 16, рис. 17. Определение требуемой точности таких и других размеров штампов можно провести согласно методике, изложенной в работе [1].

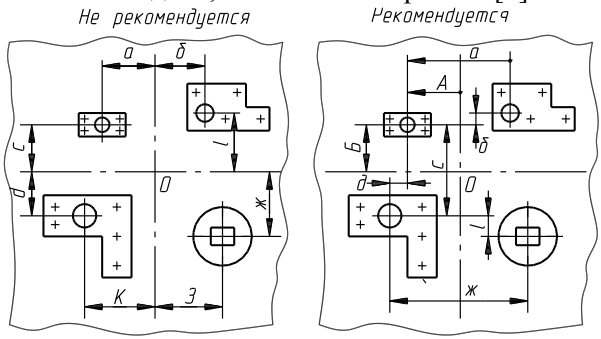

Рис. 16. Вид сверху на нижнюю часть разделительного штампа: 1 — нижняя плита блока штампа, 2 — матрицы

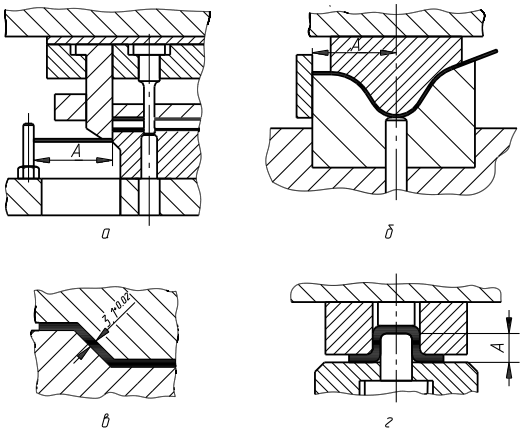

Рис. 17. Примеры простановки спецразмеров, проверяемых при сборке штампов:
а — разделительный штамп; б, в, г — формообразующие

На операционном эскизе штампуемой заготовки указывается: марка, толщина и состояние (твердый, мягкий, отожженный, закаленный и т. д.) материала; допуски на размеры, получаемые в данном штампе, и базовые размеры. Остальные размеры проставляются как справочные.

Спецификация деталей штампов осуществляется в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. Примеры выполнения сборочного чертежа штампов смотрите в методическом пособии [15].

6. МАШИННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШТАМПОВ

Существенное сокращение времени при проектировании конструкции штампов возможно при использовании специальных пакетов программ, позволяющих осуществить этот процесс в диалоговом режиме. В качестве базовой при обучении технологов по специальности двигатели летательных аппаратов была выбрана система КОМПАС – ШТАМП, использующая в качестве графического редактора КОМПАС.

Поэтому остановимся подробнее на процессе проектирования штампов разделительного класса последовательного и совмещенного действия с использованием системы КОМПАС – ШТАМП. Общее описание системы

Система КОМПАС-ШТАМП 5.3 ориентирована на автоматизацию проектирования штампов для различных операций холодной листовой штамповки и обеспечивает автоматизацию проектирования штампов как оригинальных, так и типовых конструкций.

Процесс проектирования штампа средствами системы состоит из двух этапов:

- формирование проекта конструкции штампа;
- проектирование и формирование комплекта чертежей на представленную в проекте конструкцию.

6.1. Формирование проекта штампа

На этапе формирования проекта конструкции штампа пользователь должен указать основные характеристики конструкции проектируемого штампа. Проект конструкции отображается на экране в виде "дерева проекта" и отражает номенклатурный состав и компоновку составляющих элементов конструкции штампа. В качестве составляющих элементов конструкции могут выступать сборочные единицы (блок, пакет и т.д.), технологические системы (система крепежа, система фиксации заготовки и т.д.), детали штампов. Проект конструкции штампа формируется конструктором путем выбора составляющих элементов конструкции из вариантов, предлагаемых системой.

6.2. Проектирование и формирование комплекта чертежей на представленную в проекте конструкцию

Проектирование и формирование сборочных и деталировочных чертежей штампа ведется в среде КОМПАС-ГРАФИК под управлением библиотек проектирования. Каждая библиотека обеспечивает связное проектирование какого-либо одного объекта (блока, пакета, технологической системы, отдельных деталей штампа) или выполнение каких-либо конструкторско-технологических расчетов.

Полученная в процессе проектирования информация (включая спроектированные чертежи) накапливается в папке с уникальным именем, заданным пользователем.

Главной особенностью системы КОМПАС-ШТАМП 5.x является возможность спроектировать практически любую конструкцию штампа, используемую в холодной листовой штамповке. Проектирование некоторых конструкций более унифицировано, чем других. К таким относятся разделительные штампы всех типов (вырубка-пробивка). Это последовательные штампы с жестким съемником и верхним прижимом, пробивные, отрезные, вырубные и совмещенного действия. Проектирование формообразующих штампов в силу большого разнообразия их конструкций менее унифицировано и требует большего опыта работы с системой.

В системе не определен строгий порядок проектирования штампа за некоторым исключением. Нельзя, например, сформировать спецификацию, не спроектировав деталировочные чертежи. Не имея сведений о рабочей зоне, нельзя спроектировать рабочие детали штампа (пуансоны, пуансон-матрица, выталкиватель). Нельзя расставить крепеж, не имея сведений о скрепляемых деталях.

Поэтому рекомендуется начинать проектирование с формирования рабочей зоны.

На любом этапе проектирования конструктор может внести необходимые коррективы, изменить ранее принятые решения, повторив только те этапы, которые непосредсвенно связаны с корректировкой.

Информационная база системы содержит табличные данные из справочников и государственных стандартов, используемых при проектировании штампов. Предусмотрен простой и удобный доступ для редактирования таблиц НСИ с целью адаптации системы к условиям конкретного предприятия.

В системе широко используются текстовые, экранные и слайдовые меню, которые позволяют конструктору выбирать решение на основании привычных графических образов.

В системе КОМПАС-ШТАМП 5.3 для сборочных чертежей приняты следующие системы привязок объектов конструкции штампа:

основной (глобальной) системой координат является условная система осей штампа (**X-Y-Z**). **Z** – это ось**Y** главного вида штампа.

В качестве нулевой точки плана штампа пользователь может указать геометрический центр рабочей зоны, центр давления штампа

или любую другую точку по своему усмотрению. Положение нулевой точки осей штампа на экране запрашивается Системой в начале проектирования каждого объекта конструкции штампа.

Каждый объект конструкции штампа имеет локальную систему координат, относительно которой определяется положение элементов объекта;

Локальные системы координат крепежных элементов определяются относительно центра детали, по которой установлен крепеж.

Запускаем КОМПАС-ШТАМП 5.2 по ярлыку КОМПАС-ШТАМП на “Рабочем столе”.

Выбираем опцию "Создать проект" в появившемся диалоговом окне. (При первом после инсталяции запуске система запрашивает наименование предприятия для заполнения углового штампа).

Задаем имя проекта (под таким именем в папке Stamp5 будет заведена папка, для хранения результатов проектирования этого штампа). Нажимаем кнопку "Создать".

Указываем автора проекта и обозначение проекта (для заполнения углового штампа чертежей

Начинаем создание “дерева проекта” штампа в появившемся диалоговом окне, для этого щелкаем курсором по зеленому кружочку возле имени проекта, открывается кнопка "Добавить в Проект" и нажимаем ее.

В открывшемся окне выбираем курсором пункт "Штамп" и нажимаем кнопку "Добавить".

- Выделяем мышью пункт меню "Штамп", нажимаем кнопку "Добавить в Штамп".
- Из открывшегося меню выбираем пункт “Эскиз детали, формирование рабочей зоны” и нажимаем кнопку "Добавить".
- Выделяем пункт “Эскиз детали, формирование рабочей зоны” и нажимаем кнопку "Запись проекта". Следует заметить, что **при любом изменении “дерева проекта” следует делать запись проекта.**
- Нажатие кнопки “Запуск” обеспечивает загрузку КОМПАС-ГРАФИКа, открытие чертежа и автоматическое подключение соответствующей библиотеки. Необходимо помнить, <u>что запуск</u>

системы возможен только в том случае, если курсор находится на “ветке Дерева проекта”, отмеченной красной точкой. Нажимаем кнопку “Запуск” и переходим к построению эскиза штампуемой детали средствами КОМПАС-ГРАФИК.

При вставке готовых фрагментов в чертеж эскиза детали следует выбрать "Способ вставки фрагмента" в режиме "рассыпать".

6.2.1. Проектирование рабочей зоны

После записи эскиза детали следует в режиме “Сервис” активизировать библиотеку РАБОЧАЯ ЗОНА→РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ШТАМП

Пример проектирования разделительного штампа последовательного действия

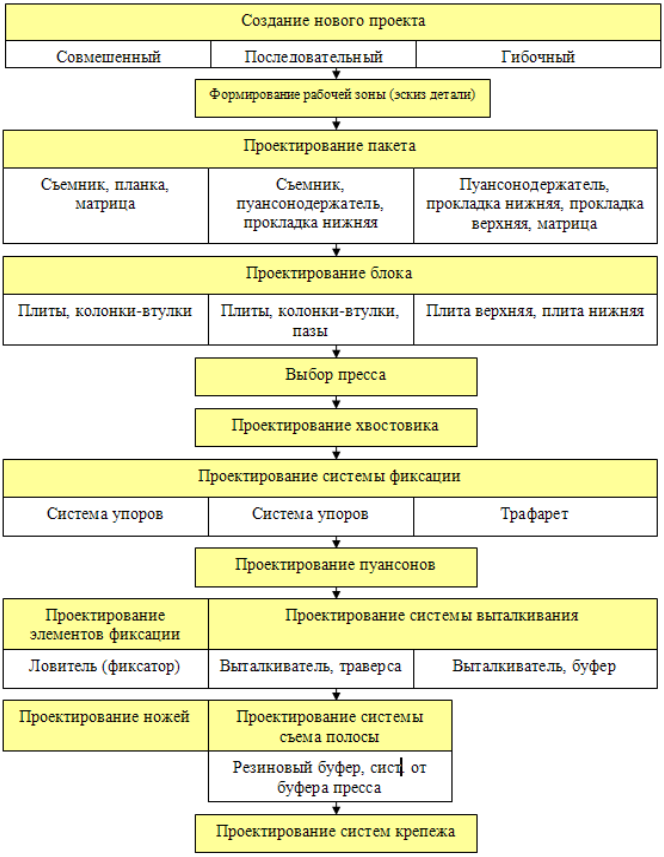

Рис. 18. Примерный порядок проектирования штампов различных типов

Библиотека "Рабочая зона" содержит три раздела:

- ФОРМООБРАЗУЮЩИЙ ШТАМП
- ЗАПИСЬ ФРАГМЕНТА РАЗМЕРОВ
- СПРАВКА О БИБЛИОТЕКЕ

Раздел РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ШТАМП включает следующие пункты:

- Операционный эскиз (!деталь);
- Контрольная прорисовка детали;
- Установка ножей;
- Размещение ловителей;

- Схема штамповки (! Расчет усилия);
- Рабочая зона (дополнительные пуансоны);
- Контрольная прорисовка рабочей зоны.

Восклицательные знаки, стоящие в некоторых строчках меню, указывают, что эти пункты меню обязательны для выполнения.

Для формирования схемы раскроя полосы следует активизировать строку меню **"Операционный эскиз (!деталь)".**

По запросу системы вводим толщину материала и выбираем марку материала.

Внизу экрана появляется подсказка: «Укажите левый нижний угол рамки эскиза детали»;

Прямоугольной рамкой выделяем эскиз штампуемой детали;

Далее, следуя указаниям подсказки, выполняем следующие пункты:

- Исключаем попавшие в рамку элементы, не имеющие отношения к штампуемой детали;
- Указываем базовую точку для записи фрагмента;
- Определяем вид заготовки в появившемся окне: “Заготовка - полоса?” (полоса);
- И тип штампа в окне: “Штамп совмещенный?” (Далее подробно рассматривается проектирование последовательного штампа);
- Определяем боковые и междетальные перемычки;

При выборе боковых и междетальных перемычек указываем тип контура детали, прилегающего к перемычке – круг или прямоугольник. Система рассчитывает величины перемычек. При желании эти значения, рассчитанные системой автоматически, можно скорректировать.

- Определяем шаг штамповки и ширину полосы. На запрос системы: “Укажите точку на линии сечения контура детали” указываем точку, принадлежащую контуру, в самом широком месте контура. По этой точке система определяет шаг штамповки и ширину полосы. При желании эти значения, рассчитанные системой автоматически, можно скорректировать.
- На запрос системы: “Укажите базовую точку для чертежа схемы полосы” указываем точку на свободном месте для привязки чертежа схемы полосы. Система сформировала схему штамповки.

Предложенная схема может быть изменена. Если есть необходимость изготавливать деталь за большее число шагов (например, из-за невозможности разместить пуансоны в одном шаге штамповки), то надо сместить вправо на нужное число шагов штамповки внутренние контура. При изменении схемы штамповки важно соблюдать следующие правила: все штампуемые контуры должны быть вычерчены основным типом линии, остальные - любыми другими типами линий.

6.2.2. Установка ножей

Шаговые ножи применяют в основном в штампах последовательного действия для обеспечения точной подачи полосы и повышения производительности. Их рекомендуется применять в многопереходных штампах, при небольшом шаге, когда нет возможности установить постоянные или временные упоры, при необходимости обрезки одной или двух сторон полосы для получения заготовки. В зависимости от конфигурации заготовки и требуемой точности подачи в штампе могут быть установлены один или два ножа. Применение шаговых ножей обычно связано с дополнительным расходом материала (припуск), что особенно ощутимо при штамповке мелких заготовок. Расхода можно избежать, применяя специальные профилированные ножи, или располагая шаговые ножи в зоне отхода полосы.

Переходим к выполнению пункта меню библиотеки - “Установка ножей”.

- Определяем количество ножей.
- На запрос системы: “Укажите левый нижний угол полосы”, указываем данную точку.
- Подтверждаем, в появившемся окне, ранее рассчитанную величину шага штамповки и ширины полосы.
- Уточняем величину ножевой перемычки (2мм).
- Выбираем форму ножа и вид его крепления.
- На запрос системы: “Укажите шаг штамповки, в котором устанавливается 1 нож”, указываем шаг штамповки (шаги обозначены вертикальными штрихпунктирными линиями).

- На запрос системы: “Укажите сторону полосы, к которой устанавливается 1 нож”, указываем сторону полосы, к которой будет установлен 1-й нож.
- Уточняем ширину ножа. Первый нож установлен.

Если необходимо, аналогично устанавливаем 2-й нож, в том же шаге, но только снизу полосы.

6.2.3. Установка ловителей

В последовательных штампах для точной фиксации полосы недостаточно одного только упора, какой бы конструкции он ни был, так как упоры не обеспечивают точности и совпадения осей предварительного отверстия и вырезной матрицы (наружного контура). Для получения более точных деталей необходимо обязательное применение ловителей, устраняющих погрешности подачи и обеспечивающих соосность внутреннего отверстия и наружного контура с точностью до ±0,1мм (для небольших деталей толщиной до 2 мм).

- Вводим количество ловителей.
- На запрос системы: “Укажите левый нижний угол полосы”, указываем данную точку.
- Подтверждаем, в появившемся окне, ранее рассчитанную величину шага штамповки и ширины полосы.
- Указываем контур, в котором будет устанавливаться ловитель (окружность).
- Определяем шаг, в котором будет ставиться этот ловитель.

Если необходимо, аналогично устанавливаем второй ловитель. Если ловитель устанавливается в прямоугольном отверстии, система предлагает построить в этом контуре окружность, центр и радиус которой соответствуют устанавливаемому ловителю.

6.2.4. Расчет усилия штамповки

В данной системе этот этап обозначен – **“Схема штамповки (! Расчет усилия)”**.

- По запросу системы – “Укажите левый нижний угол рамки заготовки”, выделяем схему полосы с помощью прямоугольной

рамки и исключаем элементы, попавшие в рамку, но не относящиеся к рабочей зоне штампа.

- Система рассчитала и пометила на чертеже геометрический центр (синий крестик) и центр давления штампа (черный "конверт"). Центр осей штампа можно поместить в геометрический центр, центр давления, либо в любую произвольную точку рабочей зоны.

По введенным сведениям система рассчитывает технологические усилия и усилие пресса.

Дополнительные пуансоны при штамповке нашей детали не нужны, поэтому пункт меню **“Рабочая зона (дополнительные пуансоны)”** пропускаем.

Пункты меню **“Контрольная прорисовка детали”** и **“Контрольная прорисовка рабочей зоны”** позволяют визуально удостовериться, что все контуры штампуемой детали и рабочей зоны штампа сняты правильно. В предлагаемом примере контрольная прорисовка контуров не делается.

После ввода сведений о рабочей зоне возвращаемся к работе с “деревом проекта”.

6.2.5. Проектирование пакета

Добавляем в “дерево проекта” “ветку” “пакет“ штампа, предварительно выделив значок “Штамп”. Далее уточняем вид пакета, выбрав пункт “Добавить в пакет”. В системе предусмотрены следующие виды пакетов:

1) *пакет стандартный;*
2) *пакет типовой;*
3) *пакет оригинальный.*

Пакет стандартный состоит из прямоугольных деталей. Список деталей регламентирован соответствующим ГОСТом и в процессе проектирования не может быть изменен. Габариты пакета и высоты деталей предлагаются системой в соответствии с габаритами рабочей зоны на основании таблиц НСИ. Конструктор может изменять габариты пакета только в пределах этих таблиц.

Пакет типовой отличается от стандартного тем, что в процессе проектирования пользователь может изменить форму,

взаиморасположение деталей и предложенные системой размеры любой детали пакета по своему усмотрению. Список деталей пакета остается неизменным.

Пакет оригинальный представляет собой набор деталей, сформированный на стадии создания проекта конструкции штампа. Номенклатурный состав деталей пакета выбирается из предлагаемого списка при составлении “Дерева проекта”. Положение, форму и размеры каждой детали, их количество пользователь определяет по своему усмотрению.

Типовые пакеты, в свою очередь, предлагаются следующих видов:

- Пакет штампа с неподвижным съемником;
- Пакет штампа с верхним прижимом;
- Пакет штампа совмещенного действия;
- Пакет гибочного штампа.

Уточняем характеристики пакета проектируемого штампа.

Записываем измененное “дерево проекта“ и переходим к проектированию типового пакета штампа в среде КОМПАС-ГРАФИК.

- Проектирование начинаем с размещения рабочей зоны плана низа на поле сборочного чертежа. (В появившемся окне выбираем “План низа” - “Рабочая зона”, затем указываем точку для привязки центра рабочей зоны).
- В диалоговом окне выбираем “План низа” - “Пакет”, затем указываем точку на чертеже рабочей зоны, через которую проходит ось штампа для привязки центра пакета. Проектирование деталей нижней части пакета начинается с проектирования матрицы.
- Для этого из слайдового меню выбираем форму матрицы, уточняем, при необходимости, предложенные системой размеры и накладываем на чертеж рабочей зоны фантом чертежа детали, определяя ее местоположение относительно осей штампа. Таким же образом проектируем остальные детали нижней части пакета – “Съемник” и “Планки”.
- Аналогично прорабатываем план верха, проектируя верхнюю прокладку и пуансонодержатель. В системе КОМПАС-ШТАМП

проектирование плана верха необязательно, если план верха не проектируется, то параметры детали верхней части пакета определяются позднее, при проектировании разреза главного вида штампа и деталировочных чертежей.

- Переходим к проектированию разреза главного вида пакета (выбираем в окне “Разрез главного вида” - “Пакет”). Указываем на чертеже вертикальную ось штампа и точку привязки нижней детали пакета. Разрез пакета отрисован. При необходимости, можно зайти в режим редактирования и откорректировать взаиморасположение и высоты деталей пакета.

6.2.6. Проектирование блока

Возвращаемся в “дерево проекта” и добавляем в него блок штампа, предварительно выделив значок “Штамп”. Блоки, как и пакеты, бывают стандартные, типовые и оригинальные; уточняем вид блока.

Проектирование его начинается с формирования плана низа блока.

6.2.6.1. Установка направляющих элементов блока

Направляющие элементы блока предназначены для обеспечения высокоточного совпадения рабочих деталей пакета верхней части штампа с рабочими деталями нижней части штампа.

Число направляющих пар (в виде колонки со втулкой) в блоке обычно выбирают не менее 2 и не более 4. Чем больше направляющих пар, тем выше точность блока.

Для разделительных штампов с условным размером меньшей стороны прямоугольника (зоны установки пакета) B≤250 мм при зазоре между пуансоном и матрицей Z=0,02…0,04 мм следует применять двухколонные блоки преимущественно с диагональным или осевым расположением направляющих; при повышенных требованиях к точности штампуемых заготовок и Z≤0,02 мм применяют трех или четырехколоночные блоки. Если размер B>200 мм при зазоре Z≤0,04мм, также рекомендуется применять три или четыре колонки. При Z>0,03 мм с условным вылетом E≤ 400 мм допускается установка двух колонок, расположенных на одной стороне от пакета. Если E>400 мм, то необходимо применять трех-

или четырехколонный блок. При выборе блоков для формоизменяющих штампов большее внимание уделяют не вопросам точности направляющих элементов, а соблюдению удобства и безопасности в работе. Поэтому многие малогабаритные штампы монтируют с применением двухколонных блоков. Требования к блокам для штампов совмещенного и последовательного действия, предъявляют исходя из тех операций, точность которых наибольшая по сравнению с другими. Обычно такими определяющими технологическими операциями являются разделительные.

Определяем колонки-втулки штампа. Из слайдового меню выбираем вид используемых колонок и втулок.

- Определяем тип их размещения – диагональное, заднее, осевое и т.д.
- Корректируем (по желанию конструктора) предложенные параметры колонок и устанавливаем их на плане низа.
- Уточняем способ установки (втулки запрессованы в нижнюю плиту, в верхнюю, одна в нижнюю, другая в верхнюю и т.д.).
- На плане верха колонки-втулки вычерчиваются автоматически после выбора соответствующего пункта в окне.

6.2.6.2. Установка плиты

Проектирование плит типового блока сходно с проектированием деталей типового пакета – также выбираем из слайдового меню форму плиты, уточняем предложенные системой габариты, размещаем на чертеже.

Проектирование разреза главного вида блока начинается с размещения плит на разрезе. Указываем на чертеже точку привязки деталей блока – пересечение вертикальной оси штампа и нижней части пакета. Система считает закрытую высоту блока. При необходимости, блок можно отредактировать. Переходим к размещению колонок-втулок на разрезе: точку привязки фантома колонок-втулок совмещаем с точкой пересечения вертикальной оси штампа и нижней частью плиты, при желании параметры колонок-втулок также можно изменить.

Проектирование блока штампа окончено.

6.3. Выбор пресса

Возвращаемся в “дерево проекта” и добавляем “ветку” – “Выбор пресса”, предварительно выделив значок “Штамп”. Система напоминает рассчитанные ранее усилия и габаритные размеры блока. На основании этих данных конструктор должен выбрать пресс из предложенной таблицы оборудования.

Добавляем в “дерево проекта” “ветку” “Чертеж стола и ползуна пресса” ” , предварительно выделив зеленый значок “Выбор пресса”. Переходим в КОМПАС-ГРАФИК и совмещаем точку привязки фантома стола пресса с точкой привязки осей штампа на плане низа.

6.3.1. Проектирование хвостовика

Возвращаемся в “дерево проекта”. При проектировании хвостовика добавляем “ветку” в директорию “Дополнительные детали” и выбираем деталь “Хвостовик”, запускаем систему.

Из слайдового меню выбираем тип хвостовика, уточняем диаметры отверстия под хвостовик в прессе. Выбираем вид хвостовика: ”с отверстие под толкатель” или без него. Определяем место расположения хвостовика: “В центре оси штампа”, в “В центре верхней плиты” или “В произвольной точке”. Хвостовик отрисовывается на плане верха и на разрезе. Параметры установки хвостовика можно изменить.

6.3.2. Проектирование системы фиксации. Установка упоров

Фиксирующие детали предназначаются для ориентации исходной заготовки в требуемом положении относительно рабочего инструмента. Способ фиксации заготовки в рабочей зоне штампа является весьма важным эксплуатационно-производственным фактором, определяющим как производительность и точность обработки, так и безопасность работы. К фиксирующим деталям относятся направляющие планки, упоры, фиксаторы и ловители.

Рекомендации по выбору конструкции этих деталей смотрите в справочной литературе [1].

При проектировании системы фиксации в директорию “Штамп” добавляем “ветку” – “Система фиксации” – “Система упоров”, запускаем систему.

По очереди проектируем упоры, применяемые в штампе. Выбрав пункт меню “Ввод параметров упора“, задав номер упора, из слайдового меню выбираем тип упора, а из справочной таблицы размеры. Размещение упора осуществляем, выбрав пункт меню “Установка на плане сборочного чертежа“, указываем номер проектируемого упора и указываем курсором сторону ножа, к которой он устанавливается. Аналогично устанавливаем второй упор. Так как сверху упоры закрыты съемником, меняем тип линии, которой вычерчены упоры на штриховую и самостоятельно прочерчиваем на матрице пазы под ножевые упоры.

6.3.3. Проектирование систем крепежа

В директорию “Штамп” добавляем “ветку” – “Системы крепежа” и переходим к ее проектированию.

Системой крепежа в КОМПАС-ШТАМПЕ считается ряд элементов крепления с одинаковыми параметрами, объединенных общим перечнем скрепляемых деталей. Так крепление винтами и штифтами одних и тех же деталей описывается двумя различными системами крепления. Каждая система крепежа имеет:

- уникальный порядковый номер;
- список скрепляемых деталей;
- параметры, содержащие сведения о типе, количестве и размерах крепежных элементов.

При проектировании, для правильного расчета параметров, добавление системы крепежа в “дерево проекта” нужно производить после формирования сведений о блоке, пакете и прочих скрепляемых деталях (т.е. после их проектирования).

Средства библиотеки "СИСТЕМЫ КРЕПЕЖА" позволяют сформировать список скрепляемых деталей, параметры крепежных элементов, расположить отверстия системы крепежа на чертежах деталей или сборочных чертежах, получить изображения систем

креплений на деталях, разрезы отверстий и изображение крепежных элементов на разрезе. Предусмотрены режимы редактирования и удаления систем крепления, получения справочной информации о системах крепежа.

При проектировании штампов со стандартными или типовыми пакетами автоматически формируются четыре системы крепежа, которые необходимо только разместить на чертежах.

Система 1 (винты) и система 2 (штифты) скрепляют детали нижней части пакета с нижней плитой (головки винтов в съемнике).

Система 3 (винты) и система 4 (штифты) скрепляют детали верхней части пакета с верхней плитой (головки винтов в плите).

Все остальные системы крепежа, а их может быть сколько угодно, конструктор вводит самостоятельно.

Начинаем установку первой системы крепежа.

Входим в пункт меню “РАЗМЕЩЕНИЕ СИСТЕМ - На сборочных чертежах” библиотеки.

- Выбираем систему № 1, параметры системы можно посмотреть в “Справке о системе”. Из слайдового меню выбираем вид отрисовки винта.
- На запрос системы “Укажите центр плана чертежа Съемник“ устанавливаем курсор в центр плана низа штампа (если центры всех деталей низа штампа совпадают).
- Далее отвечаем на запросы системы: “Крепеж размещаем стандартно по пакету?“, “Элементы размещаем вдоль основания?“, “Штифты есть?“.
- Выбираем номер системы штифтов, скрепляющих детали низа – № 2.

Две системы крепления (винты и штифты) на плане низа установлены. Размещение систем крепежа на плане верха выполняется аналогично, для этого опять входим в пункт меню “РАЗМЕЩЕНИЕ СИСТЕМ - На сборочных чертежах” библиотеки. Выбираем систему №3. Вид отрисовки винтов – вид сверху. Центр плана чертежа Пуансонодержатель у нас совпадает с осями штампа на плане верха, если план верха не проектируется, то расстановка крепежа проводится при проектировании деталировочного чертежа пуансонодержателя. Крепеж размещаем стандартно по пакету. Штифты в у нас есть.

Выбираем номер системы штифтов, скрепляющих детали низа – №4. Две системы крепления (винты и штифты) на плане верха установлены.

Переходим к отрисовке крепежа на главном виде. Для этого входим в пункт меню библиотеки “ОТРИСОВКА СИСТЕМ (КРЕПЕЖ В РАЗРЕЗЕ) - на сборочных чертежах”. Выбираем первую систему крепежа. На экране появляется фантом винта в разрезе, на плане низа подсвечиваются соответствующие винты. Указываем курсором на плане центр крепежного элемента , разрез которого мы хотим изобразить на главном виде чертежа. Если параметры винта нас не устраивают, их можно изменить, можно также включить угол поворота крепежного элемента, либо отрисовку его половинного профиля. При размещении крепежа на разрезе необходимо точно установить фантом винта только по У-й координате, по Х-й система привяжет его сама. Устанавливаем винт на разрезе. Аналогично устанавливаем систему № 2 (штифты) и системы, скрепляющие детали верхней части пакета (№ 3 и № 4). При вычерчивании этих систем есть смысл использовать половинные профили винта и штифта - включить соответствующие опции в параметрах отрисовки крепежных элементов.

Выходим из библиотеки крепежа.

6.3.4. Проектирование пуансонов

Возвращаемся в “дерево проекта” и в директорию “Штамп” добавляем “ветку” “Пуансоны” и далее уточняем тип пунсона разделительный или формообразующий, добавив в директорию “Пуансоны” соответствующюю “ветку”. Если в детали имеется несколько разновидностей штампуемых контуров, то для пробивки каждого вида контура будет применяться свой особый тип пуансонов, поэтому в “ветку” “Пуансоны” необходимо добавить нужное количество пуансонов, требуемого типа. Переходим к их проектированию.

Выбираем из меню библиотеки первый вид разделительных пуансонов.

На экране появляется фрагмент рабочей зоны с пронумерованными контурами. Указываем номер контура, для которого будем

проектировать пуансон (1). Выбранный контур подсвечивается на экране. Из слайдового меню выбираем тип проектируемого пуансона: с усиленной частью, с посадкой, с усилением и посадкой, крепящийся буртом или расклепом.

Далее системе необходимо указать, сколько пуансонов-близнецов данного вида используется при штамповке детали (сколько одинаковых контуров у детали). Указываем номера контуров, пробиваемых этими пуансонами.

Переходим к проектированию вида пуансона в плане. Выбираем тип посадочной части пуансона – круг или прямоугольник, – вводим величину посадки на сторону – 1 мм, накладываем на контур фантом посадочной части. Определяем тип крепления пуансона (вид бурта) указываем ширину бурта – 2 мм, накладываем на контур фантом бурта. Пуансон спроектирован, если есть пуансоны-близнецы, то они вычерчиваются автоматически.

Выполним отрисовку главного вида пуансона, выбрав соответствующий пункт в меню. Вводим номер контура, пуансон для которого будет помещен на разрез главного вида штампа. Система подсвечивает контур, пробиваемый пуансоном. Помещаем фантом разреза пуансона на главный вид сборочного чертежа. Войдя в режим “Параметры”, можно уточнить рассчитанные системой параметры пуансона, включить, при необходимости, отрисовку половинного контура. На разрезе главного вида фантом пуансона необходимо точно разместить по У-й координате, по Х-й он встанет сам.

Пуансон на главном виде вычерчен, теперь нужно выбрать для него вид провального окна матрицы из слайдового меню, уточнить параметры окна и разместить его на чертеже (привязываем фантом провального окна только по У-й координате).

Переходим к проектированию вида в плане окна в пуансонодержателе. Вводим номер контура, из слайдового меню выбираем вид окна в плане для пуансонодержателя (выбираем круглое окно), накладываем фантом окна на проектируемый контур. Для остальных пуансонов-близнецов окна в пуансонодержателе вычерчиваются автоматически.

Сформируем деталировочный чертеж спроектированного пуансона, выбрав пункт “Деталировка“ в меню. Система вызывает

заготовку чертежа пуансона с заполненной основной надписью и техническими требованиями. Размещаем на чертеже фантом пуансона в разрезе.

Проектирование остальных типов пуансонов ведется аналогично. Если для крепления пуансонов применяется расклеп, то на плане штампа он не чертится.

6.3.5. Проектирование ловителей

При проектировании ловителей возвращаемся в “дерево проекта”. На данный момент “ветка” автоматического проектирования ловителей в системе КОМПАС-ШТАМП не подключена, поэтому воспользуемся библиотеками конструктора штампов. Добавляем в дирректорию “проект “Штамп_П” ветку “Библиотеки” и уточняем, что будем работать с библиотекой элементов фиксации. Соответствующая библиотека будет подключена. Нажимаем кнопку “Запуск”и переходим к проектированию ловителей в КОМПАС-ГРАФИКЕ.

Активизируем библиотеку “Детали фиксации”, зайдя в меню интерфейса “Сервис“, и выберем один из предложенных фиксаторов, определим его параметры, уточним рабочий диаметр ловителя и поместим изображение ловителя в нужное место на разрезе штампа.

6.3.6. Проектирование ножей

При проектировании ножей добавляем соответствующую “ветку” в директорию “Штамп”. Проектирование разреза ножей на главном виде аналогично проектированию пуансонов, а вид окна в плане в пуансонодержателе формируется автоматически.

6.3.7. Проектирование деталеровочных чертежей

В директорию “Штамп” добавляем ветку “Формирование чертежей” – “Детали пакета”. Переходим в КОМПАС-ГРАФИК и выбираем деталь, для которой будем формировать деталировочный чертеж – **матрицу.** Система автоматически открывает подготовленную заготовку чертежа с заполненным угловым штампом и техническими требованиями.

Формирование чертежа начинаем с вида сверху. Выбираем из предложенного меню пункт “ВИД СВЕРХУ” – “Детали”, появившийся фантом матрицы помещаем на поле чертежа. Автоматически вычерчиваются отверстия под крепежные элементы, проходящие через матрицу. После выбора пункта “Рабочие окна” на матрице прочерчиваются рабочие окна. наносятся размеры. Выбрав пункт “Размеры рабочих контуров”, привязываем систему размеров к центру осей штампа.

Переходим к разрезу главного вида детали, выбираем из предложенного меню пункт “Детали” и помещаем фантом разреза на поле чертежа. Проекционные связи отслеживаются автоматически. Система предлагает вычертить на разрезе отверстия под крепеж. Переходим к разрезу рабочих окон. Покажем на разрезе профили окон матриц. Вводим номер разрезаемого контура и устанавливаем по У-ой координате фантом окна на разрезе детали.

Для расчета исполнительных размеров выбираем соответствующий пункт из меню библиотеки. Указываем курсором пересчитываемый размер, в открывшейся таблице уточняем тип размера – для вырубаемого контура, для пробиваемого контура или привязочный. Запускаем расчет и, если его результаты нас удовлетворяют, нажимаем кнопку “Изменить размер на чертеже”. Аналогично пересчитываем все размеры.

Окончательная доводка чертежа – редактирование, простановка недостающих размеров и штриховка выполняется средствами КОМПАС-ГРАФИКА.

Спроектируем еще один деталировочный чертеж – **пуансонодержатель.**

На формат чертежа помещаем фантом вида сверху детали, на нем автоматически вычерчиваются отверстия под крепеж, размещаются рабочие окна. Переходим к разрезу главного вида. Размещаем фантом разреза пуансонодержателя на поле чертежа и показываем на разрезе крепежные отверстия, ответив положительно на запрос системы: ”Отверстия высвеченной системы показывать на разрезе?”.

Переходим к разрезу рабочих окон. Указываем количество рабочих окон, которые мы хотим разрезать. Указываем номер контура разрезаемого окна. Система просит указать контур посадочного окна,

либо построить соответствующую окружность, если посадочный контур не вычерчен. Затем необходимо указать курсором контур разделки под крепление или построить его. Указываем У-ю координату привязки сформированного разреза окна. При необходимости параметры окна можно изменить.

Если контур рабочего окна не круглый указываем на чертеже левую и правую точки сечения контура посадочного окна и левую и правую точки сечения разделки под крепление и размещаем сформированный фантом окна на разрезе детали.

Кратко рассмотрим формирование чертежа **планки**. При обращении к пункту “ВИД СВЕРХУ” – “Детали” система предлагает заготовку чертежа сразу двух планок, не разделенных полосой. После выполнения пункта меню “ВИД СВЕРХУ” – “Рабочих окон” на чертеже вычерчивается полоса с окнами под ножи, разделяющая заготовку на две планки. Средствами КОМПАС-ГРАФИКА удаляем с чертежа лишние линии и чертеж нижней планки, производим окончательную доводку чертежа.

Аналогично формируем и деталировачные чертежи деталей блока.

6.3.8. Спецификация

В директорию “Штамп” добавляем “ветку” “Формирование спецификации”, пункт “Формирование спецификации”. И переходим к ее созданию.

Из списка ранее спроектированных чертежей штампа, выбираем чертежи, входящие в раздел спецификации “Документация”, и указываем будет ли спецификация содержать раздел “Сборочные единицы”. На основании этих данных система автоматически формирует чертежи спецификации. Просматриваем и записываем сформированные чертежи.

Если мы хотим что-либо изменить в спецификации (добавить или удалить строки, изменить последовательность), то возвращаемся в “дерево проекта” и добавляем пункт “Редактирование спецификации”.

Переходим в КОМПАС-ГРАФИК и выбираем из открывшегося меню библиотеки таблицу, соответствующую разделу спецификации, подлежащему корректировке (детали). Средствами стандартного

текстового редактора NOTEPAD редактируем содержимое таблицы. Повторно запускаем формирование спецификации.

Переходим к простановке позиций на сборочном чертеже. Для этого в “дерево проекта” в “ветку” “Формирование спецификации” добавляем пункт “Простановка позиций” и запускаем систему. Выбираем тип объектов чертежа, с которыми будем работать в настоящий момент: “Детали”, “Крепежные элементы”, “Стандартные детали”.

Начнем с деталей. Из таблицы перечня деталей выбираем наименование детали и указываем на сборочном чертеже начало линии выноски, начало и направление полки линии выноски для выбранной детали. Номер позиции детали на чертеже в соответствии со спецификацией система проставит автоматически.

При простановке позиций для крепежных элементов выбранный из таблицы элемент и все остальные элементы, входящие в ту же систему крепежа, подсвечиваются на разрезе и плане сборочного чертежа.

Окончательное редактирование, штриховка, компоновка и оформление чертежей выполняется средствами КОМПАС-ГРАФИКА.

Примечание: Для облегчения работы студентов при проектирования штампа к пособию прилагается демонстрационная версия примера проектирования, позволяющая непрерывно и покадрово проследить все этапы процесса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 13110—83 и др. Штампы для листовой штамповки. Блоки с направляющими скольжения: Сборник. М.: Иг.д-во стандартов, 1986. Содерж.: ГОСТ 13110—83, ГОСТ 13111—83; ГОСТ 13112-83, ГОСТ 13113—83, ГОСТ 13114—75, ГОСТ 13116—75, ГОСТ 13118—83, ГОСТ 13120—83, ГОСТ 13121—83, ГОСТ 13124—83, ГОСТ 13125—83, ГОСТ 13126—83.

2. ГОСТ 13130—83. Штампы для листовой штамповки. Блоки. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1986. 5 с.

3. Дураноин М. М., Рымзин И. П., Шихов И. А. Штампы для холодной штамповки легких деталей. Альбом конструкций и схем. М.:

Машиностроение, 1978. 90 с.

4. Ковка и штамповка: Справочник: В 4 т. Т. 4. Листовая штамповка / Под ред. А. Д. Матвеева. М.: Машиностроение, 1987. 544 с.

5. Малов А. И. Технология холодной штамповки. М.: Машиностроение, 1969. 560 с.

6. Мещерин В. Т. Листовая штамповка, Атлас схем. М., 1975, 100 с.

7. Рабинович И. П., Рудман Л. И. Наладка прессов и штампов. М.: Машиностроение, 1967. 175 с.

.8. Романовский В. П. Справочник по холодной штамповке. М.—Л.: Машиностроение, 1979. 520 с.

9. РТМ 34—65. Штампы для холодной листовой штамповки. Расчеты и конструирование. М., 1966.

10. Скворцов Г. Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. Конструкция и расчеты. М.: Машиностроение, 1972. 360 с.

11. Скворцов Г. Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. Конструкция и расчеты. Подготовительные работы. М.: Машиностроение, 1974. 300 с.

12. Технологический анализ рабочего чертежа холодноштампованных деталей: Метод. указания / Сост. К. П. Крашенинников, И. Л. Шитарев/Куйбышев, авиац. ин-т. Куйбышев, 1983.

13. Томаров М. М. Техника безопасности по холодной штамповке листового материала. М.: Оборонгиз, 1972. 60 с.

14. Эксплуатация и обслуживание оборудования и технологической оснастки для листовой штамповки: Справочник / Под ред.
Л. И. Рудмана. М.: Машиностроение, 1984. 300 с.

15. Яницкий Ю. В. Штамповка деталей авиадвигателей из листового материала: Учеб. пособие по курсовому проекту / Куйбышев авиац ин-т. Куйбышев, 1980. 93 с.

16. Яницкий Ю. В. Технологические размерные расчеты операции листовой штамповки / Куйбышев, авиац. ин-т. Куйбышев, 1988.