

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

В.Н. САМОХВАЛОВ, Е.Г. ГРОМОВА

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШТАМПОВ ДЛЯ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ ДЕТАЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» в качестве учебного пособия для обучающихся по основным образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 24.03.04 Авиастроение, 27.03.02 Управление качеством, 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и по специальности 24.05.07 Самолёто- и вертолётостроение

САМАРА
Издательство Самарского университета
2020

УДК 621.98(075)

ББК 34.623я7

C177

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. В. А. М и х е е в,
д-р техн. наук, проф. В. А. А н т и п о в

Самохвалов, Владимир Николаевич

C177 **Проектирование штампов для листовой штамповки деталей летательных аппаратов:** учебное пособие / *В.Н. Самохвалов, Е.Г. Громова.* – Самара: Издательство Самарского университета, 2020. – 80 с.

ISBN 978-5-7883-1571-3

Рассмотрены вопросы проектирования штампов для листовой штамповки летательных аппаратов.

В учебном пособии приведена классификация штампов, представлены элементы типовой конструкции штампов, а также рассмотрены этапы разработки конструкции штампа для листовой штамповки.

Предназначено для обучающихся по основным образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 24.03.04 Авиастроение, 27.03.02 Управление качеством, 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и по специальности 24.05.07 Самолётостроение и вертолётостроение.

Подготовлено на кафедре производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении.

УДК 621.98(075)

ББК 34.623я7

ISBN 978-5-7883-1571-3

© Самарский университет, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Штампы для холодной листовой штамповки. Классификация штампов.....	5
2. Проектирование штампов	18
2.1. Типовая конструкция штампа	18
2.2. Элементы блока штампа	21
2.3. Элементы пакета штампа.....	25
3. Этапы проектирования штампов.....	53
3.1. Исходные данные для проектирования штампов.....	53
3.2. Последовательность проектирования и оформления чертежей.....	56
4. Разработка конструкции штампа.....	62
4.1. Выбор типа штампа.....	62
4.2. Конструирование общего вида штампа.....	63
4.3. Определение центра давления штампа.....	64
4.4. Конструирование штампов.....	65
4.4.1. Конструирование штампов для разделительных операций.....	65
4.4.2. Конструирование штампов для формообразующих операций.....	70
4.5. Расчет пуансонов и матриц	72
4.6. Пуансонодержатели и матрицедержатели	73
4.7. Съёмники и выталкиватели	74
4.8. Выбор блока.....	74
Библиографический список	77

ВВЕДЕНИЕ

Листовая штамповка является одним из наиболее прогрессивных методов обработки при изготовлении тонкостенных деталей летательных аппаратов. В заготовительно-штамповочных цехах изготавливают детали из листов, профилей, труб, прессованных панелей. Это детали наружной обшивки (цилиндрические, конические, двойной и одинарной кривизны, сложной формы); обечайки, детали внутреннего набора; шпангоуты, стенки, косынки, окантовки, полупатрубки; гофрированные панели, кожухи приборов, мелкие соединительные детали и т.д. Для изготовления каждой из этих деталей в технологическом процессе необходимо подобрать оборудование и разработать оснастку, которые обеспечат оптимальный техпроцесс для данного типа производства.

При производстве деталей методами листовой штамповки используется большое количество разновидностей заготовительно-штамповочной оснастки, с тенденцией повышения сложности конструкций, обусловленной появлением новых прогрессивных процессов штамповки.

Совершенствование авиационной техники, ее усложнение, повышение требований к качеству и надежности выпускаемых машин приводит к расширению производства технологической оснастки листоштамповочного производства, проектирование и изготовление которой по трудоемкости составляет около 80%, а по длительности – до 90% общей трудоемкости и длительности технологической подготовки производства.

Цель учебного пособия – ознакомить обучающихся с составом и методикой проектирования штампов для листовой штамповки, которую можно использовать при выполнении курсового и дипломного проектов.

1. ШТАМПЫ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ. КЛАССИФИКАЦИЯ ШТАМПОВ

Операции листовой штамповки осуществляются с помощью специального инструмента-приспособления – штампов. Штамп – инструмент для получения идентичных изделий (деталей, заготовок, поковок) методом пластической деформации.

Согласно ГОСТ 15830-84, штамп – технологическая оснастка (рис. 1.1), посредством которой заготовка, пластически деформируясь, приобретает форму и (или) размеры, соответствующие поверхности или контуру рабочих элементов штампа.



Рис. 1.1. Штампы для операций листовой штамповки

Штамп устанавливают на оборудование для штамповки – на пресс, который приводит штамп в действие (рис. 1.2).

Листовую штамповку осуществляют в штампах, состоящих, как правило, из неподвижной и подвижной половин, несущих рабочие части, при сближении которых деформируется помещенная между ними заготовка. Рабочими инструментами штампа являются матрица и пуансон.

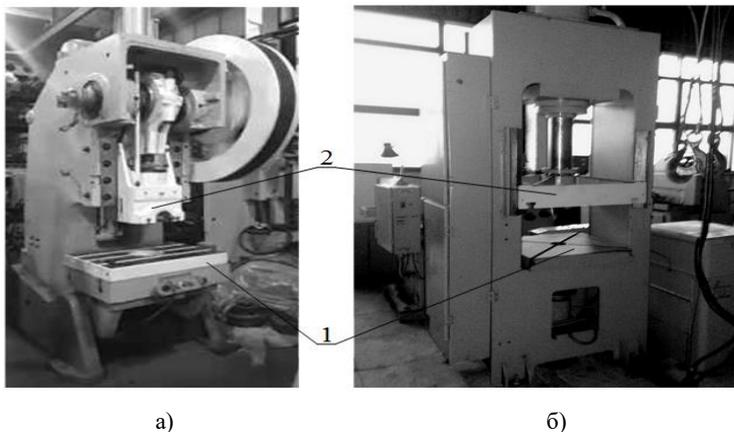


Рис. 1.2. Прессы для листовой штамповки: а) кривошипный, б) гидравлический: 1 – стол прессы, 2 – ползун (поперечина) прессы

Половины штампов закреплены в прессе. Неподвижная половина устанавливается на стол прессы 1 (рис. 1.2), подвижная с помощью цилиндрического хвостовика присоединяется к ползуну прессы 2 (рис. 1.2).

Общий вид и принципиальная схема штампа представлена на рис. 1.3.

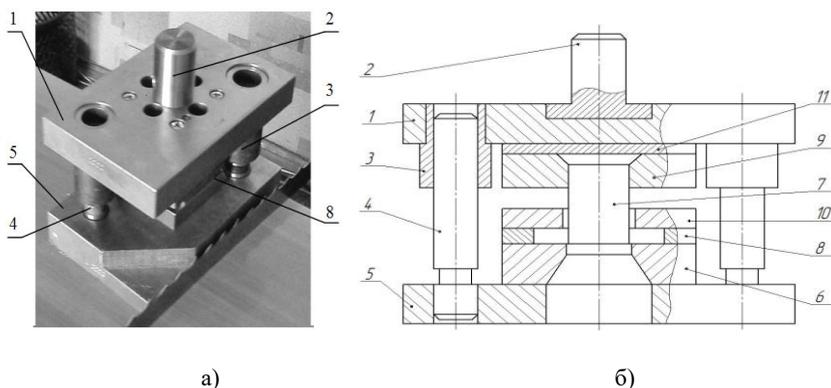


Рис. 1.3. Штамп: а – общий вид, б – принципиальная схема; 1 – верхняя плита; 2 – хвостовик; 3 – направляющая втулка; 4 – направляющая колонка; 5 – нижняя плита; 6 – матрица; 7 – пуансон; 8 – установочные детали; 9 – пуансонодержатель; 10 – съемник, 11 – подкладная пластина

Штампы листовой штамповки классифицируются по технологическим и конструктивным признакам (рис. 1.4).

По технологическому признаку (по характеру операции) штампы листовой штамповки разделяются на две группы:

1) Штампы для разделительных операций. Выполняются операции: резка, вырубка-пробивка, обрезка, надрезка, зачистка, проколка, высечка и т.д.

2) Штампы для формоизменяющих операций. В них выполняются операции гибки, вытяжки, раздачи, обжима, рельефной формовки, скручивания, закатки, завивки и т.д.

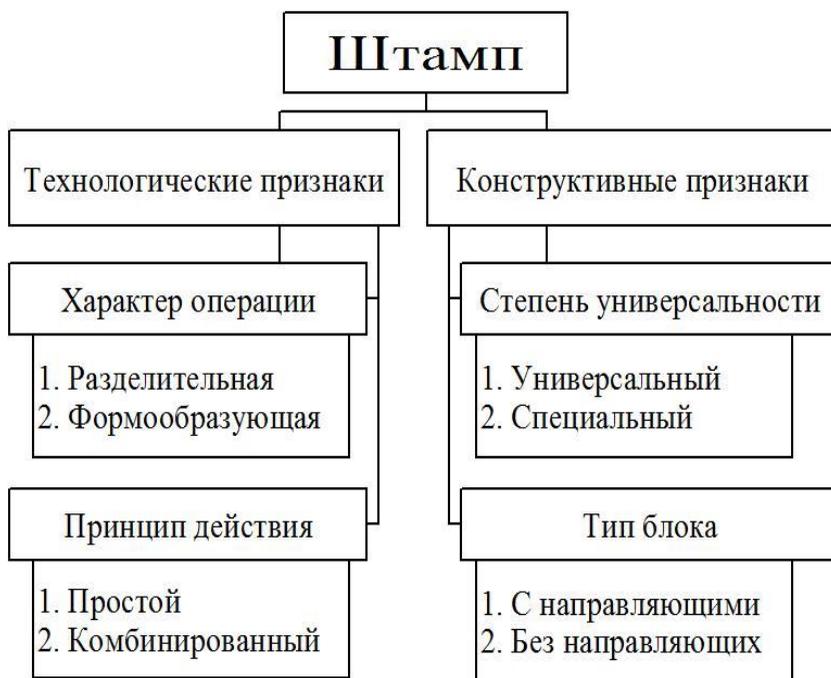


Рис. 1.4. Классификация штампов для листовой штамповки

К технологическому признаку классификации штампов относится степень совмещенности операций (принцип действия):

штампы однооперационные (простого действия) и многооперационные (комбинированные). Комбинированные штампы подразделяются на штампы совмещенного действия и на штампы последовательного действия.

Штампы простого действия (рис. 1.5) просты по конструкции. Они выполняют за один ход ползуна пресса одну операцию. Например, пробивку или вырубку крупногабаритных деталей целесообразно выполнять в штампах простого действия, причем вырубку целесообразно проводить с обратной выдачей деталей, а не на провал.

Штампы этого типа отличаются простотой конструкции и дешевизной изготовления. Производительность простых штампов находится в прямой зависимости от вида подачи материала или полуфабриката. На многопозиционных прессах, как правило, используют простые штампы.

Обычно каждая из частей штампа (рис. 1.6) состоит из целого ряда деталей, назначение которых самое различное.

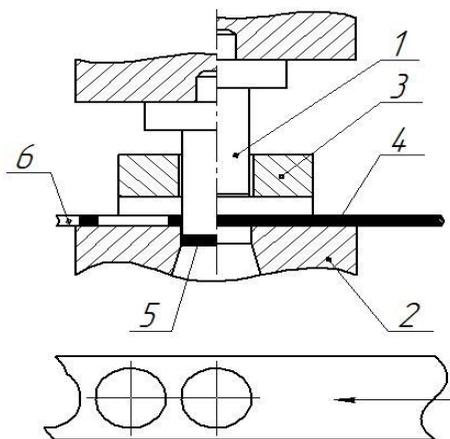


Рис. 1.5. Технологическая схема штампа простого действия:

1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – съемник; 4 – заготовка; 5 – деталь; 6 – отход

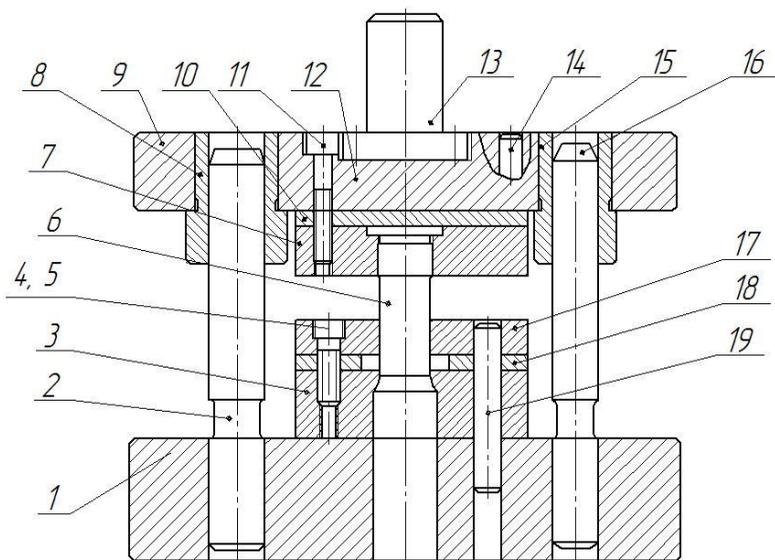


Рис. 1.6. Принципиальная схема вырубного штампа простого действия:
 1 – нижняя плита; 2, 16 – направляющие колонки; 3 – вырубная матрица;
 4, 5, 11, 12 – крепежные винты; 6 – вырубной пуансон; 7 – пуансонодержатель;
 8, 15 – направляющие втулки; 9 – верхняя плита; 10 – упорная плита;
 13 – хвостовик; 14, 19 – штифты; 17 – съемник; 18 – упор

Верхняя и нижняя плиты, направляющие колонки и втулки, пуансоно- и матрицедержатели служат для опоры, направления и крепления рабочих частей штампа. Эти элементы штампа обеспечивают установку, крепление и точное взаимное расположение матрицы и пуансона в процессе работы штампа, а рабочие части штампов непосредственно деформируют заготовку. Пуансон чаще монтируют на подвижной части штампа, а матрицу – на неподвижной. Определение пуансона как охватываемой детали и матрицы как охватывающей действительно для всех видов штампов (вырубных, гибочных, вытяжных и т.д.).

В штампе совмещенного действия (рис. 1.7) происходит выполнение разноименных операций или переходов на одной позиции за один ход подвижной части штампа (две, три, реже – четыре). Например за один ход прессы проводится: вырубка и гибка;

вырубка, вытяжка и пробивка. Заготовка обрабатывается за один ход ползуна прессы аксиально-расположенными инструментами, при неизменном положении исходной заготовки относительно нижней плиты. То есть в совмещенном штампе переходы совмещены в пространстве, но разнесены по времени.

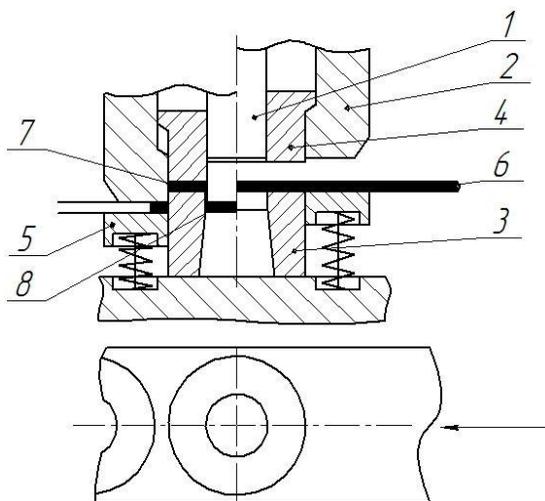


Рис. 1.7. Технологическая схема штампа совмещенного действия:
 1 – пуансон пробивной; 2 – матрица вырубная; 3 – пуансон вырубной;
 4 – выталкиватель; 5 – съемник; 6 – заготовка; 7 – деталь (шайба); 8 – отход

Вся работа осуществляется за один ход ползуна прессы и в пределах одного шага подачи. Совмещенные штампы сложнее простых и требуют более высокой квалификации при изготовлении. Сложность штампа полностью оправдывается производительностью, точностью и плоскостностью штампованных деталей. Эти штампы обязательно имеют специфичную только для них деталь, выполняющую одновременно функции и матрицы и пуансона (деталь двойного назначения) – пуансон-матрица (рис. 1.8). При малом расстоянии между деформирующими частями пуансона-матрицы ее прочность понижается.

(рис. 1.9, б). В последнем случае за счет нерабочего перехода расстояние между деформирующими частями матрицы увеличивается, что повышает ее прочность и делает возможным вместо одной, цельной, матрицы применить матрицу, изготовленную из нескольких вставок, смонтированных в общем матрицедержателе.

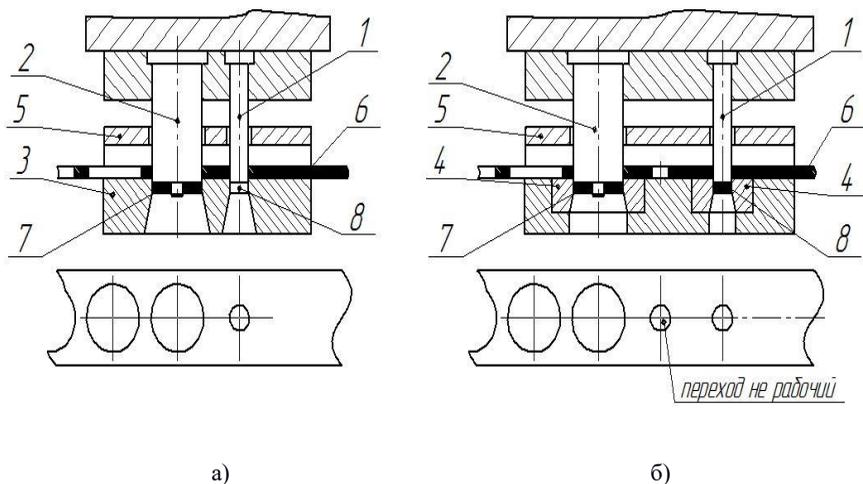


Рис. 1.9. Технологическая схема штампа последовательного действия:
 а – с цельной матрицей; б – со вставными матрицами и нерабочим переходом;
 1 – пуансон пробивной; 2 – пуансон вырубной; 3 – матрица цельная;
 4 – матрицы вставные; 5 – съемник; 6 – заготовка; 7 – деталь (шайба); 8 – отход

В штампе последовательного действия (рис. 1.10) происходит выполнение нескольких операций или переходов на нескольких позициях за соответствующее число ходов. 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.

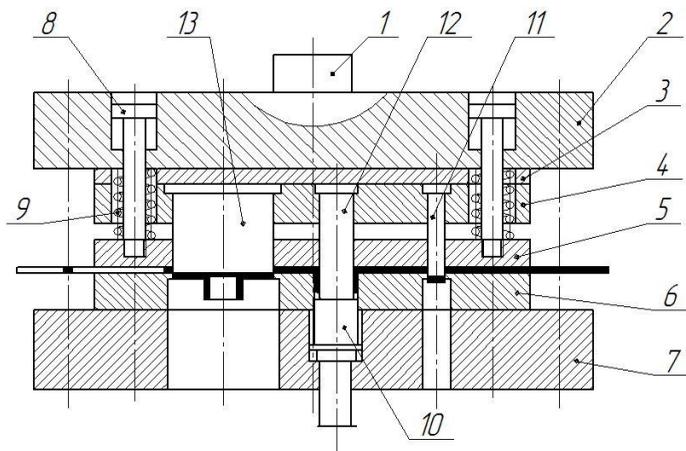


Рис. 1.10. Схема штампа последовательного действия для пробивки, отбортовки и вырубки: 1 – хвостовик; 2 – плита верхняя; 3 – плита подкладная; 4 – пуансонодержатель; 5 – съемник; 6 – матрица; 7 – плита нижняя; 8 – винт; 9 – пружина; 10 – выталкиватель; 11 – пуансон пробивной; 12 – пуансон отбортовки; 13 – пуансон вырубки

Трудоемкость изготовления последовательных штампов соизмерима с трудоемкостью совмещенных, предназначенных для штамповки одной и той же детали (при одном и том же числе операций). В этом случае производительности штампов одинаковы, но габаритные размеры совмещенного меньше, чем последовательного.

Точность совпадения контуров детали, штампуемой на нескольких простых штампах, наименьшая. Лучше точность совпадения контуров детали, штампуемой на последовательном штампе. Самая высокая точность – на совмещенном штампе.

Плоскостность детали обеспечивается совмещенным штампом, а большая сложность получаемого изделия – последовательным.

Последовательные штампы, по существу, являются сочетанием простых штампов, соединенных между собой верхней и нижней плитами, и имеют специфичную деталь – временный (установочный) упор. Кроме того, в них должны быть ловители.

Особенно эффективны штампы последовательного действия при изготовлении даже мелких серий очень мелких деталей, ручная загрузка которых в простой штамп затруднительна и небез-

опасна. При проектировании рабочих частей штампов нужно стремиться к простоте конструкции и изготовления, повышению стойкости деталей. Детали сложной формы штампуют за несколько переходов, чтобы избежать сложных в изготовлении и склонных к поломке участков рабочих частей штампов. При соблюдении всех требований технологического характера изготовление штампованных деталей может быть осуществлено различными технологическими способами.

Наибольшие затруднения возникают при выборе типа штампа совмещенного или последовательного действия. Оба типа штампов, как и сами способы штамповки, имеют достоинства и недостатки и определенные ограничения как технологического, так и экономического характера. В таблице 1 приведены сравнительные характеристики штампов.

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

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

Штампы совмещенного действия существенно сложнее и дороже в изготовлении. Поэтому их рекомендуется применять при штамповке заготовок повышенной точности (9...11 квалитет) с жесткими допусками на взаимное расположение внутренних и наружного контуров (менее $\pm 0,1$ мм для отверстий размерами до 20 мм и $\pm 0,15$ мм для отверстий от 20 до 50 мм).

Возможность применения последовательной многорядной штамповки мелких деталей определяется главным образом масштабами производства и экономической целесообразностью.

Таблица 1. Сравнительные характеристики штампов совмещенного и последовательного действия

Показатель	Характеристика штампа	
	Штамп совмещенного действия	Штамп последовательного действия
Точность	Повышенная и средняя (9-11 квалитет)	Средняя и пониженная (12-15 квалитет)
Качество вырубаемых деталей	Отсутствие погнутости. Лучший срез. Одновременная правка.	Погнутость (выворачивание) небольших деталей.
Наибольшие размеры деталей и средний диапазон толщины	Свыше 3000 мм при толщине до 5 мм. Диапазон толщин от 0,5 мм до 6...8 мм	Вытяжные до 250 мм при толщине 0,2...3 мм. Разделительные и гибочные – до 5000 мм при толщине до 10 мм
Производительность	Повышенная производительность	Пониженная производительность
Работа на быстроходных прессах	Не рекомендуется	Возможна работа на прессах с числом ходов более 400 в минуту
Применение многорядного способа штамповки	Применяется сравнительно редко для изготовления плоских, гнутых и полых деталей	Рекомендуется для изготовления плоских, гнутых и полых деталей небольших размеров
Трудоемкость и стоимость изготовления штампа	Для вырубки деталей простой конфигурации меньше, чем стоимость последовательных штампов	Для вырубки деталей сложной конфигурации меньше, чем стоимость совмещенных штампов

Обычно рост стоимости штампов меньше, чем кратность штамповки. При этом решающую роль при выборе технологического процесса и типа штампа имеют вопросы экономической целесообразности.

По конструктивному признаку универсальности применения различают:

- штамп специальный для изготовления деталей или заготовок одних наименований, форм и размеров;
- штамп универсальный со сменными или переналаживаемыми частями, предназначенный для изготовления группы деталей или заготовок различных наименований, форм и размеров.

подавляющее число штампов изготавливают для конкретной детали, операции, перехода, в этом смысле они и называются специальными или специализированными. При единичном и мелкосерийном производствах в целях снижения удельной стоимости штампа применяют универсальные штампы, на которых путем переналадки или замены отдельных частей можно штамповать детали различных наименований, форм и размеров.

По конструктивному признаку типа блока 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 настройки. После изготовления определенного числа заготовок, 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, так как количество переналадок в условиях единичного производства минимально. Для снижения стоимости штампов их рабочие элементы изготавливают из материалов имеющих невысокую стойкость, но обеспечивающих заданное качество изготовления всей партии заготовок.

Штампы с направляющими элементами (колонки с втулками, плиты) удобны и безопасны в эксплуатации. Они позволяют автоматически поддерживать заданное расположение элементов, закрепленных на нижней и верхней плите штампа, друг относительно друга в течение всего срока эксплуатации и не требуют настройки. Стоимость таких штампов выше, поэтому

они используются и окупаются только в условиях серийного и 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.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШТАМПОВ

При проектировании штампов необходимо пользоваться существующими Государственными стандартами, руководящими техническими материалами, отраслевыми нормами и только в том случае, если проект штампа не может быть выполнен на их основании, возможно, проектирование специальных деталей, узлов и конструкций.

2.1. Типовая конструкция штампа

Штампы для листовой штамповки имеют самые разнообразные конструкции, они отличаются по способу действия, числу выполняемых на них операций, компоновке деталей, габаритам. Тем не менее, можно представить типовую конструкцию штампа, которая содержит отдельные группы деталей, характерные, как правило, для всех штампов.

Штамп состоит из подвижной и неподвижной частей. Подвижная часть – это верхняя плита штампа и детали и узлы, закрепленные на ней. Неподвижная часть – это нижняя плита штампа и детали и узлы, на ней установленные. Подвижная часть штампа крепится к ползуну пресса, нижняя часть – к столу пресса.

В конструкции штампа выделяют две большие части: блок штампа и пакет штампа.

Блок штампа включает следующие основные элементы (рис. 2.1):

- 1) корпусные – связывающие детали штампа между собой и с прессом (хвостовик 1, верхняя 2 и нижняя 3 плиты);
- 2) направляющие – для направления движения верхней части штампа по отношению к нижней во время работы (втулки 4 и колонки 5).

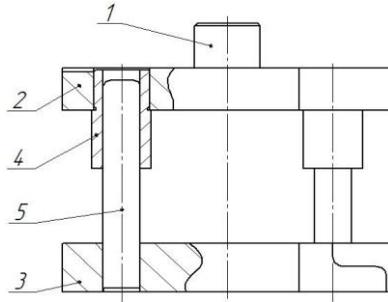


Рис. 2.1. Элементы блока штампа с направляющими колонками:
 1 – хвостовик; 2 – верхняя плита; 3 – нижняя плита; 4 – направляющая втулка;
 5 – направляющая колонка

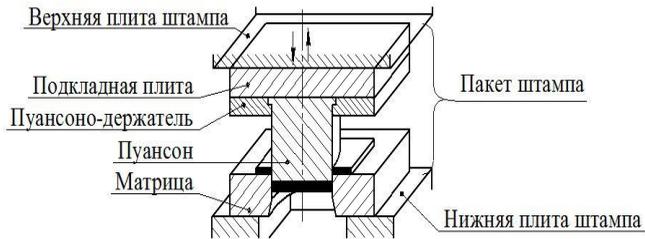


Рис. 2.2. Элементы пакета штампа

Пакет штампа – рабочий инструмент, включающий следующие основные элементы (рис. 2.2):

1) рабочие (деформирующие) – образующие форму детали (пуансоны, матрицы и их секции, ножи);

2) монтажные – для соединения отдельных частей или деталей штампа (пуансоно-держатели, матрице-держатели и обоймы матриц);

3) установочно-фиксирующие – создающие правильное положение материала или заготовки в штампе и удерживающие их во время выполнения операции (упоры, ловители, направляющие материала, трафареты, прижимы (складкодержатели), шаговые ножи);

4) съемно-удаляющие – снимающие и удаляющие заготовку и отходы штамповки после выполнения операции (съемники, выталкиватели, пружины, буферные шпильки, сбрасыватели, ножи для резки отхода);

5) крепежные – для скрепления отдельных частей или деталей штампа (штифты, винты, шпонки).

Блок штампа может использоваться многократно для получения разных деталей, он универсален. На одном и том же блоке можно штамповать разные детали, заменив лишь пакет штампа.

Пакет штампа служит для получения конкретной детали, т.е. является рабочим инструментом.

По способу удаления отштампованных деталей выделяются:

- штампы с провалом через окно в матрице;
- с обратной запрессовкой детали в полосу;
- с выталкиванием детали в верхнюю часть штампа и удалением ее жестким выталкивателем, сдуванием сжатым воздухом или удалением вручную.

Обратное выталкивание осуществляется от пружин выбрасывателя или выталкивателя, от буфера или от пресса. Эти различия по способу удаления деталей одновременно являются и конструктивными, так как в значительной степени определяют конструкцию штампов.

По способу подачи и установки заготовок различают штампы с ручной подачей и штампы с автоматической подачей, являющейся принадлежностью штампа или пресса.

Штампы с ручной подачей отличаются один от другого лишь конструкцией применяемого упора или фиксатора, а штампы с автоматической подачей различаются по типу подачи ленты или штучных заготовок.

Конструкцию штампа выбирают соответственно типу производства, в котором он будет использоваться, мелкосерийном, крупносерийном или массовом. Штампы должны удовлетворять следующим требованиям:

- точность и качество штампуемых деталей должны соответствовать чертежу и техническим условиям;
- рабочие части штампа должны обладать достаточной прочностью, эксплуатационной стойкостью и возможностью легкой и быстрой замены изношенных деталей;
- штамп должен обеспечивать требуемую производительность, удобство обслуживания, безопасность работы и надежность закрепления его на прессе;
- в конструкции штампа в основном должны быть использованы стандартные и нормализованные детали; количество специальных деталей должно быть минимальным;
- отходы при штамповке должны быть минимальными.

Нормализация и унификация оснастки позволяет сократить номенклатуру узлов и деталей штампов, расширить взаимозаменяемость, снизить потребность в штампах, повысить надежность их работы, сократить расходы на инструмент. Особенно возрастает значение нормализации в условиях автоматического проектирования конструкции штампов, с одновременной разработкой программ для станков с ЧПУ для обработки рабочих частей штампов.

2.2. Элементы блока штампа

Блоком называется составная часть штампа без деформирующих, устанавливающих и удаляющих деталей.

Верхняя плита служит для монтажа всех деталей подвижной части штампа и соединения с ползуном прессы. Нижняя плита имеет аналогичное назначение для неподвижной части

штампа, укрепляемой на столе прессы. Конфигурация в плане и размеры плит определяются конструкцией штампа и выбираются по соответствующим государственным или ведомственным стандартам.

По конструктивному признаку штампы для листовой штамповки разделяются на две группы:

- 1) штампы без направляющих;
- 2) штампы с направляющими устройствами: с направляющей плитой, колонками, плитой и колонками и т.п. (блочные штампы).

У блоков без направляющих центрирование подвижной части штампа относительно неподвижной осуществляется только ползуном прессы. При изношенных направляющих ползуна для точных работ (особенно для разделительных операций) такие блоки мало пригодны.

Штампы без направляющих имеют малые габаритные размеры и более просты в изготовлении, но небезопасны в эксплуатации, обладают невысокой стойкостью и неудобны при установке. Они применяются только в мелкосерийном и опытном производстве.

Штампы с направляющими более сложны в изготовлении, но надежны в эксплуатации и обладают повышенной стойкостью. Их применяют в серийном, крупносерийном и массовом производстве. Если необходимо надежное и долговечное направление подвижной части относительно неподвижной, то следует применять направляющие колонки и втулки. Такой блок (рис. 2.3) быстро устанавливается на прессе и обеспечивает точность центрирования пуансона и матрицы.

Наиболее распространены блоки с двумя и четырьмя колонками. Если колонок две, то их располагают сзади (рис. 2.3, а), по диагонали (рис. 2.3, б) или вдоль плиты (рис. 2.3, в). Если колонок четыре, то их ставят по углам плит (рис. 2.3, г).

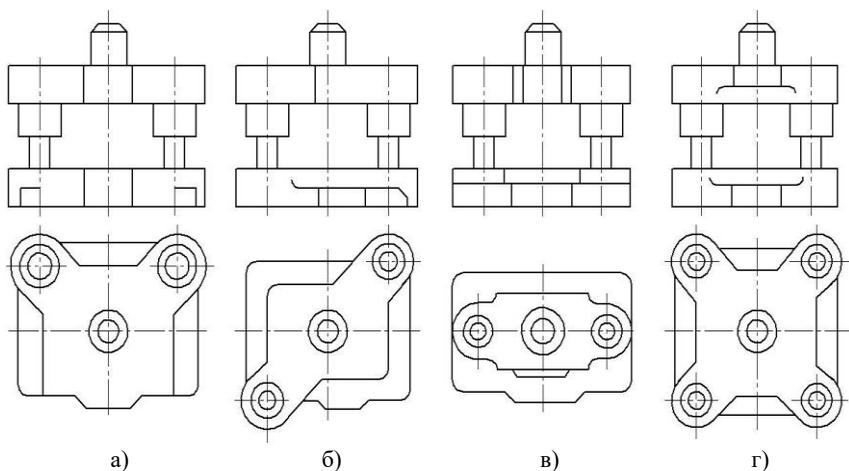


Рис. 2.3. Блоки штампов: а – двухколонный блок с задним расположением колонок; б – двухколонный, с диагональным расположением колонок; в – двухколонный блок с центральным расположением колонок; г – четырехколонный

При расположении колонок сзади на штампе можно производить работу с заготовками больших габаритных размеров. Но при такой планировке возможен некоторый перекос верхней плиты по отношению к нижней (за счет момента). Диагональное расположение колонок уменьшает перекос (момент равен нулю), но ограничивает рабочую зону штампа – ограничивает габаритные размеры заготовок. Блоки с четырьмя колонками применяют для штампов крупных и средних размеров. При выборе колонок и втулок необходимо соблюдать следующее условие: при положении штампа в крайнем верхнем положении (КВП) колонка не должна терять контакта с втулкой. При положении штампа в крайнем нижнем положении (КНП) колонка должна не доходить до верхней плоскости верхней плиты не менее 5...10 мм, чтобы исключить замыкание штампа.

В штампах повышенной точности в направляющих устройствах вместо трения скольжения (колонка-втулка) реализуется трение качения (колонка-шарики-втулка). Одно из конструктивных решений показано на рис. 2.4.

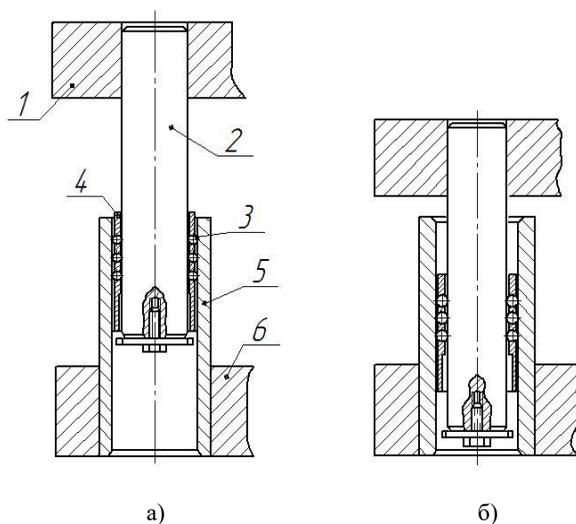


Рис. 2.4. Направляющие устройства штампа с шариками:
 а – КВП; б – КНП; 1 – верхняя плита; 2 – колонка; 3 – шарики; 4 – сепаратор;
 5 – втулка; 6 – нижняя плита

Переход на трение качения удорожает блок, но увеличивает точность и значительно повышает ресурс блока. Это особенно важно в разделительных штампах с твердосплавными режущими частями. Устойчивость тонких и длинных пуансонов в значительной степени зависит не только от точности центрирования подвижной части штампа относительно неподвижной, но и от ограничения бокового перемещения рабочего конца пуансона.

Точность и надежность работы штампа зависит от правильного выбора конструкции деталей и узлов, соединяющих штамп с ползуном прессы. Один из широко распространенных видов жесткого соединения – хвостовики. Они закрепляются в верхней плите штампа при помощи фланца, буртика, резьбы и т.д. При разработке конструкций вырубных, пробивных, вытяжных, гибочных и других пуансонов и матриц стремятся обеспечить простоту конструкции и изготовления, точность и прочность крепления, легкость сборки и разборки, стойкость в эксплуатации. Пуансоны для изготовления небольших партий деталей иногда выполняют заодно с хвостовиком.

Для соединения верхней плиты штампа с ползуном пресса служит хвостовик. У штампов больших габаритных размеров верхняя плита крепится к ползуну пресса болтами или прижимами, нижняя плита штампа аналогично крепится к столу пресса. В этом случае хвостовик или не ставят, или применяют для облегчения установки штампа в центре ползуна, используя для этого центральное отверстие ползуна. На рис. 2.5 показаны основные типы хвостовиков и их соединение с верхней плитой штампа.

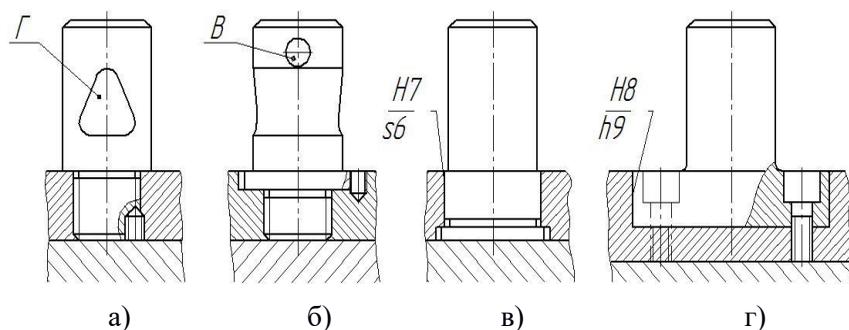


Рис. 2.5. Основные типы хвостовиков:
а, б – вкручиваемые; в – запрессованный; г – прикручиваемый

Диаметр и высота хвостовика подбираются по отверстию в ползуне пресса. Хвостовик, зажимаемый в ползуне только вкладышем, следует делать в верхней части гладким (рис. 2.5, в, г). Если кроме вкладыша применяют болт, то делают одностороннюю лыску (рис. 2.5, а) или кольцевую проточку (рис. 2.5, б).

Запрессованный хвостовик (рис. 2.5, в) применяют как в блоках без направляющих, так и в блоках с направляющими, но у которых в КВП теряется контакт направляющих элементов. В этом случае следует ставить фиксирующий штифт.

2.3. Элементы пакета штампа

Конструируя вырубные, пробивные, вытяжные и другие пуансоны и матрицы, нужно стремиться обеспечить следующие ос-

новые требования: простоту конструкции и изготовления; точность и прочность установки (закрепления); стойкость в эксплуатации; легкость сборки и разборки.

Пуансоны. Выбор рабочего контура пуансона зависит от конфигурации, толщины и габаритных размеров детали. На рис. 2.6 даны типы рабочих контуров вырубных пуансонов.

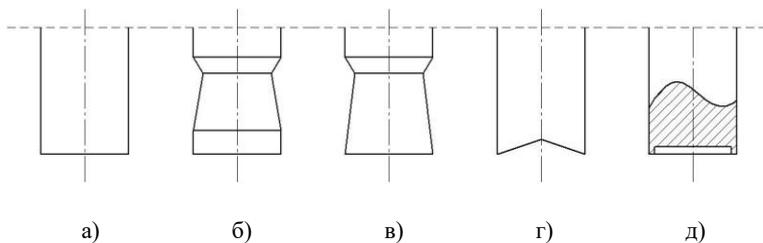


Рис. 2.6. Типы режущих контуров вырубных и пробивных пуансонов:
а – с постоянным по длине сечением; б, в – ступенчатой формы;
г – с конусом на рабочем торце; д – с неглубокой выточкой

Пуансон с постоянным по длине сечением (рис. 2.6, а) является наиболее распространенным. Пуансоны ступенчатой формы (рис. 2.6, б) и (рис. 2.6, в) применяются, соответственно, для вырубки деталей из толстого материала и вырубки деталей из тонкого материала. Пуансон с конусом на рабочем торце (рис. 2.6, г) используется при необходимости уменьшения усилия вырубки. У пуансонов диаметром более 50 мм, в середине торца следует делать неглубокую выточку (рис. 2.6, д). Благодаря выточке уменьшается площадь шлифовки при заточке пуансонов.

Крепление пуансона больших размеров можно осуществлять непосредственно к плите винтами и штифтами, если позволяет опорная поверхность пуансона или если в пуансоне для крепления предусмотрен фланец. Крепление пуансонов малых и средних размеров обычно осуществляется вставкой в пуансонодержатель с помощью запрессовки, буртиком, расклепкой (ГОСТ 16621-80 ... 16625-80).

Конструкция пуансона с буртиком (рис. 2.7) применяется для вырубки или пробивки круглых деталей или отверстий малых и средних размеров.

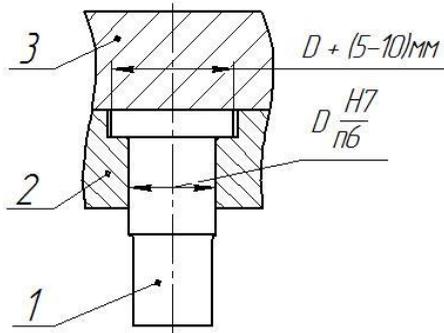


Рис. 2.7. Крепление круглого пуансона с буртиком:
1 – пуансон; 2 – пуансонодержатель; 3 – плита

Здесь центрирующей частью является посадочный цилиндр пуансона, находящийся в пуансонодержателе, потому гнездо под буртик делается больше его диаметра. Рабочая часть пуансона имеет расчетный размер. Посадочный размер следует выбирать из числа нормальных, близких к расчетному.

Пуансоны малых и средних размеров сложного контура в сечении для облегчения изготовления (возможность строгания, фрезерования, шлифования) часто делают постоянного сечения по всей длине. Такие пуансоны крепятся в пуансонодержателе с помощью расклепки опорной части (рис. 2.8).

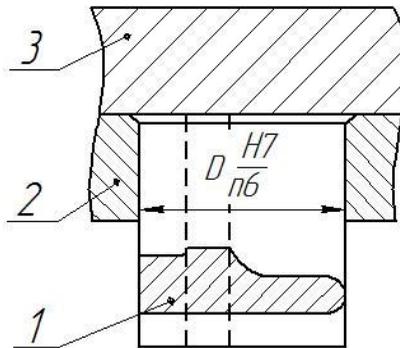


Рис. 2.8. Крепление пуансона профильного сечения:
1 – пуансон; 2 – пуансонодержатель; 3 – плита

Для крепления быстросменных пуансонов применяются в конструкции шариковые замки (ГОСТ 16626-80, ГОСТ 16629-80) – рис. 2.9.

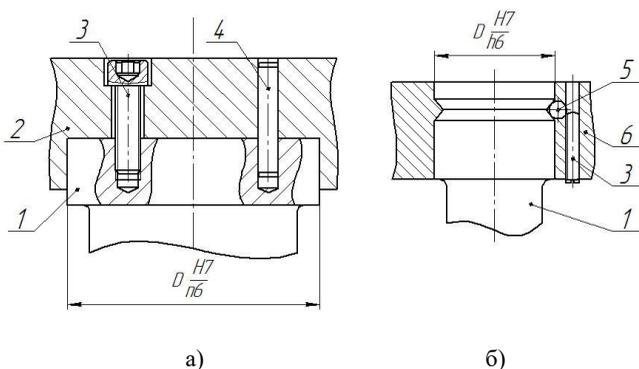


Рис. 2.9. Варианты крепления вырубных пуансонов: а – винтами и штифтами или винтами и врезным (по посадке) фланцем; б – быстросъемный (шариком и винтом): 1 – пуансон; 2 – плата; 3 – винт; 4 – штифт; 5 – шарик; пуансонодержатель

При пробивке отверстий относительно малых диаметров, в конструкциях с тонкими круглыми пуансонами применяют цилиндрическую втулку, в которую вставляют пуансон (рис. 2.10).

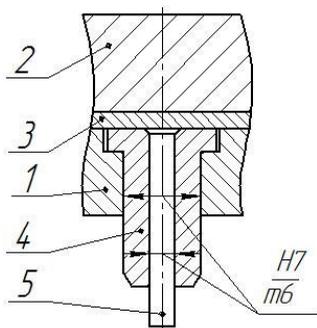


Рис. 2.10. Пуансон с втулкой: 1 – пуансонодержатель; 2 – плата; 3 – плата подкладная; 4 – цилиндрическая втулка; 5 – пуансон

Головка пуансона расклепывается, и он удерживается во втулке, сама же втулка имеет буртик, с помощью которого крепится в пуансонодержателе 1. При использовании таких пуансонов необходимо между плитой 2 и пуансонодержателем 1 располагать стальную закаленную прокладку (подкладную пластину) 3, которая и воспринимает усилие пробивки.

Пробивать отверстия особо малого диаметра (меньше толщины заготовки), можно пуансонами, вставляемыми в специальные составные подвижные втулки. В этом случае исключается продольный изгиб пуансона. На рис. 2.11 показаны конструкции таких пуансонов.

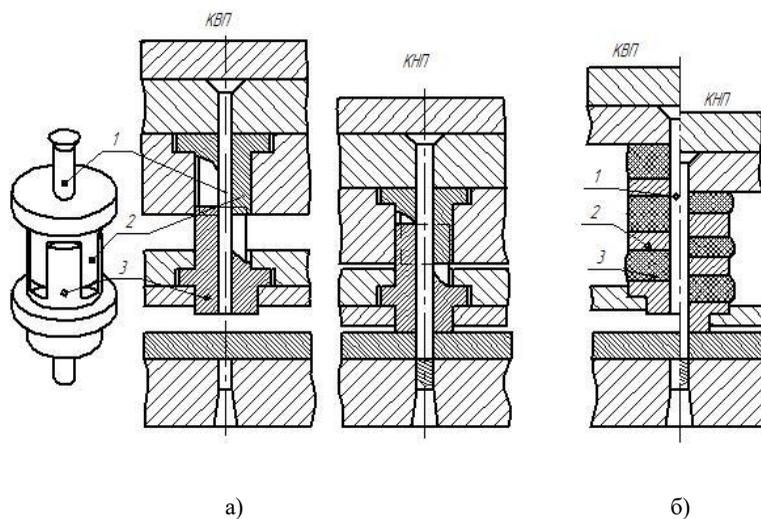


Рис. 2.11. Пуансоны для пробивки отверстий диаметром меньше толщины материала: а – нормальная конструкция; б – упрощенная конструкция

Нормальная конструкция состоит из пуансона 1 и телескопической втулки, состоящей из верхней 2 и нижней 3 частей. Для таких пуансонов следует применять пакет с направляющими колонками и направляющей плитой. Нижняя часть втулки закрепляется в направляющей плите блока. Упрощенная конструкция состоит из пуансона 1, стальных колец 2 и резиновых (полиуретановых)

колец 3. Как и в предыдущем случае, применяется пакет с направляющими колонками и плитой. Нижнее стальное кольцо желательно заделывать в направляющую плиту.

Матрицы. Конструкция рабочей части вырубных и пробивных матриц выбирается в зависимости от толщины и конфигурации штампуемых деталей. На рис. 2.12 даны типы рабочих отверстий вырубных матриц.

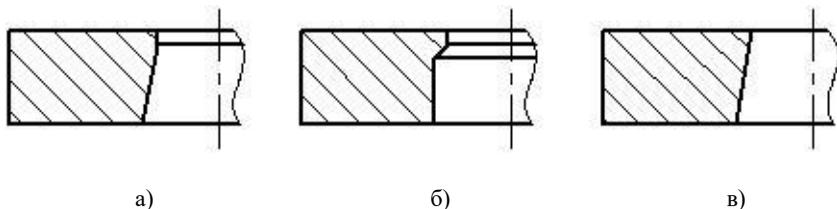


Рис. 2.12. Типы рабочих отверстий вырубных и пробивных матриц:
а – с прямой шейкой; б – с шейкой и прямой провальной частью; в – без шейки

Матрица с прямой шейкой, (рис. 2.12, а) применяется при любой конфигурации и толщине материала заготовки. Матрица с шейкой и прямой провальной частью (рис. 2.12, б) применяется при вырубке круглых деталей с обратным выталкиванием. Матрица без шейки (рис. 2.12, в) используется при вырубке тонких и мягких материалов.

Размеры рабочих контуров матриц и пуансонов должны соответствовать размерам чертежа штампуемой детали с учетом допуска на ее изготовление. Исполнительные размеры строятся с учетом износа инструмента (пуансона и матрицы) во время эксплуатации.

В вырубных штампах применяются плитовые матрицы, которые крепятся к плите штампа при помощи винтов и штифтов (рис. 2.13) и матрицы-вставки. Наружный контур плитовых матриц рассчитывают по эмпирическим зависимостям с учетом обеспечения наименьших возможных расстояний расположения отверстий под винты и штифты [1]. Матрицы-вставки крепятся в матрицедержателе запрессовкой, буртиком (ГОСТ 16637-80...16647-80), а также заливкой легкоплавкими сплавами.

Для уменьшения стоимости оснастки применяются двухслойные стальные матрицы, показанные на рис. 2.14. Матрица со-

стоит из пластины-матрицы 1, изготовляемой из инструментальной стали, и основания-матрицы 2, для которого можно использовать обычную конструкционную сталь.

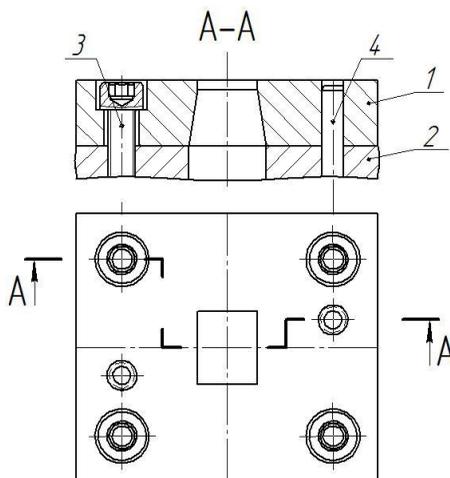


Рис. 2.13. Крепление плитовой матрицы: 1 – матрица; 2 – плита; 3 – винт; 4 – штифт

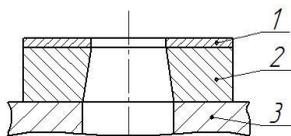


Рис.2.14. Двухслойная матрица: 1 – пластина-матрица; 2 – основание-матрица; 3 – плита

Толщина пластины-матрицы берется на 2...2,5 мм больше высоты цилиндрического пояска обычной вырубной матрицы. Такая конструкция обеспечивает значительную экономию дорогой инструментальной стали для изготовления матрицы.

Матрица для точной формовки и калибровки при работе с большими нагрузками показана на рис. 2.15. На матрицу 1 последовательно, с натягами по прессовой посадке, надевают бандажи 2 и 3. Благодаря автофретированию радиальные упругие деформации

ции самой матрицы, даже при воздействии на нее значительных давлений, будут незначительны.

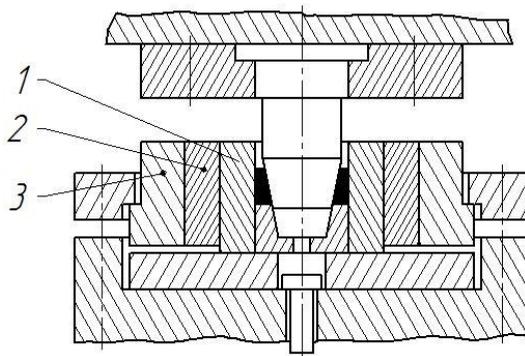


Рис. 2.15. Матрица, усиленная бандажами: 1 – матрица; 2, 3 – бандаж

Конфигурация и размеры пуансоно- и матрицедержателей применяются исходя из условия расположения в них пуансонов и матриц и размещения фиксирующих и крепежных деталей (рис. 2.16).

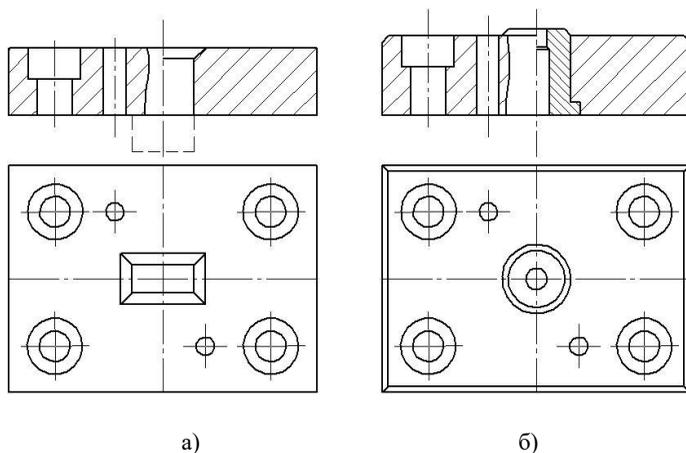


Рис. 2.16. Пример конструктивного исполнения:
а – пуансонодержатель, б – матрицедержатель

В целях упрощения конструкции следует проектировать вырубку «на провал», при которой отпадает необходимость в применении выталкивателя.

Съемники. В процессах пробивки, вырубки и вытяжки заготовка или изделие остаются на пуансоне. Для их снятия применяют съемники, задерживающие изделие или заготовку при обратном ходе ползуна пресса.

По характеру выполняемой работы съемники подразделяются на: неподвижные, подвижные и снимающие отход путем разрубания его. Съемники должны быть достаточно надежными (прочными) и иметь поверхности (верхнюю и нижнюю), перпендикулярные оси пуансона.

В вырубных штампах простого действия предпочтительнее применять жесткий съемник (рис. 2.17, б), так как он упрощает пакет штампа в целом и безотказен в работе. Жесткий съемник применяется при штамповке материалов толщиной свыше 0,7 мм. Подвижный (резиновый или пружинный) съемник позволяет производить вырубку из заготовок любого профиля и размеров (рис. 2.17, а).

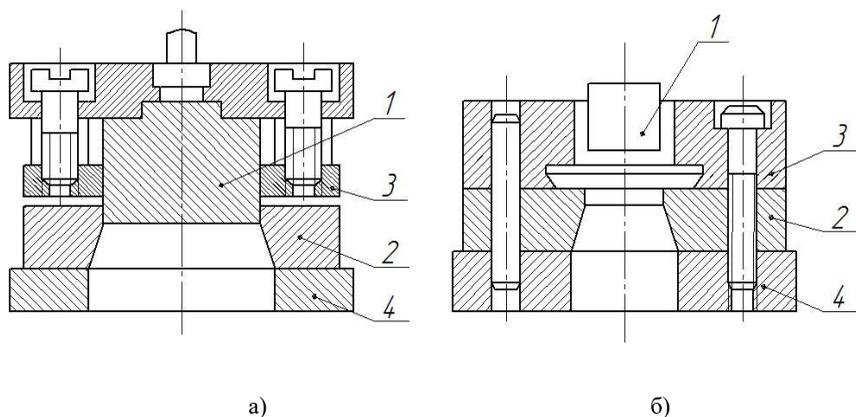


Рис. 2.17. Конструкции съемников: а – подвижный; б – жесткий;
1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – съемник; 4 – плита

Неподвижные съёмники крепятся к неподвижной части штампа и в процессе работы не перемещаются. Неподвижные съёмники, выполненные в виде плиты, при достаточной толщине и хорошей пригонке пуансона к отверстию могут не только снимать изделие (отход) с пуансона, но и центрировать (направлять) последний. В этом случае отверстия под пуансоны в съёмниках должны быть координированы по отношению к отверстиям в матрице и точно пригнаны к пуансонам. Применяют такие направляющие съёмники в вырубных и пробивных в штампах, не имеющих направляющих колонок.

Подвижные съёмники в зависимости от конструкции штампа могут крепиться к верхней или нижней его части. Они также предназначены для снятия изделия или отхода с пуансона. Подвижные съёмники действуют обычно от пружин и обеспечивают плавное снятие.

В несложных штампах, предназначенных для малых партий простых изделий толщиной до 1...1,5 мм, применяют полиуретановый (эластичный) съёмник (рис. 2.18).

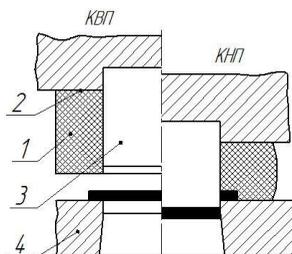


Рис. 2.18. Съёмник с эластичным элементом: 1 – полиуретановая шайба; 2 – клеевое соединение; 3 – пуансон; 4 – матрица

Полиуретановый съёмник сидит на пуансоне, причем торец пуансона должен быть выше нижней плоскости съёмника. Эта разница тем больше, чем больше необходимая сила снятия отхода или изделия с пуансона. От величины этой силы зависят габаритные размеры съёмника.

При достаточных габаритах штампа и необходимости создания больших усилий используют съёмники, действующие от пружин.

жин (рис. 2.19). На рисунке слева показана верхняя часть штампа в КВП, а справа – в КНП.

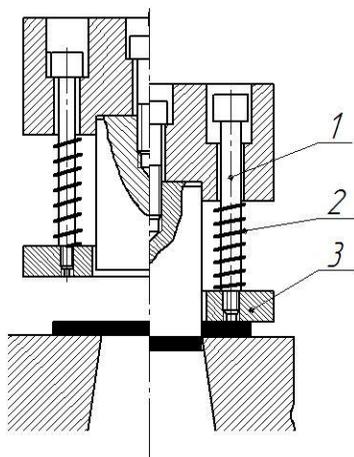


Рис. 2.19. Подвижный съемник, действующий от пружин:
1 – винт; 2 – пружина; 3 – съемник

Конструкция состоит из съемника 1, пружин 2 и винтов 3. При штамповке тел вращения съемник чаще изготавливают в виде кольца, толщина которого берется по конструктивным соображениям и должна обеспечивать необходимую жесткость. Для небольших штампов эта толщина составляет 10...20 мм. Размеры пружин и количество их подбирают в соответствии с силой снятия. Необходимо, чтобы при положении штампа в КВП развиваемое пружинами усилие съемника было, по крайней мере, на 10..15% больше усилия снятия. Винты создают предварительное натяжение пружин, обеспечивают нужное положение съемника и должны быть с заплечиками. Размер от нижней части головки до заплечика должен быть у всех винтов одного штампа выдержан точно, чтобы избежать перекоса. Глубина гнезда под головку также должна быть одинакова и должна обеспечивать максимальный ход съемника и гарантированный зазор 2...6 мм. Нижняя плоскость съем-

ника в КВП штампа должна быть ниже торца пуансона. При опускании верхней части штампа съёмник коснется материала (заготовки) раньше, чем пуансон и, развивая достаточное усилие, съёмник будет прижимать материал к матрице. Это улучшает процесс вырубki и съема, а также качества самого изделия.

Выталкиватели. Для удаления изделия (иногда уже снятого) или отхода из рабочей зоны используют выталкиватели. Например в вытяжном штампе, в котором полученное изделие не удаляется на проход, ставят съёмник и выталкиватель. Первый снимает изделие с пуансона, второй выталкивает его из матрицы.

Выталкиватели обычно встречаются подвижные, но по характеру действия бывают двух видов: ударного действия; плавного действия. Выталкиватели ударного действия работают от поперечины пресса (рис. 2.20). На рисунке, слева, показано положение в КВП, а справа – в момент начала выталкивания.

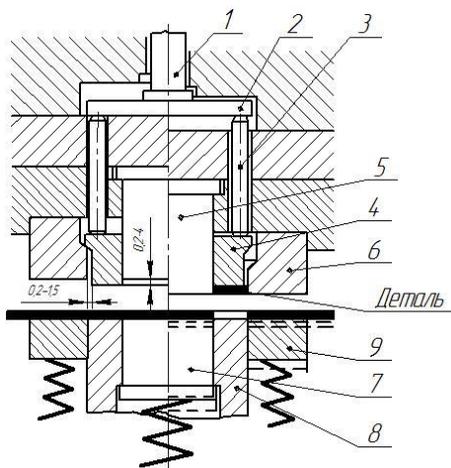


Рис. 2.20. Штамп с выталкивателями и съёмником, действующим от пружин:

- 1 – толкающий стержень; 2 – толкающий диск; 3 – толкающие штифты;
- 4 – кольцевой выталкиватель; 5 – пробивной пуансон; 6 – вырубная матрица;
- 7 – выталкиватель плавного действия; 8 – пуансономатрица; 9 – съёмник

На рис. 2.21 показана конструкция с выталкивателем плавного действия.

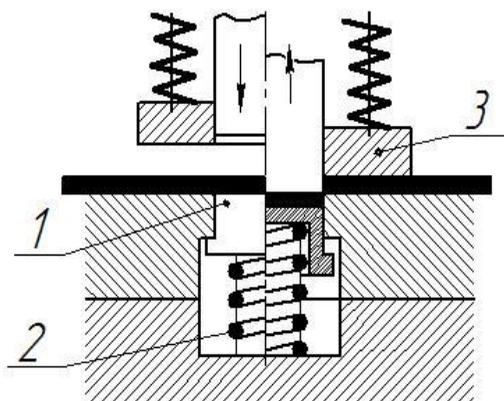


Рис. 2.21. Штамп с выталкивателем плавного действия и подвижным съемником от пружин: 1 – выталкиватель; 2 – пружина; 3 – съемник

Выталкиватель 1 все время находится под действием пружины 2. Буртик выталкивателя обеспечивает совпадение торца его с зеркалом матрицы, что важно для передвижения материала. Сила пружины в предварительно натянутом состоянии должна быть на 10...15% больше силы снятия. Если конструктивно невозможно разместить пружину требуемого размера в гнезде матрицы, то привод осуществляют от буфера. Применяя подвижный съемник 3 в сочетании с толкателем 1, можно вставить вырубленное изделие обратно в ленту.

Прижим. В штампе для прессов простого действия с буферным устройством и в штампах для прессов двойного действия применяют прижимы складкодержатели.

Конструктивно штампы для прессов простого действия более приспособлены для совмещения операций, их легче автоматизировать. Часто на них совмещают операции вырубки, вытяжки, пробивки. Матрица этих штампов крепится к верхней плите штампа, а пуансон и прижим – к нижней плите (рис. 2.22).

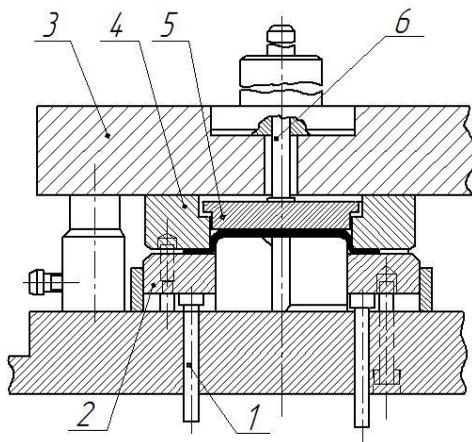


Рис. 2.22. Штамп для вытяжки с прижимом складкодержателем:
 1 – шпилька; 2 – прижим; 3 – верхняя плита; 4 – матрица;
 5 – выталкиватель; 6 – толкающий стержень

В верхней части штампа для прессы двойного действия расположены пуансон и прижим, прикрепляемые к прессу при помощи промежуточных плит. Пуансон крепится к вытяжному (внутреннему) ползуну, а прижим к прижимному (наружному) ползуну; матрица расположена в нижней части штампа. Использование прижимов позволяет исключить гофрообразование при вытяжке изделий (рис. 2.23).

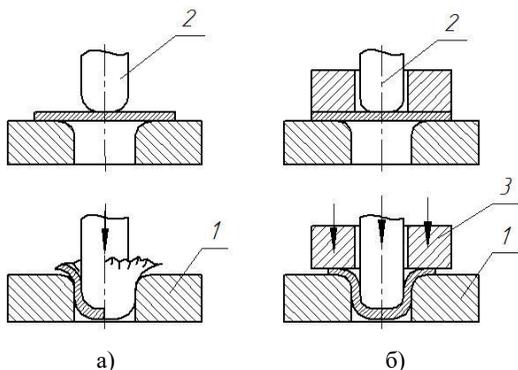


Рис. 2.23. Вытяжка а – без прижима; б – с прижимом:
 1 – матрица; 2 – пуансон; 3 – прижимное кольцо

В матрице и пуансоне имеются отверстия для выхода воздуха. В прижимном кольце (иногда в матрице) предусматриваются перетяжные ребра и пороги, служащие для повышения интенсивности торможения заготовки под прижимом. Иногда на прижимном кольце и матрице устанавливают ножи, с помощью которых проводят отрезку углов прямоугольной заготовки с целью совмещения операций.

Направляющие устройства. При подаче ленты (полосы) необходимо, чтобы она передвигалась симметрично продольной оси штампа, в противном случае ввиду небольшой ширины перемычек будут иметь место односторонняя рассечка их и неполноценность изделия. Для предупреждения боковых перемещений ленты используют направляющие устройства. В штампах с неподвижным съемником применяют направляющие планки, которые устанавливают между съемником и матрицей. Ширина этих планок зависит от ширины съемника (матрицы) и расстояния между направляющими. Толщина планок берется по соответствующим нормам. В небольших штампах иногда направляющие планки делают заодно со съемником путем строгания в нем продольного паза для прохода ленты (полосы). При коротком штампе длина направляющих не обеспечивает продольную устойчивость ленты (лента виляет). Достаточное удлинение направляющих планок (рис. 2.24) и соединение их свободных концов поперечной поддержкой создает необходимую устойчивость.

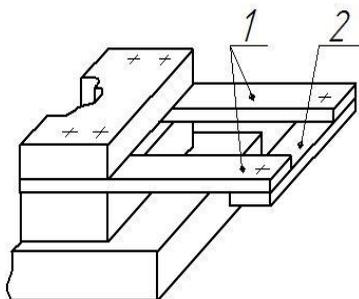


Рис. 2.24. Приемные полки для ленты и полосы:
1 – удлиненные направляющие планки, 2 – поперечная поддержка

Вынесенные за габаритные размеры матрицы направляющие, планки с поддержкой называются приемными полками. При установке штампа на пресс, имеющий большое расстояние между подающими клещами (или валками), лента между штампом и подающим механизмом провисает. Применение усиленных приемных полок устраняет провисание и создает надлежащее направление. Такие полки лучше располагать с двух сторон штампа. В рассмотренных конструкциях направления ленты возможно небольшое поперечное перемещение ее, поэтому такие конструкции, как правило, применяются в штампах простого действия. В штампах последовательного действия передвижение ленты (полосы) должно быть симметрично, иначе изделия могут получаться эксцентричными, неполноценными. Ширина ленты (полосы) может колебаться в пределах допуска на нее, который обычно значительно больше допускаемой нецентричности изделия (например, отверстия к наружному контуру). Вредное влияние отклонений ширины ленты (полосы) можно устранить приданием одной из кромок ее значения базы. В этом случае в штампе принимают за базу ту направляющую планку, которая расположена со стороны базовой кромки ленты. Если обеспечить постоянное прилегание базовой кромки ленты к базовой направляющей планке, то, как бы ни было велико отклонение ширины материала, оно не отразится на центричности изделия. Одна из конструкций прижима ленты (рис. 2.25, а) состоит из двух направляющих планок (одна – базовая), прижимов 1 и пружин 2.

В планке, противоположной базовой, выпиливают гнезда для прижимов и пружин. Крепление планок нормальное. Толщину прижимов и высоту пружин делают на 0,2...0,5 мм меньше толщины планки. Чем тоньше материал, тем эта разница меньше. Разница в толщинах нужна для свободного перемещения прижима и пружины между матрицей и съемником.

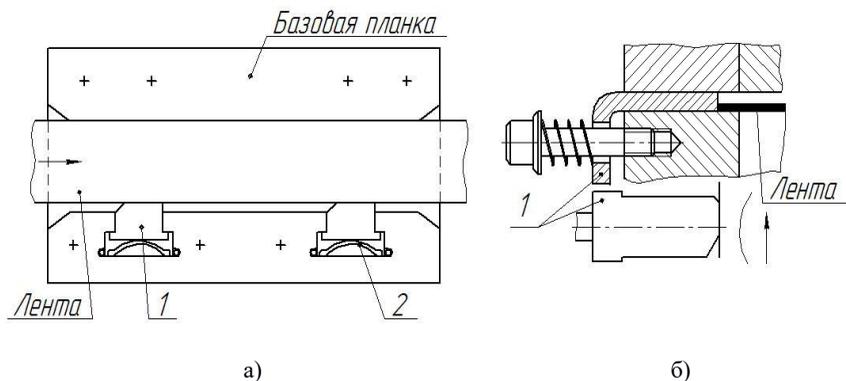


Рис. 2.25. Боковые прижимы ленты (полосы) в штампе с базовой направляющей:
 а – типовой; б – с более сильными пружинами; 1 – прижим; 2 – пружина

Количество прижимов и пружин устанавливается в зависимости от конкретных условий штамповки. Пружины обычно подбирают, поэтому следует иметь набор их. Конструкция с более сильными пружинами показана на рис. 2.26, б.

Упоры. При ручной подаче ленты (полосы) для соблюдения шага подачи в штампах простых и совмещенных применяют постоянно действующие упоры. В штампах последовательного действия для тех же целей применяют боковые ножи или заменяющие их предварительные и постоянно действующие упоры и ловители. Постоянно действующие упоры бывают неподвижные и подвижные. При работе с подвижными упорами обеспечивается, как правило, более высокая производительность. Часто упор представляет собой штифт ступенчатой формы (рис. 2.26, а).

Меньшим диаметром он закреплен в матрице. Чем больше разница диаметров упора, тем дальше расположено отверстие для него в матрице от режущей части, тем прочнее матрица. Упор обычно ставят за рабочим переходом. Такое расположение упора не увеличивает габаритных размеров матрицы и, кроме того, в него упирается еще не пробитая, а значит, более прочная лента. Для передвижения ленты достаточно ее приподнять над упором и немного продвинуть; упор войдет в отверстие ленты. После этого ленту продвигают до соприкосновения с упором. Эти упоры непригодны для вырубков, диаметры которых меньше 8...10 мм.

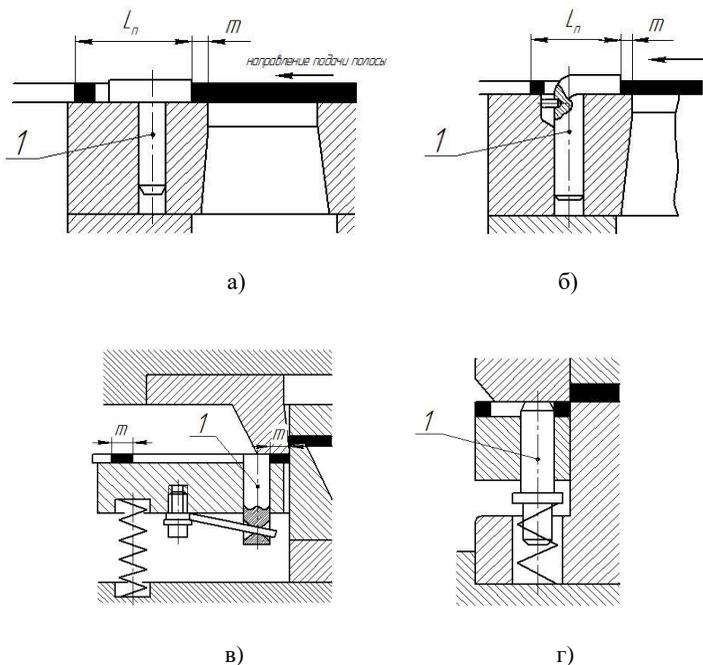


Рис. 2.26. Постоянно действующие упоры:
 а – грибковый; б – крючкообразный; в, г – утопающий; 1 – упор;
 L_n – шаг подачи полосы; m – перемычка между деталями

Можно упор поставить через шаг от рабочей кромки матрицы. В этом случае в качестве упора берут цилиндрический штифт; прочность матрицы увеличивается. При этом увеличиваются и габаритные размеры матрицы, что нежелательно и не всегда возможно. Применяют и другую конструкцию упора (рис. 2.26, б), ось которого расположена далеко от режущей кромки матрицы, это достигается благодаря его крючкообразной форме. Так как верхняя часть упора несимметрична, то он фиксируется штифтом, для которого в матрице делается соответствующая прорезь. Упор этого типа позволяет вырубать изделия из ленты и без поперечной перемычки.

Если матрица закреплена в верхней части штампа, а пуансон с подвижным съемником – в нижней, необходимо применять уто-

пающий упор (рис. 2.26, в, г). При передвижении так же, как и в предыдущих случаях, ленту (полосу) необходимо перекидывать через упор. В момент вырубки матрица, нажимая на верхний торец упора, заставляет его частично прятаться в съемник. При конструировании упоров как неподвижных, так и подвижных следует учитывать силу инерции при подаче особенно толстых полос. Слабые упоры, даже при нормальной подаче, могут быть сбиты. Конструктивные размеры упоров должны обеспечивать их надежность. Неподвижные упоры при штамповке необходимо видеть, поэтому в неподвижных съемниках над упорами делают вырезы. Качество и прочность съемника от этого не снижаются, но благодаря вырезам достигается удобство в работе и увеличивается производительность.

При вырубке широких изделий, особенно из относительно тонкого материала, упор, поставленный в середине (рис. 2.27, а), не обеспечивает правильного перемещения ленты, поскольку сила, с которой прессовщик подает ленту, во много раз больше силы, необходимой для изгиба перемычки. Прессовщик может не почувствовать момента начала изгиба. Чтобы устранить это явление, ставят не один упор в центре, а два – по краям (рис. 2.27, б).

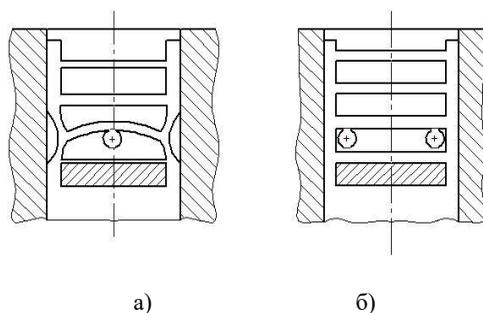


Рис. 2.27. Расположение упоров при штамповке широких изделий:
а – по центру; б – по краям

Подвижные упоры включают упоры двойного и прямого движения ленты (полосы). При работе с упорами двойного движения (рис. 2.28) ленту необходимо каждый раз продвигать вперед больше чем на шаг, а затем – незначительно назад.

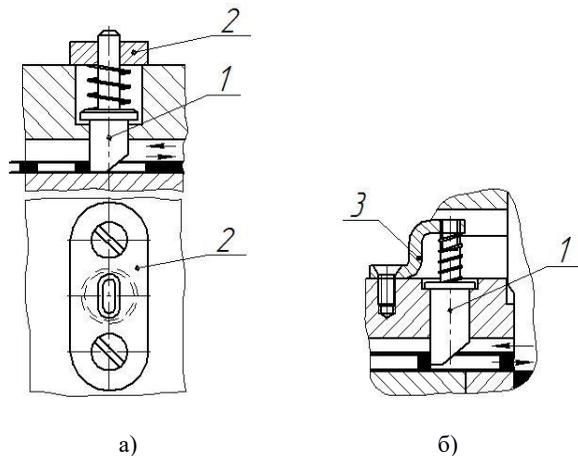


Рис. 2.28. Подвижный упор двойного движения ленты (прямого и обратного):
 а – с направляющей планкой; б – с направляющим кронштейном;
 1 – упор; 2 – планка; 3 – кронштейн

Работая с упорами прямого движения (рис. 2.29), ленту продвигают только в одном направлении – вперед.

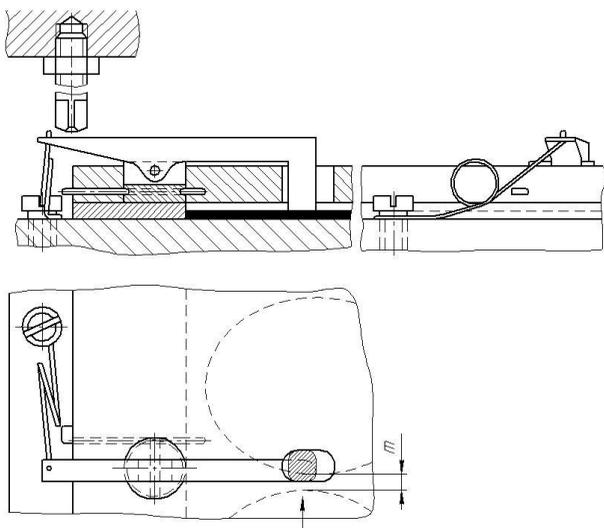


Рис. 2.29. Подвижный упор прямого движения полосы

При работе с упорами двойного движения производительность будет несколько ниже, чем с упорами прямого движения. При серийном и массовом производстве упоры прямого движения, несмотря на их относительную сложность, следует предпочесть упорам двойного движения. Предварительные упоры применяют в штампах последовательного действия. Подавая ленту в такой штамп, вначале необходимо ввести ее только в зону 1-го перехода. После 1-го рабочего хода ленту нужно продвинуть точно на величину шага подачи в зону 2-го перехода и так столько раз, сколько переходов содержит штамп. Контроль за первоначальным передвижением ленты постоянными упорами осуществлен быть не может. Он осуществляется предварительными (временными) упорами, которые расположены в штампе между съемником и матрицей (рис. 2.30).

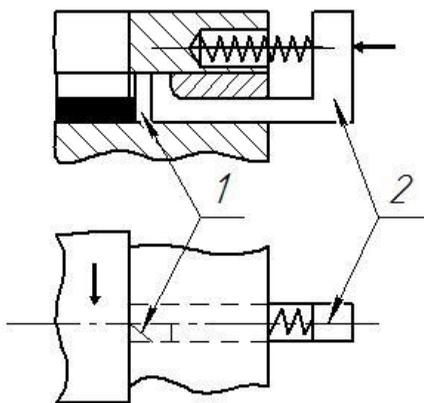


Рис. 2.30. Предварительный (временный) упор:
1 – рабочий торец упора; 2 – наружный торец упора

В штампе последовательного действия, до передвижения ленты в 1-й переход упор этого перехода нажатием пальца на его наружный торец вводят в рабочую зону штампа. Торец упора выйдет за пределы направляющей планки и ограничит продвижение ленты. Палец отпускают, и упор пружиной возвращается в исходное положение. Совершается рабочий ход. После операции на

1-м переходе ленту продвигают до упора 2-го перехода. Так поступают столько раз, сколько переходов имеет штамп без одного.

В штампах последовательного действия вместо нескольких предварительных упоров можно применить один шаговый нож (рис. 2.31). Шаговые ножи, повышая точность шага подачи ленты (полосы), увеличивают отход материала, так как небольшая ширина кромки ленты обрезается и на эту ширину обрезки увеличивают ширину ленты. Конец ленты, вставляемый в направляющие штампа, торцом упрется в выступ (упор), находящийся на направляющей планке. Затем производят ход ползуна, во время которого одновременно пробивается отверстие (для данного изделия) и обрезается часть кромки ленты, по длине равная шагу подачи материала. После чего ленту продвигают до нового контакта уступа ленты с выступом (упором) на направляющей планке, т.е. на шаг подачи. И так на протяжении штамповки всего рулона ленты или всей полосы. Для большего повышения точности шага подачи применяют два шаговых ножа, которые устанавливают с двух сторон ленты на разных переходах. Во время отрезки кромки ленты ножом, у которого рабочий торец параллелен зеркалу матрицы, возможен сдвиг ленты в сторону, обратную подаче, и, как следствие, понижение точности шага подачи. Для устранения такого явления рабочий торец ножа 3 делается со скосом *A* (рис. 2.31).

В этом случае возникает боковое усилие и поэтому сечение шагового ножа и закрепление его необходимо делать надежными и, кроме того, желательно создать опору – направление в зоне рабочего торца шагового ножа. При использовании постоянного упора в сочетании с боковым ножом, независимо от числа переходов, необходим только один предварительный упор. В штампах последовательного действия с расположением подвижного съемника в верхней части можно применять упрощенный предварительный упор. В этом случае в матрице сверлят небольшие отверстия с шагом, равным шагу подачи, вставляют в первое отверстие штифт (предварительный упор) и передвигают до него ленту. Когда лента установлена, штифт вынимают и производят рабочий ход. Затем штифт вставляют во второе отверстие, и так до тех пор, пока не вступит в действие постоянный упор. В дополнение к ска-

занному об упорах заметим, что неточность фиксирования упорами определяется главным образом их зазорами и допусками, уже сточить которые не всегда удается.

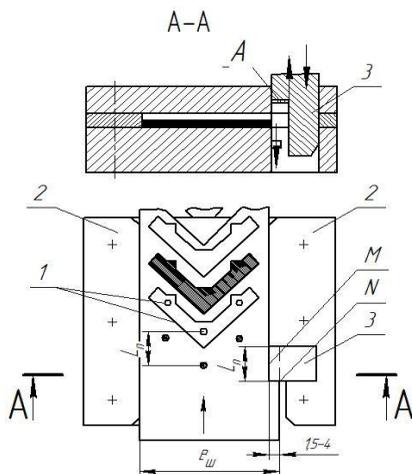


Рис. 2.31. Расположение шагового ножа в штампе:

- 1 – контур изделия; 2 – направляющие планки; 3 – шаговый нож;
M – выступ (упор) на направляющей планке; *N* – выступ полосы (ленты);
A – вид шагового ножа со скошенным рабочим торцом; *L* – шаг подачи полосы

Фиксаторы. При штамповке вырубленных или отрезанных заготовок, укладываемых на зеркало матрицы вручную, необходимо располагать их так, чтобы базы предыдущей операции (например, наружный контур, часть его или отверстие) совпадали с базами новой операции. Для обеспечения этого применяют фиксаторы (рис. 2.32).

Фиксаторы, как правило, выполняют так, что только часть контура заготовки имеет с ними контакт (за исключением тел вращения), а иногда, при круглых фиксаторах, имеет место даже точечный контакт. При подаче в штамп заготовок, отрезанных на ножницах или в универсальных отрезных штампах, у которых габаритные размеры и геометрия контура недостаточно точные, сле-

дует заготовки фиксировать по двум пересекающимся базам с поджатием заготовки к ним (рис. 2.32, в).

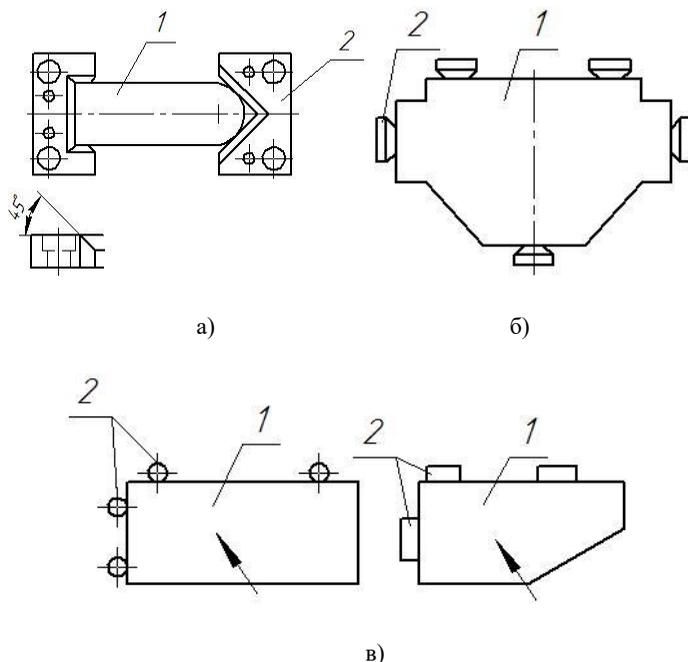


Рис. 2.32. Фиксаторы: а – для вырубленных заготовок малых и средних размеров; б – для вырубленных заготовок крупных размеров; в – для заготовок, отрезанных на ножницах; 1 – заготовка; 2 – фиксаторы

Ловители. При подаче ленты (полосы) в штамп помимо направления необходимо точное ее передвижение на величину шага подачи. Если материал подается механическим путем (валками или клещами), то для последовательных штампов допустимая неточность подачи может быть исправлена ловителями. В этих штампах других деталей контроля передвижения ленты нет. Для штампов, простых и совмещенных точность механической подачи вполне достаточна.

Ловители центрируют ленту (полосу) или полуфабрикат по ранее пробитым отверстиям, которые могут быть отверстиями самого изделия или пробиваемыми в ленте специально для ловителей. В последнем случае, для облегчения изготовления, отверстия делают круглыми. Ловители, центрирующие по специально пробитым отверстиям, как правило, бывают цельными и закрепляются в пуансонодержателе по типу пуансонов – на буртике. При небольшом диаметре и большой длине ловитель для усиления делается ступенчатым. Ловители, центрирующие по отверстиям изделия, можно ставить и на последнем вырубном пуансоне. Способов закрепления их в пуансоне достаточно много. Материал ловителей должен хорошо сопротивляться истиранию. Ловители, выполненные как одно целое с пуансонами, из-за неудобства заточки последних применяются редко. Типы ловителей показаны на рис. 2.33.

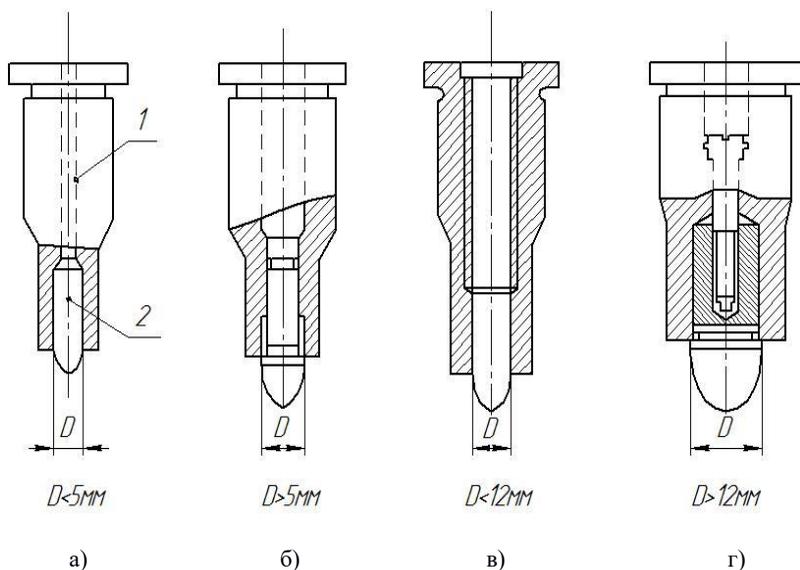


Рис. 2.33. Ловители, закрепляемые в пуансонах:
а и б – для материалов толщиной до 3 мм; в и г – для материалов, толщиной более 3 мм; 1 – вырубной пуансон; 2 – ловитель

Ловители могут применяться во всех видах штампов, но в штампах последовательного действия они являются непременной деталью (рис. 2.34). В этих штампах ловители устанавливаются как на последнем переходе так, иногда, и на всех переходах.

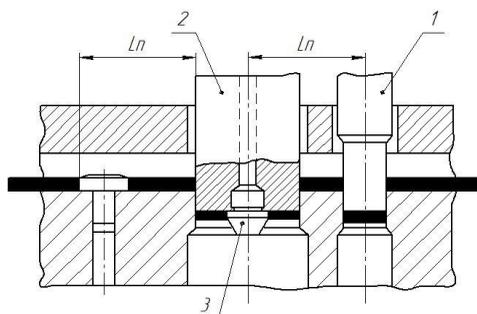


Рис. 2.34. Ловитель в штампах последовательного действия:
1 – пробивной пуансон (1-й переход); 2 – вырубной пуансон (2-й переход);
3 – ловитель; $L_{п}$ – шаг подачи полосы

Крепежные изделия. Номенклатура крепежных деталей в штампах должна быть ограниченной. В подавляющем большинстве конструкций штампов можно обойтись тремя типами крепежных деталей: **болтом** с внутренним шестигранником, болтом с внутренним шестигранником и заплечиками для съемников, складкодержателей и других узлов, **винтом** с прорезью.

Выбор болта не с наружным, а с внутренним шестигранником объясняется тем, что необходимый диаметр гнезда для головки с внутренним шестигранником примерно в 2 раза меньше, чем для головки с наружным шестигранником с учетом ключа для него. Что касается винтов с прорезью, то их применяют только в исключительных случаях. Такие винты завинчивают отверткой, в силу чего их нельзя так надежно затянуть как болты, имеющие шестигранник. Прорези быстро разрабатываются, приводя винты в негодность.

Штифты. Штампы подвержены относительно частой сборке-разборке, поэтому и установочные штифты часто выколачивают. Штифты применяют цилиндрические (рис. 2.35).

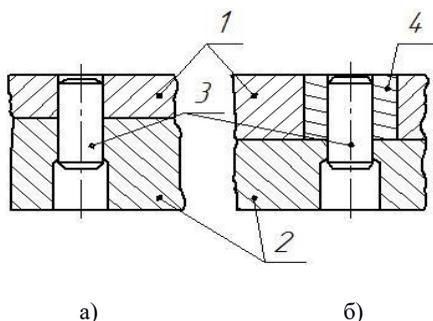


Рис. 2.35. Установочные штифты: а – обычное соединение; б – соединение с применением втулки; 1 – матрица; 2 – плита; 3 – штифт; 4 – втулка

Такие штифты служат не только для правильного центрирования деталей при сборке, но и для восприятия боковых нагрузок во время работы штампов (гибочные несимметричные матрицы, сборные матрицы и др.). Диаметры штифтов обычно принимают значительно большего размера, чем диаметры, полученные расчетом на срез, как правило, не менее 6 мм. Такой выбор обеспечивает надежность работы штампа и удобство в эксплуатации. Кроме того, штифты малых диаметров при большой их длине могут быть погнуты. При соединении двух сырых деталей производится совместное сверление их с последующей обработкой разверткой. При соединении сырой детали с закаленной отверстия в последней обрабатывают разверткой до закалки. После закалки отверстия в зависимости от их размеров зачищают или шлифуют. В матрице обычно делают не менее двух отверстий под штифты. Расстояние между этими отверстиями в матрице при термообработке может изменяться, в сырой же плите координаты отверстий остаются неизменными.

Учитывая, что плита (нижняя или верхняя) намного долговечнее матрицы, следует применять соединение, характеризуемое тем, что в уже закаленную матрицу (рис. 2.35, б) запрессовывают сырую втулку. Затем, спарив матрицу с плитой, производят совместную обработку отверстия под штифт в плите и втулке.

Буферы в штампах используют для складкодержателей при вытяжке, а также для выталкивателей, съемников, прижимов. С помощью буфера складкодержатель предотвращает образование складок во фланце вытягиваемой заготовки. Если пресс не оснащен

пневматическим, гидropневматическим или каким-либо другим стационарным универсальным буфером, то вместе со штампом конструируют и изготовляют эластичный или пружинный буфер.

Эластичный буфер (рис. 2.36) состоит из эластичного (резинового или полиуретанового) кольца 1, стальных подвижной 2 и неподвижной 3 шайб, между которыми находится резина, стержня 4, на котором она монтируется и который соединяет буфер со штампом.

Толкатели складкодержателя опираются на подвижную шайбу буфера. Для изменения усилия буфера служит гайка 5, накрученная на резьбовом конце стержня. Резиновое кольцо при сжатии развивает давление. При предварительном сжатии эластичного элемента, которое можно принять равным 20%, буфер должен развивать усилие складкодержателя или выталкивателя.

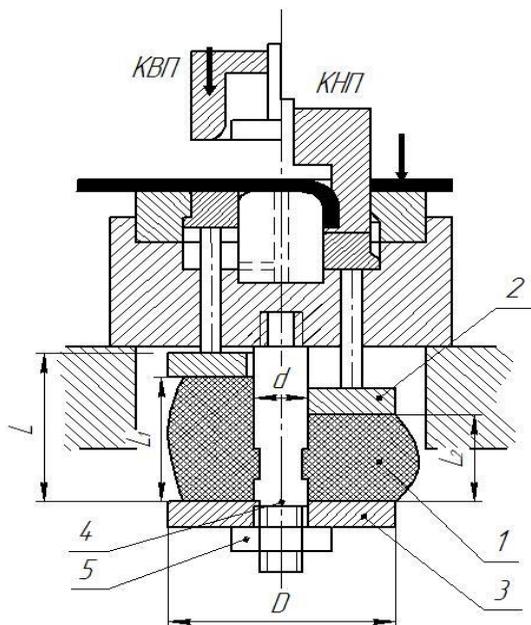


Рис. 2.36. Резиновый буфер: 1 – эластичное кольцо; 2 – стальная подвижная шайба; 3 – стальная подвижная шайба; 4 – стержень; L – длина эластичного элемента (кольца) в свободном состоянии, L1 – длина предварительно поджатого кольца, L2 – длина кольца при максимальном сжатии

3. ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШТАМПОВ

3.1. Исходные данные для проектирования штампов

При проектировании штампов необходимо иметь следующие исходные данные:

1) Чертежи штампуемой детали с техническими условиями на нее.

Штамповая оснастка проектируется на основе рабочего чертежа детали и технологического процесса ее изготовления. Чертеж детали, как главный документ, сопутствует всем стадиям подготовки производства, в том числе и на завершающем этапе (при изготовлении оснастки в металле). При проектировании вырубных штампов исходным материалом в дополнение к чертежу и техпроцессу служит карта раскроя.

Состав данных на чертеже детали:

- конфигурация и размеры штампуемого (вырубаемого или деформируемого) контура;

- технологичность контура;

- класс точности;

- наименование и состояние материала готовой детали.

2) Программа выпуска штампуемой детали.

3) Технологический план обработки детали.

Состав данных технологического процесса:

- наименование и последовательность операций;

- потребное усилие, необходимое для выполнения операций;

- наименование оснастки;

- наименование и размеры исходной заготовки: марка материала, размер листа, ленты или полосы для вырубного штампа; размер и конфигурация заготовки для вытяжного, гибочного и др. штампа; состояние материала (нагартованный, отожженный и т.д.);

4) Операционные карты.

Состав данных с карты раскроя:

- раскрой листа, если он является первичной заготовкой;

- раскрой полосы или ленты (направление проката, схемы расположения деталей с указанием перемычек и шага).

5) Технические характеристики оборудования (прессов, машин).

- сведения об оборудовании;
- средства механизации, автоматизации (если они необходимы);
- указания по технике безопасности.

Имея перечисленные исходные данные, производят выбор типа штампа и его узлов. Этот этап проектирования является самым трудным и ответственным, так как на правильный выбор конструкции штампа оказывает существенное влияние большое число различных факторов. К основным из этих факторов относятся конфигурация и размеры штампуемой детали, требуемая точность штамповки, форма исходного материала (лист, полоса, лента, отход), наличное оборудование штамповочного цеха, технические возможности инструментального цеха и др. При этом одним из решающих факторов является экономический – количество производимых деталей, стоимость изготовления штампа.

В большинстве случаев штамповку какой-либо детали можно осуществить тремя способами:

- 1) отдельный способ штамповки на нескольких штампах, каждый из которых производит только одну операцию;
- 2) на последовательно действующих штампах;
- 3) на совмещенных штампах.

Наиболее правильный выбор способа штамповки и типа штампа можно сделать только на основе анализа и учета всех вышеприведенных факторов и в первую очередь факторов экономических.

После установления типа штампа необходимо решить вопрос о направляющих устройствах (направляющие плиты, колонки или сопряженные направляющие), о типе упоров, о прижиме, съемнике и других деталях штампа, влияющих на качество штамповки. При решении этих вопросов следует руководствоваться теми указаниями и замечаниями о применяемости тех или иных штампов и их деталей, которые были рассмотрены в главах о конструкциях штампов.

Выбранная конструкция штампа должна обеспечить высококачественную штамповку, максимальную производительность, достаточную стойкость в эксплуатации, сравнительно невысокую

стоимость изготовления, а также удовлетворять условиям техники безопасности.

Следующий этап проектирования сводится к производству необходимых технологических расчетов, а именно:

- составление раскроя материала с подсчетом его коэффициента использования.

- определение потребных усилий и затрачиваемой работы для штамповки;

- определение центра давления штампа;

- определение величины зазора между матрицей и пуансоном и установление направления зазора;

- конструктивный подбор элементов (деталей), составляющих проектируемый штамп;

- определение исполнительных (рабочих) размеров пуансонов и матриц и назначение допусков на них;

- проверка основных деталей штампа на прочность, проверка пружин (резиновых или полиуретановых буферов).

В результате решения указанных технологических вопросов выявляется технологическая схема штампа, которая должна отражать:

- тип штампа в соответствии с характером производимых деформаций;

- количество одновременно выполняемых операций или переходов (совмещённость);

- способ выполнения операций во времени (последовательно или параллельно);

- количество одновременно штампуемых деталей;

- схему расположения рабочих частей штампа;

- способ подачи и фиксации материала или заготовки в штампе;

- способ удаления деталей или отходов.

Технологическая схема штампа является заданием для его конструирования. Дальнейший этап проектирования заключается в вычерчивании общего вида штампа: дается план (вид сверху) нижней части штампа; делается разрез штампа (продольный или поперечный) в рабочем положении; при необходимости дается также план верхней части штампа (вид снизу).

По общему виду штампа, по его габаритным размерам и ранее рассчитанным усилиям и затрачиваемой работе подбирается необходимый пресс.

После вычерчивания штампа, если необходимо изменить некоторые его детали, производится вторичная проверка этих деталей на прочность и надежность их действия (пружины). Затем составляется спецификация деталей штампа и производится его детализовка с простановкой на чертежах деталей размеров, обработки, посадок и допусков на изготовление.

Последним этапом проектирования штампа является составление пояснительной записки и заполнение паспорта штампа.

Оформление чертежей штампа производится по соответствующим стандартам на соответствующих форматах и должно соответствовать единой системе конструкторской документации (ЕСКД). Тестируемые детали штампа и крепежные детали подбираются по соответствующим ГОСТам, негостируемые – по ведомственным нормалам, по РТМ или по конструктивным соображениям.

3.2. Последовательность проектирования и оформления чертежей

Имея технологический процесс штамповки и принципиальные схемы рабочих частей штампов, приступают к конструированию последних. Помимо данных, имеющихся в технологической карте, необходимо определить открытую и закрытую высоты прессы (рис. 3.1).

Кроме открытой и закрытой высот, необходимы следующие данные прессы:

- размер отверстия в плите и в самом столе;
- расположение и размеры крепежных пазов в подштамповой плите и ее толщина (если работа будет производиться без подштамповой плиты, то необходимы аналогичные размеры стола прессы);
- отверстие под хвостовик или расположение и размеры крепежных пазов в ползуне;
- вылет центра хвостовика от станины;

- расстояние между стойками станины и расстояние между направляющими призмами ползуна;
- размеры площадей подштамповой плиты (или стола) и торца ползуна.

Если в прессе используются подающие ленту и удаляющие деталь устройства, то нужны их основные рабочие данные: максимальная ширина, максимальный шаг подачи, начало толкания поперечины и др.

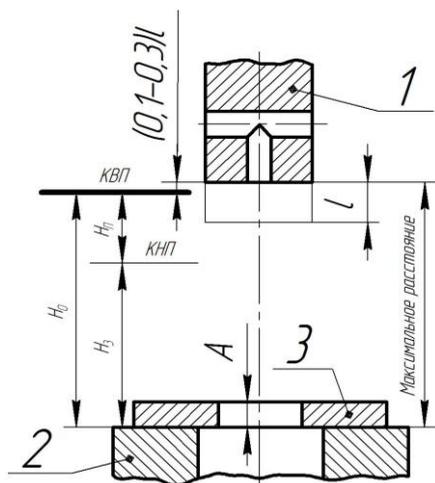


Рис. 3.1. Схематическое изображение штампового пространства:

- 1 – ползун пресса; 2 – стол пресса; 3 – подштамповая плита;
 H_0 – открытая высота пресса; H_3 – закрытая высота пресса; H_n – ход ползуна;
 l – регулировка длины ползуна; A – толщина плиты

Проектирование штампа целесообразно проводить в следующей последовательности.

Сначала производят планировку проекций и вычерчивают на листе общего вида ленту с раскроем изделия. Если штамп последовательного действия, то здесь же вычерчивают план всех переходов (как рабочих, так и нерабочих). На плане располагают направляющие для ленты, упор и другие узлы и детали, присущие выбранной конструкции штампа. Затем намечают, где будут штифты и болты. В результате определяются предварительные габаритные размеры матриц.

По найденным размерам матрицы подбирают по ГОСТ или нормальям блок, имеющий площадь, соответствующую размерам для матрицы, или ближайшую большую. В этом случае габаритные размеры матрицы можно увеличить до размеров рабочей площади нижней плиты. Базируясь на матрице, вычерчивают нижнюю плиту.

Затем переходят к главной проекции. В месте, отведенном для этой проекции, проводят нижнюю плоскость нижней плиты штампа (совпадает с плоскостью стола пресса или с верхней плоскостью подштамповой плиты пресса, если она первоначально предусмотрена) и на расстоянии H_3 (рис. 3.1) – верхнюю плоскость верхней плиты штампа. Верхнюю плиту штампа необходимо располагать чуть ниже максимально возможного ее положения $(0,1\dots 0,3) l$, что гарантирует возможность установки на прессе штампа даже при некоторых отклонениях в плюс толщин его плит. Большая часть регулировки ползуна остается внизу.

В штампе для разделительной операции по мере износа пуансона производится его шлифовка. Вследствие этого длина пуансона уменьшается, что приводит к увеличению открытой высоты штампа. Чтобы выдержать открытую высоту штампа неизменной, опускают ползун за счет оставшейся неиспользованной регулировки $(0,9\dots 0,7) l$.

Вычитая из открытой высоты штампа выбранную величину рабочего хода, получаем закрытую высоту штампа, что позволяет прорисовать на чертеже выбранные плиты штампа. Затем прочерчивают толщину матрицы и направляющих планок.

Вычерчивая пуансон, нужно его нижний торец установить на $1\dots 2$ мм ниже кромки матрицы (рекомендуемая глубина проникновения пуансона в матрицу равняется толщине штампуемого материала). Верхний торец пуансона должен соприкасаться с нижней плоскостью верхней плиты, к которой крепится пуансонодержатель. Если пуансон получился очень длинный и тонкий, то укоротить его можно, выбрав более толстые нижнюю и верхнюю плиты, так как одни и те же габариты их имеют несколько толщин. Если этого недостаточно или это нежелательно (увеличивается масса штампа и пр.), то уменьшают фактическую закрытую высоту пресса H_3 путем постановки на стол пресса подштамповой плиты 3 (рис. 3.1).

Если H_3 недостаточная, например, не удастся поместить съемник (особенно, если он работает от пружин), то в этом случае берут плиты меньшей толщины, но все же достаточно прочные. Следующий этап – вычерчивание съемника. Минимальную толщину съемника следует брать согласно нормалям.

При проектировании общего вида штампа необходимо учитывать расположение и размеры крепежных пазов в подштамповой плите пресса (столе пресса), вылет хвостовика, наличие и положение поперечины в ползуне и др.

Сборочный чертеж штампа включает «план верха» (вид сверху на верхнюю часть штампа) и «план низа» (вид сверху на нижнюю часть штампа). Сложные конструкции требуют дополнительных разрезов. В целях отражения 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. На операционном эскизе штампуемой заготовки указывается: марка, толщина и состояние материала (твердый, мягкий, отожженный, закаленный и т.д.); допуски на размеры, получаемые в данном штампе, и базовые размеры.

Штампы листовой штамповки следует изображать в соответствии с ГОСТ 2.424-80. Общий вид штампа, как правило, оформляется в масштабе 1:1 (штампы небольших размеров требуют увеличенного масштаба).

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, гибочных – по мере необходимости);

- размер провального окна в случае, если оно превышает размеры отверстия в подштамповой плите.

На листе общего вида в правом верхнем углу должна быть вычерчена со всеми размерами деталь, снимаемая с этого штампа, и материал с его раскроем или, если изделие штампуются из полуфабриката, изображение последнего со всеми размерами. При оформлении чертежей штампов придерживаются следующих правил:

- рабочие чертежи штампов должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД);

- штампуемую деталь, вычерчиваемую в правом верхнем углу общего вида штампа, изображают в том же положении, в каком происходит ее штамповка в данном штампе;

- если штампуются ограниченная часть детали, то допускается вычерчивать не все ее изображение, а только тот участок, который подвержен обработке;

- все технические требования, относящиеся к штампуемой детали (технологическое усилие и др.), записывают в зоне, отведенной для чертежа штампуемой детали (в правом верхнем углу);

- главные и боковые виды (разрезы) штампа изображают в КНП с показом взаимодействия рабочих частей;

- дополнительные виды (сечения) в отдельных случаях допускается вычерчивать в открытом положении штампа;

- над изображением плана верхней (подвижной) части штампа на чертеже делают надпись: «План верха»;

- если на главных изображениях чертежа фронтальная сторона штампа повернута к проектировщику на угол 90° или 180° , то со стороны работы оператора делают надпись «фронт»;

- размеры между направляющими колонками и втулками указывают в одном месте, как правило, на нижней (неподвижной) части штампа;

При наличии нескольких деталей, монтируемых на плитах штампа, с главными осями штампа достаточно увязать только одну из них. Все остальные размеры целесообразно указывать между отдельными конструктивно связанными элементами (рис. 3.2).

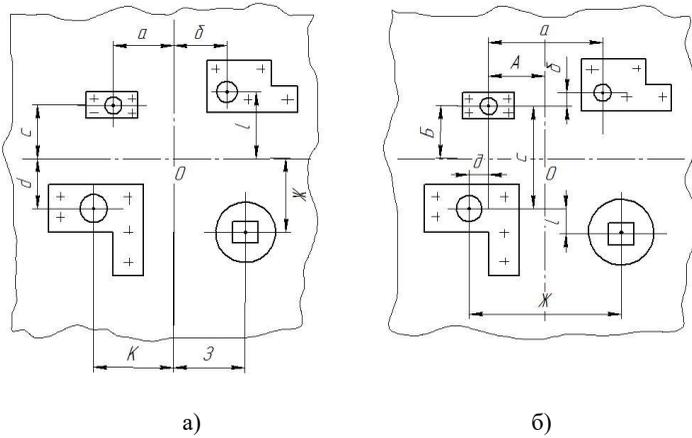


Рис. 3.2. Вид сверху на нижнюю часть разделительного штампа – постановка размеров: а – не рекомендуется; б – рекомендуется

Установочные размеры для рабочих контуров указывают на плане низа или реже на плане верха, некоторые подобные размеры наносятся на изображении главного вида.

Спецификация деталей штампов осуществляется в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

4. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШТАМПА

4.1. Выбор типа штампа

Конструкция штампа оценивается с точки зрения работоспособности, технологичности изготовления, а также возможности сборки и ремонта. В процессе проектирования необходимо стремиться к нахождению простых решений. В соответствии с намеченной технологией выбор штампов осуществляется по следующим признакам: по роду операций и степени их совмещенности (однооперационные и комбинированные); по конструктивному отличию (с направляющими и без них); по эксплуатационным условиям (с ручной и автоматической подачей); по способу удаления деталей и отходов. Детали из рабочего пространства штампа удаляются следующим образом: с провалом через отверстие матрицы; с обратным выталкиванием на поверхность штампа, с ручным удалением; с обратной вставкой в ленту и удалением вместе с ней; с обратным выталкиванием и автоматическим сбрасыванием. Существует два способа удаления отходов: вручную или автоматически в виде остатков полосы или ленты.

Выполнение конструкторских расчетов включает:

- определение размеров деталей блока штампа (плиты штампов, направляющие элементы, хвостовики) из условия прочности при различных схемах нагружений;
- определение геометрических параметров приводов в штампах (пружин, резиновых блоков, буферов и жестких выталкивателей, клиновых систем рычажных и др. приводов);
- определение центра давления штампа, предназначенного для изготовления деталей с несимметричным контуром;
- определение исполнительных размеров рабочего инструмента пуансона и матрицы;
- проверка на прочность рабочих деталей штампов (матриц и пуансонов для проведения разделительных операций), отдельных деталей штампов при действии сдвигающих и нормальных усилий в условиях проведения гибочных операций.

4.2. Конструирование общего вида штампа

Штампы проектируются под конкретные виды оборудования в соответствии с их технической характеристикой. При этом предусматривается: максимальное использование нормализованных и стандартных деталей и узлов (до 70-90%); удобство и безопасность в работе; технологичность изготовления и возможность восстановления рабочих деталей; получение штампуемых деталей с заданными качествами. Штампы проектируются в нижнем рабочем положении – так наилучшим образом увязывается взаимодействие рабочих, прижимающих и удаляющих деталей штампа, а также исключается возможность конструктивных ошибок из-за несогласованности верхней и нижней частей штампа. Обычно кроме главного вида вычерчиваются два плана конструкции – вид снизу и вид сверху. На плане снизу, расположенном под главным видом, указывается все, что смонтировано на нижней плите, а на плане сверху – только то, что относится к верхней плите. На горизонтальной проекции возможно совмещение видов сверху на нижнюю и верхнюю плиты.

На чертеже общего вида штампа необходимо указать: габаритные размеры; высоту штампа в его нижнем положении (закрытую высоту); требуемое усилие штамповки; величину хода ползуна пресса; расположение рым-болтов при весе свыше 20 кг; специальные требования техники безопасности.

Конструкция штампа должна обеспечивать не только удобство установки и транспортирования, но и удобство и безопасность перемещения и сборки его отдельных частей.

Детали штампа массой более 25 кг должны иметь нарезанные отверстия для рым-болтов. Такие же отверстия предусматриваются на верхней, передней и задней поверхностях крупных штампов. Для подъема и перемещения тяжелых штампов и блоков в их нижних частях предусматриваются пазы, а на боковых поверхностях – приливы, за которые зачаливают штамп при помощи тросов или цепей.

В правом верхнем углу вычерчивается эскиз детали, получаемой на данном штампе в общем виде. Здесь необходимо указать: марку материала, его толщину и состояние (отожженный, закаленный и т.п.); схему раскроя, размеры заготовки и детали с указани-

ем допусков на их изготовление. В правом нижнем углу общего вида указываются технические требования на изготовление, монтаж и эксплуатацию штампа.

4.3. Определение центра давления штампа

На работу штампа влияет местоположение хвостовика. От этого зависит качество, точность работы и стойкость штампа. Местоположение хвостовика находят методом определения центра давления штампа.

В геометрически правильных контурах деталей их центры давления и геометрические центры совпадают. Центр давления круглого контура совпадает с центром окружности. При несимметричном вырезаемом контуре или для многопуансонных штампов, а также штампов последовательного действия определяют координаты X_0 и Y_0 центра давления штампа.

При вырубке или пробивке одной детали с симметричным контуром равнодействующая (сила) усилия вырубки – так называемый центр давления – будет находиться в центре контура. При одновременной вырубке или пробивке нескольких различных фигур центр давления будет определяться расположением и размерами этих фигур. Это имеет место в случае работы на последовательных штампах, а также при вырубке отверстий разных диаметров в одной детали. Во всех случаях необходимо определить центр давления, то есть точку приложения равнодействующей всех усилий вырубки. Для правильной работы прессы и штампа центр давления следует совместить с осью ползуна, что достигается расположением хвостовика в верхней плите таким образом, чтобы его ось проходила через центр давления. В противном случае появляется изгибающий момент и происходит перекокс ползуна. Износ направляющих на прессе, а иногда и одностороннее срезание рабочих кромок матрицы и пуансона. Последнее явление присуще особенно открытым штампам без направляющих колонок и плит. Для нахождения центра давления пользуются двумя методами: 1) аналитический метод моментов – сил сопротивления вырубке; 2) графический [1].

Для определения местоположения центра давления штампа на произвольном расстоянии от контура наносят оси x и y . Контур

разбивают на элементарные отрезки и определяют местоположение их центров тяжести и расстояние x_i и y_i . На прямолинейных участках центры тяжести размещаются посередине линий. Центры тяжести дуг окружностей определяются по формулам. Координаты центра давления X_0 , Y_0 штампа определяются аналитически:

$$X_0 = \frac{\sum l_i \times x_i}{\sum l_i}, \quad Y_0 = \frac{\sum l_i \times y_i}{\sum l_i},$$

где (x_i, y_i) – координаты центра масс i -ой линии, длина которой равна l_i , мм.

Пересечение координат X_0 и Y_0 дает искомый центр давления штампа.

4.4. Конструирование штампов

4.4.1. Конструирование штампов для разделительных операций

Закрытая и открытая высота штампа. Штамп проектируется, как правило, в его нижнем рабочем положении. В этом положении лучше увязано взаимодействие всех частей штампа, как рабочих, так и прижимающих, и удаляющих. При этом почти исключена возможность конструктивных ошибок по несогласованности нижней и верхней частей штампа как, например, длинные направляющие колонки или короткие пуансоны. При этом учитываются требования безопасной работы штампа и возможные изменения размеров рабочих частей при ремонтах.

Высота штампа в нижнем рабочем положении называется закрытой высотой штампа. Она должна быть тесно связана с закрытой высотой пресса (рис. 3.1).

Закрытой высотой пресса называется расстояние от нижней плиты до ползуна пресса в его нижнем положении при максимальном ходе и укороченной длине шатуна. Штамп, имеющий закрытую высоту большую, чем закрытая высота пресса, не может стать на этот пресс. Существует основное правило при проектировании штампов: штампы должны проектироваться на конкретные прессы в соответствии с их характеристикой. Закрытая высота штампа

должна находиться между наибольшей закрытой высотой прессы и его наименьшей закрытой высотой:

Наибольшая и наименьшая закрытая высота штампа на выбранном прессе определяется выражениями:

$$H_{\text{ш}}^{\text{max}} = H_0^{\text{max}} - A, \quad H_{\text{ш}}^{\text{min}} = H_0^{\text{min}} + A,$$

где H_0^{max} и H_0^{min} – наибольшая и наименьшая высота прессы при ходе ползуна h_0 ; A – величина запаса регулировки закрытой высоты штампа, который компенсирует возможное отклонение последней, вызванное погрешностями изготовления и износом его частей.

Штампы проектируют с закрытой высотой ближе к закрытой высоте прессы, с учетом продолжительности работы на укороченном (свинченном) шатуне, а также уменьшения высоты штампа за счет перешлифовок. Если закрытая высота будет меньше, необходимо применение промежуточных подкладных плит или обработанных брусьев.

Открытой высотой штампа называется расстояние от нижней плиты штампа до верхней плиты штампа, находящееся в прямой зависимости от открытой высоты прессы. Открытой высотой прессы называется расстояние от нижней плиты прессы (стола) до ползуна в его нижнем положении.

Наибольшая и наименьшая закрытая высота прессы при заданном ходе h_0 зависит от конструктивных параметров прессы [5]:

$$H_0^{\text{max}} = H - H_{\text{плт}} + \frac{(h_{\text{max}} - h_0)}{2},$$

$$H_0^{\text{min}} = H - H_{\text{плт}} - \Delta_{\text{ш}} - \Delta_{\text{с}} + \frac{(h_{\text{max}} - h_0)}{2},$$

где H – закрытая высота прессы, наибольшее расстояние между столом при его нижнем положении и ползуном при нижнем положении ползуна и наибольшем ходе, мм; $H_{\text{плт}}$ – толщина подштам-

повой плиты, мм; $\Delta_{ш}$ – величина регулировки положения ползуна за счет увеличения длины шатуна, мм; Δ_c – величина регулировки положения стола за счет его подъема, мм.

По принятой схеме технологической операции выбирают конструктивную схему штампа [1-9].

При анализе технологичности учитывают требуемую точность размеров детали. Достижимая точность размеров плоской детали зависит от типа и точности штампа, толщины и свойств материала, способов фиксации заготовки в штампе. Достижимая точность размеров в зависимости от указанных условий приведена в справочной литературе [1]. Сравнивая требуемую точность размеров с достижимой, выбирают условия штамповки. Если точность отдельных или всех размеров превышает достижимую при обычной штамповке, то выбирают чистовую штамповку или предусматривают последующую зачистку или механическую обработку поверхностей разделения. В этом случае штампуют заготовку с соответствующими припусками на последующую обработку тех элементов, точность которых не гарантируется штамповкой.

На схеме штампа представляют взаимное расположение всех частей штампа, крепление их на верхней и нижней плите.

Штампы для вырубки на провал применяются для получения заготовок с прямым или фасонным контуром. Контур вырубаемых заготовок должен соответствовать технологическим требованиям вырубки на провал: без узких участков, острых углов или неправильных контуров. Вырубку на провал проводят из ленты (рулона) или полосы. В штампах стремятся применять пружинные направляющие и жесткие съемники. Вырубленные заготовки через провальное отверстие в матрице и нижней плите падают на стол прессы. Размер провального отверстия должен быть больше размера вырубленной заготовки, что гарантирует беспрепятственное ее перемещение. Удаляются заготовки через паз нижней плиты. Штампы с верхним расположением матрицы для одновременной вырубки и пробивки обеспечивают жесткие допуски на расположение отверстия относительно кромок вырубленной детали.

Разработку конструкции матрицы выполняют в следующей последовательности:

- определяют форму, размеры и взаимное расположение рабочих контуров матрицы. При вырубке одной детали (заготовки) рабочий контур определяется внешним контуром детали в плане, при пробивке – формой и расположением одновременно пробивных отверстий. При последовательной штамповке на каждой позиции представляют контур того элемента, который здесь получают. Расстояние между позициями выбирают преимущественно равным шагу подачи. Если окажется, что при таком расстоянии нельзя обеспечить прочность матрицы, то его принимают равным целому числу шагов;

- по расположению рабочих контуров матрицы определяют размеры рабочей зоны матрицы: длину a – наибольшее расстояние между элементами рабочих контуров справа налево и ширину b – то же спереди назад;

- определяют толщину матрицы [1, 2];

- выбирают винты и штифты для крепления матрицы в плане, их расположение относительно рабочих контуров [1, 2];

- определяют форму и размеры наружного контура матрицы [1, 2];

- выбирают форму и размеры провальных отверстий в матрице [1];

- проверяют матрицу на прочность [1]. По результатам расчета на прочность возможна корректировка размеров отдельных элементов матрицы, принятых конструктивно;

- материал матрицы выбирают с учетом максимальных напряжений, которые действуют в рабочей кромке [5,6].

При конструировании матрицы следует стремиться к минимально допустимым габаритам последней.

Разработку конструкции пуансона выполняют в следующей последовательности [1, 2, 5, 7]:

- определяют форму и размеры рабочей части [1];

- выбирают форму и размеры посадочной части пуансона [1];

- выбирают форму и размеры переходной части пуансона, окончательно длину пуансона уточняют при выборе закрытой высоты штампа;

- выбирают материал пуансона [5,7];

- проверяют пуансон на прочность и устойчивость [1].

Для прижима заготовки и изделия, выталкивания изделий из матрицы, снятия отходов или деталей из пуансонов применяют буферные устройства. Если необходимое буферное устройство не является принадлежностью прессы, то при его разработке необходимо выбрать пружины.

Пружины выбирают из числа стандартных, по следующим параметрам [1]:

- усилие в начале операции $P_{нач}$;
- усилие в конце операции $P_{кон}$;
- рабочий ход пружины при выполнении операции.

В этом случае жесткость, предварительное и полное сжатие пружины определяются однозначно.

Усилие в начале операции (усилие снятия, прижима и т.д.) определяют по известному технологическому усилию или давлению в рассматриваемой операции [1,2,3].

Усилие в конце операции (например, усилие прижима при совмещенной вырубке-вытяжке) определяют как максимально допустимое в данных условиях.

Рабочий ход пружины определяют по начальному и конечному положению прижима, выталкивателя и т.п. при выполнении операции с учетом возможного колебания этих положений и припусков на перешлифовку рабочих частей [1].

Если усилие пружины в конце операции не ограничивается (например, вырубка напровал в штампе с упругим съёмником отхода), то жесткость буфера не задана. Её можно выбрать из дополнительных условий (например, минимальная высота пружины, минимальный размер пакета в плане и т.п.). В этом случае, как правило, имеется несколько возможных вариантов.

Направляющие и фиксирующие элементы штампов (съёмники, упоры, фиксаторы и т.п.) выбирают из стандартных или конструируют с учетом размеров и точности изделия и заготовки, усилия штамповки, размеров пружин. После выбора этих элементов штампа в основном определяются габаритные размеры пакета.

Блок штампа выбирают из стандартных по размерам пакета (размеры в плане рабочего пространства блока должны быть не меньше соответствующих размеров пакета) и ходу ползуна прессы при выполнении операции. Если возможно попадание рук рабочего в зону расположения направляющих, то расстояние от торца

колонки до торца втулки не должно превышать 10 мм. Желательно, чтобы колонка не выходила из втулки при верхнем положении ползуна.

Если не удастся выбрать блок из стандартных, то его конструируют из стандартных или оригинальных деталей и заготовок.

Детали пакета (пуансон, матрица и т.п.) фиксируют на плитах от смещения с помощью штифтов или врезов. Предпочтение отдают фиксации штифтами, как менее трудоёмкой, если позволяет закрытая высота пресса и прочность элементов штампа.

Когда допустимая высота штампа меньше, чем намечаемая высота при фиксации штифтами, то её можно уменьшить за счёт врезов в плиты, в которых располагают посадочную часть пуансона, матрицы, пружины и т.п., если это допускается прочностью элементов штампа.

Окончательно размеры деталей блока и пакета уточняются после расчётов на прочность и жёсткость всех элементов штампа [1, 5, 7]. Хвостовик штампа выбирают из стандартных по диаметру отверстия в ползуне выбранного пресса. Ось хвостовика должна совпадать с центром давления штампа.

Для обрезки и пробивки отверстий в дне или фланце деталей, полученных в формоизменяющих операциях, предпочтение следует отдавать конструкциям, в которых полуфабрикат расположен дном вверх, так как при такой схеме требуется меньший ход ползуна, а отход можно разрезать на части, что облегчает и ускоряет его удаление.

4.4.2. Конструирование штампов для формообразующих операций

В процессе гибки заготовки, на матрицу действуют нагрузки в вертикальном и горизонтальном направлении. Чтобы противостоять вертикальным нагрузкам, часто имеющим ударный характер (в конце хода), в гибочных штампах применяют достаточно прочные и жесткие плиты. Противодействие горизонтальным нагрузкам обеспечивается надежным креплением пуансонов и матриц, применением противоотжимов и замков. Матрицы гибочных штампов, применяемые даже для легких работ, крепят к плите не только при помощи винтов, но и при

помощи штифтов, шпонок и гнезд, предохраняющих секции матриц от сдвига. Матрицы монтируются на горизонтальных плоскостях. Обычно гибочные штампы оснащены выталкивателями. При рабочем ходе пуансона вниз выталкиватели утопают, преодолевая сопротивление пружинного, резинового или пневматического буфера, а при обратном ходе пуансона они выталкивают изогнутую деталь из штампа.

В штампах, предназначенных для формоизменяющих операций, применение направляющих колонок не обязательно, хотя и предпочтительно, так как облегчает установку, наладку и хранение штампов. Если в штампе выполняются формоизменяющие и разделительные операции, то направляющие элементы обязательны.

Конструирование формоизменяющего штампа ведут в следующей последовательности:

- выбор схемы штампа;
- разработка конструкции рабочих частей;
- разработка конструкции деталей пакета;
- выбор или разработка блока штампа.

Схему штампа выбирают с учётом вида оборудования, необходимости применения прижима, выталкивателя, съёмника и т.п.

В штампах, где не требуется прижим заготовки и выталкивание полуфабриката (например, для вытяжки деталей без фланца), устанавливаемых на прессах простого действия, матрицу располагают в нижней части штампа, а пуансон – в верхней (штамповка дном вниз). В штампе предусматривается съёмник для снятия полуфабриката с пуансона.

Такое же расположение рабочих деталей применяют в штампах прессов двойного действия.

Если требуется прижим заготовки и выталкивание детали из матрицы (например, вытяжка детали с фланцем) при штамповке на прессах простого действия, то предпочтительно матрицу расположить в верхней части штампа, а пуансон – в нижней, т.е. штамповать деталь дном вверх. В этом случае используется буфер, установленный в столе пресса, что упрощает конструкцию штампа.

Конструкция рабочих деталей формоизменяющих штампов разрабатывается в соответствии с рекомендациями, приведенными в справочной литературе [1].

Закрытая высота штампа и размеры штампа в плане выбираются также, как и при конструировании разделительных штампов.

4.5. Расчет пуансонов и матриц

Точность взаимной подготовки пуансонов и матриц определяет качество штампуемых изделий и стойкость штампа. Пуансоны и матрицы вырубных, пробивных и вытяжных штампов изготавливают с высокой точностью, строго выдерживая допуски, причем допуски на рабочие размеры пуансонов и матриц вырубных вытяжных штампов назначают исходя из размеров и требуемой точности изготовления детали, правильных зазоров между пуансоном и матрице, степени их износа. Износ матрицы приводит к увеличению размеров детали, а износ пуансона – к их уменьшению. Поэтому при проектировании размеры пуансона – максимальные, а матрицы – минимальные.

При вырубке деталей основным рабочим инструментом служит матрица (от размеров зависит размер штампуемой детали), а размеры пуансона являются функцией размеров матрицы и технологических зазоров.

При пробивке, наоборот, основным рабочим инструментом служит пуансон, а размеры матрицы назначаются с учетом технологических зазоров.

Величина зазора влияет на усилие вырубки, работу резки, качество поверхности среза, точность получаемой детали, износ и стойкость инструмента. Величина зазора зависит от толщины материала и его свойств и выбирается по справочным данным [2]. Допуски на изготовление матриц и пуансонов выбираются по справочным данным [2] в зависимости от размеров вырубаемой детали и толщины штампуемого материала.

Контур пуансона соответствует контуру детали, и длину вырубных пуансонов определяют в зависимости от характеристик прессы, размеров деталей штампа и условий штамповки. Напри-

мер, для штампа с жестким съемником (рис. 4.1) длину пуансона можно предварительно определить по формуле:

$$L = H_1 + H_2 + H_3 + (10...20) \text{ мм},$$

где L – длина пуансона, мм; H_1 – толщина пуансонодержателя, мм; H_2 – толщина съемника (или направляющей плиты) в мм; H_3 – толщина направляющих планок, мм.

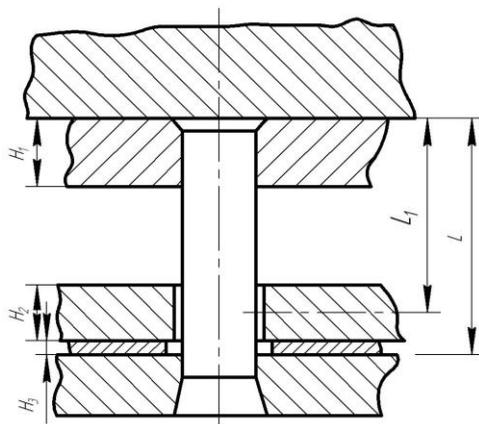


Рис. 4.1. Определение длины пуансона

В конструкции штампа следует использовать возможно более короткие пуансоны, но чрезмерное их укорочение усложняет настройку прессы.

4.6. Пуансонодержатели и матрицедержатели

Толщина пуансонодержателя может быть взята равной

$$H_{\text{пд}} = (0,6...0,8)H_{\text{м}},$$

где $H_{\text{м}}$ – толщина матрицы.

Толщина матрицедержателя обычно равна толщине матрицы

$$H_{\text{мд}} = H_{\text{м}}.$$

4.7. Съёмники и выталкиватели

Толщина жесткого съёмника, если он служит и направляющей для пуансонов, принимается равной:

$$H_c = (0,8...1,1)H_m.$$

Ширину и длину жесткого съёмника следует брать равными соответствующим размерам матрицы (или матрицедержателя).

Если в жестком съёмнике сделан вырез для направления штампуемой полосы, то высота выреза подсчитывается в зависимости от толщины полосы и вида упора в штампе:

$$h = k \times s,$$

где k – коэффициент, принимаемый равным 1,4...2 для подвижных упоров и 2...3 – для штифтовых; s – толщина материала полосы, мм.

Ширина выреза b принимается:

$$b = B + Z,$$

где B – номинальная ширина полосы, мм; Z – гарантийный зазор между направляющими стенками выреза и наибольшей возможной шириной [1, 2].

Аналогично определяется высота планок и расстояние между ними.

4.8. Выбор блока

Комплекты верхних и нижних плит штампов, связанных направляющими устройствами (колонками, планками, цилиндрами) называют блоком. Блоки подразделяются на индивидуальные

(ГОСТ 13124-83...13129-83), предназначенные для отдельных штампов и универсальные (ГОСТ 17662-83...17671-83), предназначенные для установки различных сменных пакетных штампов.

Тип блока выбирается в зависимости от устройства стола или ползуна прессы и особенностей конструктивного исполнения штампа. Блоки подбираются по размерам рабочей плоскости $L \times B$ (рис. 4.2), соответственно усилиям штамповки, габариту штампуемой детали, размерам стола и провального отверстия в столе прессы или подштамповой плите.

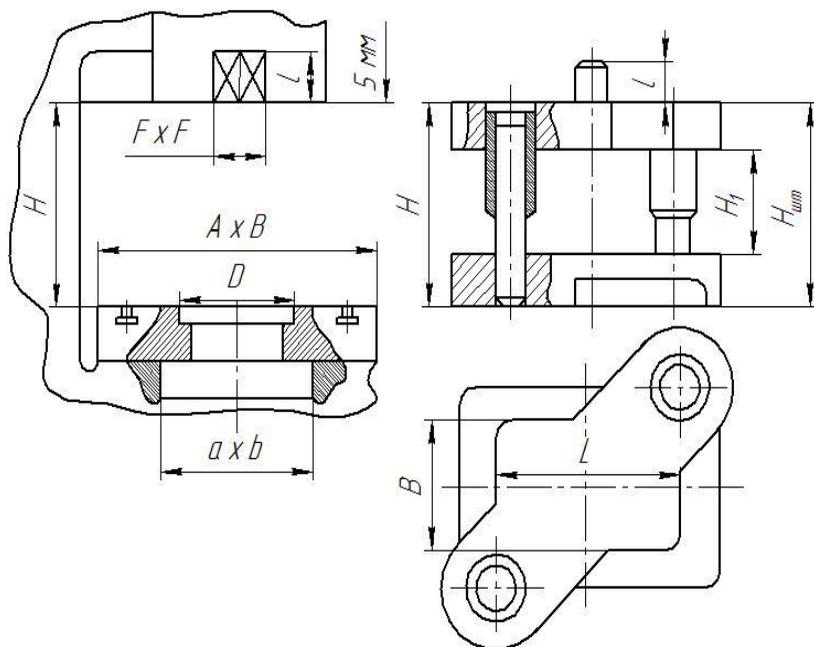


Рис. 4.2. Выбор блока и увязка с размерами прессы

При подборе блока следует учесть расстояние при нижнем положении верхней плиты и увязать этот размер с характеристиками (минимальная закрытая высота прессы, ход, регулировка хо-

да) прессы. Ориентировочно, в случае отсутствия подходящих плит в ГОСТ, толщина нижней плиты определяется по условию:

$$H_{\text{пн}} = (1,0 \dots 1,5)H_{\text{м}}.$$

Толщину верхней плиты принимают равной толщине нижней плиты или равной

$$H_{\text{пв}} = (0,8 \dots 1,2)H_{\text{м}}.$$

Провальное отверстие в плите для удаления отхода (детали) делается больше провального отверстия матрицы на 3-10 мм в зависимости от толщины штампуемой детали. Для осуществления центровки и закрепления (или только центровки) верхней части штампа к ползуну прессы служит хвостовик.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка / под общ. ред. Л.И. Рудмана. Москва: Машиностроение, 1988. 496 с.
2. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. Ленинград: Машиностроение, 1979. 520 с.
3. Рудман Л.И. Наладка прессов для холодной штамповки: справочник. Москва: Машиностроение, 1980. 219 с.
4. Справочник по оборудованию для листовой штамповки / под общ. ред. Л.И. Рудмана. Киев: Техника, 1989. 231 с.
5. Скворцов Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки: Конструкция и расчёт. Москва: Машиностроение, 1972. 360 с.
6. Зубцов М.Е. Листовая штамповка: учебник. Ленинград: Машиностроение, 1980. 432 с.
7. Аверкиев Ю.А., Аверкиев А.Ю. Технология холодной штамповки: учебник. Москва: Машиностроение, 1989. 304 с.
8. Мещерин В.Т. Листовая штамповка: атлас схем. Москва: Машиностроение, 1975. 226 с.
9. Дурандин М.М., Рымзин Н.П., Шихов Н.А. Штампы для холодной штамповки мелких деталей: атлас конструкций и схем. Москва: Машиностроение, 1978. 108 с.

Учебное издание

*Самохвалов Владимир Николаевич,
Громова Екатерина Георгиевна*

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШТАМПОВ
ДЛЯ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ ДЕТАЛЕЙ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Учебное пособие

Редактор И.П. Ведмидская
Компьютерная вёрстка И.П. Ведмидской

Подписано в печать 14.12.2020. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Печ. л. 5,0.
Тираж 120 экз. (1 з-д 1-25). Заказ . Арт. – 3(РЗУ)/2020.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
443086, САМАРА, МОСКОВСКОЕ ШОССЕ, 34.

Издательство Самарского университета.
443086, Самара, Московское шоссе, 34.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК