

**Балтийский государственный технический университет
«ВОЕНМЕХ»им. Д.Ф. Устинова
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

Факультет Е «Оружие и системы вооружения»

Кафедра Е4 «Высокоэнергетические устройства автоматических систем»

Дисциплина «Экспериментальные исследования в обработке металлов давлением»

ОТЧЕТ

Актуальность процесса выдавливания в обработке металла давлением

Выполнил:

студент гр. Е1М31

Тягин А.С.

Проверил:

Нестеров Н.И.

Дата сдачи:

г. Санкт-Петербург,

2018г.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие народного хозяйства страны в значительной мере определяется ростом объема производства металлов, расширением сортамента изделий из металлов и сплавов и повышением их качественных показателей, что в значительной мере зависит от условий пластической обработки. Знание закономерностей обработки металлов давлением помогает выбирать наиболее оптимальные режимы технологических процессов, требуемое основное и вспомогательное оборудование и технически грамотно его эксплуатировать. Металлы наряду со способностью деформироваться обладают также высокими прочностью и вязкостью, хорошими тепло- и электропроводностью. При сплавлении металлов в зависимости от свойств составляющих компонентов создаются материалы с высокой жаростойкостью и кислотостойкостью, магнитными и другими полезными свойствами.

Использование металлов человеком началось в глубокой древности (более пяти тысячелетий до н.э.). Вначале находили применение цветные металлы (медь, сплавы меди, золото, серебро, олово, свинец и др.), позднее начали применять черные железо и сплавы на его основе. Длительное время производство металлов носило примитивный характер и по объему было весьма незначительным. Однако в конце XIX в. мировая выплавка стали резко возросла с 0,5 млн. т в 1870 г. до 28 млн. т в 1900 г. Еще в большем объеме растет металлургическая промышленность в XX столетии. Наряду с увеличением выплавки стали появилась необходимость организовать в больших масштабах получение меди, цинка, вольфрама, молибдена, алюминия, магния, титана, бериллия, лития и других металлов. Металлургическое производство подразделяется на две основные стадии. В первой получают металлы заданного химического состава из исходных материалов. Во второй стадии металлу в пластическом состоянии придают ту или иную необходимую форму при практически неизменном химическом составе обрабатываемого материала.

Способность металлов принимать значительную пластическую деформацию в горячем и холодном состоянии широко используется в технике. При этом изменение формы тела осуществляется преимущественно с помощью давящего на металл инструмента. Поэтому полученное изделие таким способом называют обработкой металлов давлением или пластической обработкой. Обработка металлов давлением представляет собой важный технологический процесс металлургического производства. При этом обеспечивается не только придание слитку или заготовке необходимой формы и размеров, но совместно с другими видами обработки существенно улучшаются механические и другие свойства металлов. Огромное развитие получают процессы прессования, позволяющие изготавливать профили практически с неограниченными возможностями по форме их сечения, особенно при обработке труднодеформируемых металлов и сплавов. Высокая производительность процессов обработки металлов давлением, сравнительно низкая их энергоемкость, а также незначительные потери металла при производстве изделий выгодно отличают их по сравнению, например, с обработкой металла резанием, когда требуемую форму изделия получают удалением значительной части заготовки в стружку. Существенным достоинством пластической обработки является значительное улучшение свойств металла в процессе деформирования. Динамичный и пропорциональный рост черной и цветной металлургии, производство изделий из металлов и сплавов пластической обработкой основываются на дальнейшем развитии теории обработки металлов давлением, являющейся научной базой разработки технологических операций получения изделий из металлов и сплавов. Теория пластической обработки металлов позволяет оценить экономическую целесообразность принятого способа деформации, выявить влияние условий обработки на свойства получаемых изделий, определить силовые и энергетические параметры процесса и указать пути их рационального изменения, дает возможность управлять процессом обработки с точки зрения улучшения способности металлов пластически

деформироваться. Знание закономерностей обработки металлов давлением помогает выбирать наиболее оптимальные режимы технологических процессов, требуемое основное и вспомогательное оборудование и технически грамотно его эксплуатировать.

Актуальность исследования процесса выдавливания заключается в том, что производство выдавливание профилей сложной формы и сечений часто оказывается более экономичным процессом, чем штамповка их с последующей механической обработкой. Это объясняется тем, что выдавливанием можно получить изделия требуемых размеров с малыми допусками и тем самым сократить до минимума последующую холодную обработку заготовки.

1 Процесс выдавливания

В настоящее время существуют технологии, обеспечивающие получения полостей любой сложности, основным способом является обработка резаньем. Основным недостатком резанья является низкий КИМ, а также в некоторых случаях повышенная трудоемкость. Перспективным способом получения полостей является процесс обработки металла давлением – выдавливание (экструзия) металла.

Выдавливание – это операция обработки металла давлением, заключающаяся вытеснением материала заготовки в полость ручья штампа. Суть способа заключается в том, что полость штампа или пресс – формы формируется внедрением пуансона. Этот способ обеспечивает точность размеров по 8 – 11 квалитетам. Шероховатость выдавливаемой поверхности составляет 0,008 – 0,016 мкм.

Полость – замкнутое пространство, в котором формируется деталь.

Выдавливанием получают гильзы, стаканы и другие детали из сталей и цветных металлов и сплавов.

Образование полостей методом выдавливания имеет следующие преимущества:

1. Высокая производительность по отношению других технологий образования полостей в заготовке;
2. Отходы материала уменьшаются, увеличивается КИМ в отличие от других технологий образования полостей в заготовке;
3. При выдавливании не происходит перерезания волокон материала;
4. Стойкость инструмента изготавливаемого методом выдавливанием в 2 – 6 раз больше, чем у инструмента изготовленного резаньем;
5. Выдавливание позволяет формировать полости сложной формы (полости с винтовой плоскостью).

Недостаток метода выдавливания:

1. Большие удельные силы, действующие на инструмент, которые снижают стойкость инструмента.

Процесс выдавливания относится к первой группе классификации Корнеева. В очаге пластической деформации преобладают сжимающие напряжения во всех направлениях, и поэтому у процесса выдавливания наибольшая предельная деформация из всех процессов.

2 Способы выдавливания

Метод холодного выдавливания применяется для получения изделий с площадью поперечного сечения, меньшей, чем у исходной заготовки, а также полых изделий. При выдавливании заготовка круглого или прямоугольного сечения помещается в матрицу. Затем под действием пуансона происходит вытеснение металла в зазор между пуансоном и матрицей. Применяются два способа холодного выдавливания: открытое и закрытое.

Открытым способом называют такой способ выдавливания (рисунок 1а), при котором отсутствует ограничение для радиального течения металла под воздействием силы давящего инструмента. Этот способ относится ко 2 группе классификации Г.А.Смирнова–Аляева (Приложение 1). При выдавливании полостей этим способом возникают растягивающие напряжения. Поэтому нельзя получить глубокие полости.

$[h] = d$ – у малоуглеродистых сталей;

$[h] = 0,5d$ – у инструментальных сталей.

Где h - глубина внедрения пуансона; d - диаметр пуансона.

Этот способ не позволяет получить полости высокого качества, только неглубокие полости с простой формой.

При закрытом выдавливании (рисунок 1б) радиальное течение металла ограничивается стенками обоймы, охватывающей заготовку. В результате металл может двигаться только в направлении хода давящего инструмента (пуансона). Закрытое выдавливание требует воздействия больших сил по сравнению с открытым выдавливанием. Этот способ относится к 3 группе классификации Г.А.Смирнова–Аляева, позволяет получить полости следующей глубины:

$[h] = 4d$ – у малоуглеродистых сталей;

$[h] = 3d$ – у инструментальных сталей.

Способ закрытого выдавливания позволяет получить полости высокого качества по 8 качеству.

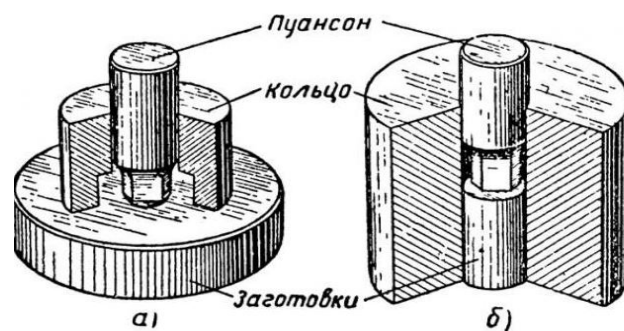


Рисунок 1 – Способы холодного выдавливание: а – открытое выдавливание; б – закрытое выдавливание

Выдавливание в зависимости от направления течения металла выдавливание может быть прямым, обратным или комбинированным.

При прямом выдавливании металл течет из матрицы в направлении, совпадающем с направлением движения пуансона (рисунок 2а). Этим способом можно получить детали типа стержня с утолщением, трубки с фланцем, стаканы с фланцем.

При обратном выдавливании металл течет в направлении, противоположном направлению движения пуансона, в кольцевой зазор между пуансоном и матрицей для получения полых деталей с дном (рисунок 2б).

При комбинированном выдавливании металл течет по нескольким направлениям (рисунок 2в). Возможны сочетания различных схем.

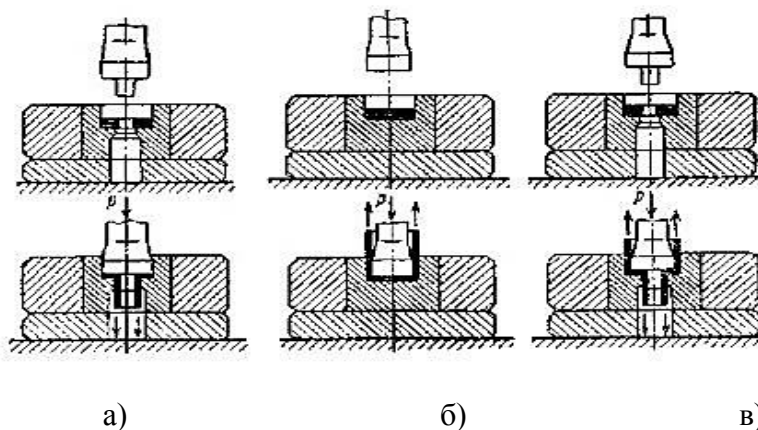


Рисунок 2 - Схемы холодного выдавливания: а – прямое; б – обратное; в – комбинированное

3 Способы снижения усилия деформирования

Существует 3 основных способа уменьшить силу деформирования:

1. Поэтапное деформирование: снижение удельной силы достигается за счёт нанесения после каждого этапа смазки, иногда подогрева инструмента.
2. Использование облегчающих камер: удельная сила уменьшается за счёт того, что металл перемещается в эти полости.
3. Использование полугорячего выдавливания: снижение удельной силы происходит за счёт уменьшения сопротивления металла.

4 Материалы и оборудование

Материалом заготовок матриц и пресс-форм, обрабатываемых с помощью холодного выдавливания, служат малоуглеродистые стали марок 10-15 с последующей их цементацией и закалкой. При выдавливании несложных профилей могут быть применены стали марок У7-У8А.

Чтобы обеспечить при открытом выдавливании условия для нормального течения металла, площадь сечения заготовок принимается равной 4-5 - кратной площади сечения пуансона, а высота заготовки - трехкратной глубине выдавливания. При закрытом выдавливании диаметр заготовки берется равным трем диаметрам пуансона, а высота - сумме диаметра пуансона и $1\frac{1}{2}$ глубины выдавливания.

Технологический процесс выдавливания имеет свои особенности. Прежде всего, его следует осуществлять в условиях исключительной чистоты рабочего места. Поверхности пуансона омедняются раствором медного купороса. Рабочий, производящий выдавливание, должен быть огражден от возможного разрыва обоймы или от попадания осколков сломавшегося пуансона.

Как выходные могут использоваться заготовки, производимые из листов, прутковые или профилированные.

Основным оборудование для холодного выдавливания являются следующие прессы:

1. Кривошипные;
2. Эксцентриковые;
3. Кривошипно – коленные (чеканочные);
4. Гидравлические.

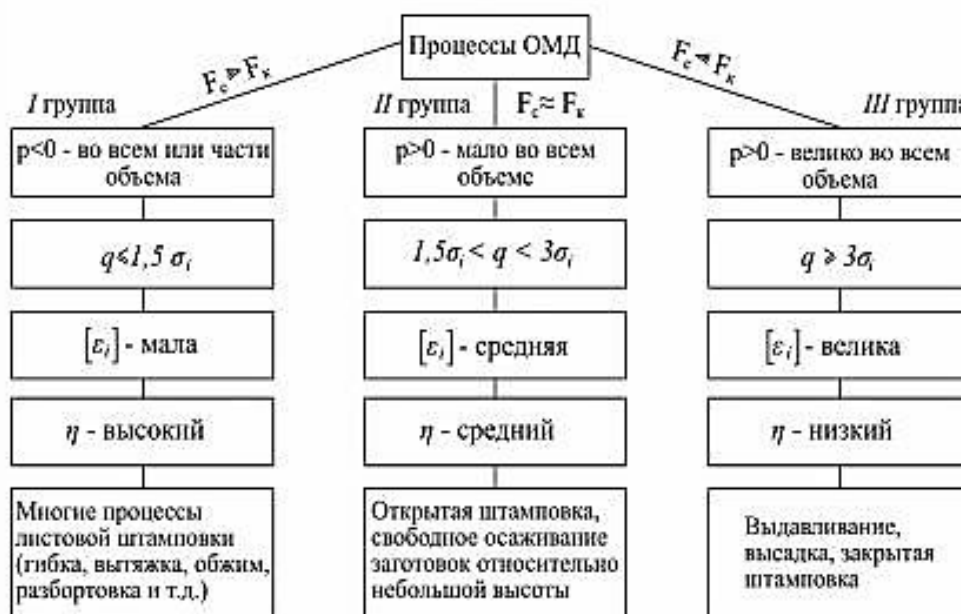
Заключение

В отчёте был изучен процесс выдавливания и его виды. Определены преимущества и недостатки данного процесса. Выявлены перспективы развития процесса выдавливания.

ПРИЛОЖЕНИЯ

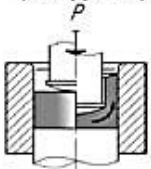
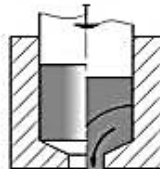

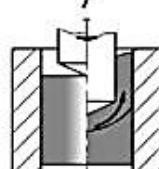
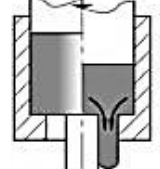
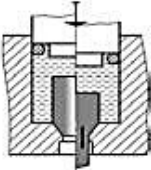
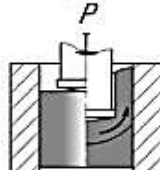



Приложение 1


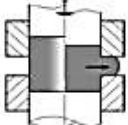
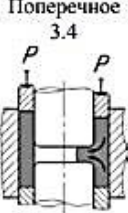
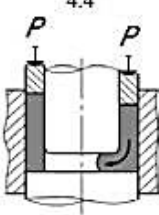
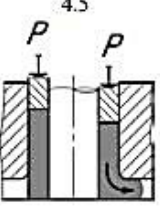

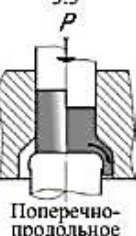
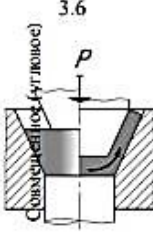
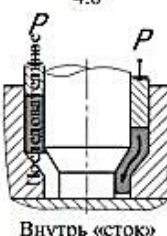
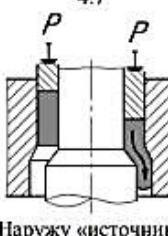
Классификация Г.А. Смирнова-Аляева




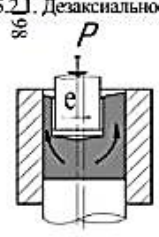
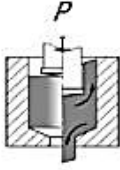
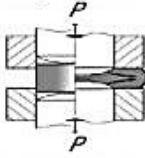
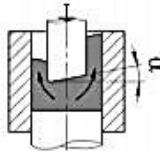
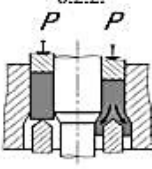
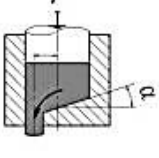
Приложение 2

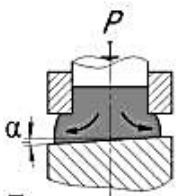
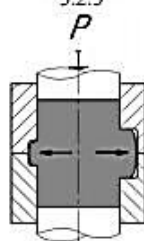
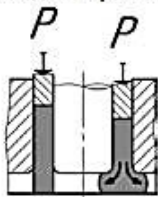
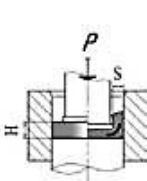
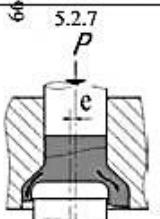
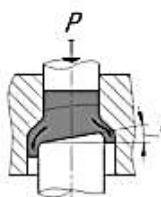
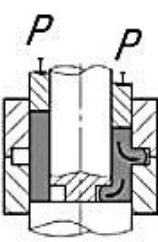
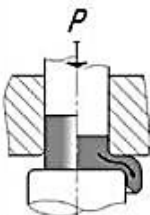
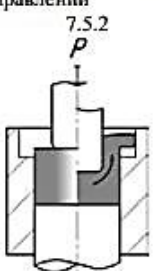
Классификация видов выдавливания

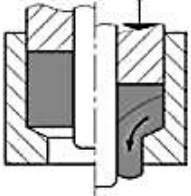
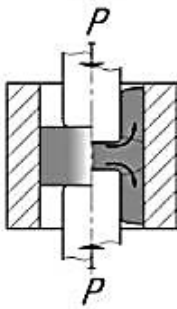
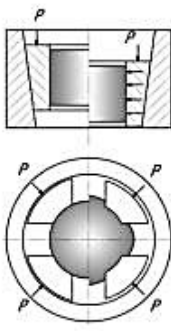
I. Физическое состояние		II. Условия деформирования			
материала заготовки	технологической среды, передающей нагрузку на заготовку	Направление течения материала			
		вытесненного в полость инструмента относительно направления приложения нагрузки	в ОПД заготовки		
1	2	3	4		
1.1. Холодное $T < T_{н.р.}$	2.1 Твердое (инструмент) 	3.1 			
	2.2 Жидкое  (гидростатическое, гидродинамическое)	Продольное 3.2 	4.1. Внутрь со стоком 	4.2. Наружу с истечением 	4.3. Внутрь-наружу Совмещенное 

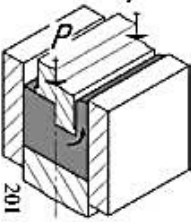
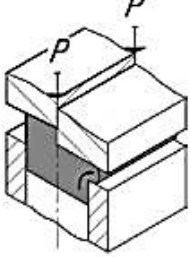
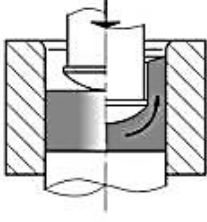
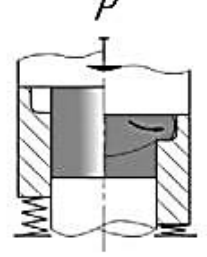
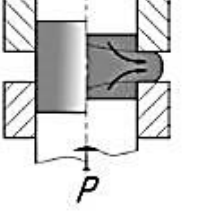
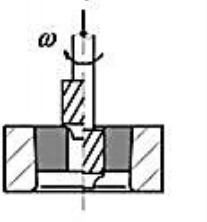
1	2	3	4	
1.2. Полу-горячее $T_{Н.Р.} < T < T_{К.Р.}$ 197	2.3 Газообразное P  (Пороховые газы и в.в.)	3.3 P  3.4 P 	4.4 P  Внутри «сток»	4.5 P  Наружу «источник»
	2.4 Силовое поле (электромагнитное) 	3.5 P  3.6 P  Связанный (угловое)	4.6 P  Внутри «сток»	4.7 P  Наружу «источник»
1.3. Горячее $T > T_{К.Р.}$				

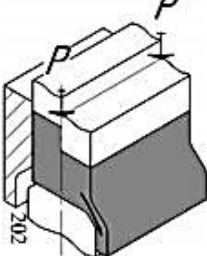
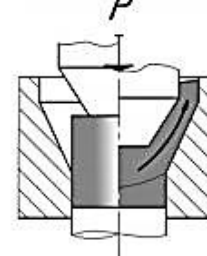
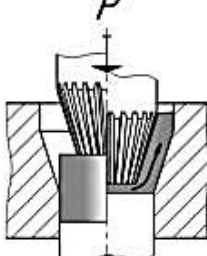
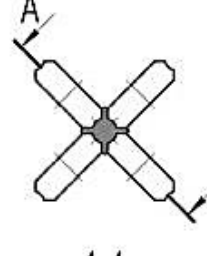
Продолжение табл. 4.1

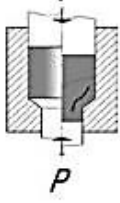
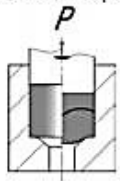
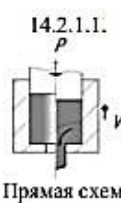
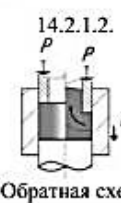
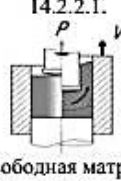
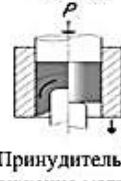
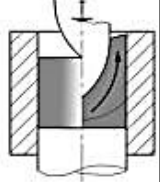
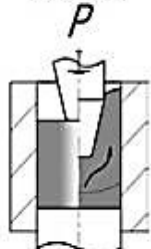
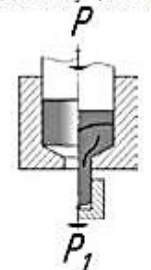
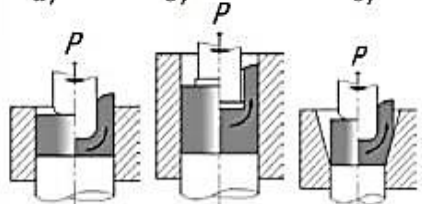
II. Условия деформирования		
Состояние формы очага (зоны) пластической деформации заготовки	Количество и расположение заполняемых каналов	Наличие ограничения очага (зоны) пластической деформации
5	6	7
5.1. Симметричное (аксиальное) (схемы 4.1, 4.2)	6.1. Одноканальное (схемы 4.1, 4.2)	7.1. Свободное выдавливание (ОПД не ограничен ни в осевом ни в радиальном направлении) 
5.2. Ассиметричное	6.2. Многоканальное	7.2. ОПД стеснен инструментом только в радиальном направлении (схемы 4.1, 4.2)
5.2.1. Дезаксиальное 	6.2.1. Продольное 	7.3. ОПД стеснен только в осевом направлении 
5.2.2. С косым торцом пуансона 	6.2.2. 	Относительно низкие заготовки
5.2.3. С косой заходной частью матрицы 		

5		6	7
С истечением материала наружу в кольцевой канал переменного сечения			7.4. ОПД стеснен в радиальном и осевом направлениях
5.2.4	5.2.5	6.2.3. Поперечное	7.4.1 7.4.2
			
5.2.7	5.2.8	6.2.4	7.5. ОПД частично стеснен в радиальном направлении
			7.5.1 7.5.2
Дезаксиальное с плоским торцом противопуансона			
С косым торцом противопуансона			
Дезаксиальное с коническим торцом противопуансона			

III. Характер деформации		IV. Условия нагружения		
Схема деформации	Наличие этапа стационарной деформации	Направление приложения нагрузки		Скорость нагружения
8	9	10		11
200 8.1. Объемная осесимметричная	9.1. Стационарное 	10.1. Торцовое (Схемы 3.1...4.7.) 10.1.1. Одностороннее (Схема 3.1...4.3.) 10.1.2. Двухстороннее 	10.2. Боковое 10.2.1. Радиальное 	11.1. Статическое $v \leq 0,3$ м/с Выдавливание на механическом и гидравлическом прессе

8	9	10		11
<p>8.2. Плоская</p> <p>8.2.1. Детали коробчатой формы</p>  <p>201</p> <p>8.2.2</p> 	<p>9.2. Нестационарное</p> <p>9.2.1</p>  <p>9.2.2</p> 	<p>10.1.3</p> 	<p>10.2.2. Тангенциальное</p> 	<p>11.2.</p> <p>Скоростное</p> <p>$v \geq 0,3 \text{ м/с}$</p>

8	9	10		11
<p>8.2.3</p>  <p>202</p>	<p>9.2.3</p> 	<p>10.1.4</p> 	<p>10.2.3. Совмещенное</p> 	

IV. Условия нагружения			
Характер нагружения		Наличие и характер воздействия на часть заготовки, вытесненную в полость	Регулирование сил контактного трения
12		13	14
12.1. Нагружение непрерывное		13.1. Со свободным истечением	14.1. Без регулирования (в неподвижной матрице)
12.2. Нагружение прерывистое, с разгрузкой		13.2. С противодействием	14.2. С регулированием
<p>12.2.2. С нарушением в период разгрузки контакта заготовки со средой, передающей нагрузку</p> <p>12.2.2.1. С воздействием на всю номинальную поверхность контакта</p> <p>12.2.2.2. С воздействием в каждый момент на часть номинальной поверхности контакта</p>		<p>13.2.1</p>  <p>13.2.2. С конической полостью матрицы</p> 	<p>14.2.1. За счет изменения схемы приложения нагрузки</p> <p>14.2.1.1. Прямая схема</p>  <p>14.2.1.2. Обратная схема</p>  <p>14.2.2. За счет подвижной матрицы</p> <p>14.2.2.1. Свободная матрица</p>  <p>14.2.2.2. Принудительное движение матрицы</p> 
<p>12.2.1. С сохранением контакта заготовки со средой, передающей нагрузку</p> 			
		13.2.3. Коническим пуансоном	14.2.3. За счет конструкции инструмента
		 <p>13.3. С тянущей силой</p> 	<p>а) б) в)</p>  <p>Уменьшение контакта заготовки с инструментом</p>