**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение………………………………………………………………………...2

Упругая и пластическая деформация металлов***…***…………………………....3

Сущность холодной и горячей обработки металлов давлением………….…4

Прокатка металлов: cортамент………………………………………………...5

Специальные машины для прокатки в машиностроении………………… ...6

Технологические возможности………………………………………………..6

Волочение металла……………………………………………………………..7

Инструмент и машины для волочения………………………………………..7

Прессование……………………………………………………………………..9

Устройство гидравлических прессовых установок…………………………...9

Ковка……………………………………………………………………………..16

Штамповка……………………………………………………………………….18

Листовая штамповка вырубка………………………………………………….19

Листовая штамповка вытяжка………………………………………………….19

Оборудование для штамповки………………………………………………….20

Используемая литература……………………………………………………….24

***Введение***

 Благодаря пластичности металлов, проявляющейся при деформации в холодном или горячем состоянии, можно изменять форму исходной заготовки, полученной, естественно, каким либо другим методом. Относительно лёгкая обработка металлов давлением во многом определяет их широкое применение.

 Обработка металлов давлением технологическое свойство настолько существенно, что когда-то даже было основой определения металла (Металл - это светлое тело, которое можно ковать).

 При пластической деформации металла происходит смещение атомных слоев друг относительно друга внутри кристаллов и смещение кристаллов относительно друг друга. Важной особенностью этого вида деформации является отсутствие разрушения. Конечно, разные металлы и их сплавы обладают различной способностью деформироваться без разрушения. Пластичность металлов оценивается величиной относительного удлинения стандартного образца при разрыве. Эта величина у пластичных металлов колеблется от 10 до 50 %. В настоящее время разработаны сверхпластичные сплавы, относительное удлинение которых при разрыве может достигать сотен процентов.

 Обработка металлов давлением может осуществляться над сплавами, обладающих высокой пластичностью такими как: низкоуглеродистые стали, сплавы алюминия, меди (латуни), многие легированные стали .

 Обработка металлов давлением в основном производят при их нагреве, т.к. при нагреве пластичность металлов существенно увеличивается. При нагреве кроме того существенно снижается прочность металлов, поэтому усилия для их деформирования значительно ниже, что позволяет применять более простое оборудование и инструмент.

Обработка металлов давлением может происходить несколькими методами, например: прокатка, прессование, волочение, ковка , штамповка.



***Упругая и пластическая деформация металлов.***

 *Деформация* - изменение формы и размеров твердого тела под воздействием приложенных к нему нагрузок. Различают деформацию упругую (обратимую) и пластическую (необратимую) .

 *Упругой деформацией* называют такую, которая исчезает после снятия нагрузок, т.е. тело восстанавливает свою первоначальную форму. *Пластическая деформация* остается после снятия внешней нагрузке, (тело не восстанавливает первоначальную форму и размеры).

 Пластическая деформация сопровождается смещением одной части кристалла относительно другой на расстояние, значительно превышающие расстояния между атомами в кристаллической решетке металлов и сплавов.

 Способность металлов и сплавов к пластической деформации имеет важное практическое значение, т.к. все процессы обработки металлов давлением основаны на пластическом деформировании заготовок.

 Величина пластической деформации не безгранична, при определенных ее значениях может начинаться разрушение металла.

 При пластической деформации изменяется не только форма, но и свойства деформируемого металла. В реальном поликристаллическом металле происходит изменение форм зерен (кристаллитов) дробление отдельных зерен, а также ориентация их определенных кристаллографических осей в направлении течения металла. Преимущественная ориентация зерен называется текстурой. Текстура металлов обусловливает анизотропию их механических, магнитных и электрических свойств. В общем случае анизотропия свойств металла отрицательно сказывается при дальнейшей его обработки и эксплуатации изделий. В некоторых случаях специально стремятся создать максимально текстурованный в определенных направлениях для повышения механической прочности или магнитно-электрических свойств.

***Сущность холодной и горячей обработки металлов давлением***

 В зависимости от температурно-скоростных условий деформирования различают холодную и горячую деформацию.

 Холодная деформация характеризуется изменением формы зерен, которые вытягиваются в направлении наиболее интенсивного течения металла. При холодной деформации формоизменение сопровождается изменением механических и физико-химических свойств металла. Это явление называют *упрочнением* (наклепом). Изменение механических свойств состоит в том, что при холодной пластической деформации по мере ее увеличения возрастают характеристики прочности. Металл становится более твердым, но мене пластичным. Упрочнение возникает вследствие поворота плоскостей скольжения, увеличение искажений кристаллической решетки в процессе холодного деформирования (накопление дислокаций у границы зерен).

 Изменение, внесенные холодной деформацией в структуру и свойства металла не обратимы. Они могут быть устранены, например, с помощью термической обработки (отжигом).

 В этом случае происходит перестройка, при которой за счет дополнительной тепловой энергии, увеличивается подвижность атомов и в твердом металле без фазовых превращений из множества центров растут новый зерна, заменяющие собой вытянутые “деформированные зерна”.

 Явление зарождения и роста, новых зерен взамен деформированных, вытянутых, происходящее при определенных температурах, называется рекристаллизацией. Горячая обработка металлов давлением производится при температурах, значительно превышающих температуру их рекристаллизации. При этом микроструктура металла после обработки давлением оказывается равноосной, без следов упрочнения. Зерна в металле получаются тем мельче, чем больше степень деформации.

 Перед горячей обработкой давлением металлы и стали нагревают до определенной температуры для повышения их пластичности и уменьшения сопротивления деформации. Однако в процессе обработки температура металла понижается. Минимальная температура, при которой можно производить обработку, называется температурой окончания обработки давлением. Область температуры между началом и окончанием, в которой металл или сплав обладает наилучшей пластичностью, наименьшей склонностью к росту зерна и минимальным сопротивлением деформированию, называют температурным интервалов горячей обработки давлением.

 При этом температура нагрева металла выбирается такой, чтобы не возник, пережег либо перегрев. Пережег, характеризуется окислением металла на границе зерен, в результате чего он становится хрупким и при ударе разрушается. Перегрев сопровождается резким ростом размеров зерен, вследствие чего ухудшаются механические свойства.

 Каждый металл и сплав имеет свой строго определенный температурный интервал горячей обработки давлением. Заготовка должна быть равномерно нагрета по всему объему до требуемой температуры. Нагрев осуществляется в различных печах и нагревательных устройствах. Выбор способа нагрева заготовок определяется технико-экономических соображениями.

***Прокатка металлов: cортамент***

 *Прокаткой* называют процесс пластической деформации металла между двумя или несколькими вращающимися рабочими валками. Способы прокатки различают по направлению обработки (продольная, поперечная и винтовая) и по форме получаемого изделия (листовая, сортовая и прокатка труб). Прокатка - наиболее распространенный процесс обработки, через который проходит примерно 90 % всего выплавляемого металла. Прокатку осуществляют, в основном, в металлургической промышленности на прокатных станах. Однако и в машиностроении используют различные способы прокатки, в т. ч. на агрегатах для получения специальных видов проката (шаров, роликов, колес и бандажей для железнодорожного транспорта, втулок, колес подшипников, зубчатых колес и т. д.). Множество наименований свидетельствует и о разнообразии типов прокатных станов, применяемых для этой цели. Упрощенно прокатку можно представить в виде схемы, изображенной на рис.1, где заготовка 1 обжимается валками 2 и меняет свою форму. В то же время прокатный стан - это целый комплекс машин, среди которых выделяют основное оборудование, осуществляющее непосредственно деформацию металла, и вспомогательное - для механизации процесса и придания продукции дополнительного качества.

 Рис.1

 Прокаткой металлов получают длинные заготовки определенного профиля - сортамент. Сортамент служит заготовками для производства различных деталей машин или имеет собственное применение: трубы, рельсы, профили для строительных конструкций.

 Прокатка металлов может также служить не только для получения сортамента но и для производства листового материала, который после дальнейшей обработки применяется для производства корпусов судов, машин, самолетов и т.д.

***Специальные машины для прокатки в машиностроении***

 В группу специальных машин входят станы продольной, поперечной и поперечно-винтовой прокатки, ковочные вальцы и другие машины.

 На станах продольной прокатки металл обрабатывается валками, оси которых параллельны, а заготовка движется в направлении, перпендикулярном осям валков . На поверхности валков имеются углубления (ручьи), форму которых и приобретает заготовка после прокатки. Эта форма может быть многообразной.

 Станы поперечной прокатки служат для получения заготовок в форме тел вращения. При этом ось заготовки располагается параллельно осям валков и прокатываемому металлу придается вращательное движение относительно его оси. Таким образом, металл обрабатывается в поперечном направлении.

 Станы поперечно-винтовой (косой) прокатки отличаются от предыдущих тем, что оси их валков не параллельны, а скрещиваются. Благодаря этому заготовка, кроме вращения, получает поступательное движение (в направлении) своей оси.

 Ковочные вальцы по принципу работы близки к прокатным станам. Они имеют два рабочих валка, на которых устанавливают штампы (секторы), занимающие часть окружности валка. Подача заготовки происходит в тот момент, когда секторы выходят из рабочей зоны. При вращении валков сектора в некоторый момент соприкасаются с заготовкой и начинают ее деформировать, одновременно сдвигая заготовку в направлении, обратном направлению подачи. На ковочных вальцах осуществляют подкат и протяжку заготовок под штамповку.

 *Блюмингами* называются станы для производства заготовок из которых в последствии получают сортамент. Для производства заготовок под последующий листовой прокат - слябинги. В качестве заготовок на этих станах используются слитки. Естественно, что для снижения расхода энергии рационально прокатывать слитки в горячем состоянии, после разливки металла и его затвердевании. Поэтому такие станы обычно устанавливаются на металлургических комбинатах, производящих (варящих) сплав (сталь).

***Прокатка металлов: технологические возможности***

 Прокатка металлов возможна только пластичных металлов в горячем или холодном состоянии (фольга является продуктом прокатки чистого алюминия в холодном состоянии). Форма может быть достаточно сложной, но существуют существенные ограничения, связанные с условиями прохода металла через прокатные валки. Трудно получить поверхности перпендикулярные осям прокатных валков, поэтому необходимо предусматривать специальный наклон таких стенок. Трудно или иногда невозможно получать сортамент с закрытыми профилями, замкнутыми поверхностями.

 Диапазон размеров (толщин) прокатываемого металла довольно широк. От толстолистового проката (>200мм) до фольги толщиной до 0,001мм. Если при прокатке в горячем состоянии точность составляет десятые доли мм, что соответствует 12-14 квалитетам точности, то при прокатке без нагрева точность может быть существенно выше и при прокатке фольги достигает тысячных долей миллиметра.

 Шероховатость также зависит от наличия нагрева и при горячей прокатке шероховатость существенно выше (до Rz 320), при холодной же прокатке (фольга) может быть получена весьма низкая шероховатость (менее Ra0,63).

***Волочение металла***

 Волочение металла - это процесс обжатия металла заготовки при протаскивании ее через волоку -инструмент с отверстием, сечение которого меньше исходного сечения заготовки. В результате процесса поперечное сечение заготовки уменьшается, а длина ее увеличивается.

 Волочение металла применяется без нагрева заготовки для получения тонкой проволоки (от 0,002мм до 4мм). За один цикл обжатия в волоке нельзя значительно уменьшить сечение заготовки, так как усилие может быть приложено только к выходящему из волоки концу заготовки и, при чрезмерном усилии, проволока может просто порваться. Волочением металла можно также калибровать (с целью повышения точности) : прутки различного профиля, тонкостенные трубы и т.д.

 Волочением металла получают всю проволоку для электротехнической и электронной промышленности, стальную проволоку для машиностроения, строительства и т.д. Точность профиля достигает 6 квалитета, а шероховатость поверхности может быть обеспечена менее 0,32мкм. Волоки, работающие в чрезвычайно напряженном режиме и подвергающиеся интенсивному истиранию, выполняются из сверхтвердых металлокерамических сплавов и кристаллов (алмаз).

***Инструмент и машины для волочения***

 Оборудованием являются специальные волочильные станы, на которых за один цикл проволока может получать несколько обжатий. Заготовками для волочения металла является продукция прокатного производства (проволока "катанка" диаметром 6мм).

 К волочильному инструменту относятся волоки и оправки, последние применяются для волочения труб. Наибольшей износостойкостью обладают волоки из природных и синтетических алмазов, однако они нуждаются в интенсивном охлаждении. Алмазные волоки вставляют в оправы из латуни или бронзы и заливают легкоплавким сплавом. Рассмотрим принцип работы, и устройство наиболее простой машины для волочения – машины однократного волочения проволоки (рис. 2).

Рис. 2. Однократная волочильная машина

 Она состоит из станины 1 со встроенным редуктором, который приводится в движение от электродвигателя 4. На вертикальный вал редуктора насажен приемный барабан 3. Моток проволочной заготовки укладывают на фигурку (не показана), передний конец мотка заостряют в специальном приспособлении и вставляют в волоку, находящуюся в во-локодержателе 2. Выступающий из волоки конец заготовки закрепляют клещами, соединенными с барабаном цепью. После намотки 6–7 витков барабан останавливают, конец мотка освобождают от клещей, загибают вокруг штыря на верхней части барабана и продолжают волочение. Форма поверхности барабана способствует подъему намотанной проволоки вверх. После прохода через волоку конца мотка его снимают с барабана специальным съемником.

 В цепном волочильном стане (рис. 3) передний конец прутка или трубы 1 проталкивается через волоку 2 и затем захватывается клещами каретки 3. Каретка скрепляется с пластинчатой цепью 4, перематываемой с помощью привода 5. На входной стороне стана имеется приспособление для подачи и удержания стержня оправки. Скорости волочения на станах достигают 3–5 м/с, усилия волочения – 30–1500 кН.

Рис.3 Устройство цепного волочильного стана

 Недостатки цепных станов - ограниченная длина изделий, большие затраты времени на подготовку к волочению очередной заготовки. Существуют и автоматизированные линии волочения прутков, в которых специальные захваты попеременно тянут заготовку через волоку без остановки процесса.

***Прессование***

 *Прессованием* называют выдавливание металла из замкнутого объема через отверстие. Широко используют прессование для получения прутков, труб и профилей из алюминиевых и медных сплавов, сталей, титана и других тугоплавких металлов. Истечение металла при прессовании может быть прямым и обратным.

 Основным оборудованием цеха пресс-изделий являются гидравлические прессы. Наиболее распространены прессы номинальным усилием 10–50 МН, хотя есть установки усилием 200 МН. Прессовая установка включает устройство для нагрева и подачи слитков к прессу, собственно пресс, выходную сторону пресса (холодильник, механизм правки, резки и смотки изделий), а также устройство гидропривода – насосные или насосно-аккумуляторные станции.

 Воздушно-гидравлический аккумулятор – это несколько высокопрочных сосудов, заполненных частично воздухом или азотом. Аккумулятор позволяет выбрать меньшую мощность насосов. Гидравлические прессы применяются не только при прессовании, но и в др. процессах ОМД.

***Устройство гидравлических прессовых установок***

 Гидравлические прессы позволяют получать изделия весьма сложной формы, этот метод обеспечивает получение наиболее сложных профилей, таких как оребренные трубы для теплообменных аппаратов, строительные профили (профили рам из легких сплавов).

 Гидравлические прессы позволяют получить весьма высокие точность и качество поверхности, так как практически они определяются качеством матрицы, точность и шероховатость поверхностей которой может быть достигнута в процессе изготовления. Конечно, в процессе работы матрица изнашивается, что ухудшает вышеуказанные параметры изделия.

 Гидравлические прессы широко используются для получения формованных, вытянутых и гнутых деталей из листа, для холодной объемной штамповки, правки разнообразных изделий, пакетирования и брикетирования отходов. Действие гидравлического пресса основано на ряде физических законов, в частности на законе Паскаля, устанавливающем, что давление на жидкость передается во все стороны с одинаковой силой. Если поместить в каждый из сообщающихся сосудов разного диаметра (рис. 4) по плунжеру, то, на основании этого закона, а также исходя из условий равновесия, можно написать: р = P1/F1 = P2/F2, откуда P2 = P1(F2/F1), где р – давление жидкости в системе сообщающихся сосудов, Па (кгс/см2); Р1 и Р2 – усилия, приложенные соответственно к малому и большому плунжерам, Н (кгс); F1, F2 – соответственно площади малого и большого плунжеров, м2 (см2). Таким образом, в рассматриваемой системе можно получить выигрыш в силе во столько раз, во сколько площадь большого плунжера превышает площадь малого.

Рис. 4 Принципиальная схема гидравлического пресса

 Элементы этой принципиальной схемы можно найти в том или другом виде в любом гидравлическом прессе: роль малого плунжера выполняет поршень гидравлического насоса, подающего жидкость, а роль большого плунжера - рабочий плунжер пресса. Усилие, развиваемое прессом, определяется произведением давления жидкости на сумму площадей рабочих плунжеров. Согласно другим физическим законам, в замкнутой гидравлической системе (например, в рассмотренной нами) перемещение одного плунжера вызывает такое перемещение другого плунжера, что объем жидкости в системе остается постоянным, поскольку жидкости практически несжимаемы. Если малый плунжер пройдет большое расстояние Hi, то большой плунжер переместится всего лишь на Н2 (см. рис. 4): Hi = H2(F2/Fi). Следовательно, в гидравлическом прессе, выигрывая в силе, столько же раз проигрывают в пути. Этот вывод полностью согласуется с законом постоянства энергии. Количество энергии, подведенное к малому плунжеру, равно количеству энергии, полученной на большом плунжере (здесь не учитываются потери в гидравлической системе пресса). Сказанное можно выразить иначе. Для этого надо перемножить написанные выше уравнения для усилия и пути, в результате получим Р1Н1 = Р2Н2. Приведенные соотношения раскрывают некоторые характерные черты гидравлических прессов.

 Во-первых, развиваемые усилия гидравлических прессов в принципе не ограничены. При этом конструкция гидравлических прессов больших усилий проще, чем, например, механических прессов, развивающих те же усилия.

 Во-вторых, если в гидравлическую систему насос–пресс поместить клапан, разъединяющий их в определенные моменты, можно большим числом малых ходов H1 плунжера насоса получить какой угодно большой ход H2 плунжера пресса. Таким образом, в принципе на гидравлическом прессе можно получить неограниченно большие рабочие ходы. При этом конструкция гидравлического пресса с большим рабочим ходом проще любой другой машины, развивающей такой же ход.

 Большим преимуществом гидравлических прессов является и то, что скорости движения плунжера могут быть различными. Кроме того, гидравлические прессы могут обеспечить плавное или ступенчатое изменение усилия, выдержку под действием постоянной или переменной силы, удлинение или укорочение всего цикла. В гидравлическом прессе-машине статического действия работа совершается в основном за счет энергии давления жидкости. Статический характер приложения усилия в гидравлических прессах обусловливает очень важную особенность их работы: силы, возникающие в прессе, замыкаются внутри него и не передаются на фундамент. Последний воспринимает лишь собственную тяжесть пресса и должен быть рассчитан только на его массу, в то время как фундаменты молотов, например, должны рассчитываться на энергию удара молота.

 Гидропрессовая установка состоит из собственно пресса I, привода II, органов управления III и трубопроводов IV (рис. 5).

 Рабочий цилиндр 8, в котором находится плунжер 7, соединен трубопроводом через органы управления с приводом, обеспечивающим подачу рабочей жидкости. Плунжер, воспринимая давление жидкости, воздействует на обрабатываемую заготовку через подвижную поперечину 4 и прикрепляемый к ней с помощью пазов и крепежных болтов инструмент (верхний штамп). Так как давление жидкости с одинаковой силой действует как на плунжер, так и в обратном направлении, для восприятия этого усилия рабочий цилиндр опирается на плиту – верхнюю поперечину 5. Далее это усилие передается через верхние гайки 6 на колонны 3, а через нижние гайки 1 – на плиту 2, называемую основанием, и через нижний штамп воспринимается заготовкой и уравновешивается усилием, передаваемым на нее со стороны рабочего цилиндра. Для возврата поперечины в исходное положение после деформирования заготовки имеются подъемные (или обратные) цилиндры 9 с плунжерами 10.

 Рабочий цикл пресса состоит из трех основных периодов:

первый - поперечина приближается к заготовке (перед началом рабочего хода), т. е. холостой ход;

 второй - движение поперечины с нагрузкой - деформация заготовки, т. е. рабочий ход;

третий - поперечина возвращается в исходное положение, т.е. обратный ход.

Рис. 5 Схема гидропрессовой установки

 В рабочий цикл пресса, кроме того, входят вспомогательные операции, включающие, в частности, подачу заготовки и удаление изделия. Холостой ход осуществляется жидкостью, находящейся под низким давлением 400-800 кПа (4-8 кгс/см ). Низкое давление создается системой наполнения: чаще всего это один или несколько наполнительных баков, т. е. закрытых баллонов. Рабочий и обратный ходы пресса осуществляются под действием жидкости, находящейся под высоким давлением. Наиболее употребительны давления 20, 32, 45 МПа (200, 320, 450 кгс/см2). Приводы, с помощью которых создают высокое давление, бывают трех типов: насосный, насосно-аккумуляторный, мультипликаторный. Насосный привод называют иногда индивидуальным, поскольку он обслуживает один пресс. В этом приводе жидкость подается в рабочие цилиндры непосредственно насосом. Насосный привод имеет следующие достоинства:

• наибольший коэффициент полезного действия по сравнению с другими типами привода, достигающий 0,6-0,8;

• малые размеры (насос с редуктором и электродвигателем часто можно установить прямо на прессе);

• давление, развиваемое насосом, всегда соответствует сопротивлению, которое оказывает заготовка; т. к. последнее меняется во время рабочего хода, давление является переменным; от производительности насоса зависит скорость движения поперечины при определенных размерах плунжера.

 Вместе с тем насосный привод имеет недостатки. Насосы и двигатели к ним следует выбирать по максимальной скорости, с которой должна двигаться поперечина, и максимальному давлению, которое должен развивать пресс. А на практике далеко не всегда требуется, чтобы пресс работал на максимальных параметрах. Поэтому при обратных и холостых ходах, вспомогательных операциях, не говоря уже о рабочем ходе, мощность насосов используется не полностью. Для быстроходных прессов с большими усилиями требуются насосы высокой производительности и двигатели большой мощности.

 Насосно-аккумуляторный привод отличается тем, что на пути от насоса к прессу поставлен аккумулятор, т. е. баллон, в котором скапливается, аккумулируется жидкость под высоким давлением. Когда требуется, аккумулятор за короткое время отдает запас накопленной жидкости и начинает запасаться ею снова. Следовательно, аккумулятор как бы замещает в нужный момент недостающую мощность насосов и двигателей, обеспечивая высокую скорость движения поперечины и необходимое усилие пресса. При насосно-аккумуляторном приводе скорость подвижной поперечины зависит не от производительности насоса, а от сопротивления заготовки, преодолеваемого поперечиной. Усилие во время рабочего хода соответствует тому давлению, под которым жидкость находится в аккумуляторе.

 В гидропрессовой установке с насосно-аккумуляторным приводом потерь больше, чем в установке с насосным приводом. Потому что в последней установлены короткие трубопроводы, простая система управления по сравнению с насосно-аккумуляторным приводом. Избыток давления в аккумуляторе, т. е. разница между давлением в аккумуляторе и давлением, которое идет на деформацию заготовки, тратится на преодоление сопротивлений в гидравлических трубах, клапанах и т. д. Поэтому к. п. д. насосно-аккумуляторного привода ниже, чем к. п. д. насосного привода, и тем ниже, чем меньше сопротивление заготовки.

 Мультипликаторы применяются в совокупности с насосным или насосно-аккумуляторным приводами и представляют собой устройства для дополнительного повышения давления жидкости перед подачей ее в рабочие цилиндры. *Мультипликатор* – это установка, состоящая из двух цилиндров различных диаметров (рис. 6). В цилиндр большого диаметра поступает пар или воздух (паровоздушный мультипликатор) либо жидкость от аккумулятора или насоса (гидравлический мультипликатор). В качестве мультипликатора может использоваться также одноплунжерный насос, приводимый в движение электродвигателем. От цилиндра меньшего диаметра жидкость под высоким давлением подаётся к прессу. Из условий равновесия видно, что, подведя к большому плунжеру давление Р1, на малом плунжере получим давление Р2 = (F/f)P1 или P2 = (D/d)2P1, где F и f – соответственно площади большого и малого плунжеров (здесь не учитываются потери на трение в механизме мультипликатора).

 Ход пресса будет во столько раз меньше хода мультипликатора, во сколько раз площадь (квадрат диаметра) плунжера пресса больше площади (квадрата диаметра) плунжера мультипликатора. Паровоздушные мультипликаторы не экономичны и поэтому во вновь выпускаемых прессах не применяются. Они сохранились лишь в ковочных прессах старой конструкции. При использовании гидравлического мультипликатора прессы работают с давлением рабочей жидкости до 150 МПа (1500 кгс/см2). Гидравлические мультипликаторы применяются как средство получения большого количества ступеней усилий и скоростей пресса. Это необходимо для экономии жидкости высокого давления и повышения к. п. д. прессовой установки при технологических операциях, в течение которых усилие переменно или меньше номинального усилия пресса. Мультипликаторы с приводом от электродвигателя применяются только на небольших прессах.

Рис. 6 Схема действия мультипликатора

 Идеальная рабочая жидкость должна иметь хорошие уплотняющие, антифрикционные и смазывающие свойства, быть стойкой по отношению к коррозии, стабильной в эксплуатации, дешевой и доступной. В качестве рабочей жидкости в гидропрессовых установках используют водные эмульсии и масла. Применение воды нежелательно, т. к. она приводит к коррозии трубопроводов и клапанных устройств. Кроме того, вода замерзает при 0 °С, имеет низкую уплотнительную и смазывающую способности, вызывает сильное трение в уплотнительных узлах, отчего ускоряется их износ. Эмульсия по внешнему виду напоминает молоко; основой эмульсии является вода, в которую добавляется эмульсол - особый вид масла или жира. Наиболее употребительна эмульсия, представляющая собой 1-1,5 % раствор эмульсола в воде..

 ьПри использовании эмульсии для привода пресса применяют кривошипные плунжерные насосы. В качестве рабочей жидкости применяют минеральные масла, которые являются продуктами переработки нефти и обладают очень хорошими смазывающими, уплотняющими и антикоррозионными свойствами. Масло является более вязкой жидкостью, чем вода или эмульсия, поэтому в гидроприводах могут применяться не клапанные распределители, как в приводах, работающих на воде или водных эмульсиях, а более простые - золотниковые.

 Однако масло огнеопасно, поэтому в обращении с ним надо соблюдать осторожность. Выбор давлений рабочей жидкости обусловливается применяемыми для изготовления цилиндров прессов сталями с пределом текучести 350–450 МПа (3500–4500 кгс/см2), а также стойкостью уплотнений. При учете этих двух условий наиболее подходящими оказываются давления 20–40 МПа (200–400 кгс/см2).

 Гидравлические прессы классифицируют по конструктивным особенностям и назначению. Характерными признаками конструкции являются расположение цилиндров и тип станины. В соответствии с вертикальным и горизонтальным расположением цилиндров различают вертикальные и горизонтальные прессы. У вертикальных прессов рабочие цилиндры чаще всего располагаются вверху станины (в случае их размещения внизу отсутствуют обратные цилиндры, а возврат поперечины в исходное положение происходит под действием собственной тяжести).

Рис. 7 Схема пресса со станиной.

 Обратные цилиндры располагаются в основании пресса, но могут также находиться наверху. Тогда их соединяют с поперечиной пресса тягами или специальной поперечиной. По конструкции станин прессы могут быть стоечными или колонными, (движение ползуна пресса направляется по стойкам или колоннам). Одностоечные станины применяются в прессах небольшого усилия. Такая конструкция обеспечивает свободный доступ к прессу и хороший обзор рабочего пространства. Двухстоечная станина более жесткая, создает лучшее направление для ползуна и применяется для точных работ. Колонные прессы (рис. 7) строятся с разным числом колонн – от двух и выше. Наиболее распространены четырехколон-ные прессы. Сниженной металлоемкостью характеризуются прессы с предварительно напряженными станинами, составленные из полуцилиндрических ригелей 1 и стоек 2, скрепленных высокопрочной лентой (или проволокой) 3. Предварительное натяжение скрепляющего элемента выбирают с таким расчетом, чтобы стык между ригелями и стойками не раскрывался при рабочей нагрузке. Рабочие цилиндры 4 монтируют в верхнем или нижнем ригелях или свободно опирают на один из них.

***Ковка***

 *Ковкой* называется процесс горячей обработки металлов давлением, при котором на заготовку воздействуют ударами кувалды, бойка молота , нажатием бойка пресса или другим универсальным инструментом.

 Исходная заготовка при ковке - слиток или отрезок проката. Ручная ковка в настоящее время применяется в ремонтных работах и художественной обработке металла.

 Машинная ковка осуществляется на кузнечно-прессовых машинах: ковочных молотах с массой падающих частей от 0,5 до 16т, ковочных прессах с усилием от 500 до 100000т.

 Для машинной ковки применяются ковочные молоты и ковочные прессы. *Молотами* называют кузнечные машины, предназначенные для обработки металлов ударами падающих частей.

 Молоты делятся на паровоздушные, пневматические и с механическим приводом. Паровоздушные молоты приводятся в действие паром или воздухом под давлением 0,6–0,8 МПа. В зависимости от конструкции стоек различают одностоечные, арочные и мостовые молоты. Пар или сжатый воздух (рис. 8) подается в рабочий цилиндр под поршень или над ним. Поршень соединен штоком с бабой и верхним бойком. Нижний боек укреплен на шаботе, установленном на отдельном фундаменте.

 В основном производятся стальные поковки, которые куются при температуре 900-1300°С. Хотя ограничено производятся поковки из цветных материалов. Свойства материала при ковке значительно улучшаются, так как происходит дробление кристаллов металла, выравнивание химического состава, может быть создана целесообразно направленная мелкокристаллическая структура металла.

Рис. 8 Принципиальная схема паровоздушного молота простого действия:

1 – отверстия для выхода воздуха; 2 – рабочий цилиндр; 3– поршень; 4 – штык ; 5 – баба; 6 – верхний боек; 7 – нижний боек; 8 – промежуточная подушка; 9 – шабот

 Для подачи и снятия заготовки молоты оснащаются рельсовыми и безрельсовыми манипуляторами грузоподъемностью 3–50 кН. К молотам с механическим приводом относятся фрикционные молоты с доской, с ремнём, винтовые фрикционные молоты и приводные механические (кривошипные).

 На фрикционных молотах для подъёма бабы используются силы трения. Падение бабы происходит под действием собственной массы и этим определяется энергия удара. Падающие части включают либо жесткий элемент (молоты с доской), либо гибкий (молоты с ремнём). Фрикционные молоты применяются для горячей и реже для холодной штамповок листовых изделий из мягкой стали и цветных металлов. Для ковки фрикционные молоты не применяются.

 У винтовых фрикционных молотов баба соединена с винтовым шпинделем. Винт приводится во вращение электродвигателем при помощи двух дисков попеременно: один диск используется для опускания ползуна, а второй для подъёма. В кривошипных молотах движение передаётся рычажной системой от электродвигателя через кривошип упругому элементу: резиновому, рессорному или пружинному.

 Упругий элемент отдаёт энергию молотовой бабе, ускоряя её падение. Эти молоты применяют для протяжки заготовок небольшого поперечного сечения, например при изготовлении подков, лезвий ножей, медицинского инструмента и т. п. Прессы имеют рабочие цилиндры, создающие усилия обжатия поковки, и цилиндры обратного хода. Гидропривод пресса должен развивать большую мощность во время обжатия заготовки. Для создания запаса жидкости высокого давления используется гидравлический аккумулятор или мультипликатор. К. п. д. прессовых установок невелик и составляет 6-8 % для прессов с аккумуляторами и 1,5-2 % с мультипликаторными приводами.

***Штамповка***

 Штамповка деформирует металл заготовки во всем объеме, причем течение его ограничивается полостью штампа. При этом форма получаемого изделия соответствует форме штампа. Штамповка по сравнению со свободной ковкой процесс значительно более производительный, но требует изготовления специальной оснастки штампов.

 *Штампы* - это массивные стальные формы, состоящие из двух частей в которых имеются полости. Эти полости называются ручьями. Верхняя часть штампа закрепляется на подвижной части кузнечной машины, нижняя - на неподвижной. При смыкании обеих частей штампов образуется ручей, формы, и размеры которого соответствуют изготавливаемому изделию. В зависимости от степени сложности изделия используют штампы одноручьевые или многоручьевые. Штамповка паковок сложной конфигурации производится в многоручьевых штампах, ручьи которого подразделяются на заготовительные и штамповочные (чистовые и черновые).

 В заготовительных ручьях происходит предварительное, а в штамповочных - окончательная форма изменения заготовки.

 Различают штамповку в открытых и закрытых штампах.

 При штамповке в открытых штампах в плоскости их разъема часть металла вытекает в облойную щель - получается заусенец (облой), что служит гарантией полного заполнения полости металлом.

 Штамповка в закрытых штампах характеризуется тем, что полость штампа в процессе деформирования остается закрытой. Зазор между подвижной и неподвижной частями штампа при этом постоянный и небольшой. Образование заусенца в нем не предусмотрено.

 После штамповки изделий производят ряд завершающих операции: обрезку облоя, прошивку отверстий, правку, термическую обработку (отжиг или нормализацию), очитку от окалины, контроль качества паковок.

 Штамповка в основном применяется в серийном и массовом производстве. Деформация всего объема заготовки требует, несмотря на ее нагрев, значительных усилий, действующих на штамп, поэтому габариты (масса ) заготовок обычно ограничена (менее 250кг).

 Материал при высоких степенях пластической деформации также как и при ковке уплотняется, измельчается зерно, что приводит к улучшению механических свойств изделия. Поэтому процесс применяется при производстве заготовок весьма ответственных изделий: валов, зубчатых колес, турбинных лопаток и т.д.

 Штамповка позволяет достигать точности получаемых заготовок 12 квалитета. Шероховатость же поверхности, из-за наличия окалины на поверхности нагретой заготовки высока (100 - 500мкм).

 Обьемная штамповка иногда проводится в холодном состоянии и в этом случае точность и шероховатость могут быть значительно улучшены. Однако трудно обеспечить большую степень пластической деформации заготовки и инструмент (штамп) быстро изнашивается.

***Листовая штамповка вырубка***

 *Листовая штамповка* это процесс деформации листовой заготовки на прессе с помощью штампа. Листовая штамповка это процесс когда срезается материал между краями сложноконтурного пуансона и эквидистантой к нему по контуру матрицей. Пуансон и матрица выполняются из материалов значительно более твердых, чем материал заготовки (закаленная сталь, металлокерамический твердый сплав).

 Листовая штамповка тонколистового материала (< 10мм) производится без подогрева заготовки, при большей же толщине требуется подогрев. Таким образом, производятся заготовки сложного контура из пластичных металлов. Размеры заготовок определяются размерами штампов и обычно не превышают 1м. Листовая штамповка позовляет достигать точности в 6-7 квалитет и определяется точностью изготовления матрицы. Шероховатость же поверхности среза в зоне разрушения материала высока, но может быть уменьшена с помощью специальных приемов (чистовая штамповка вырубка).

 Листовая штамповка широко применяется в: машиностроении, радиоэлектронной промышленности, аэрокосмической промышленности .

***Листовая штамповка вытяжка***

 Листовая штамповка вытяжка позволяет создавать из плоского листа объемные детали за счет значительной пластической деформации, при которой происходит не только гибка, но и вытяжка материала со значительным изменением его толщины. Листовая штамповка вытяжка позволяет обрабатывать только особо пластичные материалы:

малоуглеродистая сталь <0,1%C, алюминиевые сплавы, латунь .

 Листовой штамповки вытяжке обычно предшествует штамповка вырубка для получения контурной плоской заготовки. Как листовая штамповка вытяжка, так и вырубка чрезвычайно производительные процессы ( до нескольких сот заготовок в минуту). Поэтому листовая штамповка применяется в серийном и массовом производстве.

 Листовой штамповкой вытяжкой получают: детали кузова автомобиля, металлическую посуду, боеприпасы, консервные банки и др.

***Оборудование для штамповки.***

 Для объемной штамповки применяют молоты, кривошипные горячештамповочные прессы, горизонтально-ковочные машины, гидравлические прессы, винтовые прессы и машины для специализированных процессов штамповки. Процессы штамповки на этих машинах имеют свои особенности, обусловленные устройством и принципом их действия.

 Основным видом штамповочных молотов являются ***паровоздушные штамповочные молоты***. Их строят с массой падающих частей 630 – 25000 кг.

 На молотах штампуют поковки разнообразных форм преимущественно в многоручьевых открытых штампах. Поскольку ход молота нежесткий, штамп конструируют так, чтобы при последнем ударе его половинки сомкнулись по плоскости соударения. На молоте обычно штампуют за несколько (3-5) ударов. После каждого удара баба молота уходит вверх, и в процессе деформирования наступает перерыв. Это приводит к тому, что нижняя часть заготовки охлаждается более интенсивно, так как постоянно соприкасается с нижней частью штампа. Течение металла так же облегчается благодаря тому, что после каждого удара молота окалина отваливается от поверхности заготовки и сдувается сжатым воздухом из штампа.

 У ***бесшаботных паровоздушных молотов*** шабот заменен нижней подвижной бабой, соединенной с верхней бабой механической или гидравлической связью. При ударе соударении верхней и нижней баб развивается значительная энергия (до 1 МДж), что позволяет штамповать на таких молотах крупные поковки преимущественно в одноручьевых штампах (ввиду подвижности обоих штампов многоручьевая штамповка на них затруднена).

 Кинематическая схема ***Кривошипного горячештамповочного пресса*** приведена на рис. 9. Электродвигатель 4 передает движение клиновидным ремням на шкив 3, сидящий на приемном (промежуточном) валу 5, на другом конце которого закреплено малое зубчатое колесо 6. Это колесо находится в зацеплении с большим зубчатым колесом 7, свободно вращающемся на кривошипном валу 9. С помощью пневматической фрикционной муфты 8 зубчатое колесо 7 может быть сцеплено с кривошипным валом 9; тогда последний придет во вращение. Посредством шатуна 10 вращение кривошипного вала преобразуется в возвратно-поступательное движение ползуна 1.

 Для остановки вращения кривошипного вала после выключения муфты служит тормоз 2. Стол пресса 11, установленный на наклонной поверхности, может перемещаться клином 12 и тем самым в незначительных пределах регулировать высоту штамповочного пространства.

 Для облегчения удаления поковки из штампа прессы имеют выталкиватели в столе и ползуне. Выталкиватели срабатывают при ходе ползуна вверх.

Рис 9 Кривошипный горячештамповочный пресс

 Ввиду худшего заполнения полостей при штамповке сложных поковок на прессах применяют большее число ручьев, чем в молотовых штампах.

 Штампы на прессах не должны смыкаться на величину, равную толщине заусенца, поэтому полость для него делается открытой, в отличие от молотовых штампов.

 Определение усилия, требуемого для штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе, имеет важно, так как при недостаточном усилии пресса может произойти его поломка. Существуют аналитические экспериментально проверенные формулы для определения усилия штамповки с достаточной степенью точности.

Благодаря наличию выталкивателей в прессах удобно штамповать в закрытых штампах выдавливанием и прошивкой. Кривошипные горячештамповочные прессы строят с усилием 6,3 – 100 МН; такие прессы успешно заменяют штамповочные молоты с массой падающих частей 0,63 – 10т.

 Горизонтально ковочные машины имеют штампы, состоящие из трех частей (рис. 10): неподвижной матрицы 3. подвижной матрицы 5 и пуансона 1, размыкающихся в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Приток 4 с нагретым участком на его конце закладывают в неподвижную матрицу 3. Положение конца прутка определяется упором 2. При включении машины подвижная матрица 5 прижимает приток к неподвижной матрице, упор 2 автоматически отходит в сторону, и только после этого, пуансон 1 соприкасается с выступающей частью прутка и деформирует ее. Металл при этом заполняет формующую полость в матрицах, расположенную впереди зажимной части. Формующая полость может находиться не только в матрице, но и совместно в матрице и пуансоне, а так же только в одном пуансоне.

 Кинематическая схема горизонтально-штаповочной машины представлена на рис. 11. Главный ползун 7, несущий пуансон, приводится в движение от кривошипного вала 6 с помощью шатуна 5. подвижная щека 1 приводится от бокового ползуна 3 системой рычагов 2; боковой ползун, в свою очередь, - кулачками 4, сидящими на конце кривошипного вала машины. Горизонтально-штамповочные машины способны создавать усилие на главном ползуне до 31,5 МН.

Основные операции при штамповке на горизонтально-ковочных машинах – высадка (рис.10 а, б), прошивка (рис.10 в), и пробивка (рис.10 г)

Рис 10 рис 11

 Гидравлические штамповочные прессы по своему устройству принципиально не отличаются от ковочных. Усилие современных гидравлических штамповочных прессов достигает 750 МН.

На гидравлических прессах штампуют поковки типа дисков, коленчатых валов, различного рода рычагов, кронштейнов, сферических днищ, цилиндрических стаканов. Особое значение имеет штамповка на гидравлических прессах крупногабаритных панелей и рам из легких сплавов в самолетостроении. Исходной заготовкой является прокат (в том числе и листовой) и полуфабрикат ковки. Перед закладкой в штамп нагретая заготовка должна быть очищена от окалины.

Штампуют в открытых и закрытых штампах (с одной и двумя плоскостями разъема), как правило, в одном ручье.

**Используемая литература**

 1**) Технология конструкционных материалов: Учебник для машиностроительных специальностей ВУЗов / А.М. Дальский, И.А. Арутюнова, Т.М. Барсукова и др.; Под ред. А.М. Дальского. - М.: Машиностроение, 2005. - 448с.**

 **2) Статья из журнала «Технология конструкционных материалов и материаловедение»**

 **Автор: проф. Коротких М.Т**

**3) А. Г. Схиртладзе, В. И. Выходец, Н. И. Никифоров, Я. Н. Отений «Оборудование машиностроительных предприятий» Учебник. - Волгоград: ВолгГТУ, 2005. - 128 с.**

**4) Технология конструкционных материалов. 2-е издание, переработанное и дополненное. Под редакцией А. М. Дальского. М.: «Машиностроение», 1990, 352 с**