

Министерство образования и науки Украины  
Донбасская государственная машиностроительная академия

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к выполнению курсового проекта  
по дисциплине “Технология КШП.  
Объемная штамповка”  
для студентов специальности 7.090404

Краматорск 2004

Министерство образования и науки Украины  
Донбасская государственная машиностроительная академия

Составитель  
И.С.Алиев

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к выполнению курсового проекта  
по дисциплине “Технология КШП.  
Объемная штамповка”  
для студентов специальности 7.090404

В печать 50 экз.  
Первый проректор  
А.Н.Фесенко

Утверждено  
На заседании кафедры ОМД  
Протокол №1 от 03.09.04.

**ПЕРУТВЕРЖДЕНО**  
на заседании секции  
методического совета  
кафедры ОМД  
Протокол № 4 от 14.02.2012  
**ПЕРУТВЕРЖДЕНО**  
на заседании методического  
Совета факультета  
Протокол № 6 от 22.02.2012

Министерство образования и науки Украины  
Донбасская государственная машиностроительная академия

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к выполнению курсового проекта  
по дисциплине “Технология КШП.  
Объемная штамповка”  
для студентов специальности 7.090404

Утверждено  
на заседании кафедры ОМД  
Протокол №1 от 03.09.04.  
ПЕРУТВЕРЖДЕНО  
на заседании секции  
методического совета  
кафедры ОМД  
Протокол № 4 от 14.02.2012  
ПЕРУТВЕРЖДЕНО  
на заседании методического  
Совета факультета  
Протокол № 6 от 22.02.2012

**Краматорск 2004**

УДК 621 73.042

Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине “Технология КШП. Объемная штамповка”. (Для студентов специальности 7.090404)./Сост. И.С. Алиев. – Краматорск: ДГМА,2004. - с.

Методические указания служат руководством для самостоятельного выполнения курсового проекта по горячей объемной штамповке студентами дневного отделения ДГМА. В указаниях даны рекомендации о направленности курсовых проектов и их содержании, о порядке выполнения и защиты работы, критериях ее оценки, изложены требования к оформлению пояснительной записки и графической части работы, приведены списки рекомендуемой литературы и стандартов.

Составитель  
Ответственный за выпуск

проф. И.С. Алиев  
проф. И.С. Алиев

## Содержание

1	Порядок и последовательность выполнения курсового проекта	4
1.1	Цель курсового проектирования	4
1.2	Объем и порядок выполнения курсового проекта	4
1.3	Последовательность расчетов и изложения разделов курсового проекта	6
2	Порядок и особенности разработки технологических процессов штамповки на различном оборудовании	9
2.1	Указания по выбору метода штамповки	9
2.2	Указания по конструированию поковки	13
2.3	Штамповка на молотах	14
2.3.1	Выбор переходов штамповки	14
2.3.2	Конструирование штампа	17
2.4	Штамповка на КГШП	18
2.5	Штамповка на винтовых прессах	21
2.6	Штамповка на гидравлических прессах	22
2.7	Штамповка на ГКМ	23
3	Оформление курсового проекта	27
3.1	Оформление пояснительной записки	27
3.2	Выполнение графической части	29
	Список рекомендуемой литературы	30
	Приложение А. Образец титульного листа	34

# **1 ПОРЯДОК И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

## **1.1Цель курсового проектирования**

Целью курсового проектирования является углубление и практическое использование знаний, полученных по дисциплине «Горячая объемная штамповка», приобретение опыта по разработке технологических процессов горячей объемной штамповки, расчету и конструированию штампов, разработке и оформлению чертежей.

В процессе выполнения курсового проекта студент должен приобрести навыки самостоятельной творческой работы, умение пользоваться технической и патентной литературой и применять новые прогрессивные способы штамповки, достижения науки и передовой производственной практики.

Работу необходимо выполнять с максимальным использованием в конструкциях штампов стандартных и нормализованных деталей и узлов, средств механизации и автоматизации загрузки штампов и удаления отштампованных деталей.

Выбор варианта технологического процесса и конструкции штампов должен определяться максимальной технико-экономической эффективностью изготовления детали в заданных условиях производства.

## **1.2Объем и порядок выполнения курсового проекта**

Курсовой проект выполняется по заданию, которое выдается студенту руководителем. К заданию прилагается чертеж детали с техническими требованиями и данные о характере производства с указанием годовой программы.

Тема курсового проекта предусматривает разработку технологического процесса штамповки и проектирование оснастки. В работе необходимо решить следующие основные задачи:

1 Разработать несколько вариантов технологического процесса изготовления детали и выбрать наиболее экономически целесообразный, согласовав его с руководителем.

2 Провести все расчеты по выбранному варианту технологического процесса, выбрать тип и разработать конструкции штампов, согласовав их с руководителем.

3 Выполнить графическую часть в тонких линиях.

4 После проверки руководителем окончательно оформить пояснительную записку и обвести чертежи.

При выдаче задания руководитель проекта обсуждает со студентом содержание и объем графических и расчетных работ, последовательность и календарный план выполнения проекта, расписание консультаций.

Регулярность выполнения на протяжении всего семестра этапов проектирования оказывает большое влияние на качество и оценку курсового проекта. Поэтому студент обязан выполнять проект в соответствии с календарным планом, в котором приведены основные этапы работы, контрольные сроки их завершения (еженедельно) и указаны ориентировочные затраты времени на выполнение каждого этапа (часы).

На консультациях студент обосновывает предлагаемый им вариант технологического процесса, тип варианта, метод расчета, предлагает свои технологические решения. После обсуждения выполненной части проекта уточняются следующие этапы проекта, содержание и объем отдельных разделов, необходимость оформления конкретной технологической и конструкторской документации.

Курсовой проект включает пояснительную записку с объемом примерно 30 страниц рукописного текста и графическую часть, состоящую из 4...5 листов (формата А4) общих видов и детализации одного штампа.

Части курсового проекта имеют следующий ориентировочный объем,	
Анализ технологичности конструкции детали, технологических условий и условий производства	5
Анализ и выбор технологических вариантов. Определение типа технологического оборудования и способа горячей штамповки. Конструирование поковки	10
Разработка технологического процесса. Расчет и выбор технологических переходов, в том числе с применением ЭВМ. Назначение вспомогательных, отделочных и контрольных операций	20
Расчет заготовки, нормы расхода и коэффициента использования металла	5
Расчет силовых параметров и выбор модели оборудования	10
Выполнение необходимых для проектирования штампа расчетов	5
Выполнение сборочных чертежей штампов. Выполнение рабочих чертежей основных деталей штампов	30
Выбор вспомогательного оборудования, средств нагрева, механизации и автоматизации процесса; организация работы и планировка участка, техника безопасности	10
Оформление технологической документации и пояснительной записки. Подготовка к защите и защита курсового проекта	5

После утверждения пояснительной записки и всех чертежей руководителем курсовой проект принимается к защите. Защита состоит из краткого доклада о выполненной работе (5-6 минут) и ответов на вопросы. В докладе сообщается о задании на курсовой проект, кратко характеризуется штампуемая деталь (указываются основные требования, материал, форма и габариты детали), обосновывается технологический процесс горячей штамповки. Особое внимание в докладе уделяется работе штампов, конструкции которых разработаны студентом, и особенностям принятого варианта штамповки.

Оценка проекта и его защиты производится комиссией на закрытом заседании. При оценке проекта комиссия принимает во внимание: качество проработки и уровень технических решений; использование достижений науки, техники и передового производственного опыта; применение студентом электронно-вычислительной техники; качество оформления пояснительной записки в графической части; соответствие работы требованиям КСКД и ЕСТД;

технологичность конструкций штампов и их деталей; уровень унификации и стандартизации конструкции штампов; четкость доклада при защите и правильность ответов на вопросы; планомерность и своевременность выполнения проекта.

### **1.3 Последовательность расчетов и изложения разделов курсового проекта**

При выполнении курсового проекта должна быть соблюдена определенная последовательность расчетов и изложения их в списке:

1 Ознакомиться с чертежом детали и техническими требованиями на нее, условиями производства, программой выпуска.

2 Выполнить анализ технологичности конструкции штампуемой детали. Рассмотреть геометрию детали, соотношение ее габаритных размеров, массу, характеристики материала с целью выяснения соответствия детали технологическим возможностям горячей объемной штамповки. Основное внимание необходимо обратить на элементы конструкции детали, размеры которых ограничиваются возможностями технологических операций: минимально допустимые размеры отверстий, ребер и выступов, а также радиусов закруглений; максимально допустимое соотношение глубины и диаметра полостей; шероховатость поверхностей и т.п. Следует проверить возможность изменения конструкции детали или отдельных ее элементов для повышения технологичности без снижения эксплуатационных свойств [3, с.156] и получения простых форм, удобных для объемной штамповки с незначительными потерями металла в отходы. Необходимо проанализировать заданную точность размеров, назначения и требования к качеству поверхностей для выяснения возможности их достижения обычными штамповочными операциями без дополнительной обработки.

3 По литературным источникам определить место заданной детали в существующих классификациях поковок [1,2,3,4], ознакомиться с известными методами получения горячей штамповкой аналогичных деталей, рассмотреть ряд возможных вариантов изготовления, проанализировать их достоинства и недостатки. Обязательно рассмотрение новых технологических методов обработки давлением, выявленных на основании патентного поиска, изучения периодической и реферативной литературы, передового производственного опыта. Информация об изобретениях в области объемной штамповки содержится в следующих рубриках международной классификации изобретений (МКИ): В21У, В21К, В21С. Ниже, в п.2.4, приводится сопоставление наиболее распространенных (традиционных и перспективных) методов горячей объемной штамповки.

Выбрать по результатам анализа наиболее целесообразный метод получения поковки и согласовать с руководителем. При оценке вариантов штамповки нужно ориентироваться на один или группу следующих критериев: минимальную себестоимость производства поковки (по укрупненным нормативам); минимальный расход металла; минимальную трудоемкость и др.

4 Установить ориентировочную структуру технологического процесса, т.е. перечень и характер подготовительных, формоизменяющих (с

определением типа оборудования) и вспомогательных операций. Уточнить классификационную группу, к которой можно отнести данную поковку, и рассмотреть необходимость профилирования заготовки на отдельном специализированном оборудовании (вальцах, ГКМ и др.). Одновременно определить тип штампа (открытый, закрытый, для выдавливания).

5 Установить способ, режим и время нагрева заготовки, а также температурный интервал и способ охлаждения поковок после штамповки [1, с.97-104; 4, с.20-48; 5, с.83-88; 7, с.27-50]. Выбрать средства нагрева металла под штамповку в зависимости от вида штамповочного оборудования, условий производства, размеров и марки материала заготовки [1, с.117-132, 149-176; 4, с.25-44; 5, с.88-94; 7, с.41-50, 52;58].

6 Разработать чертежи холодной и горячей поковки (см. разд. 2.2). Описать (иллюстрируя этапы) последовательность действий по выбору плоскости и линии разъема, припусков, допусков и других параметров поковки.

7 Рассчитать технологические переходы формоизменения операций. Определить степень формоизменения, коэффициенты высадки, подкатки, размеры и форму расчетной заготовки, размеры и форму всех переходов – ручьев (полуфабрикатов), начиная от последнего и завершая размерами и формой исходной заготовки. Указания по расчету переходов штамповки на основных видах оборудования даны в подразд. 2.3...2.7. Для трудоемких расчетов и анализа различных расчетных зависимостей целесообразно применение ЭВМ.

8 Определить величины деформирующих усилий, массу подвижных частей (МПЧ) молота и работы деформации на всех технологических операциях. Сопротивление пластической деформации можно установить по справочнику.

9 Выбрать по каталогам основное штамповочное оборудование и привести техническую характеристику и модель машины [48-50].

10 Выбрать необходимый сортамент материала. Определить коэффициент использования и норму расхода материала.

11 Выбрать и обосновать способ разделки проката на мерные заготовки. Установить тип оборудования для резки и привести его основные данные. Конструкция штампа для резки может быть разработана при необходимости обеспечения высокой точности резки сдвигом пруткового материала.

12 Обосновать выбор способа обрезки заусенца (и пришивки) и типа обрезного штампа. Рассчитать усилия обрезки-пробивки и установить модель и техническую характеристику обрезного кривошипного прессы.

13 Определить режимы охлаждения и необходимой термической обработки поковок после штамповки. Рассмотреть возможность использования ковочной температуры для последующей термообработки.

14 Описать необходимые завершающие и отделочные операции. Рассчитать усилия калибровки и выбрать оборудование для операции калибровки или правки. Назначить контрольные операции; установить и описать методы и средства технического контроля.

15 Выполнить конструкторскую часть проекта. Уточнить тип штампа, исходные данные - размеры полуфабрикатов по технологическим переходам, закрытую высоту, размеры крепежных частей и другие параметры оборудования. Установить тип блока штампов, рассмотреть варианты центрирования и направления поковки штампов, а также возможности оборудования в обеспечении выталкивания поволоков из ручьев.

Разработать технический проект конструкции штампа. Определить ориентировочные габаритные размеры блока и вставок или штампа. Уточнить компоновку и взаимное расположение ручьев и вставок.

16 Рассчитать размеры заготовительных и штамповочных ручьев. Разработать узлы направления и центрирования половин штампа, узлы выталкивателя поволоков, крепления и регулировки вставок и др. Рассчитать буферные прижимные и съемные устройства по потребному усилию (и ходу) съема, проталкивания, зажима полуматриц. Произвести проверочные расчеты некоторых деталей (тонких пуансонов и толкателей – на потерю устойчивости, опорных площадок и соударяющихся плоскостей - на смятие, прокладок – на изгиб, бандажированных матриц – на натяг и др.). Назначить марку материала и режимы термической, химико-термической и упрочняющей обработки на основные части штампа.

17 Разработать чертежи общего вида штампа в проекциях и сечениях, достаточных для полной характеристики его конструкции и детализации основных узлов и частей.

Разработать рабочие чертежи основных деталей штампа, перечень которых уточняется руководителем проекта.

18 Конструирование обрезающего штампа осуществляется по согласованию с руководителем. При этом студенту необходимо решить вопросы, связанные с определением формы пуансонов и матриц, зазора между ними, способа крепления и центрирования инструмента, типа съемников и выталкивателей, конструкции нормализованных индивидуальных блоков. Следует принять прогрессивные конструкции комбинированных штампов, позволяющих осуществлять одновременно с обрезкой прошивку отверстия, правку поковки или обжим (раздачу) с целью устранения штамповочных уклонов. Расчет обрезающих операций и конструирование штампов осуществляется по рекомендации учебных пособий [2, с.255-287; 3, с.349-366; 4, с.320-324; 5, с. 442-457; 6, с.25,34,93; 9, с.38, 66-70].

19 Выбрать и описать средства для механизации и автоматизации основных штамповочных и вспомогательных операций. Решить вопросы организации и планировки рабочего места или компоновки поточной механизированной (автоматической) линии [3; 42-47].

20 Описать мероприятия по эксплуатации, по повышению долговечности и надежности штамповой оснастки. Привести составы рекомендуемых технологических смазок и описать способы их нанесения на заготовку и штамп [3;5;10;38-41].

21 Установить основные требования безопасной эксплуатации оборудования и охраны труда штамповщиков, выполняющих технологические операции [53].

22 Оценить экономическую эффективность спроектированного технологического процесса исходя из результатов выполнения курсовой работы по экономике и организации производства. Привести таблицу сопоставления технико-экономических показателей базового варианта и нового технологического процесса.

23 Оформить пояснительную записку и графическую часть курсового проекта.

## **2 ПОРЯДОК И ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ШТАМПОВКИ НА РАЗЛИЧНОМ ОБОРУДОВАНИИ**

### **2.1 Указания по выбору метода штамповки**

Наиболее целесообразный способ выбирают исходя из конфигурации и размеров детали, химсостава исходного материала, преимуществ и недостатков каждого из намечаемых вариантов штамповки данной поковки, укрупненных технико-экономических показателей, условий и серийности производства с учетом предполагаемого к использованию оборудования.

Штамповочные молоты получили наибольшее распространение в кузнечно-штамповочных цехах со среднесерийным производством благодаря своей универсальности и простоте эксплуатации. К достоинству молотов относится возможность деформировать заготовки быстро и многократно в каждом ручье, что обеспечивает большие суммарные деформации и возможность осуществления чрезвычайно энергоемких операций. На молотах штампуют поковки массой 0,25...400 кг осадкой в торец (продольной штамповкой) и поперек оси заготовок (поперечной штамповкой) как из штучных заготовок, так и из прутка с отделением поволоков ножами в том же штампе. К недостаткам штамповки на молотах относятся невысокая производительность работы (особенно при многоручьевой штамповке), низкая точность размеров поволоков, а также сложность механизации и автоматизации процессов.

Эффективность штамповки на молотах может быть значительно повышена совершенствованием технологии. Основными направлениями совершенствования являются: изменение конструкций ручьев штампа; применение новых конструкций облойных канавок; получение фасонных заготовок на специальном оборудовании; применение сдвоенной штамповки; совмещение выполнения разделительных и формоизменяющих операций на обрезных прессах; применение малоокислительного и безокислительного нагрева.

Кривошипные горячештамповочные прессы (КГШП) вытеснили молоты и получили распространение в крупносерийном производстве поволоков средних масс. Этот вид оборудования приспособлен для высокомеханизированного и автоматизированного производства поволоков. КГШП допускают эксцентричное расположение ручьев в штампе, снабжены верхним и нижним выталкивателем,

но имеют жестко заданный рабочий ход, конец рабочего хода, что позволяет деформировать заготовку в одном ручье за несколько ходов. В сравнении с молотами КГШП обладают преимуществами: более высокой производительностью; повышенной точностью размеров поковок; увеличением коэффициента использования металла (КИМ); улучшением условий труда. К числу недостатков КГШП относятся их высокая стоимость и возможность заклинивания и поломки прессов.

Винтовые (фрикционные и гидровинтовые) прессы (ВП) являются штамповочными машинами промежуточного вида, более близкими в техническом отношении к прессам, чем молотам. ВП применяют главным образом в мелкосерийном и серийном производствах для горячей штамповки поковок из черных и цветных металлов и сплавов, а также для калибровки гибки и правки. Технологические особенности ВП следующие: возможность широко регулировать величину хода, скорость движения ползуна и энергию удара; отсутствие опасности заклинивания и поломки пресса; наличие нижнего выталкивателя, позволяющего штамповать поковки с меньшими уклонами. Эти особенности позволяют применять ВП в более широких пределах, чем молоты и КГШП, для облойной и безоблойной штамповки, в том числе в закрытых штампах с разъемными матрицами. ВП малопригодны для многоручьевого штамповки, так как значительные эксцентричные нагрузки здесь недопустимы.

Гидравлические прессы (ГП) применяют для штамповки металлов и сплавов с небольшой температурой начала штамповки (алюминиевые и магниевые сплавы). При необходимости они должны иметь большие рабочие хода с постоянным усилием деформирования. ГП являются единственным оборудованием для штамповки крупных поковок, которые нельзя получить на другом оборудовании из-за недостатка мощности. На специальных многоплунжерных гидравлических прессах получают большую номенклатуру изделий типа тройников, крестовин и других пустотелых поковок в разъемных матрицах. Стальные поковки на ГП деформируют с использованием штампов для выдавливания и глубокой прошивки и протяжки. Основным недостатком ГП является их тихоходность.

На горизонтально-ковочных машинах (ГКМ) штампуют поковки различной конфигурации массой от 0,1 до 150 кг в открытых, закрытых и полузакрытых (для выдавливания) штампах. Типичным процессом на ГКМ является многоручьевого высадка в закрытых двухразъемных штампах. На ГКМ штампуют поковки из мерных заготовок с упором заднего конца и из прутка с упором переднего конца и с отрезкой отштампованной поковки в последнем ручье. Наличие разъема в матрице позволяет не применять штамповочные уклоны в случаях, когда глухая полость попадает в разъем. Наличие двух взаимно перпендикулярных плоскостей разъема штампов обеспечивает получение таких поковок, которые невозможно получить при штамповке на другом штамповочном оборудовании в штампах с одной плоскостью разъема, например поковки со сквозным отверстием, с глубокой глухой полостью, со стержнем и прошитым утолщением, многоступенчатые и др. Возможность штамповки в закрытых штампах, высокое качество и точность поковок,

высокая производительность и возможность полной автоматизации штамповки также являются преимуществами ГКМ. К недостаткам штамповки на ГКМ следует отнести меньшую универсальность по сравнению со штамповкой на молотах и прессах, ограниченность в номенклатуре поковок, необходимость очистки нагретой заготовки от окалины, относительно высокую стоимость машин.

Штамповка выдавливанием является наиболее прогрессивным методом изготовления поковок на КГШП, гидравлических прессах, ВП и ГКМ, позволяющим значительно снизить расход металла и трудоемкость. Преимущество процесса выдавливания перед штамповкой в открытых штампах состоит в возможности получения поковок, максимально близких по форме и размерам к форме и размерам готовых деталей. Выдавливание протекает по схеме неравномерного всестороннего сжатия, обеспечивающего металлу высокую пластичность.

Прямым выдавливанием можно изготавливать поковки типа стержня с утолщением на конце из сплошных и пустотелых заготовок. Обратным выдавливанием штампуют, как правило, полые поковки типа стакана с фасонным дном. Поперечным выдавливанием изготавливают поковки сложной конфигурации с фланцами или с боковыми отростками, расположенными под различными углами. Поперечное выдавливание или комбинированное выдавливание, включающее истечение металла в поперечном направлении, осуществляется в штампах с разъемными матрицами. Главное достоинство таких штампов состоит в возможности отказаться от штамповочных уклонов, получать такие формы поковок, которые не могут быть извлечены из обычной полости штампа. Особенно удачно выполняема технология точной штамповки в разъемных матрицах на специализированных прессах двойного действия, на горячештамповочных автоматах.

Проектирование технологических процессов и оснастки для выдавливания осуществляют по рекомендациям [2, с.19; 4, с.272; 5, с. 283-306; 6; 8, с.53-64; 39; 47, с.258-274].

Наряду с традиционными и широко распространенными процессами кузнечно-штамповочного производства (рассмотренными выше), в последнее время все большее применение находят технологические процессы получения заготовок особыми способами деформирования и на специализированном оборудовании, предназначенном для производства, как правило, какого-либо одного вида поковок или исходных фасонированных заготовок. При этом технико-экономические показатели производства, особенно при больших сериях, значительно повышаются.

Вальцовка заготовок на ковочных вальцах является наиболее эффективным и рациональным способом получения фасонных заготовок для последующей штамповки их на молотах или на КГШП в условиях серийного и крупносерийного производства. Целесообразность применения ковочных вальцов определяется необходимостью использования протяжного или подкатного ручьев. Вальцованную заготовку конструируют исходя из эпюры

сечений расчетной заготовки в соответствии с рекомендациями справочной и специальной литературы [2, с.184-220; 3, с.331; 4, с.315; 5, с. 494-500; 21;30;31].

В промышленности применяют также вальцовку-штамповку поковок от прутка с образованием заусенца. Сущность процесса состоит в том, что применяют обычный метод штамповки (как бы в открытых штампах), но ручки расположены на поверхностях вращающихся валков [2, с.208; 5, с. 502; 9,с.283].

Специализированные электровысадочные машины применяют для значительного непрерывного местного набора металла на конце или в середине длинного прутка, когда поковки не могут быть получены выдавливанием или высадкой на ГКМ [3, с.347; 4, с.311; 5, с.509; 9, с. 277].

Радиальное обжатие на ротационно- и радиально-обжимных машинах позволяет выполнять различные технологические операции – получать изделия с разнообразной формой наружной поверхности, оформлять внутренние поверхности полых изделий, обжимать концы заготовок и калибровать прутковый материал [3, с.343; 5, с.507; 4, с.304; 9, с.280].

Поперечно-клиновой прокаткой можно получать изделия типа ступенчатых валов с разнообразной формой поверхностей, с продольными и поперечными канавками, с резкими и плавными переходами между ступенями [3, с.325; 9, с. 313; 36].

Раскатка кольцевых заготовок на специальных раскатных машинах (станах) является наиболее прогрессивным способом изготовления деталей типа бандажей, колец подшипников, обойм различных профилей и размеров [2, с.220-230; 3, с.338; 4, с.318; 5, с.503; 9, с.304].

Накатка зубчатых колец позволяет получать на заготовке окончательный либо требующий незначительной доработки резанием зубчатый профиль [2, с.233; 3, с.340; 9, с.294].

Высокоскоростная штамповка на специальных высокоскоростных молотах целесообразна для изготовления поковок сложной конфигурации, к которым относятся поковки с продольными и торцовыми ребрами, тонкостенные стаканы с глухой полостью, турбинные лопатки с тонкими полотнами и выступами и др. [2, с.235; 4, с.312; 5, с.306].

Изотермическая штамповка обеспечивает получение поковок высокого качества и с точными размерами. Изотермический режим штамповки обусловлен специфическими требованиями (низкие допустимые скорости и узкий температурный интервал деформации, недостаточная теплопроводность и др.) к горячему пластическому деформированию многих сплавов со специальными свойствами [5, с.308; 6, с.20,32; 8, с.81].

Штамповка в состоянии сверхпластичности различных сплавов относится к числу новейших процессов, только осваиваемых в промышленности. В состоянии сверхпластичности, характеризуемом повышенной на один порядок пластичностью при пониженном на один порядок сопротивлении деформации, находятся сплавы с чрезвычайно мелкозернистой структурой (1...5мк) при температуре немного выше температуры начала рекристаллизации при определенной скорости деформации [5, с.309; 18].

Жидкая штамповка металла в период кристаллизации обладает такими преимуществами, как отсутствие предварительных операций подготовки заготовки; небольшие удельные усилия и работа деформации; высокий КИМ; возможность получения сложных поковок с глубокими полостями и тонкими ребрами из легких сплавов [5, с.312; 6, с.21, 32; 8, с.81].

## **2.2 Указания по конструированию поковки**

Разработку чертежа поковки производят на основании чертежа готовой детали, которую нужно получить из поковки, выбранного метода штамповки и типа штампа. Следует учитывать особенности конфигурации детали и определить классификационную группу (подгруппу), к которой можно отнести разрабатываемую поковку.

Чертеж поковки составляют следующим образом: выбирают плоскость разъема; назначают припуски-допуски, напуски; определяют штамповочные уклоны, радиусы закруглений, наметки под прошивку и размеры перемычек отверстий; решают вопросы, связанные с направлением волокон в поковке и выборе баз для последующей механической обработки.

При выборе плоскости разъема следует руководствоваться правилами обеспечения гарантированного удаления поковок из полостей штампа, высокой прочности штампа и точности поковок, контроля за смещением половин штампа; облегчения процесса механической обработки ручьев штампа и их заполнения деформируемым металлом, а также предотвращения сдвига в штампах [1, с.328; 3, с.141; 4, с.166; 5, с.322].

Геометрические параметры стальных штамповочных поковок назначают по стандарту [65] в зависимости от массы, размеров, класса точности и степени сложности поковок, а также метода штамповки (вида оборудования).

Класс точности поковок устанавливают с учетом требований к точности их размеров, условий и характера производства (серийное или массовое), причем разные размеры одной и той же поковки могут быть отнесены к различным классам точности. Массу поковок определяют по чистовым размерам детали с учетом припусков, напусков: 0,5 положительного отклонения – для наружных размеров и 0,5 отрицательного (нижнего) отклонения – для размеров полости и отверстий.

Припуски и допуски, назначаемые по номинальным размерам детали, регламентируются массой и степенью сложности поковок, группой стали и классом шероховатости поверхностей детали.

К кузнечным напускам в стандарте отнесены объемы, характеризующие штамповочными уклонами, внутренними радиусами, и перемычки отверстий поковок.

Штамповочные уклоны назначают для облегчения удаления поковки из полостей штампа. Внутренние уклоны всегда больше наружных. Уменьшение уклонов имеет большое значение для экономии металла, поэтому следует стремиться к выбору прогрессивных технологических способов штамповки в штампах с выталкивателями. Для унификации режущего инструмента и упрощения изготовления штампов принимают определенные значения уклонов из ряда: 2, 3, 5, 7 и 10.

Наименьшие наружные радиусы закруглений на выступающих частях поковки (и в углах полости штампа) назначают по стандарту в зависимости от массы поковки. Внутренние радиусы закруглений принимают в три-четыре раза больше наружных.

Малые отверстия (не менее 30 мм) и углубления «закрывают» напусками. Наметку для отверстий с последующей проколкой перемычки производят, если их диаметры или ширина больше или равна высоте поковки, но не менее 30 мм. В противном случае производят только глухую наметку. В зависимости от формы и размеров поковок применяют перемычки плоские, с раскосом, с магазином и карманом [1, с.331; 3, с.155; 4, с.173].

Конструирование поковок из цветных металлов и сплавов осуществляют по рекомендации специальной литературы [7,13].

При оформлении чертежа поковки форму готовой детали вычерчивают внутри контура поковки более тонкими линиями, что необходимо для простановки припусков, указания напусков и наглядного представления об объеме металла, уходящего в стружку. Кроме размеров с допусками на чертеже поковки дают ее название, степень сложности изготовления, класс точности, марку стали, способ нагрева, массу поковки, а также допустимую величину торцового заусенца (для закрытой штамповки) или остатка после обрезки, величины не обозначенных на чертеже радиусов закруглений и отклонений, допустимое смещение штампов, твердость металла поковки и масштаб чертежа. Пример оформления типового чертежа поковки дан в учебниках пособия [1, с.333, 375; 3, с.158; 5, с.461].

Для штампованных поковок проставляют размеры, соответствующие холодной поковке. Этот чертеж необходим при приемке поковок, поэтому размеры проставляют с допусками. Чертеж горячей поковки не имеет допусков на размеры: его используют при конструировании фигуры штампа. Номинальные размеры на чертежах горячей и холодной поковок отличаются между собой на величину тепловой усадки металла с момента окончания штамповки [1, с.374; 3, с.177; 4, с.176; 7,13].

### **2.3 Штамповка на молотах**

#### **2.3.1 Выбор переходов штамповки**

При проектировании технологии горячей штамповки следует установить как можно более рациональный процесс по переходам, т.е. наиболее благоприятное сочетание заготовительных и штамповочных ручьев для заданной поковки с учетом технологических условий и классификационной группы (I или II), к которой следует отнести рассматриваемую поковку [1, с.335; 4, с.208].

К штамповочным переходам (ручьям) относятся окончательный и предварительный ручьи.

Полость окончательного ручья является точной копией конфигурации горячей поковки и строится по чертежу горячей поковки. Размеры поковки для изготовления штампа больше размеров холодной поковки на величину усадки: для стали – 1,5%; для алюминиевых и медных сплавов – 0,8...1,0% и для титановых сплавов – 0,6...0,7%. Для размещений заусенца по периметру

окончательного ручья предусматривается заусенечная канавка, форма и размеры которой определяются в зависимости от сложности поковки и площади проекции на плоскость разъема [1, с.349-351; 3, с.160; 5, с.319-320].

Предварительный ручей применяется при штамповке поковок сложной конфигурации и изготавливается по чертежу поковки, но очертания его отличаются от очертания окончательного ручья более плавными переходами, большими радиусами закруглений углов поворотов, а также большей глубиной и меньшей шириной ручья [5, с.337]. Заусенечная канавка в предварительном ручье отсутствует [1, с.376, табл. 13].

К заготовительным ручьям относятся пережимной, подкатной открытый и закрытый, протяжной, формовочный, гибочный, высадочный ручьи, площадка для расплющивания, площадки для протяжки и осадки [1, с.342, табл.4]. Заготовительные ручьи находят применение при перераспределении металла (фасонировании) исходной заготовки и придании ей формы, близкой к форме поковки.

Расчет заготовительных ручьев ведут в зависимости от контура требуемого штамповочного перехода [1, с.381, табл. 15; 3, с.180-188; 5, с. 346-353].

Поковки круглые и квадратные в плане (II группы) штампуют за один, два и реже три перехода. Поковки простой формы с небольшими бобышками штампуют за один переход. Если торцы заготовки скошены и длина заготовки не превышает 2,5 диаметра, то торцы выравнивают осадкой (при этом удаляют окалину).

За два перехода штампуют поковку в виде обода высотой  $h$  с полотном высотой  $h_1$ , когда  $h/h_1 > 1,3$ . В первом переходе заготовку осаживают на площадке для осадки или при больших габаритах поковки – даже на отдельном молоте.

За два перехода штампуют также поковки, имеющие высокую ступицу. При этом размеры исходной заготовки должны перекрывать углубление для ступицы в промежуточной заготовке. Когда размеры ступицы не гарантируют заполнение полости выдавливанием, применяют протяжку хвостовой части заготовки под ступицу в специальном протяжном ручье [1, с.344, 364].

Для поковок этой группы применяют и высадочный ручей [1, с.346, 364,395; 4, с.193].

Для получения осесимметричных поковок рекомендуется широко применять штамповку в закрытых штампах (безоблойную штамповку), способствующую снижению расхода металла, трудоемкости и устранению операций обрезки. Конструирование поковок и расчет процесса ведут по рекомендации [1, с.365-369; 4, с.256].

Круглые в плане тонкостенные поковки рационально получать по способу безуклонной штамповки [22], предусматривающему штамповку в три стадии: предварительная горячая штамповка с уклонами, обрезка облоя (и прошивка отверстия) и формоизменение боковых поверхностей поковки на обрезном прессе путем обжима, раздачи или правки поковки или ее отдельных участков.

При штамповке поковок удлиненной формы (I группы) и поковок, приводимых к этой форме, почти во всех случаях требуется применять предварительный и окончательный штамповочные ручьи [1, с.358-360; 4, с.222-226; 5, с.336-338].

При штамповке поковок с развилинами применяют заготовительно-предварительные ручьи с рассекателем [1, с.360; 3, с.179; 4, с.225].

При серийном производстве поковки I группы штампуют, как правило, в многоручьевых штампах. При достаточно больших сериях производства целесообразно фасонирование заготовок на машинах специального назначения (вальцах, прокатных станах, электровысадочных машинах и др.).

При штамповке поковок с вытянутой осью с одним или несколькими утолщениями необходимо иметь заготовку с переменными сечениями, соответствующими сечениям поковки, а длина ее должна быть равной длине поковки или ее развертки.

При выборе заготовительных ручьев (пережимного, подкатного закрытого и открытого, протяжного и их сочетаний) необходимо определить оптимальный вариант, т.е. наименее трудоемкий для требуемого перемещения металла.

Для выбора заготовительных ручьев используют диаграмму А.В. Ребельского [1, с.357; 3, с.167; 5, с.356], для чего предварительно строят так называемую расчетную заготовку и эпюру ее сечений: для поковок с прямой осью – по чертежу поковки; для поковки с изогнутой осью – по чертежу ее геометрической развертки [1, с.353-356; 3, с.168; 4, с.215-220; 5, с.342-345].

Длина расчетной заготовки равна длине поковки, а площадь каждого ее поперечного сечения равна площади соответствующего сечения поковки с двухсторонним заусенцем.

Комбинации ручьев выбирают таким образом, чтобы общий коэффициент подкатки был меньше произведения коэффициентов подкатки выбранных ручьев, а количество ручьев было минимальным [1, с.356; 4, с.220-221].

Выбор заготовительных ручьев, таких как формовочный, гибочный, площадки для осадки, не вызывает затруднений, так как необходимость применения того или иного из них зависит только от формы и размеров поковки. Деление I группы удлиненных поковок на характерные подгруппы облегчает выбор заготовительных переходов [1, с.335, табл.2; 4, с.208, табл.19].

Объем поковки определяют по поковочному чертежу как сумму отдельных частей (элементов) поковки. Объем заусенца молотовой поковки определяют в зависимости от степени заполнения канавки [1, с.351-352; 4, с.228; 5, с.321].

Масса исходной заготовки определяется суммированием массы поковки и массы отходов (заусенца, клещевины и угара) [1, с.373; 4, с.228].

Массу угара принимают в зависимости от способа нагрева [1, с.114].

Размеры заготовки зависят от объема и конфигурации поковки, и рассчитывают их по – разному для способов штамповки.

При штамповке осадкой в торец (продольной штамповкой), чтобы избежать продольного изгиба, задаются соотношением относительной длины  $h/d$  заготовки в пределах 1,25...2,5 [1, с.365; 4, с.230].

Зная отношение  $h/d$  и объем заготовки, определяют диаметр или длину квадрата заготовки.

Затем выбирают ближайший большой размер по ГОСТу [1, с.43-50] и уточняют высоту заготовки.

При штамповке поковок с удлиненной осью размеры заготовки определяют следующим образом. Длину заготовки рассчитывают, зная длину поковки, с помощью поправочного коэффициента  $\mu = 1,0...1,3$ , определяемого в зависимости от вида заготовительных переходов [1, с.362; 4, с.228; 3, с.176]. При штамповке с применением только пережимного или формовочного ручьев  $\mu = 1,05...1,3$ .

Затем устанавливают размер поперечного сечения и округляют до ближайшего размера по стандарту.

Номинальную массу падающих частей (МПЧ) штамповочного молота двойного действия можно определить по эмпирическим формулам [1, с.415; 3, с.163; 4, с.232-235; 5, с.463] в зависимости от площади и средней ширины поковки в плане.

### **2.3.2 Конструирование штампа**

Конструирование заготовительных ручьев рекомендуется производить в соответствии с указанием [1, с.381, табл.15].

Конструирование клещевой выемки и литниковой канавки осуществляют по опытным рекомендациям [1, с.380].

Ручьи на плоскости разъема молотового штампа располагают относительно центра штампа, за который принимают точку пересечения оси хвостовика и шпонки. Штамповочные ручьи располагают вблизи центра штампа, а заготовительные ручьи - по периферии штампа; при этом следует иметь в виду конфигурацию поковки, последовательность переходов и др. [1, с.398; 3, с.188; 4, с.199-202; 5, с.366; 20, с.52].

Стенки между полостями ручьев и боковыми гранями штампа, а также между ручьями должны обладать достаточной прочностью, толщины стенок рассчитываются в зависимости от глубины и уклонов полостей ручьев [1, с.408; 3, с.196; 4, с.203; 5, с.370].

При штамповке поковок с изогнутой осью для уничтожения сдвигающих усилий применяют три способа: поворот поковки; штамповку сдвигающей поковки; устройство в штампе специальных направляющих (замков) [1, с.401; 4, с.195; 5, с.371].

Конструкции круглых, угловых и других замков приведены в книгах [1, с.402; 3, с.193; 4, с.197].

Размеры штампованного кубика в плане определяются количеством и размерами ручьев, расположением ручьев с учетом необходимых толщин стенок. После этого определяют геометрический центр штампованного кубика в плане, который в общем случае не совпадает с центром штампа. Расхождение центров рекомендуется не более чем на 0,1 габарита кубика в направлении

смещения. Затем проводится проверка на достаточную величину площади соударения штампов и опорной площадки хвостовика, приходящейся на единицу МПЧ молота [1, с.409; 4, с.205; 5, с.369]. Высота кубика штампа должна быть не менее установленной величины, определяемой исходя из глубины наиболее глубокого ручья штампа [1, с.411; 4, с.206].

Размеры штамповых кубиков стандартизированы [8, с.28; 59; 60]. При выборе кубика следует учитывать также направление волокон [4, с.206; 5, с.369].

Штамповый кубик должен свободно помещаться между стойками молота. Совместная высота верхнего и нижнего штампов должна быть больше закрытой высоты штампованного пространства молота в 1,25 раза, что необходимо для возможности возобновления штампа. Оптимальная масса верхнего штампа должна быть не более 0,30 от МПЧ молота.

Система крепления молотовых штампов стандартизирована и описана в литературе [1, с.411-414; 5, с.366-368; 3, с.199-201].

Материалы для изготовления штампов и рекомендации по обеспечению их целесообразной твердости и эксплуатации приведены в источниках [3, с.206; 5, с.525-533; 8; 39].

При мелкосерийном и серийном производствах целесообразно применение универсальных блок-штампов со сменными нормализованными круглыми или призматическими вставками [1, с.403; 5, с.374; 8, с.18; 70].

#### **2.4 Штамповка на КГШП**

В отличие от штамповки на молотах заполнение полости штампа на КГШП происходит за один рабочий ход. При этом осуществляется преимущественно радиальное течение металла. Заполнение верхних и нижних полостей штампа происходит хуже, чем на молоте вследствие охлаждения металла за время деформирования [2, с.5; 5, с.378; 9, с.113].

Поковки, изготавливаемые на КГШП, делят на две группы [2, с.5]. Конструирование поковки для штамповки на КГШП производится аналогично молотовым поковкам [1, 2]. Наличие выталкивателей в блоках штампов КГШП позволяет принимать минимальное значение штамповочных уклонов [4, с.247; 8, с.32; 9, с.139; 65].

Линия разъема штампа выбирается в зависимости от типа поковки и чаще всего – по небольшим размерам поковки в плане. Например, при изготовлении осесимметричных деталей – по наибольшему диаметру.

Если поверхность разъема штампа не плоская (например, при штамповке турбинных лопаток), то линию разъема выбирают таким образом, чтобы разница глубины ручья с противоположных сторон была минимальной. Для компенсации сдвигающих усилий при штамповке деталей с изогнутой осью осуществляют одновременную штамповку двух деталей, расположенных симметрично относительно оси штампа. В ряде случаев для снижения перепада сечения по длине поковки применяют сдвоенную штамповку [2, с.48, 49].

Наиболее широко распространено изготовление на КГШП деталей II группы, круглых или близких к ним плане, которые штампуются осадкой в торец. Для таких деталей предусматривают осадку или осадку с формовкой.

Фасонирование заготовки при осадке обеспечивает ее центровку в формовочных ручьях. Одновременно происходит сбив окалины с поверхности заготовки. После осадки заготовку штампуют в предварительном ручье. Высоту всех участков заготовки в предварительном ручье делают на 4-5% больше, чем в окончательном, чтобы окончательная штамповка происходила осаждением [2, с.46; 5; 9, с.141; 14]. На КГШП применяют не более четырех ручьев.

При штамповке поковок с вытянутой осью затруднено перераспределение металла по длине заготовки, поэтому в ряде случаев [2, 6, 9] необходимо предусматривать предварительное профилирование заготовок на ковочных вальцах, ГКМ или увеличить количество подготовительных ручьев [1, с.113; 2, с.12]. Для снижения расхода металла используют периодический прокат. Эффективным методом снижения расхода металла в облой является увеличение ширины облойного мостика [5, 8].

Кроме формовочных ручьев на КГШП применяются протяжные, пережимные, а в последнее время и подкатные ручьи. Подкатку производят с поворотом на  $90^\circ$  за два рабочих хода прессы.

Штамповку поковок с изогнутой осью производят в гибочном, предварительном и окончательном ручьях. Применяют также предварительное профилирование заготовок на другом оборудовании.

Одним из прогрессивных процессов горячей объемной штамповки является выдавливание. Схема всестороннего сжатия способствует повышению пластичности штампуемого материала. Штамповка поковок выдавливанием осуществляется в один или два перехода с предварительной осадкой деформируемой заготовки. Однако при выдавливании требуется повышенное удельное деформирующее усилие [2, 5, 8, 16].

Формулы для расчета усилий штамповки деталей на КГШП приведены в следующей литературе:

- открытая штамповка [2, с.32; 5;9];
- закрытая штамповка [2, с.32; 5;16];
- штамповка выдавливанием [2, с.33; 5; 14, с.55; 16].

При штамповке выдавливанием определяется также энергия штамповки, чтобы не произошла остановка маховика и заклинивание прессы.

Штамп КГШП состоит из ряда вставок (от 1 до 4) призматической или цилиндрической формы, установленных и закрепленных в специальных штамповых блоках. Размеры блоков и вставок к ним определены ГОСТом [67, 68] для каждого типоразмера прессы. Наиболее распространены призматические вставки. Установка вставок в блоках зависит от количества ручьев. Заготовка, по возможности, должна перемещаться из ручья в ручей слева направо. Окончательный ручей устанавливают в блоке по оси прессы, поскольку усилие штамповки в окончательном ручье максимально. При центральном расположении окончательного ручья увеличивается также точность поковок. Крепление вставок осуществляется чаще всего клиновыми прихватами различной конструкции [6, 8], регулировка смещения вставок производится прокладками из листового металла.

В блоках и вставках установлены выталкиватели, предназначенные для удаления деталей из полости штампа. Выталкиватели механически связаны с приводом прессы [2, с.39; 6; 8].

Система выталкивания может быть центральная или рычажная в зависимости от конфигурации штампуемой детали [6].

В штампах для выдавливания могут быть использованы гидравлические или пневматические выталкиватели.

Ручьи штамповых вставок выполняются по чертежу горячей поковки [8]. При проектировании ручьев необходимо учитывать следующие особенности штамповки на КГШП. В процессе деформирования заготовок штампы не смыкаются, поэтому облойную канавку выполняют открытой [2, с.44; 5; 6]. Во вставках делают сверления, чтобы удалить воздух из глубоких полостей ручья [6, 8].

Наиболее нагруженные части вставок делают сменными для облегчения их ремонта [2, с.58; 6; 8]. Для увеличения стойкости штамповой оснастки применяют вставки напряженной конструкции [6, 8].

В закрытых штампах предусматривают компенсаторы, обеспечивающие размещение избыточного металла, если масса заготовки больше требуемой. Компенсаторы располагают в местах, которые заполняются металлом в последнюю очередь [16]. Если колебания объема металла не превышают 2%, то детали можно изготавливать без применения компенсатора.

При выдавливании деталей с отрезками, радиальном выдавливании используют разъемные матрицы. Разъем матрицы может быть как вертикальным, так и горизонтальным [2, с.30; 6; 8]. Наружная поверхность матриц с вертикальным разъемом выполняется конусной, чтобы в процессе выдавливания полуматрицы прижимались друг к другу и не происходило вытекания металла в зазор между ними [6, 8].

Примеры разработки технологических процессов штамповки на КГШП типовых деталей приведены в литературе:

- штамповки осадкой в торец [2, с.56; 5; 14; 23];
- штамповки поволоков с удлиненной осью [2, с.46; 5 ;9;14;23];
- штамповки выдавливанием [2, с.60; 16; 25];
- штамповки в закрытых штампах [2, с.58; 16; 22; 25].

Время контакта штампа с деформируемым металлом на КГШП больше, чем на молотах, поэтому особое значение имеет выбор материалов для штамповых вставок [2, с.367; 39] и улучшение условий эксплуатации штампов. Гравюры штампа должны охлаждаться и смазываться в процессе работы, чтобы не происходил отпуск вставок. Охлаждение производится снаружи одновременно с подачей смазки или изнутри по специальным каналам [2, с.381; 6; 8; 41]. При использовании высоколегированных штамповых сталей вставки подогревают перед началом штамповки до 50...340°C, чтобы повысить вязкость этих сталей [8]. Для увеличения стойкости поверхность гравюры подвергается химико-термической обработке, например цементации, азотированию [2, с.289; 8; 39] и т.д. Чтобы устранить абразивное действие окалины на гравюру штампа, желательно применение безокислительного нагрева заготовок [2, 5, 8].

Для повышения производительности КГШП объединяют с нагревательными устройствами и обрезными прессами в штамповочные линии, внедряют автоматизированные комплексы на базе КГШП с использованием промышленных роботов [42...47].

### **2.5 Штамповка на винтовых прессах**

Перед разработкой технологического процесса студенту необходимо ознакомиться с конструктивными параметрами и технологическими возможностями винтового (фрикционного дугостаторного или гидровинтового) пресса [2, с.84; 3, с.264; 5, с.399].

Следует установить классификационную группу поковок, к которой можно отнести заданную, и установить способ штамповки: в открытом штампе; в закрытом штампе с цельной или разъемной матрицей; в полузакрытом штампе выдавливанием или высадкой [2, с.85].

При конструировании поковок и разработке технологического процесса штамповки на ВП следует руководствоваться теми же правилами, какими пользуются при штамповке аналогичных поковок на молотах.

При штамповке в закрытых штампах величину припусков и допусков следует определять так же, как и для поковок, штампуемых в открытых штампах на КГШП. Переходы и размеры исходной заготовки при штамповке удлиненных поковок выбирают так же, как и для молотовых поковок [2, с.89]. Применяют, как правило, один окончательный ручей и очень редко заготовительные ручки – формовочный или пережимной. Заготовки переменного сечения рекомендуется подготавливать на отдельном оборудовании, получать выдавливанием или электровысадкой. Применение многоступенчатой штамповки упрощает процесс по заготовительным переходам и повышает производительность.

При штамповке на ВП поковок из стали толщина заусенца в 1,3 раза больше, чем при штамповке на молотах [2, с.91]. Для поковок из цветных металлов толщина заусенца на 0,2...0,3 мм больше, чем для стальных поковок.

При штамповке поковок стержневого типа (болты, винты и др.) головку поковки высаживают за один удар [2, с.89, 100].

Количество переходов и размеры исходной заготовки при штамповке поковок типа шестерен, крестовин и т.п. определяют так же, как и при штамповке на молотах. В зависимости от сложности поковки штампуют за один или два перехода, как в открытых, так и закрытых штампах [2, с.90, 97; 4, с.200].

Штамповку поковок с буртами, отрезками и отверстиями из черных и цветных металлов производят в закрытых штампах с разъемными матрицами за один переход [2, с. 90; 3, с.266; 4, с.268; 5, с.402, 408; 6, с.30,55].

Потребное усилие пресса определяют по эмпирическим формулам [2, с.91; 4, с.202].

Конструкции штампов ВП весьма разнообразны и зависят от типа и способа штамповки. В мелкосерийном производстве особое значение приобретает использование одного и того же штампа со сменными пуансонами и матрицами для штамповки различных поковок. Конструкции универсальных

блоков со сменными цилиндрическими и призматическими вставками приведены в литературе [2, с.92-96; 5, с.401; 6, с.30].

При штамповке труднодеформируемых сталей и сплавов с высокой температурой деформации в штампах предусматривают водяное охлаждение. При штамповке магниевых и других сплавов, обрабатываемых при сравнительно низких температурах, в штампах устраивают электронагреватели.

В штампах следует предусматривать направляющие в виде колонок и втулок, замков, штырей с учетом принятой конструкции штампа [6, с.30, 54, 55]. Выталкивающие узлы конструируют аналогичными применяемым в штампах на КГШП и гидравлических прессах, причем выталкиватель пресса используют также для удаления быстросменных матриц или для разъема матриц [5, с.402; 6, с.30, 55].

## **2.6 Штамповка на гидравлических прессах**

Технологические возможности ГП, классификацию поковок и особенности составления чертежа поковки нужно изучить в справочнике [3, с.257; 4, с.250; 5, с.403].

Для штамповки на ГП особо характерными являются следующие операции и процессы: закрытая прошивка; протяжка; комбинированная осадка - прошивка-протяжка глубоких гильз; штамповка в открытом и закрытом штампах с цельными и разъемными матрицами; штамповка выдавливанием; штамповка крупногабаритных поковок, особенно из специальных малопластичных и легких сплавов и сталей [2, с.68-80; 3, с.260-264; 5, с.404-405].

В качестве исходной заготовки при штамповке на гидравлических прессах применяют прокат, предварительно откованную или литую заготовку, а также слиток. ГП весьма чувствительны к внецентренной нагрузке, что требует точного определения центра давления штампа. Для получения точных поковок в штампах должна быть предусмотрена компенсация (корректировка полости) упругих деформаций. При штамповке черных металлов применяют внутреннее или наружное водяное охлаждение. Штампы для ГП применяют одноручьевые, против падения поковки, уклоны в верхнем штампе делают больше, чем в нижнем. Штампы выполняют с направляющими колоннами, применяют также и замки. ГП приспособлены для штамповок в закрытых штампах еще в большей степени, чем ВП, так как перегрузки произойти не может. Они также наилучшим образом приспособлены для осуществления процессов выдавливания. При разработке процессов следует ознакомиться с приведенными в литературе примерами типовых конструкций и технологических процессов штамповки крупногабаритных деталей типа оребренных панелей [3, с.258-259; 4, с.252-265], сложных деталей типа крестовин ступиц в закрытых штампах [2, с. 80-81; 3, с.259; 4, с.188; 5, с.406], длинных втулок (снарядных гильз) с глубокими полостями [2, с.68-74; 3, с.261-263; 5, с.404], деталей типа дисков [2, с.75-78], стержневых и полых деталей способами выдавливания [2, с.79; 4, с.171-177; 5, с.300-308, 405], в том числе и выдавливанием с противодавлением хрупких металлов и сплавов [5, с.405-406].

В штампах с разъемной матрицей на гидравлических прессах штампуют мелкие, средние и даже крупные поковки из черных и цветных металлов и сплавов [4, с.168; 2, с.79-80]. Сложные крупногабаритные поковки с различными полостями из специальных сплавов, алюминиевых и титановых сплавов получают точной штамповкой в разъемных матрицах на специальных многоплунжерных гидравлических прессах [2, с.82; 5, с.406].

Весьма эффективна точная штамповка поковок из алюминиевых, магниевых и титановых сплавов в закрытых штампах, нагретых до высокой температуры (изотермическая штамповка) [5, с.308]. Материалом таких штампов служат литейные жаропрочные сплавы типа Инконель 100.

### **2.7 Штамповка на ГКМ**

Определение параметров поковки производится аналогично определению параметров молотовых поковок. При разработке чертежа поковки необходимо учитывать, что масса недеформируемой части заготовки не входит в массу, по которой назначаются припуски и допуски [65], кроме части, занимаемой в штампе. Следует отметить необходимость тщательного выбора по табл. 1 [65] исходных данных, от которых зависит весь последующий расчет параметров поковки. При назначении допуска и припуска на внутренние размеры следует изменить их знак.

Отрицательное отклонение недеформируемой части детали увеличивают на 0,3...0,5 мм, так как нагрев снижает диаметр прутка. Затем выбирается способ разъема и расположение фигуры (в пуансоне или матрицах), определяется тип ручья (открытый или закрытый), вид заусенца (продольный или поперечный). Следует отметить, что продольный заусенец труднее удаляется.

Штамповка на ГКМ осуществляется от прутка или от штучной заготовки. Фиксация заготовки по длине в штампе может осуществляться от переднего или заднего упоров. Пределы применимости различных вариантов штамповки поковок типа стержня с утолщением определяются диаграммой [2, с.123].

Задние упоры применяются при невозможности применить передний угол, зажать заготовку, когда требуется качественная поверхность заднего торца поковки [5, с.431].

Для применения переднего упора заготовка должна выходить за пределы блока матриц [2, с.129]. При штамповке из штучной сплошной заготовки предпочтительнее варианты с задним упором, которые обеспечивают более жесткие допуски на длину поковки [2, с.123]. Излишек металла удаляется в заусенец [2, с.122; 5, с.5; 12; 14]. Фиксацию трубы следует производить по заднему упору, который препятствует ее осевому смещению относительно матриц.

При штамповке на ГКМ очень важно выбирать диаметр и длину исходной заготовки [2, с.124; 5, с.439]. Заготовками для штамповки на ГКМ служат прутки круглого сечения или профильный прокат, а также трубы. Прокат применяют как обычный, так и повышенной точности, последний

используют, в частности, для штамповки в закрытых штампах [16]. Диаметр заготовки должен соответствовать ГОСТу на сортамент проката [58].

В зависимости от сложности геометрической формы и технологических особенностей штамповки поковки делят на шесть групп [2, с.103].

Объем высаживаемой части определяют по чертежу поковки (по номинальным размерам) с учетом потерь на угар и заусенец. При необходимости учитывают влияние подогрева на снижение диаметра заготовки [2, с.120; 5; 9]. За счет выдавливания металла в зажимной ручей специальных магазинов для заусенца обычно не применяют и он имеет плоскую форму.

Размеры заусенца определяются в зависимости от диаметра высаженной части поковки [65]. Длину высаживаемой части определяют как отношение ее объема к площади поперечного сечения заготовки. Для прутков длина высаживаемой части должна быть больше диаметра заготовки [2, с.124; 5, с.739]. Для трубчатых заготовок длину высаживаемой части несколько увеличивают (на 10...20%) [2, с.134]. Для поволоков типа стержня с утолщениями и труб диаметр заготовки принимается равным диаметру деформируемой части с учетом потерь металла на угар. Для других деталей диаметр заготовки обычно меньше диаметра поковки. В этом случае длина высаживаемой части (свободной) не должна превышать установленных норм [2, с. 119;5, с.412].

Ручьи штампов ГKM подразделяют на предварительные и окончательные. Форма окончательных ручьев определяется чертежом горячей поковки. При отношении длины высаживаемой части к диаметру меньше 2,5 и симметричной деформации возможна однопереходная высадка-формовка. Диаметр высаживаемой части в этом случае ограничивается только пластичностью металла. Однако чаще всего необходимы наборные переходы, которые служат для получения заготовки большего диаметра с параметрами, допускающими штамповку в формовочных ручьях. Набор может производиться как в пуансоне, так и в матрице. Чаще всего набор осуществляют в пуансоне [2, с.124]. Например, для деталей типа колец желательно осуществить штамповку в пуансоне, поскольку при этом исключаются эллиптичность наружного диаметра, смещение полуколец, характерные для штамповки в матрицах. Набор в матрице применяют, когда надо получить двойной конус или конус основанием к пуансону, например для получения бурта перед прошивкой. Утолщение стенок трубчатой заготовки в основном осуществляют в матрице. Оно может производиться за счет уменьшения внутреннего диаметра трубы, увеличения наружного диаметра, а также последовательного изменения внутреннего и внешнего диаметра. Высадку труб производят на оправке, длина которой больше длины высаживаемой части и имеет уклон  $1^\circ$  [2, с.134]. При высадке пуансон должен направляться в матрице. Количество переходов, порядок нагревов зависят от геометрических размеров заготовки и получаемой поковки [2, с.135]. Если утолщения высаживаются на значительном расстоянии от переднего торца заготовки, применяют штамповку в скользящих матрицах или в пуансоне, предусматривают соответствующую полость [5, с.418], в которой размещается недеформируемая часть поковки.

При наборе металла в пуансоне ручей имеет коническую форму. В этом случае ограничивается длина участка заготовки между торцами пуансона и матрицы [2, с.120; 9]. Объем ручья принимается на 5...6% больше объема горячей поковки с заусенцами (объема высаживаемой части заготовки) во избежание его перевыполнения [2, с.121; 5, с.416]. Размеры конического наборного ручья определяют по номограмме [5, с.416] или расчетом по формулам [2, с.121]. Необходимость в последующих наборных переходах определяют по величине отношения длины конуса к его среднему диаметру. При величине отношения меньшей или равной 2,5 производят формовку. Число наборных ручьев может достигать четырех [5, с.417].

При наборе металла и штамповке поковок сложной формы в пуансоне и в матрице объемы металла по разные стороны заусенца должны быть постоянными на всех переходах, чтобы деформирование этих объемов не приводило к деформации заусенца [2, с.132]. Рекомендуемые размеры и форма поковок типа колец и втулок приведены в литературе [2, с.130]. Технологические возможности посадки труб на ГКМ приведены в табл. 10 [2, с.127].

Формовка заготовки может происходить в нескольких ручьях, сочетаться с частными выдавливанием, прошивкой. Если глубина прошиваемой полости больше диаметра заготовки, то прошивка глубокая. Прошивку выполняют, если соотношение диаметров пуансона и заготовки не более 0,75 [5, с.421]. Чем больше это отношение, тем более острым должен быть пуансон, чтобы уменьшить осадку заготовки. Прошивку следует осуществлять за счет радиальной раздачи металла, чтобы снизить давление металла навстречу движению пуансона, т.е. устранить выдавливание. Перед прошивкой заготовка профилируется, например, формуют бурт, который при прошивке упирается в матрицу. Размеры наметок под прошивку приведены в справочной литературе: для колец [2, с.125], для втулок [2, с.128]. При необходимости получения более тонких стенок прошитую заготовку протягивают через кольцо или применяют прямое выдавливание [5, с.423].

У поковок со сквозным отверстием после прошивки пробивают донную часть. Высаженная часть при этом упирается в матрицу, которая одновременно центрирует поковку. В этом случае пробивку отверстия совмещают с отделением поковки от прутка.

В качестве подготовительной операции перед просечкой отверстия выполняют подъем или пережим заготовки [8, с.47], чтобы диаметр заготовки стал меньше диаметра пробиваемого отверстия на 0,5 мм [2, с.139; 5, с.424]. Пережим осуществляют ходом бокового ползуна в двух-трех специальных ручьях через эллипс с кантовкой заготовки на  $90^{\circ}$ . Последний ручей имеет круглую форму, предыдущие - овальную. Пережим возможен только при наличии наборного перехода [2, с.126; 5, с.426]. Подъем осуществляют одновременно с набором металла.

После высадки поковка отделяется от прутка ходом бокового ползуна. Если диаметр прутка меньше 30 мм, то отгрузку производят за один ход. Отрезка может быть совмещена с одновременной высадкой отрезанной заготовки. В двух ручьях можно отрезать прутки диаметром до 80 мм [5, с.427]. При обрезке облоя применяют две схемы: со сдвигом поковки и со сдвигом облоя [2, 5].

Выбор ГKM производится по максимальному усилию, которое возникает чаще всего на операциях формовки. Формулы для расчета усилия ГKM на различных операциях приведены в изданиях [2; 3, с.112]. Кроме усилия учитывается высота штампового блока, определяемая по формуле [2, с.109]. Если расчетная высота штампа больше, чем допускается по характеристике ГKM, то выбирается большая по усилию машина. При прошивке глубоких отверстий количество переходов необходимо выбирать с учетом энергетических возможностей ГKM [5, с.112]. В противном случае может произойти ее остановка (остановка маховика).

Инструмент ГKM состоит из блока пуансонов и блока матриц, размеры которых, а также закрытую высоту, величину рабочего хода и т.д. определяют по характеристикам ГОСТ 7023-70 в зависимости от усилия ГKM [63]. Особенностью штампового инструмента ГKM является то, что ось деформирования горизонтальная, а матрицы имеют разъем, параллельный оси деформирования.

Ручьи выполнены на вставках, которые устанавливаются в блоках и крепятся к ним. Использование сменных вставок и сборных пуансонов позволяет повысить стойкость инструмента и облегчить переналадку машин [8, с.49; 66]. Вставки бывают двух видов: в виде полуцилиндра в прямоугольные с выемками, соответствующими рабочей полости ручья. Крепление вставок осуществляется чаще всего болтами [5, с.436] или винтами [2, 8]. На прямоугольных вставках делают два или четыре ручья и применяют их для штамповки небольших деталей.

При расположении ручьев в блоке следует учитывать следующие правила: штамповку с передним упором легче осуществить, если наборный ручей расположен сверху; наиболее тяжело нагруженный ручей располагают внизу, чтобы не опрокидывать штамповый блок; отрезной ручей следует располагать в центральной части блока [2; 3; 5, с. 427; 8].

Конструктивные факторы являются важнейшими для повышения стойкости штамповой оснастки. Исходными данными для расчетов являются результаты разработки переходов штамповки. Расчет размеров вставок для различных ручьев приведен в справочной литературе:

для наборных ручьев [2, с.140];

для формовочных ручьев [2, с.142];

для прошивных ручьев [2, с.144];

для обрезающих ручьев [2, с.146];

для ножевых вставок диаметром до 30 мм и выше 30 мм [2, с.140, 150];

ручьев для отрезки, высечки [2, с. 151];

для зажимных частей ручья [2, с.131; 8, с.50];

для пережимной части ручья [2, с.138];

для подъемной части ручья [2, с.139];

для хвостовиков и деталей сборных пуансонов [2, с. 154; 8, с.50].

Расчетные размеры всех элементов ручьев корректируются в соответствии с нормализованными размерами вставок, блоков для каждого типоразмера машины [66]. Конструкция задних упоров приведена в издании [2, с.157].

После расчетов, выбора рационального расположения ручьев в блоке выполняется сборочный чертеж блоков, пуансонов и матриц со вставками и пуансонами. Затем приводится детализировка штампа.

### **3 ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

#### **3.1 Оформление пояснительной записки**

Пояснительная записка должна оформляться на листах бумаги формата А4. Форма титульного листа дана в прил. А. В начале записки помещается задание, затем оглавление и чертеж детали, введение и текст основной части записки.

Текст основной части делят на разделы (общая часть, технологическая часть проекта), которые должны быть пронумерованы арабскими цифрами и должны иметь заголовки.

Текст разделов записки может разбиваться на подразделы и пункты. Номер подраздела должен состоять из номера раздела и номера подраздела (параграфа), разделенных точкой: «3.1» (первый параграф третьего раздела), номер пункта – соответственно из номера раздела, подраздела и собственно пункта: «3.1.2» (второй пункт первого параграфа третьего раздела).

В записке должны быть приведены все технологические и конструктивные расчеты и обоснование всех принятых решений от анализа технологической детали до выбора материалов рабочего инструмента. Расчеты размеров ручьев (переходов), выбор форм вставок, пуансонов и матриц, способов их крепления и направления, взаимного расположения ручьев, габаритов штампа, опорных площадей и других конструктивно-технологических параметров сопровождаются эскизами.

Вопросы, связанные с особенностями конструкции штампа, его узлов и разрабатываемых деталей, описываются с приведением эскизов. В записке подробно излагается принцип действия спроектированных штампов. Записка должна быть написана технически грамотным языком с логически последовательным конкретным и кратким изложением, без сокращения. Переписка из учебников общих определений и формулировок не допускается.

Текст должен сопровождаться необходимыми схемами, графиками, таблицами, выполненными аккуратно мягким карандашом. Они должны иметь порядковые номера (рис.1), должны размещаться сразу после ссылки на них в тексте записки. Каждый рисунок должен сопровождаться подписью, а таблицы – заголовком.

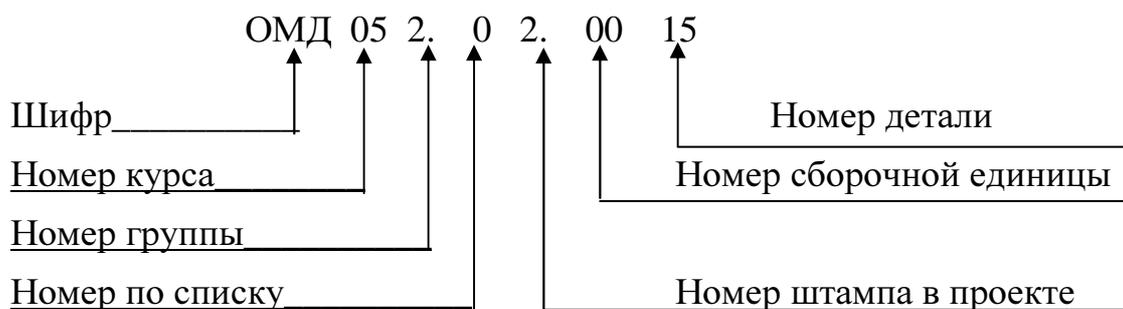


Рисунок 1 - Схема образования номера чертежа штампа

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими стандартами и методическими указаниями [54-56], а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе. Формулы должны иметь расшифровку входящих в них впервые встречающихся символов. Единица одной и той же физической величины должна быть постоянной в пределах всей записки. Ссылки в тексте на порядковый номер формулы дают в скобках: «...по формуле (1)». Для аналогичных расчетов дается только пример расчета, а результаты расчетов сводятся в таблицу.

Все формулы и справочные данные должны сопровождаться ссылками на источник, из которого они заимствованы (в квадратных скобках указывается номер из списка использованной литературы). Список литературы составляют либо в алфавитном порядке, либо в порядке использования в тексте записки. В списке литературы указывается автор, название книги, издательство, место и год издания, количество страниц. Сведения о статье из периодического издания должны включать: фамилию и инициалы автора, название статьи и журнала, год и номер издания, номера страниц. В качестве примера студент может использовать список литературы в конце настоящих методических указаний.

В конце записки даются приложения: перечень чертежей (вспомогательный материал); распечатка программ на ЭВМ ЕС-1020; спецификация штампа; технологические карты.

Все листы пояснительной записки, включая схемы, графики, таблицы, приложения, должны быть пронумерованы и сброшюрованы.

### 3.2 Выполнение графической части

Графическая часть выполняется на листах чертежной бумаги формата А4, как правило, в масштабе 1:1. Чертежи должны выполняться в соответствии с основными положениями и правилами ЕСКД и требованиями ГОСТов в области штамповочного производства [54-56, 57].

Штамп вычерчивается в нижнем (сомкнутом) рабочем положении в двух проекциях с необходимыми разрезами – вид сбоку и вид на нижнюю половину штампа со снятой верхней подвижной частью. При необходимости пояснить конструкцию и работу штампа выполняются третья проекция, план верха, дополнительные разрезы и сечения.

На чертеже приводятся технические условия, в которые входят: требуемое суммарное усилие штамповки, модель прессы, требуемая величина хода ползуна прессы, прочие условия (требования к сборке, хранению, наладке,

эксплуатации, место и текст клеймения и др.), требования по технике безопасности.

На общем виде штампа указываются его габаритные размеры, закрытая высота, размеры выступающих частей хвостовика и выталкивателей, посадочные размеры, расстояния между направляющими, шаг подачи и некоторые другие. Габариты штампа в плане должны быть меньше размеров стола пресса, а высота – меньше закрытой высоты пресса с учетом регулировки длины шатуна и толщины подштамповой плиты. При штамповке напровал следует учитывать размеры провального отверстия в подштампованной плите. При проектировании штампа необходимо учитывать технологичность изготовления его деталей, удобство эксплуатации и ремонта, безопасность работы.

В штампах необходимо максимально использовать стандартные и нормализованные детали – блоки штампов (плиты, направляющие колонки и втулки), пакеты штампов, хвостовики, упоры, буферы и др.

Один лист графической части работы посвящается детализовке штампа, на этом листе приводятся рабочие вставки, пуансоны, матрицы, державки и другие оригинальные детали.

Детали необходимо вычерчивать в их рабочем положении со всеми необходимыми размерами, допусками, обозначениями шероховатости, термообработки, покрытий и других технических требований на отдельном чертеже (формата 11 или 12), снабженном угловым штампом. Рабочие чертежи деталей должны иметь наименьшее, но достаточное для изготовления деталей число проекций, разрезов и сечений. При выполнении чертежей следует стремиться к обеспечению технологичности конструкции деталей [1, 2, 4, 6, 57].

Спецификации общих видов штампов выполняются на отдельных листах формата 11 и помещаются в пояснительной записке. В спецификации указываются все детали штампа в следующем порядке: сборочные единицы (бандажированные матрицы, конечные выключатели, масленки и др.), детали, количество, материал и термообработка детали, нормаль или ГОСТы на ее изготовление.

## Список рекомендуемой литературы

- 1 Ковка и объемная штамповка стали / Под ред. М.В. Сторожева. – М.: Машиностроение, 1967.-т.1. -434 с.
- 2 Ковка и объемная штамповка стали / Под ред. М.В. Сторожева. – М.: Машиностроение, 1968.-т.2. -436 с.
- 3 Брюханов А.И. Ковка и объемная штамповка. - М.: Машиностроение, 1975.- 408 с.
- 4 Семенов Е.И. Ковка и объемная штамповка. - М.: Высш. школа, 1972.- 391с.
- 5 Охрименко Я.М. Технология кузнечно-штамповочного производства. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1976.-560 с.
- 6 Бабенко В.А Объемная штамповка: Атлас схем и типовых конструкций штампов/В.А. Бабенко, В.ВБойцов., Ю.П. Волик – М.: Машиностроение, 1982. – 104 с.
- 7 Технологияковки и горячей штамповки цветных металлов и сплавов/М.В. Сторожев и др. – М.: Высш. школа, 1967. – 224 с.
- 8 Штампы для горячего деформирования металлов / Под ред. М.А. Тылкина. – М.: Высш. школа, 1977. – 496 с.
- 9 Мансуров А.М. Технология горячей штамповки. – М.: Машиностроение, 1971. – 415 с.
- 10 Атрошенко А.П. Механизация и автоматизация горячей штамповки. – М.; Л.: Машиностроение, 1965. – 228 с.
- 11 Шнейберг В.М., Акаро И.Л. Кузнечно-штамповочное производство Волжского автомобильного завода.-М.: Машиностроение, 1977. – 303 с.
- 12 Технологический справочник по ковке и объемной штамповке / Под ред. М.В. Сторожева. – М.: Машиностроение, 1959.- 966 с.
- 13 Ковка и штамповка цветных металлов: Справочник. – М.: Машиностроение, 1971. – 232 с.
- 14 Ребельский А.В. Основы проектирования процессов горячей объемной штамповки. – М.: Машиностроение, 1965. – 248 с.
- 15 Сгибнев В.С. Ковочно-штамповочное производство. – М.: Машиностроение, 1980. –144 с.
- 16 Эдуардов М.С. Штамповка в закрытых штампах. – Л.: Машиностроение, 1971. – 240 с.
- 17 Капорович В.Г. Производство деталей из труб обкаткой. – М.: Машиностроение, 1978. – 136 с.
- 18 Смирнов О.М. Обработка металлов давлением в состоянии сверхпластичности. – М.: Машиностроение, 1979. – 184 с.
- 19 Обработка металлов давлением в машиностроении / П.И. Полухин, В.А. Тюрин, П.И. Давидков, Д.И. Витанов. – М.: Машиностроение, 1983. – 279 с.
- 20 Вербицкий Е.И., Добровольский И.Г. Курсовое проектирование по горячей штамповке. – Минск: Высшая школа, 1978. – 208 с.

- 21 Ковка и штамповка на специализированном оборудовании. - Л.: Машиностроение, 1982. – 96 с. (Библиотека кузнеца – новатора. Вып.6).
- 22 РТМ2 Н83–12–81. Изготовление поковок без штамповочных уклонов. – М.: НИИмаш, 1982. – 43 с.
- 23 Типовые решения по технологическим процессам изготовления заготовок (поковок) для наиболее распространенных и трудоемких общемашиностроительных деталей. – М.: НИИмаш, 1965. – Разд.1.- 86 с.; Разд. 2 164 с.
- 24 Точная объемная штамповка на прессах–автоматах. – М.: НИИмаш, 1968. – 80 с.
- 25 А.с. 1066708 (СССР), МКИ В21 J 13/02. Штамп для безоблойной штамповки заготовок / Р.Л. Сницаренко, М.Я. Альшиц, П.А. Рогозников.(СССР)№ 3372690/25-27;Заявл. 31.12.81; Оpubл. в БИ, 1984, №2.-12с.
- 26 Объемная штамповка на гидравлических прессах. –М.: Машиностроение/А.Ф. Белов и др. 1971. – 214 с.
- 27 Мошнин Е.Н. Технология штамповки крупногабаритных деталей. – М.: Машиностроение, 1973. – 240 с.
- 28 Штамповка на винтовых пресс – молотах и молотах. – М.: НИИмаш, 1978. – 96 с.
- 29 Отрезка в штампах точных заготовок от сортового проката: Обзор. – М.: НИИмаш, 1980. –49 с.
- 30 Горячая вальцовка заготовок/В.К.Смирнов и др. – М.: Машиностроение, 1980. – 150 с.
- 31 Получение заготовок на ковочных вальцах: Рекомендации. – 3-е изд. – Воронеж: ЭНИКмаш, 1980. – 55 с.
- 32 Воробьев В.М. Штамповка на высокоскоростных молотах/В.М. Воробьев, Ю.П. Согришин –М.: Машиностроение, 1978. – 96 с.
- 33 Кононенко В.Г. Высокоскоростное формоизменение и разрушение металлов. – Харьков: Вища школа, 1980. –232 с.
- 34 Гринберг В.М. Расчет удельного усилия деформирования при горячей штамповке осесимметричных поковок/В.М.Гринберг , И.П. Ренне – Кузнечно-штамповочное производство.- 1983.- №8.- С.16-18.
- 35 Дорофеев Ю.Г. Динамическое горячее прессование пористых порошковых заготовок. – М.: Металлургия, 1977. – 216 с.
- 36 Поперечно-клиноватая прокатка в машиностроении / Под ред. А.И. Целикова. – М.: Машиностроение, 1982. – 191 с.
- 37 Полугорячее выдавливание и сферодвижная штамповка деталей электроаппаратуры / Сапрыкин И.А. и др./ Кузнечно-штамповочное производство.- 1983.- №9- С. 12-14.
- 38 Атрошенко А.П. Современные штампы для обрезки облоя. – Л.: Машиностроение, 1966. – 200 с.
- 39 Бельский Е.И. Стойкость кузнечных штампов. – Минск: Наука и техника, 1975. – 239 с.

- 40 Технологические смазки и смазочно-охлаждающие жидкости для штамповки: Обзор.-М.: НИИмаш, 1979. – 48 с.
- 41 Рекомендации по применению новых технологических смазок для штамповки. – 2-е изд. – Воронеж: ЭНИКмаш, 1980. –15 с.
- 42 А.с. 1072960 (СССР).МКИ В 21Д 43/00. Устройство для подачи полосового и ленточного материала к прессу / Л.И. Живов, Е.И. Семенов, В.Г. Коломыцев и др.(СССР), № 3439070/25-27; Заявл. 26.04.82; Оpubл. в Б.И.-1984.- № 6.-10с.
- 43 Норицын Н.А., Власов В.И. Автоматизация и механизация технологических процессовковки и штамповки. – М.: Машиностроение, 1967. – 388 с.
- 44 Автоматические линии, комплексы и машины с программным управлением. – Воронеж: ЭНИКмаш, 1980. – 126 с.
- 45 Средства механизации и автоматизации кузнечно-штамповочного производства: Каталог – справочник. – Воронеж: ЭНИКмаш, 1972. – 84 с.
- 46 Автоматические линии и автоматизированные комплексы для холодной и горячей штамповки. – М.: НИИмаш, 1980. – 53 с.
- 47 Трофимов И.Д. Автоматы и автоматические линии для горячей объемной штамповки/И.Д. Трофимов ,Н.И. Букер . – М.: Машиностроение, 1981. – 276 с.
- 48 Кузнечно-прессовые машины, выпускаемые предприятиями Министерства станкостроительной и инструментальной промышленности в 1983-1984 гг.:Номенклатурный каталог/ЭНИКмаш, 1983 – 120 с.
- 49 Кузнечно-прессовые машины: Каталог–справочник. -В 4-х ч. – Воронеж: ЭНИКмаш, 1974. – 295 с.
- 50 Специальные кузнечно-прессовые машины: Каталог. В 3-х ч. – Воронеж: ЭНИКмаш, 1977. – 454 с.
- 51 Автоматизированные комплексы и линии кузнечного производства на базе тяжелых механических прессов. – М.: Машиностроение, 1984. – 72 с. (Сер. С-3).
- 52 Касенков М.А. Нагревательные устройства кузнечного производства. – М.: Машгиз, 1962. – 470 с.
- 53 Техника безопасности и промышленная санитария в кузнечно-прессовых цехах/С.Л. Злотников и др. – М.: Машиностроение, 1974. – 296 с.
- 54 Методические указания к выполнению курсовых и дипломных проектов. Единицы физических величин / Сост. В.Ф. Дудко. – Краматорск: КИИ, 1980. – 20 с.
- 55 Методические указания к курсовому и дипломному проектированию для студентов всех специальностей вуза. Оформление учебно-конструкторских текстовых документов /В.Л. Попов, Л.С. Шлык. - Краматорск: КИИ, 1982. – 32 с.
- 56 Методические указания к курсовому и дипломному проектированию для студентов всех специальностей вуза. Оформление учебно-конструкторских графических документов /С.Н. Буланов и др. – Краматорск: КИИ, 1982. – 72 с.

57 ГОСТ 2.424–80. ЕСКД. Правила выполнения чертежей штампов.- Взамен ГОСТ 2.424-74; Введ. 01.07.81. – 19 с. Группа Т52 (47) СССР.

58 ГОСТ 2590-71. Сталь горячекатаная круглая. Сортамент.- Взамен ГОСТ 2590-56; Введ. 01.01.72. – 6 с. Группа Г56 (47) СССР.

59 ГОСТ 6039-82Е. Молоты ковочные и штамповочные. Размеры элементов крепления штампов и бойков в бабе и подушке.- Взамен ГОСТ 6039-74; Введ. 01.07.84. – 9 с. Группа Г83 (47) СССР.

60 ГОСТ 7024 – 75. Молоты штамповочные паровоздушные. Основные параметры и размеры.- Взамен ГОСТ 7024–65; Введ. 01.07.76. – 3 с. Группа Г83 (47) СССР.

61 ГОСТ 6809-70. Кривошипные горячештамповочные прессы. Основные параметры и размеры.- Взамен ГОСТ 6809 – 65; Введ. 01.07.72. – 8 с. Группа Г83 (47) СССР.

62 ГОСТ 16432–70. Прессы горячештамповочные кривошипные. Размеры и расположение пазов и отверстий для крепления штампов; Введ. 01.01.73. – 7 с. Группа Г83 (47) СССР.

63 ГОСТ 7023–70. Машины горизонтально-ковочные с вертикальным разъемом матриц. Основные размеры и параметры.- Взамен ГОСТ 7023–56; Введ. 01.07.72. – 5 с. Группа Г83 (47) СССР.

64 ГОСТ 16434-80Е. Вальцы ковочные консольные. Основные параметры и размеры.- Взамен ГОСТ 16434-70; Введ. 01.01.84. – 2 с. Группа Г83 (47) СССР.

65 ГОСТ 7505 – 74. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.- Взамен ГОСТ 7505-55; Введ. 01.01.76. – 29 с. Группа ВОЗ (47) СССР.

66 ГОСТ 16191–70 и др. Заготовки деталей и детали штампов горизонтально-ковочных машин: Сборник; Введ. с. 01.01.71. – Содерж.: ГОСТ 16191–70 – ГОСТ 16198–70.

67 ГОСТ 19570–80. Блоки универсально – переналаживаемых штампов для точной объемной штамповки на кривошипных прессах.- Взамен ГОСТ 19570–64; Введ. 01.07.81. – 16 с. Группа Г21 (47) СССР.

68 ГОСТ 19584–80. Блоки и сменные детали универсально–переналаживаемых штампов для точной объемной штамповки на кривошипных прессах. Конструкция и размеры.- Взамен ГОСТ 19584–74; Введ. 01.01.82. – 10 с. Группа Г21 (47) СССР.

69 ГОСТ 23209–78 и др. Блоки универсальных штампов для обрезки облоя у круглых в плане штампованных поковок на кривошипных прессах. Конструкция и размеры: Сборник.- Введ. с. 01.07.79. – Содерж.: ГОСТ 23209–78 – ГОСТ 23212-78.

70 ГОСТ 13983–80 и др. Блоки универсально–переналаживаемых молотовых штампов для сменных призматических вставок. Конструкция и размеры: Сборник. – Введ. с 01.01.82. – Содерж.: ГОСТ 13983-80, ГОСТ 19586–80.

Приложение А  
Образец титульного листа  
Министерство высшего и среднего образования УССР  
Донбасская государственная машиностроительная академия  
Кафедра «Обработка металлов давлением»

Курсовой проект (КП)

№ \_\_\_\_\_

Утверждаю:  
Руководитель проекта  
подпись \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2004г.

Технологический процесс холодного выдавливания стакана  
Технология кузнечно-штамповочного производства  
Пояснительная записка

Разработал  
Студент группы ОМД  
(подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2004г.

2004

Методические указание  
к выполнению курсового проекта  
по дисциплине  
«Технология КШП. Объемная штамповка»  
для студентов специальности 7.090404

Составитель Ибрагимович Серажутдинович Алиев  
Редактор Нелли Александровна Хахина

179/2003. Подп. в печ.

Формат 60x84/16

Ризографич. печать. Усл. печ. л. 2,18. Уч. – изд. л. 1,59.

Тираж 50 экз.

---

ДГМА. 84313, г. Краматорск, ул. Шкадинова, 72