

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт

Факультет материаловедения и металлургических технологий
Кафедра процессов и машин обработки металлов давлением

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой

_____/Радионова Л.В./

_____ 2020г

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ЮВЕЛИРНОГО ИЗДЕЛИЯ «ЦЕПЬ»**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ БАКАЛАВРА

ЮУрГУ–22.03.02.–2020–071–00.00.00 ПЗ

Нормоконтролер

_____ к.т.н., доцент,

Берсенева Ирина Александровна

_____ 2020 г.

Руководитель работы

_____ к.т.н., доцент,

Берсенева Ирина Александровна

_____ 2020 г.

Автор работы
студент группы П-438

Зубакова Екатерина Дмитриевна

_____ 2020г.

Челябинск
2020

АННОТАЦИЯ

Зубакова Е.Д. Разработка технологического процесса изготовления ювелирного изделия «Цепь». – Челябинск: ЮУрГУ, ПИ, МиМТ, 2020. – 66 с., 10 ил., библиогр. список – 19 наим., 2 прил., 5 листов чертежей ф. А1., 2 листа чертежей ф. А3., 2 листа чертежей ф. А4.

Выпускная квалификационная работа посвящается разработке технологического процесса изготовления ювелирного изделия «Цепь». В рамках данной работы, я изучила историю возникновения ювелирных изделий, их связь с металлургией и большими конструкциями.

Штамповка ювелирных изделий занимает высокое место в ювелирной промышленности, что тем самым снижает себестоимость продукции, облегчает работу человека, сокращает время на изготовление изделия, что наиболее прирастит выпуск продукции. Штамповка является одним из видов обработки металлов давлением при помощи штампов.

Штамповка ювелирных изделий требует большой точности и минимального количества отходов, тем самым в качестве разделительных операций используются листовая вырубка и пробивка.

Главным считается правильное выполнение разработки технологического процесса, анализ технологичности детали «Звено» ювелирного изделия «Цепь», выбор материала, изделие и способ его производства. Из этого выбирается необходимый пресс и разрабатываются штампы для операций, их усилия и детализировка. Как результат успешно выполненной работы предоставляется моделирование операций технологического процесса в пакете QFORM.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ.....	12
1.1. Исторические сведения.....	12
1.2. Развитие ювелирных изделий в России.....	17
1.3. С чего начинается изготовление ювелирного изделия в наше время?.....	18
1.4. Постановка задач к работе.....	25
2.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	27
2.1. Анализ технологичности конструкции детали.....	27
2.2. Выбор материала.....	27
2.3. Разработка предварительного варианта технологического процесса.....	30
2.4. Определение размеров заготовки.....	31
2.5. Раскрой материала.....	31
2.6.Схема раскроя материала.....	32
2.7. Технологические расчеты.....	36
2.8. Выбор оборудования.....	40
2.8.1. Устройство и принцип работы.....	41
3.КОНСТРУКЦИОННАЯ ЧАСТЬ.....	42
3.1. Обоснование конструктивной схемы штампа для вырубки и пробивки.....	42

3.1.1 Конструирование и расчет на прочность рабочих деталей штампа.....	44
3.2 Обоснование конструктивной схемы штампа для гибки.....	51
4. МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИИ ШТАМПОВКИ ДЛЯ ВЫРУБКИ И ПРОБИВКИ В ПАКЕТЕ QFORM.....	55
4.1 Последовательность операций.....	57
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	60
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	61
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	63

ВВЕДЕНИЕ

Штамповка считается одним из видов обработки металлов давлением при помощи штампов. Штамповка основана на использовании пластических свойств обрабатываемых металлов. Их применение в ювелирной индустрии, подвергают холодной штамповке.

Это считается наиболее всераспространенным видом обработки давлением, при процессе которого формообразование совершается способом влияния рабочих частей штампа на материал заготовки, которое находится в холодном состоянии. В роли заготовки используется листовая материал, а в качестве оборудования – механические прессы. Штампы служат технологической оснасткой.

Штамповка ювелирных изделий занимает высокое место в ювелирной индустрии, что наиболее снижает себестоимость продукции, облегчает работу человека (ювелира), сокращает время на изготовление изделия, что наиболее повышает выпуск продукции. Штамповка является заключительным заготовительным процессом, вследствие которого полуфабрикаты попадают на пространство ювелира.

Холодная штамповка делится на 2 операции: разделительные и формоизменяющие. Разделительными операциями считаются те, при которых одна доля металла отделяется от другой. К разделительной операции относится: вырубка, резка, пробивка. Формоизменяющей называется операция, где форма изменяется без разрушения заготовки. К данной операции относится: чеканка, гибка, вытяжка, правка. В случаи если в одном проходе производится некоторое количество операций (вырубка, пробивка и т.д.), то эти операции называют комбинированными.

Чаще всего используемой разделительной операцией считается резка. Резкой называется деление заготовки по кривой или же прямой линии. Резку

листов изготавливают на рычажных механических ножницах с наклонными ложами, на дисковых ножницах и в отрезных штампах. Достоинством резки на рычажных ножницах считается, собственно, что возможно резать листы без ограничения ширины, но с увеличением толщины листа потребуется наибольшее усилие рук. В отрезных штампах больше всего делают нарезку заготовок, требующих четких размеров и неискаженной поверхности.

Вырубка – это деление заготовки по замкнутому контуру для получения плоской заготовки с конкретным наружным контуром. Вырубку изготавливают в вырубных штампах.

Пробивка – это деление металла по замкнутому контуру для получения в заготовке отверстия. Выполняется в пробивных штампах.

Гибка – это изменение формы детали без изменения ее сечения между параллельными плоскостями. Для получения более точного изгиба применяют гибку с прижимающим устройством, которое защищает заготовку от смещения.

Вытяжка – это операция получения полых деталей из плоских заготовок. При данной толщине заготовки имеет возможность уменьшаться до 20%.

Чеканка или же фасонная штамповка – заключается в образовании рельефа (углублений или же выступов) с помощью растяжения металла плоской заготовки. При этом меняется материал по толщине.

Правка или же рихтовка – это операция придания детали плоскостности, которая заключается в обжатии детали меж двумя параллельными плоскостями.

Раньше уже упоминалось, оборудованием для холодной штамповки считаются прессы всевозможных типов. В зависимости от критериев работы выбирают механическую характеристику прессы и его конструкцию.

Прессы различают по конструкции с одностоечной (С – образной) станиной и двухстоечной (арочной) станиной. Еще различают по методике приведения в действие пресс разделяются на приводные (гидравлические, механические и др.) и ручные. Более распространенными считаются механические прессы, которые разделяются на кривошипные и винтовые.

У винтовых фрикционных прессы винт, связанный с ползуном, приводится в действие фрикционной передачей, работающей от двигателя.

Фрикционные прессы довольно несложны по собственному устройству и имеют большой ход ползуна, благодаря ударному действию используются для ковочных, правочных, чеканных и иных формоизменяющих работ.

Кривошипные прессы имеют самую многочисленную группу прессов штамповочного производства. Они просты по конструкции, довольно экономны, быстроходны и несложно могут быть приспособлены к различным условиям работы[1].

Штампы для холодной штамповки, используемые в ювелирной индустрии, разнообразны, но, несмотря на технологические и конструктивные особенности, они состоят из двух частей (нижней и верхней).

Нижняя часть штампа, ее крепят, как правило, на неподвижную часть прессы (столе), а верхнюю – связывают с подвижной частью прессы – ползуном. Формообразование заготовки происходит при смыкании обеих частей штампа под воздействием прессы.

Штампы делятся по конструктивным и технологическим признакам. К технологическим признакам относятся: выполняемая операция (гибка, вырубка и др.), по степени сложности операций (совмещение операций). К конструктивным относятся: методы сопряжения рабочих частей, фиксации заготовок, методы съема и удаления изделий.

В зависимости от выполняемых функций в штампах различают детали технологического и конструктивного предназначения. Детальями технологического предназначения считаются те детали, которые изменяют форму заготовки, т.е. матрица, пуансон, и детали, фиксирующие, прижимающие и удаляющие изделие. Детальями конструктивного предназначения считаются те детали, с поддержкой которых штамп связывается с прессом, детали, обеспечивающие сопряжение рабочих частей и их крепление, – плиты, хвостовики, колонки, втулки, болты и штифты.

Ко всем штампам предъявляют ряд требований, которые обеспечивают качество деталей, высшую производительность, износостойкость, безопасность и комфортность работы, простоту установки и снятия штампов.

Названия штампов ориентируются выполняемыми ими операции: вырубку изготавливают вырубными штампами, вытяжку – вытяжными штампами, гибку – гибочными штампами и др. Различаются штампы по конструкции деталей технологического назначения – пуансона и матрицы.

Рабочая часть пуансона вырубного штампа соответствует форме контура вырубki, а матрица штампа содержит отверстие формы вырубki. Заготовкой для вырубki служит полосовой материал.

Пробивные штампы наиболее не отличаются от вырубных. Отличаются только в том, собственно, что заготовкой для них служит не полоса, а вырубленный полуфабрикат. Непростые пробивные штампы имеют все шансы пробивать в одно и то же время некоторое количество отверстий [2].

Штамповка ювелирных изделий требует большой точности и минимального количества отходов драгоценного металла, вследствие этого в качестве разделительных операций используются листовая вырубка и пробивка.

При чистовом разделении металла вырубной и пробивной, штампы дают возможность вырубать и пробивать детали с чистой поверхностью среза. При

листовой вырубке матрицу производят с закругленными режущими кромками или же пуансоном с размерами, превышающими отверстие матрицы. Чистовая пробивка вероятна при пуансоне с закругленными режущими кромками.

Штампы гибочные отличаются большим обилием разнообразных конструкций, в зависимости от их формы штамповочной изделий и наличия прижимного устройства. Рабочая же часть пуансона содержит направленную выпуклость заданной кривизны, а матрица – параллельную пуансону кривизну поверхности. Штамповка гибочным штампом происходит без изменения толщины штампуемых деталей.

Вытяжные штампы в сопоставлении с гибочными имеют малое количество типовых конструкций, хоть и вытяжка – более непростая операция листовой штамповки. Пуансон вытяжного штампа содержит поверхность рабочей части с контуром и выпуклостью данной кривизны. Матрица штампа содержит негативный пуансону рельеф. Вытяжка не всякий раз имеет возможность выполнять за один проход, в следствии этого штампы могут быть: первой вытяжки, второй вытяжки, дальнейшей и конечной, в зависимости от трудности вытяжки.

Для уменьшения количества проходов с целью экономии времени в штампе совмещаются две операции, чаще всего вытяжку с пробивкой. Эти штампы называются комбинированными [3].

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И ПОСТАВНОВКА ЗАДАЧ

Какие изделия из металла изготавливались в первую очередь? При изготовлении, каких предметов шлифовали свое искусство и развивались профессиональные способности античных мастеров? Как оказалось, ключевой движущей силой становления металлургии считалось ювелирное дело.

На первый взгляд кажется, что между немалыми стальными конструкциями и аксессуарами мало общего. С трудом, в том числе и представить, собственно, что может почерпнуть технология конструкционных сталей в ювелирном деле, и, что не менее, современным краем инновационных технологий, как правило, оказалась ювелирная промышленность. В случае если же рассмотреть историю металлургии, то просто можно убедиться в выполнении критерия, согласно которому передовые технологии в начале внедрялись в ювелирном деле, затем улучшались в военнослужащей сфере, вслед за тем осваивались предметы обстановки быта и орудия труда и только в последнюю очередь в строительстве.

1.1. Исторические сведения

Первыми металлическими изделиями были украшения, а наиболее «технологичным» металлом для их приготовления было золото. Оно стало первым металлом, который научились обрабатывать холодной ковкой, паять и полировать, из которого стали получать проволоку и отливать изделия.

Золотов первый раз подвергли рафинированию, к нему также в первый раз были использованы технологии гидрометаллургии и металлотермической обработки.

В шумерских и древнеегипетских текстах нередко находят упоминания о разновидностях употреблявшегося в древности золота. Рассматривалось отличие в его происхождении (речное, горное, скалистое и др.), а еще по его цвету. Цвет нерафинированного золота находится в зависимости от его примесей (меди, серебра, олова, железа и др.). Античные металлурги считали все эти сплавы золота за разновидности самого металла.

Технологию чистки золота от всевозможных примесей была придумана шумерами в начале третьего тысячелетия до н. э. Согласно данной технологии золото плавил совместно со свинцом, оловом, солью и ячменными отрубями в специальных горшках из глины, смешанной с костной золой. Возникающий шлак впитывался в пористые стенки горшка, а на его дне оставался очищенный сплав золота с серебром. Таким образом, из золота удалялись все примеси, не считая серебра.

Конкретные рубежи работ золотых дел мастеров были изображены в настенных росписях некоторых египетских гробниц во времена фараонов IV–VI династий.

Неплохую популярность получило изображение процесса приготовления золотой отливки, найденной в гробнице фараона Мереруба, на котором возможно было видеть чиновника, который отвешивал необходимую порцию золота, и писца, записывающего его количество. Затем изображались шесть человек, раздувающих горн особыми дутьевыми трубками. Дальше были мастера, которые разливали расплавленный металл из тигля в форму, стоящую на земле, и его помощника, задерживающего шлак. На конечной стадии два кузнеца отбивают слиток камнями, придавая ему товарный вид.

Уже в третьем тысячелетии до н.э. жильное золото добывалось на землях Европы, Азии и Северной Африки буквально из всех известных его месторождений. Ключевой золотоносной провинцией древней Европы

являлась Иберия, которая затем стала называться финикийским словом «Испания».

На следующую ступень добыча и металлургия золота поднялись, когда стала обширно использоваться ртуть. Способ извлечения золота из руды с помощью ртути, придуманный на Ближнем Востоке, и стал главным в Риме в начале новой эры. Сообразно описанию Плиния Старшего руду, содержащую золото, размельчали и соединяли ее с ртутью, затем пустую породу отделяли от ртути с помощью фильтрацией сквозь кожаный (замшевый) фильтр, а получали золото из амальгамы методом выпаривания ртути представленная на рисунке 1.1. Разработка огневого золочения металлических изделий получила распространение во времена эпохи Римской империи. Тем самым римляне смогли поднять организацию, технику и технологию разработки золотоносных районов на качественно новый уровень, собственно, что позволило добиться очень максимально вероятных для такого времени масштабов золотодобычи.



Рисунок 1.1. Использование ртути для рециклинга золотой проволоки

Вторым по значимости благородным металлам считается серебро, которое встречается в природе довольно нередко. Так как его содержание в земной коре в 20 раз больше содержания золота, но по распространенности самородков серебра по отношению к золоту составляет не больше 20 %, а к медным менее 2%. Кроме того, серебряные самородки довольно редко

размещается на поверхностях горных пород, и не захватываются водными потоками, разрушающими эти породы.

Большими серебряными рудниками, разрабатывавшимися в эру Древнего мира, были Лаврионские в Греции и римские неподалеку от Нового Карфагена.

Разработка данных известных рудников, которые расположены в южной части Аттики, была начата еще во втором тысячелетии до н.э. Как раз серебро Лаврионских рудников стало основой могущества Афинского государства. Общая протяженность горных выработок в них достигала 120 км, глубина шахт Лаврионских рудников – 120 м. Высота штолен не превосходила одного метра, вследствие этого рудокопы трудились чаще всего лежа или на спине, или на животе. Руду поднятую на поверхность дробили в ступах из жесткого камня, затем размельчали в специальных мельницах. Размельченную руду промывали и плавили с внедрением древесного угля в круглых каменных печах диаметром в пределах около метра. Производительность подобной печи составляла четыре тонны руды в день. Во время плавки достигалось отделение от свинца, серы, меди, железа и иных всевозможных примесей, за исключением серебра. Для отделения свинца и серебра применяли купеляцию, она представлена на рисунке 1.2. По данной причине производство требовало больших затрат древесного угля. Готовое серебро и свинец разливали в слитки, на которые ставилась марка владельца выработки или плавильной мастерской.

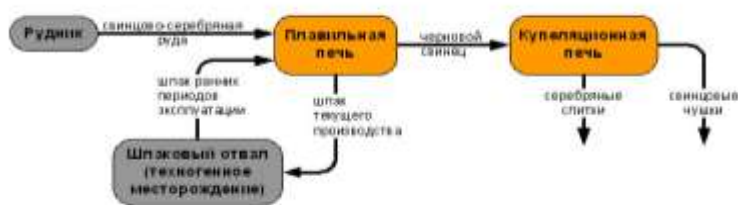


Рисунок 1.2. Схема изготовления серебра и свинца на Лаврионских рудниках, Древняя Греция

Из серебра производили, посуду и ювелирные изделия. Также быстро научились изготавливать серебряную фольгу и фурнитуру, которой декорировали одежду и мебель. Уже в третьем тысячелетии до н.э. серебро стали использовать для пайки медных изделий. Волочение благородных металлов.

В эпоху Древнего мира ювелирные ремесла потребляли большое количество благородных металлов и их сплавов, прежде всего в виде проволоки. Хороший размах получило изготовление шитых золотыми и серебряными нитями одежд. Индивидуальность представленного вида искусства заключалась в умении получать тончайшие нити проволоки, которые с основой материала образуют эластичную ткань.

Серебряную и золотую проволоку использовали еще в качестве эквивалента стоимости в торговле. Более древние образцы проволоки были изготовлены или ковкой, или разрезкой ковкого листового металла. В городе Абидосе (Египет) был найден проволочный браслет, датируемый 3400 годом до н.э., он состоял из двух групп бусинок, объединенных прядью из свитых вместе золотых проволочек и толстого волоса. Мастерски отделанной проволоке придан диаметр, равный диаметру волоса (0,33 мм).

Попытки изготавливать больше элегантную и тонкую проволоку привели к тому, собственно, что в скором времени был выработан новый способ ее получения. Для сглаживания неровностей и уплотнения проволоки, ее стали проталкивать через отверстия в твердых материалах. Образцы подобной проволоки из золота, датируемые четвертым тысячелетием до н.э., найдены в Египте. В следствии данная операция выравнивания поверхности проволоки стала технологией волочения.

Также считают, что в самом несложном виде метод волочения начали применять еще до возникновения металлических орудий для отделки стержней дротиков и гарпунов. Раскопки погребений в Египте периода

Среднего царства признают, собственно, что техника выпрямления деревянных прутков была широко распространена в древности. Также была выявлена роспись, изображающая двух ремесленников, занятых выпрямлением таких прутков. Можно представить, собственно, что в дальнейшем аналогичное калибрование стали использовались и к кованым пруткам из цветных металлов, применяя деревянные калибры. В результате подобной протяжки поверхность прутка становилась гладкой, как полированная[4].

1.2. Развитие ювелирных изделий в России

О развитии ювелирных изделий в РФ известно еще, с глубочайшей древности. О данном говорят бесчисленные находки археологов в Закавказье, Средней Азии, на Алтае. Золотые украшения и художественные сосуды скифов и сарматов из погребений Причерноморья, Прикубанья, Нижнего Поволжья принадлежат верхам мирового искусства. Древнерусское ювелирное искусство выделяется богатством форм. Для киевских ювелиров были свойственны изделия с перегородчатой эмалью, для Новгорода (11 – 12 веков) – серебряные литургические сосуды и чеканные оклады икон; изделия Владимира Суздальской школы (12 – 13 века) выделялись чередованием серебряных и золотых частей. Москва и Суздаль(14 – 15 веков) были популярны окладами икон и Евангелий, складнями со сканью, чеканкой, басмой, эмалью и литыми изображениями.

В 16 веке стали довольно востребованы чернь и эмаль, в 17 же веке стала эмаль, чеканка и другое. Российское ювелирное искусство 18 века, центром которого был Санкт-Петербург, стали развиваться общеевропейские художественных стили. Но еще сохранялись и национальные российские особенности. В 18 веке было замечено великоустюжское чернение по серебру.

В 19 же веке в Москве и Петербурге были замечены фабричные предприятия серебряного и золотого дела. Хорошо славились предприятия П.Ф. Сазикова(серебряная скульптура), П.А. Овчинникова (эмали в древнерусском стиле), И. И. Хлебникова (эмали, чеканные изделия), а в начале 20 века – фирма Оловянишниковых. Крупную популярность получила компания Фаберже, которая производила качественные ювелирные изделия (эмаль на золоте, фигуры из полудрагоценных камней), а также мастерские, работавшие по её заказам.

В советское время предприятия РФ выпускали массовую продукцию, но также некоторые мастера продолжали трудиться над штучными произведениями, которые поступали на государственное сбережения в Алмазный фонд. Ученые Физического института им. П. Н. Лебедева осуществили синтез кристаллов фианита[5].

1.3. С чего же начинается изготовление ювелирного изделия на сегодняшний день?

Прежде всего оно начинается с создания модели. В начале идею оформляют в эскизах и набросках, изображают в нескольких ракурсах, вследствие чего мастер оценивает модель с точки зрения технологичности и исполняемости.

В случае если же украшение получается очень непростой формы, его разбивают на некоторое количество составных частей, которые легче будет приготовить по отдельности, а вслед за тем скрепить.

Следующим этапом является изготовка мастером модели. Здесь существует некоторое количество подходов:

а) в случае если украшение производят в единичном экземпляре, то модель вырезают прямо из воска. Есть несколько разновидностей, которые выделяются определенной твёрдостью и температурой плавления. Ювелир

выбирает для себя более благоприятный сорт и с помощью всевозможных инструментов вытачивает из бруска восковый прообраз изделия, вслед за тем просчитывает установку литников, дабы во время литья расплавленный металл заполнил все пустоты и не оставил нигде пузырьков воздуха;

б) в случае если же украшение производится для серийного выпуска, то сначала изготавливают мастер-модель из серебра или никель-цинкового сплава. Вслед за тем ее запекают в специальной резине, резина разрезается, достаётся мастер-модель, а получившуюся форму используют уже для литья заготовок расплавленным воском;

в) не считая всех перечисленных способов, существует ещё и третий. Современные технологии добрались и до ювелирной индустрии. На сегодняшний день есть специальные CAD – системы позволяющие делать 3D модели ювелирных изделий с помощью компьютера. Подобной возможностью, к примеру, владеет редактор Rhinoceros, и не только он один. Создание подобной модели содержит ряд плюсов перед классическими способами: возможность сразу прорисовать вид украшения вместе с камнями, оценить – какие больше подходит, сделать некоторое количество разновидностей вариантов одной и той же модели и выбрать наилучший из них, также вносить изменения согласно пожеланию клиента не вмешиваясь в тонкие детали восковки. В любом случае – видеть изделие заранее, до его приготовления, позволяет избежать множество ошибок, которые имеют все шансы появиться во время изготовления изделия. После создания и утверждения 3D-модели в процесс вступают 3D-принтеры. Это сверхтехнологичные устройства по модели с помощью лазера ступень за ступенью с очень высокой точностью воссоздают из воска образ ювелирного украшения. Впоследствии чего его можно незамедлительно изготовить, или же отлить мастер-модель и приготовить резиновую форму для будущего, или же сразу выращивать из воска столько заготовок, сколько потребуется.

На сегодняшний день ювелиры-универсалы, которые в одиночку имеют все шансы создавать украшения, встречаются все реже – ведущий ассортимент на рынке выполняется абсолютно иначе. На ювелирных предприятиях любой мастер занимается лишь только собственным делом: одни специалисты работают с заготовками, другие отвечают за закрепку драгоценных камней, третьи занимаются полировкой. И в случае если каждый делает свою работу безукоризненно, то качество готовых ювелирных изделий станет довольно высоким.

Производят же ювелирные изделия различных металлов, таких как:

– золото считается мягким и эластичным металлом ярко-желтого цвета, которое не подвергается коррозии под действием влаги. Чтобы золото было твердым, и имел неплохую прочность, но при этом имел необходимый цвет, в него добавляют серебро, медь, цинк и др. Более известным считается сплав золота с палладием, никелем, серебром, который называется «белое золото»;

– серебро же в чистом виде не подходит для ювелирных украшений. Оно очень мягкое, в следствии этого изделия из него станут недолговечны. Чтобы увеличить его твердость, серебро сплавляют с другими металлами, такими как медь. Более увлекательным вариантом считается покрытие тонким слоем родия, благодаря которому оно не темнеет, делается прочным и долговечным;

– платина также относится к мягким металлам, вследствие этого ее просто обрабатывать, но она не долговечна. Малое добавление других металлов станет достаточно, чтобы улучшить его прочность. Более известными считаются сплавы платины с золотом, палладием, серебром и др. Добавление же серебра и меди улучшает механические свойства платины;

– латунь и бронза содержит характерные металлические сплавы, очень плавкие. Они имеют довольно заманчивые цвета, заставляющие ювелирные изделия смотреться старше, дороже и благороднее.

Главные технологии изготовления ювелирных изделий:

– литье. Данную технологию чаще всего используют для украшений, которые состоят из нескольких деталей. Принцип ювелирного литья прост: восковые модели собирают в «елку» представленную на рисунке 1.4, припаивая их на один стержень. Данную «елку» заливают формомассой и запекают, и в случае если все сделано верно, то воск вытапливается и вытекает, а форма с пустотами остается. Вслед за тем в данную форму заливают сплав, остужают, убирают формомассу – после остается металлическая «елка», с которой буквально обрезают изделия из металла. Остается лишь скрепить части украшения и придать ему товарный вид – отшлифовать, отполировать, закрепить камни.

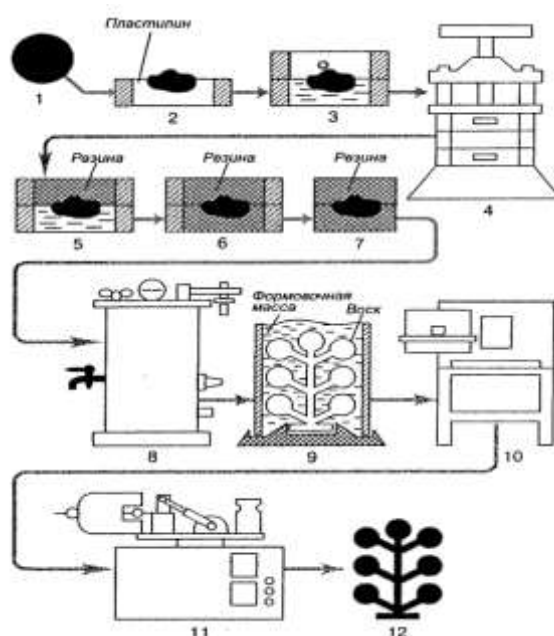


Рисунок 1.4. Блок – схема технологического процесса изготовления ювелирных изделий методом литья: 1 – сырая резиновая смесь; 2,3 – подготовка резиновой смеси; 4 – прессование резиновой смеси на вулканизационном прессе; 5 – охлаждение обжимки с резиновой смесью в воде; 6 – разрезание резиновой пресс-формы; 7 – вынимание из резиновой пресс-формы модели (эталона изделия); 8 – изготовление восковой модели в резиновой пресс-форме; 9 – сборка моделей в блоки, образование блок-куста; 10 – вибровакuumирование; 11 – выпаривание воскового состава в печах; 12 – отделение отливок от литниковой системы.

– штамповка. Данную же технологию, как правило, используют для создания плоских форм – медальонов, цепей, крестиков и др. Изделия выдавливают прессом по форме из пластины драгоценного металла, впоследствии чего присваивают им товарный вид и отпускают в продажу.

Собственно, что же касается особенностей изготовления ювелирных изделий, то производство считается одним из важных факторов, влияющих на формирование потребительских свойств и качество ювелирных изделий.

Одна из индивидуальностей изготовления ювелирных изделий состоит в том, собственно, что при их изготовлении мастер-ювелир очень стремится максимально выявить и показать своеобразную красоту и декоративные свойства применяемых материалов. Так, золото значительно проигрывает в толстых мощных деталях и, наоборот, красиво выглядит в тонких ажурных работах. Изделия же из серебра чаще всего оксидируют, дабы выделить рисунок и придать красоту закрепленному в оправе камню. Большой смысл содержит сочетание оправы с камнем. Аметист и жемчуг, к примеру, хорошо сочетаются с золотой оправой, а для бирюзы лучше, чем какая-либо серебряная оксидированная оправка. Бриллиант выигрывает в оправе из белого золота и платины[6].

Собственно, что касается метода изготовления ювелирных изделий, то они бывают индивидуального и массового (серийного) производства.

При индивидуальном изготовлении мастер-ювелир делает все работы от начала до конца вручную, применяя оборудование лишь только для получения начальной заготовки или же необходимого профиля металла. Этот способ используется при разработке отдельных образцов или же дорогих ювелирных изделий со сложной и тонкой художественной отделкой, а также при использовании необычных по размерам и формам драгоценных и полудрагоценных камней.

При серийном изготовлении изделия создаются механической обработкой и точным литьем по выплавляемым моделям. Наилучшие ювелирные изделия производят маленькими сериями.

Ведущими процессами изготовления ювелирных изделий считаются следующие: заготовка материалов, создание форм изделий, филигранные и отделочные работы, декорирование и закрепление камней.

Заготовку материалов осуществляют путем составления лигатуры и ее плавки, вальцовки, волочения,ковки и резания.

Плавку ценных металлов изготавливают в графитовых тиглях в электропечах, а еще в газовых, нефтяных и коксовых печах. В начале плавят тугоплавкие металлы, затем вводят легкоплавкие. Для получения же надлежащих заготовок (в виде полос или проволоки) расплавленный металл разливают в нагретые стальные или же чугунные изложницы.

Вальцовку изготавливают на особом стане, при этом получают листы, полосы или же прутки металла желаемой толщины и формы. Приобретенные в итоге вальцовки полосы или же листы металла размечают и раскраивают на заготовки подходящих размеров для применения в дальнейших операциях по изготовлению изделий.

Волочение изготавливают методом протягивания слитка круглого сечения до подходящего размера сквозь проволочные вальцы. Вслед за тем полученную проволоку протягивают сквозь отверстия волочильных досок до желаемого диаметра.

Ковка – это изменение поперечного сечения заготовки в горячем или же холодном состоянии без снятия стружки.

Создание форм изделий. Формы изделий делают способом штамповки, сборки деталей и пайки, литьем по выплавляемым моделям.

Штамповка на прессах деталей или же целых изделий считается одним из основных процессов. Для штамповки используются стальные штампы, состоящие из двух рабочих частей (нижняя часть называется матрицей, верхняя – пуансоном).

Пайку изготавливают с помощью особых припоев, которые состоят из сплавов металлов, надлежащих пробе изготавливаемых изделий, но наименее теплостойкие. Припой по цвету не должен отличаться от цвета изделия.

Литье по выплавляемым моделям является более современным методом приготовления тонкостенных и непростых по конфигурации изделий. Свойственной особенностью считается внедрение особых пресс-форм, вспомогательных материалов и принудительное заполнение литейной полости форм жидким металлом под воздействием центробежных сил или же вакуумного всасывания. Этот способ дает вероятность значительно расширить ассортимент, прирастить выпуск изделий и увеличить их качество.

После сборки и пайки изделия подвергают последующей обработке – опиловки, чистке, шлифовке, полировке, при необходимости отжигу и др.

Отделочные операции. К данным операциям относят операции, которые связаны с обработкой поверхности изделий: галтовку, пескоструйную обработку, крацовку, шлифовку и полировку.

Галтовка – это очистка поверхности изделий методом вращения их в барабанах, загруженных стальными шариками, кожаными обрезками, песком и другими абразивными материалами.

Пескоструйную обработку ведут сухим песком, который под давлением из сопла ориентируют на изделие. В итоге подобной обработки изделия приобретают шероховатую поверхность.

Крацовку изготавливают круглыми щетками из тонкой латунной или стальной проволоки на вращательном станке, дабы придать изделию подходящую матированную поверхность.

Шлифовку изделий используют для создания ровной поверхности с помощью вращающихся шлифовальных войлочных, фетровых или же бязевых кругов и порошков – пемзы, наждака.

Полировка придает изделиям блеск и зеркальный глянец. Вручную изделия полируют гладилками из стали и гематита (минерал – окись железа). Изделия, имеющие форму тел вращения, полируют на полировальных станках с помощью кругов из хлопчатобумажной ткани с использованием порошков – крокуса, трепела. Обширно используют электролитическое полирование и отделку поверхности золотых и серебряных изделий алмазными резцами.

И, конечно же, невозможно забыть про декорирование. Ювелирные изделия украшают разными способами – золочением и серебрением, оксидированием, анодированием, гравировкой, чернением, нанесением художественной эмали, инкрустированием, чеканкой[7].

1.4. Постановка задач к работе

- сделать обзор литературы по необходимой тематике;
- произвести анализ технологичности конструкции детали (наименьший расход материала; меньшее количество и невысокая трудозатратность операции; отсутствие последующей механической обработки; меньшее количество требуемого оборудования и производственных площадей; наименьшее количество оснастки при сокращении расходов и сроков подготовки изготовления.)
- выбор материала и его свойства;
- разработка предварительного варианта технологического процесса;

- определение размеров и чертеж заготовки;
- определение схемы раскроя материала;
- основные технологические расчеты для всех операций;
- выбор оборудования из сделанных расчетов и его характеристики;
- обоснование конструкций схемы штампа для вырубки и пробивки, их построение и детализовка;
- обоснование конструкции схемы штампа для гибки и его построение;
- моделирование любой операции технологического процесса в QFORM.

2.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Анализ технологичности конструкции детали

Под технологичностью понимают соответствие конструктивных параметров элементов (размеры, точность изготовления, механические свойства и др.), которое обеспечивает более несложное и экономичное изготовление деталей при соблюдении эксплуатационных и технических требований к ним, а также с возможностями операций листовой штамповки, которые необходимы при их изготовлении.

Изделие «Цепь» изготавливается с использованием операций вырубка, пробивка и гибка. Ведущими показателями технологичности к детали считаются:

- минимальный расход материалов;
- наименьшее количество и невысокая трудозатратность операций;
- отсутствие последующей механической обработки;
- меньшее количество требуемого оборудования и производственных площадей;
- меньшее количество оснастки при уменьшении затрат и сроков подготовки производства.

2.2. Выбор материала

Материал для штамповки должен удовлетворять техническим и эксплуатационным требованиям, заданным конструктором детали, а также технологическим требованиям, отвечающим условиям обработки и необходимым для изготовления детали операциями листовой штамповки (вырубка, пробивка), термической и химико-термической обработки (отжиг, закалки и др.). Кроме этого необходимо учитывать экономические факторы.

Поэтому на данный момент разработки технологического процесса проведем анализ предлагаемого конструктором материала для изготовления изделия «Цепь». Установим химический состав, механические и физические (предел текучести, прочности и т.д.) и литейно-технологические свойства.

Марка: СpM925. Марка материала, из которого будет изготавливаться данное изделие. Классификация: Сплав серебра. Дополнение: Сплав пригоден для всех видов холодной обработки и литья. Для повышения пластичности рекомендуют делать закалка в воде. Проба 925. Применяют для изготовления ювелирных изделий, медальонов, цепочек и т.д. Характеристики данной марки представлены в таблицах 2.1. – 2.4.

Таблица 2.1. Химический состав в % материала СpM925

Fe	Cu	Pb	Ag	O	Sb	Bi	Примесей
до 0,1	Ост.	до 0,004	92,5 – 93	до 0,01	до 0,002	до 0,002	0,12

Примечание: Cu – основа; процентное содержание Cu дано остаточное.

Таблица 2.2. Литейно-технологические свойства материала СpM925

Температура плавления :	779 – 896 °С
-------------------------	--------------

Таблица 2.3. Механические свойства при T=20°C материала СpM925

Сортамент	Размер	Напр.	σ_B	σ_T	δ_5	Ψ	KCU	Терм.
—	мм	—	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	—
Проволока тверд., ГОСТ 7222–75	Ø0,8...4	—	350	—	—	—	—	—
Проволока мягк., ГОСТ 7222–75	Ø0,8...4	—	250	—	20	—	—	—

Таблица 2.4. Физические свойства материала СpМ925

T	$E \cdot 10^{-5}$	$\alpha 10^6$	λ	ρ	C	$R \cdot 10^9$
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	—	—	—	10360	—	—

Обозначения:

Механические свойства:

σ_B – предел кратковременной прочности, [МПа];

σ_T – предел текучести при растяжении, [МПа];

δ_5 – относительное удлинение при разрыве, [%];

Ψ – относительное сужение, [%];

KCU – ударная вязкость, [кДж/м²];

Физические свойства:

T – температура, при которой получены данные свойства, [Град];

E – модуль упругости первого рода, [МПа];

α – коэффициент температурного расширения, [1/Град];

λ – коэффициент теплопроводности, [Вт/(м·град)];

ρ – плотность материала, [кг/м³];

C – удельная теплоемкость материала, [Дж/(кг·град)];

R – удельное электросопротивление, [Ом·м].

2.3. Разработка предварительного варианта технологического процесса

Ведущими техническими признаками, которые воздействуют на выбор варианта технологического процесса, считаются: механические свойства, толщина материала, степень сложности конфигурации детали и ее габариты, необходимая точность детали, место расположения в ней отверстий и точность расстояния между их осями и т.д. Собственно, что касается экономического признака ключевым является решение вопроса экономической целесообразности какого-либо варианта, является серийность производства.

Анализируя конструкцию и материал детали, можно принять следующие варианты выполнения операций технологического процесса.

1 вариант:

- раскрой листа на полосы;
- пробивка отверстий;
- вырубка по контуру в штампе практически готовой детали;
- гибка заготовки в штампе со сборкой.

2 вариант:

- раскрой листа на полосы;
- пробивка отверстий и вырубка по контуру в штампе последовательного действия;
- гибка заготовки в штампе со сборкой.

Эти операции будут проходить на универсальном прессе с подачей вручную. Гибка выполняется отдельно. В таком случае применяется комбинированный штамп (последовательного действия).

2.4. Определение размеров заготовки

Для данной детали размеры заготовки будут выполняться из условий площадей поверхности и длины представленной на рисунке 2.1.

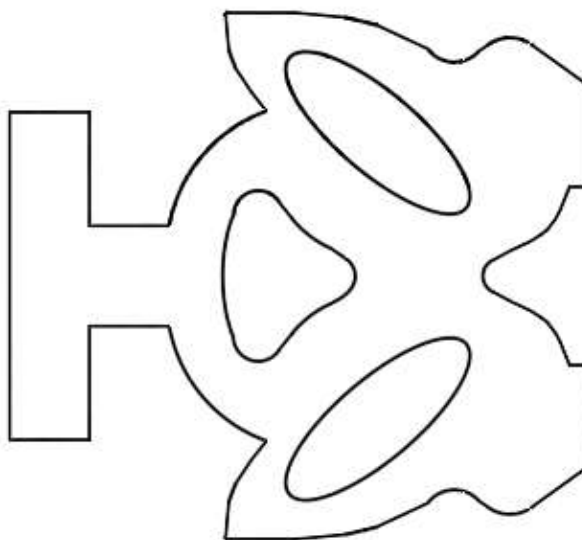


Рисунок 2.1. Эскиз звена изделия «Цепь»

2.5. Раскрой материала

Для данной детали изготовленной листовой штамповкой широко применяется листовой прокат. В зависимости от рода производства листовой прокат делится на горячекатаный и холоднокатаный. Холоднокатаный имеет меньшую шероховатость в отличие от горячекатаного. Он широко применяется для изготовления холодноштамповочных деталей, как раз то, что мне и нужно для данной детали. А из горячекатаного проката методом листовой штамповки изготавливают преимущественно неглубокие и плоские детали.

Исходным материалом будет являться полоса из серебра марки SpM925.

2.6.Схема раскроя материала

Рассмотрим два вида раскроя материала представленном на рисунке 2.2. И выберем более выгодный с меньшим количеством отходов. В нашем случаи мы будем брать лист под заказ.

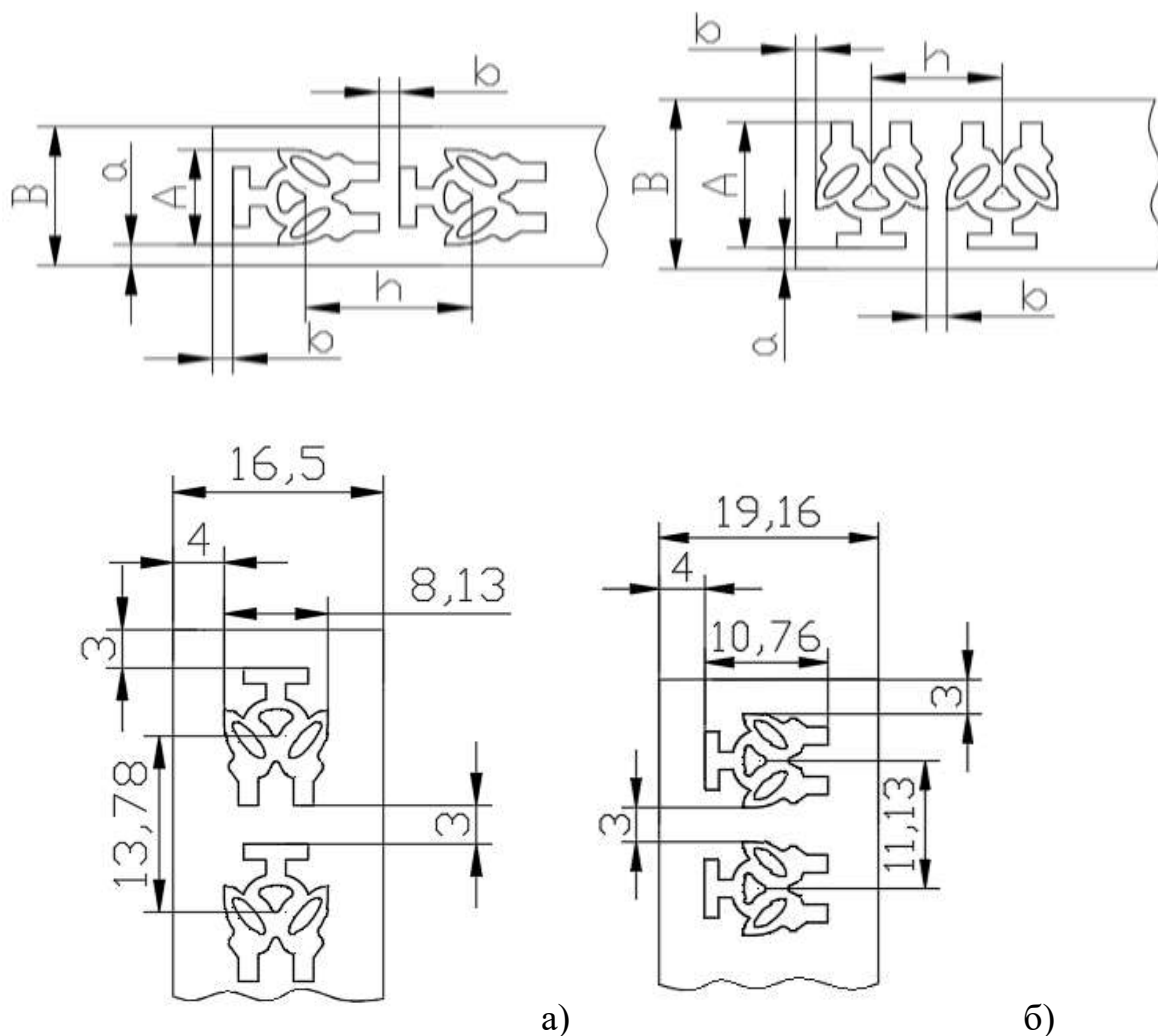
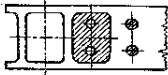

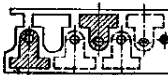




Рисунок 2.2. Раскрой материала (а–вдоль, б–поперек)

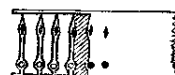
Из рисунка видно, что вариант раскроя б) лучше, так как в этот случай более удобный и будет иметь меньше расходов (отходов), а это немало важно, так как материал является драгоценным и дорогостоящим. Но проверим это предположение расчетом. Нужно рассчитать оба варианта раскроя, чтобы убедиться в точности и выбрать оптимальный.

Также кроме использованных вариантов расположения материала бывает несколько типов расположения раскроя с отходами из справочника Романовского В.П. [8], вот еще несколько вариантов представленных на рисунке 2.3.

136. Основные типы раскроя с отходами

Тип раскроя и эскиз	Применение раскроя	Способ подачи материала
<p>Прямой</p> 	Для деталей простой геометрической формы (прямоугольной, круглой, квадратной)	Ручная или автоматическая подача
<p>Наклонный</p> 	Для деталей Г-образной или другой сложной конфигурации, которые при прямом расположении дают большие отходы металла	
<p>Встречный</p> 	Для деталей Т-, П-, Ш-образной конфигурации, которые при прямом и наклонном расположении дают большие отходы	
<p>Комбинированный</p> 	Для двух различных деталей, одинаковых по толщине и марке металла, в крупносерийном и массовом производстве	
<p>Многорядный</p> 	Для деталей небольших размеров в крупносерийном и массовом производстве	

Продолжение табл. 136

Тип раскроя и эскиз	Применение раскроя	Способ подачи материала
<p>С вырезкой перемычек</p> 	Для мелких и узких деталей (часовые стрелки и подобные детали) или для последовательной выточки в ленте при крупносерийном и массовом производстве	Ручная, чаще автоматическая подача

137. Основные типы многоходовых и безотходных раскроев



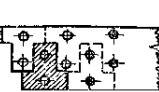
Тип раскроя и эскиз	Применение раскроя	Способ подачи материала
<p>Прямой</p> 	Для деталей прямоугольной или трапециевидальной конфигурации	Ручная подача до упора (возможно по две штуки за один ход пресса)
<p>Наклонный</p> <p>Первый вариант</p>  <p>Второй вариант</p>	Для деталей Г-образной или другой конфигурации, допускающих небольшие дефекты контура	
<p>Встречный</p> 	Для деталей Т-, П-, Ш-образной конфигурации, допускающих небольшие дефекты контура	Ручная или автоматическая подача (по две штуки за один ход пресса)

Рисунок 2.3. Основные типы раскроя с отходами

Коэффициент использования материала

$$K_{и} = \frac{M_{д}}{H} \cdot 100 \quad (2.1),$$

где $M_{д}$ – масса готовой детали (принимается по чертежу детали), кг;

H – норма расхода материала на одну деталь, кг.

$$M_{д} = V \cdot \rho \quad (2.2),$$

где V – объем, мм³;

ρ – плотность, гр/см³.

$$M_{д} = 15,7069 \cdot 10^{-3} \cdot 10,36 = 0,162723 \text{ гр} = 0,000163 \text{ кг}$$

Норма расхода

$$H = M / \Pi \quad (2.3),$$

где M – масса единицы основного материала для штамповки, кг;

Π – количество деталей, получаемые в результате раскроя единицы основного материала, шт.

Рассчитаем объем и массу (рассчитывается также как и для массы готовой детали) для различных расположений детали

$$V = L \cdot B_{\text{и}} \cdot s \quad (2.4),$$

где L – длина полосы, мм;

$B_{\text{и}}$ – ширина, мм;

s – толщина штампуемого материала, мм.

Для расположения детали вдоль

$$V = \left(\frac{195,64}{10} \right) \text{см} \cdot \left(\frac{16,53}{10} \right) \text{см} \cdot \left(\frac{0,3}{10} \right) \text{см} = 0,97 \text{ см}^3$$

$$M = 0,97 \cdot \text{см}^3 \cdot 10,36 \text{гр/см}^3 = 10,051 \text{гр} = 0,10051 \text{ кг}$$

$$H = \frac{0,010051}{14} = 0,000718 \text{ кг}$$

$$K_{\text{и}} = \frac{0,000163}{0,000718} = 22,655$$

Для расположения детали поперек

$$V = \left(\frac{158,82}{10} \right) \cdot \left(\frac{19,16}{10} \right) \cdot \left(\frac{0,3}{10} \right) = 0,913 \text{ см}^3$$

$$M = 0,913 \cdot 10,36 = 9,45868 \text{ гр} = 0,009458 \text{ кг}$$

$$H = \frac{0,009458}{14} = 0,000675 \text{ кг}$$

$$K_{\text{и}} = \frac{0,000166}{0,000675} \cdot 100 = 24,084$$

Кроме коэффициента использования материала вычисляют коэффициент раскроя(%)

$$K_p = \frac{M_d}{M_3} \cdot 100 \quad (2.5),$$

где M_3 – масса заготовки для одной детали, которую вычисляют как массу прямоугольного участка основного материала со сторонами, которые равны ширине полосы B и шагу штамповки h .

Для раскроя материала вдоль

$$M_3 = \left(\frac{16,53}{10} \cdot \frac{13,78}{10} \cdot \frac{0,3}{10} \right) \cdot 10,36 = 0,708 \text{ гр} = 0,000708 \text{ кг}$$

$$K_n = \frac{0,000163}{0,000708} \cdot 100 = 22,983$$

Для раскроя материала поперек

$$M_3 = \left(\frac{19,16}{10} \cdot \frac{11,13}{10} \cdot \frac{0,3}{10} \right) \cdot 10,36 = 0,663 \text{ гр} = 0,000663 \text{ кг}$$

$$K_n = \frac{0,000163}{0,000663} \cdot 100 = 24,593$$

Определив оптимальное расположение заготовки на плоскости полосы, рассчитывают ширину полосы. При этом, если намечено проектировать штамп с боковым прижимом полосы [9].

Найдем номинальную ширину полосы

$$B_n = A + 2a + \delta \quad (2.6),$$

где A – длина заготовки, мм;

a – наименьшая величина боковой перемычки, мм;

δ – допуск на ширину полосы (минусовый).

Для раскроя материала вдоль

$$B_n = 8,13 + (2 \cdot 4) + 0,4 = 16,53 \text{ мм}$$

Для раскроя материала поперек

$$B_n = 10,76 + (2 \cdot 4) + 0,4 = 19,16 \text{ мм}$$

Ранее я см. рисунку 2.2. сделала предположение, что на вид рисунок б) более оптимален, чем а), так как внешне этот случай, кажется, будет иметь

меньший расход материала, но чисто внешне доверять нельзя. Поэтому из сделанного мною расчета видно, что я казалась права и рисунок б) и в правду оказался более оптимальным и точным.

2.7. Технологические расчеты

Для разделительных операций достаточно определить энергосиловые параметры в зависимости от вида операции и способа ее выполнения.

1. Пробивка отверстий

Технологическое усилие для осуществления пробивки в штампах, у которых соответствующие режущие грани (ребра) пуансонов и матрицы параллельны между собой, вычисляются по формуле

$$P = \frac{L \cdot s \cdot \sigma_{\text{ср}}}{1000} \quad (2.7),$$

где P – усилие, кН;

L – периметр контура пробивки, мм;

s – толщина штампуемого материала, мм;

$\sigma_{\text{ср}}$ – сопротивление срезу, зависящее от механических свойств металла, относительной толщины заготовки, скорости процесса, зазора МПа.

$$\sigma_{\text{ср}} = (0,65 \dots 0,75) \cdot \sigma_{\text{в}} \quad (2.8)$$

$$\sigma_{\text{ср}} = (0,65 \dots 0,75) \cdot 250 = 162,5 \dots 187,5$$

$$P = \frac{24,0818 \cdot 0,3 \cdot 162,5}{1000} = 1,174 \text{ кН}$$

Усилие снятия отходов (детали) с пуансона, или усилие проталкивания их сквозь матрицу, находят в зависимости от усилия вырубки, пробивки по формуле:

$$P_{\text{сн,пр}} = P \cdot K_{\text{сн пр}} \quad (2.9),$$

где $K_{\text{сн пр}}$ – табличные коэффициенты усилия снятия и проталкивания детали (отхода) после штамповки.

$$P_{\text{сн}} = 1,174 \cdot 0,06 = 0,07044 \text{ кН}$$

$$P_{\text{пр}} = 1,174 \cdot 0,03 = 0,03522 \text{ кН}$$

Для повышения качества вырубки и пробивки в штампах применяют прижимы. Усилие, которое должен обеспечить прижим, (кН)

$$P_{\text{прж}} = \frac{L \cdot s \cdot q}{1000} \quad (2.10),$$

где q – давление, зависящее от толщины материала, МПа.

$$P_{\text{прж}} = \frac{24,0818 \cdot 0,3 \cdot 15}{1000} = 0,11 \text{ кН}$$

При выполнении операций чистовой пробивки в штампах с вдавливанием клиновидного ребра в зоне разделения металла суммарное технологическое усилие чистовой вырубки находят по формуле

$$P_{\text{ч.п.}} = P + P_{\text{вд}} + P_{\text{прж}} \quad (2.11),$$

где $P_{\text{вд}}$ – усилие вдавливания ребра, кН.

$$P_{\text{ч.п.}} = 1,174 + 0,25 + 0,11 = 1,534 \text{ кН}$$

Работу операций находят для определения запаса энергии, которой должен располагать пресс, осуществляющий пробивку.

Работа операций A_p , кДж, необходимая для выполнения разделительных операций

$$A_p = P_{\text{ср}} \cdot \frac{h_{\text{п}}}{1000} \quad (2.12),$$

где $P_{\text{ср}}$ – усредненное усилие операций, кН;

$h_{\text{п}}$ – рабочий ход пуансона, осуществляющего пробивку, мм.

Рабочий ход $h_{\text{п}}$ пуансона при выполнении разделительных операций в штампах с параллельными режущими ребрами пуансона и матрицы станет равен толщине материала s .

$$A_p = 0,8218 \cdot \frac{0,3}{1000} = 0,000246 \text{ кДж}$$

2. Вырубка отверстий по контуру

Технологическое усилие для осуществления вырубки в штампах вычисляются по формуле(2.7)

$$P = \frac{48,9284 \cdot 0,3 \cdot 162,5}{1000} = 2,385 \text{ кН}$$

Усилие снятия отходов (детали) с пуансона, или усилие проталкивания их сквозь матрицу, находят в зависимости от усилия вырубки, пробивки по формуле(2.9)

$$P_{\text{сн}} = 2,385 \cdot 0,06 = 0,179 \text{ кН}$$

$$P_{\text{пр}} = 2,385 \cdot 0,03 = 0,089 \text{ кН}$$

Для повышения качества вырубки и пробивки в штампах применяют прижимы. Усилие, которое должен обеспечить прижим, определяется по формуле (2.10)

$$P_{\text{прж}} = \frac{48,9284 \cdot 0,3 \cdot 15}{1000} = 0,221 \text{ кН}$$

При выполнении операций чистовой вырубки в штампах с вдавливанием клиновидного ребра в зоне разделения металла суммарное технологическое усилие чистовой вырубки находят по формуле (2.11)

$$P_{\text{ч.п.}} = 2,385 + 0,25 + 0,221 = 2,856 \text{ кН}$$

При этом выбор прессы для штампа последовательного действия осуществляют исходя из суммирования усилия для пробивки и вырубки

$$P_{\text{пресса}} \geq 1,25 \cdot P$$

$$P_{\text{пресса}} \geq 1,25 \cdot (1,174 + 2,358)$$

$$P_{\text{пресса}} \geq 4,415 \text{ кН}$$

По этому суммированному усилию и выбирается пресс.

Работа операций A_p необходимая для выполнения разделительных операций определяется по формуле (2.12)

$$A_p = 1,6695 \cdot \frac{0,3}{1000} = 0,000501 \text{ кДж}$$

3. Вычисление гибки

Усилие гибки(кН)

$$P_{\Gamma} = \frac{L_{\Gamma} \cdot s \cdot K_{\Gamma} \cdot \sigma_{\text{в}}}{1000} \quad (2.13),$$

где L_{Γ} – длина(суммарная) линий сгиба, мм;

K_{Γ} – коэффициент, зависящий от отношения радиуса R сгиба к толщине материала.

$$P_{\Gamma} = \frac{2,06 \cdot 0,3 \cdot 0,34 \cdot 250}{1000} = 0,053 \text{ кН}$$

При гибке с прижимом общее усилие (кН)

$$P_{\text{общ}} = 1,3 \cdot P_{\Gamma} \quad (2.14)$$

$$P_{\text{общ}} = 0,069 \text{ кН}$$

Длину развертки при гибке вычисляют по длине нейтральной линии, которая расположена на расстоянии от внутренней поверхности сгиба:

$$a_0 = s \cdot X \quad (2.15),$$

где X – коэффициент смещения, определяемый по соотношению R/s .

$$a_0 = 0,3 \cdot 0,426 = 0,13 \text{ мм}^2$$

Длина нейтральной линии (мм):

$$L_s = \sum l + \sum \frac{\pi \cdot \alpha}{180^{\circ}} \cdot R_0 \quad (2.16),$$

где $\sum l$ – сумма длин прямых участков, которая определяется по размерам, заданным в чертеже детали;

$\sum \frac{\pi \cdot \alpha}{180^{\circ}}$ – сумма длин участков закруглений, расчетный радиус

которых

$$R_0 = R + a_0 \quad (2.17)$$

$$R_0 = 0,36 + 0,13 = 0,49 \text{ мм}$$

Отсюда

$$L_3 = 8,7 + \frac{3,14 \cdot 220}{180} \cdot 0,49 = 9,456 \text{ мм}$$

2.8. Выбор оборудования

По рассчитанному усилию выбираем пресс.

Данный пресс ручной винтовой. Он предназначен для изготовления мелкими и средними партиями ювелирных деталей. Его внешний вид представлен на рисунке 2.4.



Рисунок 2.4. Пресс винтовой

2.8.1. Устройство и принцип работы

Принцип работы ручного винтового пресса: две вращающиеся массы соединены штангой, они действуют на шпиндель, ввинчивающийся в гайку, который преобразует вращательное движение в вертикальное движение ползуна с оснасткой. Эта вращательная энергия преобразуется (через шпиндель) в кинетическую энергию, с которой ползун движется в направлении вырубного штампа. Винтовой пресс, благодаря надёжным направляющим, по которым движется ползун, обеспечивает применение точного инструмента, на коротком рабочем пути, определяемом толщиной материала[10].

Также к этому прессу идут технические характеристики, которые представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5. Технические характеристики

Технические характеристики	
Рабочее усилие, т (кН)	0 – 3 (0 – 30)
Кол-во заходов резьбы винта	2
Резьба винта	30×4 Tr
Межштамповое пространство, мм	170×170×200
Диаметр посадочного места, мм	20
Максимальный ход подвижной плиты, мм	200
Масса нетто, кг	35
Масса брутто, кг	40
Габариты, мм	260×240×688

3.КОНСТРУКЦИОННАЯ ЧАСТЬ

3.1. Обоснование конструктивной схемы штампа для вырубки и пробивки

Штамп – технологическая оснастка для обработки давлением, под воздействием которого заготовка приобретает ту форму и размеры, которые соответствуют поверхности или контуру рабочих органов штампа.

Конструктивно штамп состоит из нижней и верхней плиты. В нижнюю плиту впрессовываются две направляющие колонки, а на плиту также устанавливаются матрица и съемник. На верхнюю же плиту устанавливается хвостовик. К плите также крепится стальная прокладка, пуансонодержатель с вырубным и пробивным пуансоном. Вырубной пуансон включает в себя запрессованный фиксатор и поддерживающий его штифт. Еще в верхнюю плиту впрессованы направляющие втулки, которые скользят по колонкам совместно с верхним блоком штампа. Полоса подается справа влево в просвет меж матрицей и съемником, а вслед за тем фиксируется разовым упором. Полоса продвигается до упора и вырубается отверстие по контуру с одновременной пробивкой двух очередных отверстий. Дальше действия повторяются.

Рабочие детали (элементы) штампов для вырубки и пробивки матрицу и пуансон можно изготавливать как вместе, так и отдельно. Мне же необходим совместный.

Когда производятся совместно, то одна из рабочих деталей (сопрягаемая) дорабатывается по другой: при вырубке – пуансон по матрице (матрица определяет размер штампуемого элемента и является основной), при пробивке – матрица по пуансону (пуансон определяет размер отверстия, паза и является основным). При этом исполнительные размеры основной детали (L_m или L_n) вычисляются по приведенным формулам (номер формулы),

а сопрягаемой – подгоняются по основной с зазором z и допуском на зазор Δz . В указанные формулы подставляют L_n – номинальный размер штампующего элемента, Π_n – припуск на износ матрицы и пуансона, δ_m или δ_n – предельное отклонение размера матрицы или пуансона. Данные значения являются табличными [11].

Для операции вырубка

$$L_m = (L_n - \Pi_n)^{+\delta_m} \quad (3.1)$$

$$L_m = (10,76 - 0,043)^{+0,012} = 10,717^{+0,012} \text{ мм}$$

L_n обеспечивается доработкой по матрице с зазором z и допуском на зазор Δz .

$$L_n = 0,012^{+0,010} \text{ мм}$$

Размер пуансон L_n следует обеспечивать его доработкой по матрице с равномерным двухсторонним зазором.

Для операции пробивка

$$L_n = (L_n + \Pi_n)_{-\delta_n} \quad (3.2)$$

$$L_n = (10,76 + 0,043)_{-0,009} = 10,803_{-0,009} \text{ мм}$$

L_m обеспечивается доработкой по матрице с зазором z и допуском на зазор Δz .

$$L_m = 0,012^{+0,010} \text{ мм}$$

Размер пуансона L_m следует обеспечивать его доработкой по матрице с равномерным двухсторонним зазором.

3.1.1. Конструирование и расчет на прочность рабочих деталей штампа

Пуансон и матрица определяют работоспособность, надежность и долговечность штампа. Их конструирование и расчет считается важным этапом разработки документации штампа.

Форму матрицы определяют формой и размерами штампуемой детали. При прямоугольной матрице размеры определяют ориентировочно исходя из размеров ее рабочей зоны представленной на рисунке 3.1. Также размеры матрицы устанавливаются с учетом требуемых величин перемычек меж отверстиями, определенного размещения рабочей зоны, отверстий и др.

Также делается приблизительный выбор диаметров винтов и штифтов. Количество винтов определяют из условия, собственно, что расстояние между двумя ближайшими винтами не должно превышать 90 мм. Впрочем, в некоторых случаях имеет возможность появиться необходимость некоторого отклонения от приведенных данных.

Количество штифтов определяется из условия, собственно, что любой самостоятельный элемент штампа, который должен быть неподвижным относительно матрицы и сама матрица (или каждая ее отдельная часть) должны фиксироваться двумя штифтами[12].

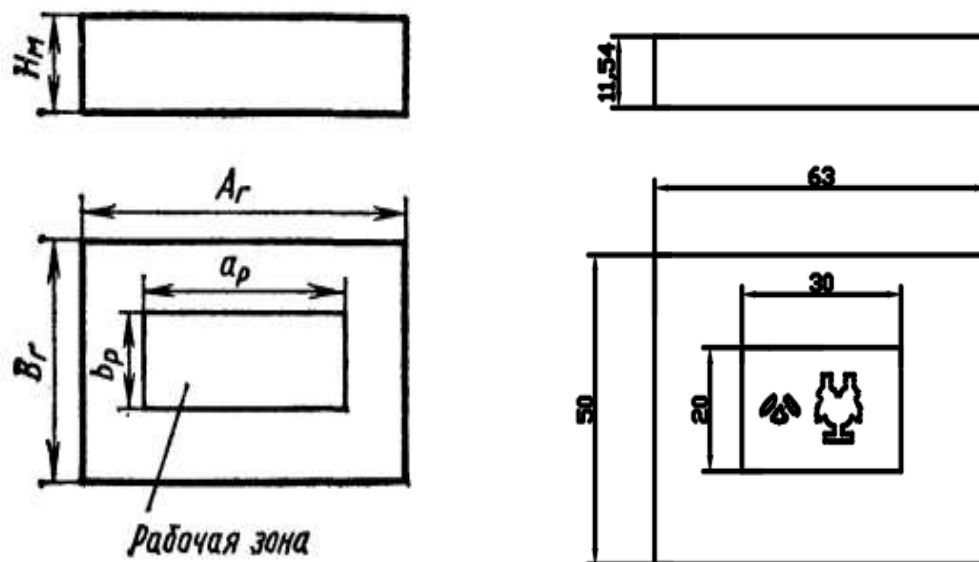


Рисунок 3.1. Габаритные размеры прямоугольной $A_r \times B_r$ матрицы от размеров $a_p \times b_p$ ее рабочей зоны

Толщина матрицы определяется из следующей эмпирической зависимости

$$H_m = s + K_m \sqrt{a_p + b_p} + 7 \quad (3.3),$$

где s – толщина штампуемого материала, мм;

a_p и b_p – размеры рабочей зоны матрицы, мм;

K_m – коэффициент [12].

$$H_m = 0,3 + 0,6\sqrt{30 + 20} + 7 = 11,543 \text{ мм}$$

Также можно дополнительно по эмпирической формуле проверить достаточность толщины матрицы

$$H_m = \sqrt[3]{100 \cdot P} \quad (3.4),$$

где P – требуемое технологическое усилие штамповки, кН.

$$H_m = \sqrt[3]{100 \cdot 4,415} = 7,62 \text{ мм}$$

После необходимо принять большее из значений H_m , полученных по формулам (3.3) и (3.4).

Найденное данным способом значение H_m нужно будет округлить до близкого наибольшего числа из надлежащего ряда чисел: 8, 10, 12, 16, 20, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 71, 80. Соотношение габаритных размеров и толщины прямоугольных матриц следует принимать по ГОСТ 15861–81.

Тяжелонагруженные матрицы следует проверять на прочность определенным расчетом, который основан на определении напряжений, образующихся в небезопасном сечении. Небезопасным является сечение, проходящее через узкие щелевые отверстия, острые углы и др. Проверку делает напряжение на разрыв по формуле

$$[\sigma_p] \geq \frac{0,4P}{F} \quad (3.5),$$

где P – технологическое усилие, кН;

F – площадь опасного сечения, мм².

$$[\sigma_p] \geq \frac{0,4 \cdot 4,415 \cdot 1000}{618,48} = 2,86 \text{ МПа}$$

Допустимое напряжение $[\sigma_p] \leq 110 \text{ МПа}$, условие выполнено.

Форму рабочих и провальных отверстий в матрицах для пробивки и вырубки принимают по табличные значениям [12].

Провальное отверстие в матрице с различным рабочим контуром нужно, как правило, эквидистантно повторять данный контур с учетом нависания рабочего контура матрицы над провальным отверстием: не более

чем на 1,5 мм – при наличии фасок или закруглений, или же не более чем на угол β при наличии уклона по всей высоте. Допускается спрямление отдельных участков контура провального отверстия или их скругление при условии, что нависание на этих участках не превысит 3 мм. Условием для рабочих контуров матрицы сложных конфигурации провальное отверстие, возможно исполнять цилиндрическим. Провальное отверстие следует скруглять также, когда рабочий контур матрицы имеет острые или же прямые углы. В углах при этом допускается увеличение нависания рабочего контура матрицы над контуром провального отверстия на 0,3 – 0,4 мм против принятого.

Если же рабочий контур матрицы имеет сложную форму или матрица содержит элементы (отверстия, щели) весьма малых размеров, ее следует изготавливать секционной – составной из отдельных секций. Секции матрицы необходимо устанавливать в незакаленную обойму по посадке $\frac{H7}{n6}$.

Каждую секцию фиксируют двумя штифтами (круглую — одним). Конструкция и размеры прямых секций матриц штампов предусмотрены ГОСТ 18732–80 и ГОСТ 24526–80.

Для пробивки (вырубки) круглых контуров целесообразно использовать стандартизованные вставные матрицы, закрепляемые в матрицедержателе штампа.

Пуансоны для пробивки круглых отверстий, как правило, производят по ГОСТу.

Пуансоны для некруглых отверстий при небольших размерах окружности, в которую они вписываются, нужно производить с круглой посадочной частью и закреплять их положение методом посадки фланца с лысками в паз пуансонодержателя с помощью шпонки. Некоторые из обозначенных пуансонов учтены в ГОСТ 16631 – 80 ÷ ГОСТ 16635– 80.

Когда конструируются некруглые пуансоны, то нужно принимать во внимание некоторое количество требований. Также по возможности, форму сечения пуансона по всей длине должна быть приблизительно схожей. А посадочную часть пуансона в случае его выполнения со схожим по всей длине сечением должно являться основной деталью, по которой необходимо пригонять отверстие пуансонодержателя. Простановку определенных размеров с предельными отклонениями выполняют по системе вала: как – $\frac{N6}{h6}$ для больших усилий – $\frac{R7}{h6}$. В случае если посадочную часть пуансона получают большего размера, чем рабочую, то имеет возможность быть использована посадка в системе отверстия – $\frac{H6}{n6}$.

Некруглые пуансоны малых размеров закрепляют в пуансонодержателе путем расклепки. Припуск на расклепку принимают в зависимости от глубины фаски и размеров пуансона.

Более крупные пуансоны расчеканивают, т.е. расклепывают без припуска. Расклепку и расчеканку применяют для штамповки металла толщиной до 4 мм.

Если конструкция штампа позволяет, для крепления матриц и пуансонов следует применять стандартизованные державки, конструкция и размеры которых определены ГОСТ 16648 – 80, ГОСТ 16650 – 80, ГОСТ 16652 – 80, ГОСТ 16654 – 80 – ГОСТ 16658 – 80, ГОСТ 16663 – 80 – ГОСТ 16665 – 80 и подкладные плитки по ГОСТ 16666 – 80 – ГОСТ 16673 – 80.

Технические условия на стандартизованные пуансоны, матрицы, державки и подкладные плитки установлены ГОСТ 16675 – 80.

Пуансоны нужно проверять на смятие опорной поверхности головки пуансона поверхности плиты, на сжатие и продольный изгиб самого

пуансона в наименьшем сечении. Напряжение смятия $\sigma_{см}$ (МПа) поверхности головки вычисляют по формуле:

$$\sigma_{см} = P / F_{гол} \quad (3.6),$$

где P – технологическое усилие, воспринимаемое пуансоном, Н;

$F_{гол}$ – площадь поверхности его головки, мм².

Для операции вырубка

$$\sigma_{см} = \frac{2,385 \cdot 1000}{91,61} = 26 \text{ МПа}$$

Для операции пробивка

$$\sigma_{см} = \frac{1,174 \cdot 1000}{91,61} = 12,8 \text{ МПа}$$

Допустимое значение $\sigma_{см} = 100$ МПа. Если $\sigma_{см} \geq 100$ МПа, то пуансон необходимо упирать головкой в стальную закаленную подкладную плитку. Данное значение входит в допустимое.

Проверка на сжатие определяется с учетом продольного изгиба в следующей последовательности.

Для пуансонов некруглого сечения μ определяют по следующей формуле

$$\mu = \frac{0,7 \cdot h_n \sqrt{F_{раб}}}{\sqrt{I}} \quad (3.7),$$

где h_n – длина рабочей части пуансона, мм;

$F_{раб}$ – площадь сечения рабочей части пуансона, мм²;

I – минимальный осевой момент инерции поперечного сечения рабочей части пуансона, мм⁴.

Длина рабочей части пуансона

$$h_n = 4,43 \sqrt{\frac{EJ}{nP}} \quad (3.8)$$

где E – модуль упругости, кГ/см²;

J – момент инерции сечения, см⁴;

n – коэффициент безопасности;

P – расчетное усилие, кГ.

Минимальный осевой момент инерции

$$J = 0,049 \cdot d^4 \quad (3.9),$$

где d – диаметр головки пунсона, мм.

$$J = 0,049 \cdot 3^4 = 3,97 \text{ мм}^4$$

$$h_n = 4,43 \sqrt{\frac{2,2 \cdot 10^6 \cdot 0,000397}{5 \cdot 243,2}} = 3,75 \text{ см}$$

Вслед за тем определяется площадь F_k (мм²) контакта рабочего торца пуансона со штампуемым материалом. В случае если же диаметр пробиваемого отверстия соизмерим с толщиной материала, $F_k \approx F_{\text{раб}}$. Если же диаметр отверстия больше толщины, площадь F_k следует принимать равной площади кольцевого пояска шириной a_k .

Ширина a_k кольцевого пояска находится в зависимости от соотношения $d_{\text{п}} / s$, величины зазора и присутствия нижнего прижима, которое гарантируется при достаточном удельном усилии контакта по всей поверхности торца пуансона. Значение a_k является табличным [13].

Площадь кольцевого пояска:

$$F_k = \pi a_k (d_{\text{п}} - a_k) \quad (3.9),$$

где $d_{\text{п}}$ – диаметр рабочей части пуансона, мм.

$$F_{\text{к}} = \pi \cdot 2,16(10,803 - 2,16) = 58,65 \text{ мм}^2$$

$$\mu = \frac{0,7 \cdot 3,75 \cdot 10 \sqrt{58,65}}{\sqrt{3,97}} = 100,9$$

Напряжение сжатия $\sigma_{\text{сж}}$ (МПа) вычисляют по следующей формуле

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{P}{\varphi \cdot F_{\text{к}}} \quad (3.10),$$

где P – технологическое усилие, воспринимаемое проверяемым пуансоном, Н.

φ – коэффициент понижения допускаемого напряжения, зависящих от условной гибкости пуансона и учитывающий возможную потерю устойчивости пуансона (его продольный изгиб).[13]

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{2,385 \cdot 1000}{0,6 \cdot 58,65} = 67,7$$

Допустимое напряжение сжатия $\sigma_{\text{сж}} = 30 \div 10$ МПа . Полученное значение в ходит в данный промежуток[13–15].

3.2. Обоснование конструктивной схемы штампа для гибки

Гибку листового металла определяют в результате упругопластической деформации, которая происходит по-разному с каждой из сторон изгибаемой заготовки.

Слой материала внутри угла изгиба (со стороны пуансона) сжимаются и укорачиваются в продольном и растягиваются в поперечном направлении. А внешние слои (со стороны матрицы) растягиваются и удлиняются в продольном и сжимаются в поперечном направлении. Между удлиненными и

укороченными слоями (волокнами) располагается нейтральный слой, длина которого равна начальной длине заготовки.

При гибке узких полос происходит сильное искажение поперечного сечения, заключающееся в уменьшении толщины в месте изгиба, уширении внутри угла с образованием поперечной кривизны и сужении с наружной стороны.

В результате утонения материала и искажения формы поперечного сечения нейтральный слой в месте изгиба не проходит посередине сечения, а смещается в сторону малого радиуса. При гибке же широких полос и листов также случается утонение материала, но практически без искажений поперечного сечения, так как деформации в поперечном направлении противодействует сопротивление материала большой ширины.

Только по краям широких полос случается деформация, аналогичная поперечной деформации узких полос.

В большинстве случаев гибка происходит при большой величине деформаций, когда в металле кроме продольных растягивающих и сжимающих напряжений образуются радиальные напряжения сжатия, которые возникают в результате давления крайних слоев металла на внутренние и достигают наибольшей величины у нейтрального слоя.

По мере увеличения ширины изгибаемой заготовки поперечная деформация постепенно уменьшается и становится весьма малой в итоге значительного сопротивления, оказываемого большой шириной заготовки.

С целью упрощения при изгибе широких заготовок деформацией боковых поверхностей можно пренебречь и не рассматривать деформацию всего сечения как деформацию сдвига.

Также следует отличать гибку с малым радиусом закругления при большой степени пластической деформации от гибки с большим радиусом закругления при небольшой степени пластической деформации.

При гибке с малыми радиусами закруглений напряжения и деформации не сосредотачиваются под ребром пуансона, а распространяются на значительную длину заготовки между опорами. Вследствие чего заготовка получает изгиб по параболической кривой, с постепенно увеличивающейся кривизной и уменьшением плеча изгиба.

На всем протяжении процесса гибки заготовка имеет внутреннее закругление, которое больше радиуса пуансона, причем при гибке происходит постепенное уменьшение радиуса кривизны и плеча изгиба. Заготовка постепенно уменьшающимся закруглением прилегает в двух точках к стенкам матрицы и с некоторого момента оказывается прижатой к пуансону в трех точках. Только в конце хода, при калибрующем глухом ударе, заготовка прилегает к пуансону.

В основном почти при любой гибке необходимо обязательное применение прижима, при изгибе происходящим с малым расстоянием между опорами. Немалое значение имеет усилие прижима.

Гибка же без прижима применяется лишь для деталей невысокой точности седьмого класса потому, что допускает смещение заготовки при гибке. Гибка с прижимом применяется для деталей повышенной точности пятого класса потому, что не допускает смещения заготовки в процессе гибки.

При высокой точности при гибке третьего-четвертого класса достигается применением технологических баз и дополнительной фиксацией заготовки, а также за счет введения дополнительной калибровки.

Помимо простых гнутых деталей, также применяются на производстве немалое количество сложно изогнутых деталей разных форм, отверстий, пазов и др.

При холодной штамповке чаще всего используется гибка с небольшим радиусом закругления, сопровождаемая уменьшением толщины материала и смещением нейтрального слоя в сторону сжатых волокон, а для узких полос, также изменение прямоугольной формы поперечного сечения в трапецевидную[16–18].

В моем случае гибка получается не стандартная и подход к ней тоже не стандартен. Из технологической части я имею усилие гибки, общее усилие при гибке с прижимом, а также линейные размеры, как длину развертки и длину нейтральной линии. Дополнительные расчеты мне не понадобятся.

По выбранному мною штампу, я буду осуществлять гибку моего изделия и делать сборку всех звеньев и при необходимости прижимать в ручную, тем самым до закручивая, чтобы цепочка не рассыпалась.

4.МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИИ ШТАМПОВКИ ДЛЯ ВЫРУБКИ И ПРОБИВКИ В ПАКЕТЕ QFORM

Холодная штамповка в отличие от горячей позволяет получить точную форму и высокое качество поверхности изделия, позволяет уменьшить объем или исключить последующую механическую обработку. Поэтому холодное деформирование применяется в таких процессах штамповки, как торцевая раскатка, холодная высадка метизов, холодная накатка.

Для процессов холодной штамповки характерно использование специальных марок материалов, допускающих холодное деформирование без разрушения, так как в процессе деформирования не происходит восстановления структуры (в отличие от динамической рекристаллизации в ходе горячего деформирования).

Для моделирования таких процессов требуется использование реологических моделей материалов, испытанных при температурах холодной штамповки (обычно 20 – 400 градусов Цельсия). Для оценки дефектов, возникающих вследствие накопления повреждения структуры и исчерпания ресурса пластичности, используют критерии разрушения. Это критерии: Кокрофта-Латама, Колмогорова, Деля, Вержбицкого и другие.

Особое влияние на форму конечной поковки оказывают упругие деформации инструмента и изделия при холодной штамповке (что особенно важно при моделировании высадки метизов). Для учета упругих деформаций разработаны в QForm такие модели, как совместный расчет упруго-деформируемого инструмента и пластически деформируемой заготовки; упругопластические и пластические модели деформирования заготовки; термо-упругопластическая модель охлаждения для учета локальных термических напряжений. Использование этих специальных алгоритмов

помогает предсказать конечную форму поковки и наличие дефектов в ней с наибольшей точностью.

Преимущества:

- Вычисление размеров отштампованной поковки для оценки качества формоизменения;
- Предсказание наличия дефектов (складка, прострел) в поковке;
- Оценка силы деформирования для проверки выбранного холодновысадочного автомата или прессы;
- Оценка стойкости инструмента и предсказание слабых мест в матрице и пуансоне;
- Оценка износа инструмента и оптимизация формы для наиболее нагруженных мест.

Специальные функции QForm для моделирования процессов холодной штамповки:

- Реализован критерий Кокрофта-Латама для предсказания дефектов из-за исчерпания ресурса пластичности;
- Совместная механическая задача, позволяющая оценить влияние прогиба инструмента на конечную форму поковки;
- Возможность использования и расчета бандажированного инструмента;
- Возможность написания пользовательских подпрограмм на языке программирования LUA;
- Предсказание свойств поковки посредством оценки полей накопленных деформаций и специальных полей, которые могут рассчитываться из подпрограмм пользователя;
- Задание разных смазок для разных поверхностей инструмента;

— Специальные возможности управления сеткой, что может играть ключевую роль для качественного моделирования процессов толстолистовой штамповки[19].

4.1. Последовательность операций

Процесс штамповки на штампе последовательного действия для вырубки и пробивки будет проходить в две операции. В первой операцией будет пробивка отверстий, а во второй вырубка по контуру.

Операция 1. Работа в программе начинается с задания исходных данных. В качестве исходных данных, прежде всего, является чертеж, представленный на рисунке 4.1.

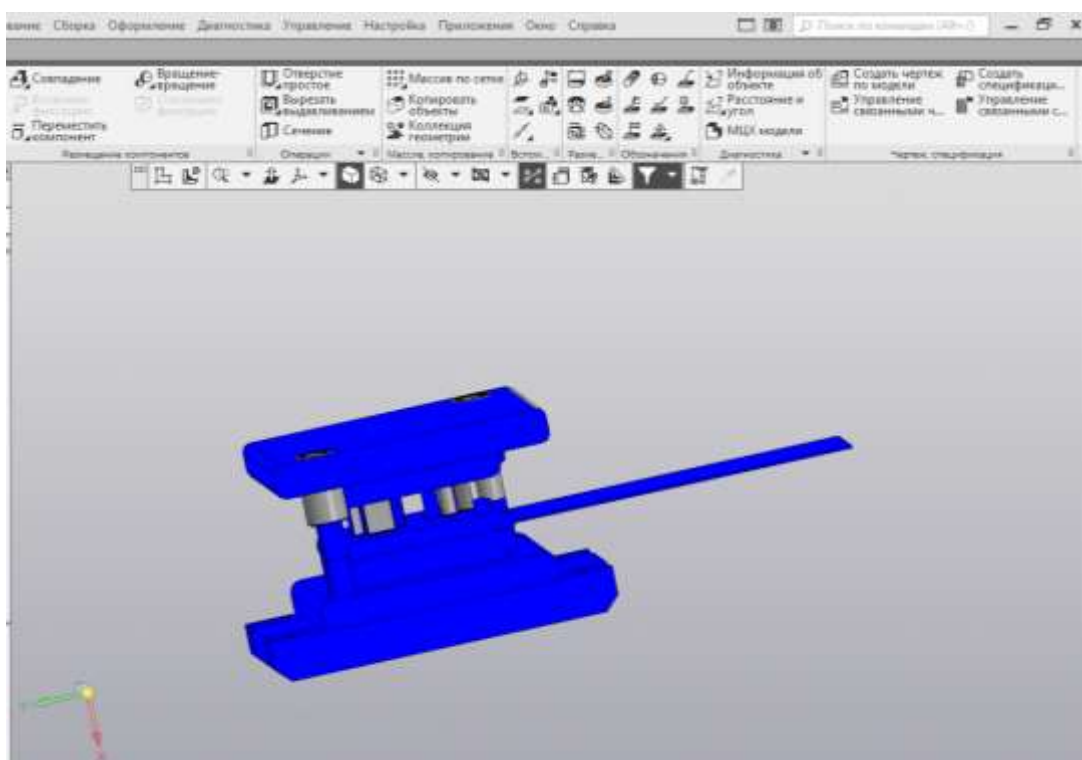


Рисунок 4.1. Чертеж исходных данных

Затем заходим в программу QForm и создаем новый процесс. Затем задается тип операции – деформация, дополнительные параметры с учетом тепловых процессов и тип задачи 3D .

Далее во вкладке геометрия уже построенный файл выгружаем в программу QForm и задаем, где у нас инструменты, а где заготовка, представленная на рисунке 4.2.

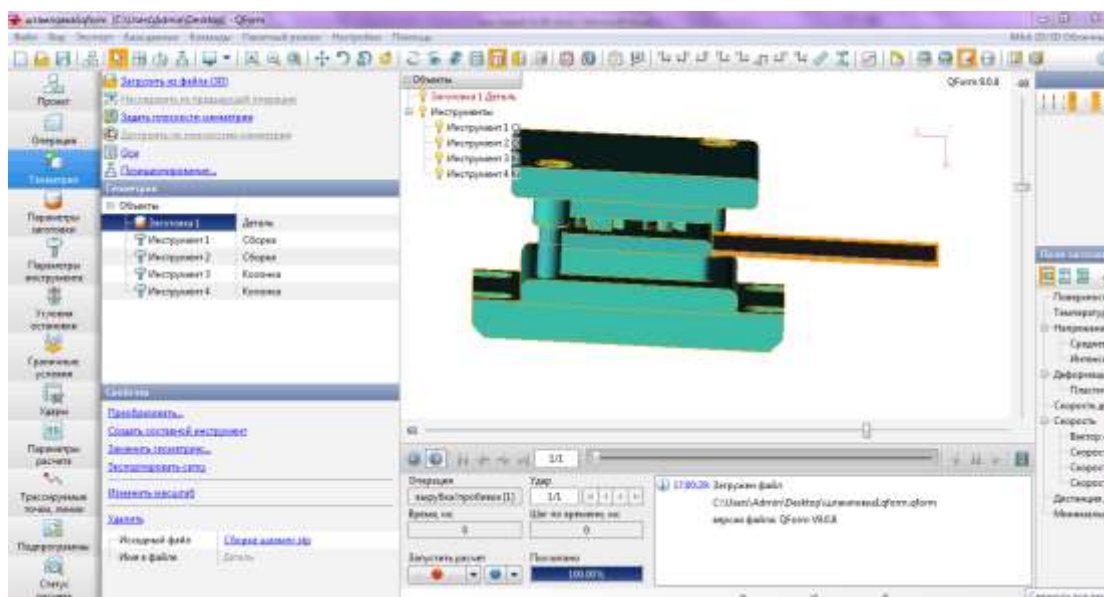


Рисунок 4.2. Геометрия объектов

Также через позиционирование заготовку подвигаем к пуансонам на пробивку.

Далее переходим в параметры заготовки. В параметрах я задаю материал, так как в данной программе нет моего материала, то для наглядности я возьму медь марки – M1 cold. Затем задаем температуру заготовки 20°C.

Затем нужно также задать параметры инструмента. Сначала необходимо выбрать тип привода для инструмента 1,3,4 будет неподвижный привод в направлении оси – OX, а для инструмента 2 возьмем пресс с минимальным значением – 6,3MN. Далее там где написано смазка для всех инструментов

задаем без смазки. Также нужно задать материал для инструментов, пускай для наглядности он будет одинаковый для всех 40X. Еще необходимо назначить температуру инструментов – 20°C. В пункте свести в контакт выбрать с отводом назад. Остальные данные в данном разделе оставляем стандартные.

В разделе условия остановки необходимо задать конечное расстояние между инструментами, конечное расстояние у меня будет – 0,18 мм.

А в разделе граничных условий все оставляем без изменений, (окружающая среда воздух 20°C).

Далее во вкладке удары все остается без изменений, также количество ударов – 1.

Также в разделе параметры процесса оставляем все без изменений (стандартные). И нажимаем готово.

Далее после всех заданных условий в программе должен производиться расчет.

Операция 2. В разделе проект добавляем еще одну операцию. Затем в разделе геометрия выбираем наследовать из предыдущей операции и выбираем все, что там есть.

Данные остаются такими же только, только через позиционирование заготовку передвигаем к пунсону для вырубки по контуру, так чтобы расстояние от центра (треугольного) пуансона и до центра вырубного пуансона было 11,13 мм. И затем снова запускаем расчет, ничего больше не меняя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Раньше мне казалось, что между немалыми стальными конструкциями и ювелирными изделиями мало общего, но я ошибалась, как и многие мне кажется. Так как непросто представить, что же может связывать технология конструкционных сталей в ювелирном деле, и все же, современным как оказалось индустрия небольших форм. После изучения истории металлургии, можно убедиться, собственно, что в начале технологии внедрялись в ювелирном деле, а только потом во все остальное.

Штамповка считается одним из более распространенных видов обработки давлением. Она же заняла особое место в ювелирной промышленности, тем самым уменьшив стоимость продукции, облегчив труд человека и на немало сократив время на изготовление каждого изделия, тем самым увеличив выпуск ювелирной продукции.

Штамповка считается окончательным заготовительным процессом, после которого полуфабрикаты поступают на рабочее место.

В данной работе был разработан технологический процесс изготовления ювелирного изделия «Цепь», где основным считается штамповка. Был выбран материал, изделие и способ его производства. Были разработаны штампы и расчеты по ним. А также было осуществлено моделирование операций вырубки и пробивки в пакете QFORM.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ювелирные технологии – <http://jtech.com.ua/article/view/id/531>.
2. Матвеева А.Д. Ковка и штамповка: Справочник: В 4 т. 4 Листовая штамповка. Ред. совет: Е.И. Семенов и др. – М.: Машиностроение, 1985–1987.–544 с.
3. Зубцов М.Е Листовая штамповка: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Машины и технология обработки металлов давлением».–3–е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд–е, 1980.–432 с. С ил.
4. Metallurgiya drevnosti. Yuvelirnoe iskusstvo – osnova metallurgii–<http://alternathistory.com/metallurgiya-drevnosti-yuvelirnoe-iskusstvo-osnova-metallurgii/>.
5. Энциклопедия «Металлургия и время», Голубев О.В., Карабасов Ю.С., Коротченко Н.А., Черноусов П.И. – М.: Издательский Дом МИСиС, 2011–2014. – Т. [1–6]. – 1000 экз.
6. Особенности производства ювелирных изделий – https://vuzlit.ru/277341/osobennosti_proizvodstva_yuvelirnyh_izdeliy.
7. Производство украшений –https://fammeo.ru/articles.php?article_id=431.
8. Романовский В.П. Справочник по холодной листовой штамповки [Текст] / В.П. Романовский. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 520с.
9. Стеблюк В.И. Технология листовой штамповки. Курсовое проектирование. Стеблюк В.И., Марченко В.Л., Белов В.В., Гривачевский А.Г.– Киев: Высшая школа. Головное издательство. 1983–280 с.
10. Проектирование и изготовление нестандартного оборудования (штампы, инструменты) – <http://shtamp-21.ru/>.

11. Рудман Л.И. Справочник конструктора штампов [Текст]/ Л.И. Рудман, В.Л. Марченко. – М.: Машиностроение, 1988.– 496 с.
12. Гук З.В. Прогрессивные конструкции штампов. Киев, Техника. 1985.– 53с.
13. Беренфельд В.В. Изготовление штампов. М.: Машиностроение, 1984.–101 с.
14. Динер И.Г., Брун В.Я. Высокоэффективная оснастка для листовой штамповки. Киев, Техника. 1984.–136 с.
15. Смеляков Е.П. Основы конструирования штамповочной оснастки для изготовления листовой детали ЛА [Текст]: метод. указания/ Е.П. Смеляков, Ю.В. Федотов. – СГАУ, Самара, 2002. – 105 с.
16. Семенов Е.И. Ковка и штамповка: справочник в 4-х т. Изд. Машиностроение. 1985 – 2010.
17. Охрименко Я.М. Технология кузнечно-штамповочного производства. Изд. Машиностроение.1966.–548 с.
18. Аверкиев Ю.А., Аверкиев А.Ю. Технология холодной штамповки: Учебник для вузов по специальностям «Машины и технология обработки металлов давлением» и «Обработка металлов давлением». – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.
19. Процесс холодной штамповки изделий в пакете QFORM–
<https://qform3d.ru/processes/cold>.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Спецификация к штампу последовательного действия для вырубки и пробивки.

		Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
		А1									
Перв. примен.						<u>Документация</u>					
		A1			220302.2020.071.01.00-СБ	Сборочный чертеж	1				
Справ. №						<u>Сборочные единицы</u>					
			1		220302.2020.071.01.01-СБ	Плита нижняя Чугун СЧ22-44 ГОСТ 7254-54	1				
			2		220302.2020.071.01.02-СБ	Плита верхняя Чугун СЧ22-44 ГОСТ 7254-54	1				
			3		220302.2020.071.01.03-СБ	Колонка Сталь 20 ГОСТ 7256-20	1				
			4		220302.2020.071.01.04-СБ	Колонка Сталь 20 ГОСТ 7256-54	1				
			5		220302.2020.071.01.05-СБ	Втулка Сталь 20 ГОСТ 7255-54	1				
			6		220302.2020.071.01.06-СБ	Втулка Сталь 20 ГОСТ 7255-54	1				
			7		220302.2020.071.01.07-СБ	Хвостовик Сталь 35 ГОСТ 7257-54	1				
			A4	8	220302.2020.071.01.08-СБ	Плансон Сталь У10А ГОСТ 1435-54	1				
			A4	9	220302.2020.071.01.09-СБ	Плансон Сталь У10А ГОСТ 1435-54	2				
	A4	10	220302.2020.071.01.10-СБ	Плансон Сталь У10А ГОСТ 1435-54	1						
Изм. № подл.						220302.2020.071.01.00-СБ					
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Изм. № подл.						Штамп последовательный для вырубки и пробивки			Лит.	Лист	Листов
		Разраб.	Зубакова Е.Д.								1
Изм. № подл.						ЮУрГУ Кафедра ПИМОМД					
		Проб.	Берсенева И.А.								
Изм. № подл.						Формат А4					
		Н.контр.	Берсенева И.А.								
Изм. № подл.						Не для коммерческого использования					
		Утв.	Радионова Л.Д.								

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		11	220302.2020.071.01.11-СБ	Нож Х12ТФ ГОСТ 18736-80	1	
А3		12	220302.2020.071.01.12-СБ	Матрица Сталь У10А ГОСТ 1435-54	1	
		13	220302.2020.071.01.13-СБ	Прокладка Сталь 45 ГОСТ 16668-80	1	
		14	220302.2020.071.01.14-СБ	Съемник Сталь 3 ГОСТ 18717-73	1	
		15	220302.2020.071.01.15-СБ	Прижим Сталь 45 ГОСТ 1050-60	2	
		16	220302.2020.071.01.16-СБ	Пружина пластинчатая Сталь 65Г ГОСТ 18753-80	3	
		17	220302.2020.071.01.17-СБ	Упор Сталь 45 ГОСТ 1435-54	1	
		18	220302.2020.071.01.18-СБ	Планка Сталь 45 ГОСТ 24741-81	1	
		19	220302.2020.071.01.19-СБ	Планка Сталь 45 ГОСТ 24741-81	1	
		20	220302.2020.071.01.20-СБ	Временный упор Сталь 40 ГОСТ 16574-71	1	
		21	220302.2020.071.01.21-СБ	Головка упора Сталь 20 ГОСТ 16574-71	1	
		22	220302.2020.071.01.22-СБ	Пружина Сталь 65Г ГОСТ 16118-70	3	
				Стандартные изделия		
		23	220302.2020.071.01.23-СБ	Винт М6 ГОСТ 10342-72	4	
		24	220302.2020.071.01.24-СБ	Винт М8 ГОСТ 10342-72	4	
		25	220302.2020.071.01.25-СБ	Винт М10 ГОСТ 10342-72	4	
		26	220302.2020.071.01.26-СБ	Штифт 8 ГОСТ 3128-70	4	
		27	220302.2020.071.01.27-СБ	Штифт 6 ГОСТ 3128-70	4	
220302.2020.071.01.00-СБ						Лист 2
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Изм. № подл. Подп. и дата

Не для коммерческого использования

Копировал

Формат А4

