**1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Цель курсового проектирования по дисциплине «Технология и оборудование ковки и объемной штамповки»:

* закрепить и улучшить теоретические знания, полученные студентами при изучении дисциплины;
* приобрести навыки самостоятельной работы с технической литературой и нормативно-справочными материалами;
* изучить конкретные вопросы, связанные с выбором рационального способа изготовления и проектируемого технологического процесса.

**2. ОБЪЕМ И СОДЕРЖМНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

**2.1. Задание на курсовой проект**

Задание на курсовой проект включает:

* чертеж готовой детали (детали после механической обработки), для которой разрабатывается технологический процесс;
* технические условия изготовления детали;
* программу изготовления поковок (в штуках или тоннах).

**2.2. Объем и содержание курсового проекта**

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки объемом 25―35 страниц, написанной от руки или набранной в любом электронном варианте на формате А4, и графической части (3―4 листа формата А1) в соответствии с ГОСТ 2.301―68.

Оформлять расчетно-пояснительную записку и графическую часть проекта следует по требованиям соответствующих стандартов.

Пояснительная записка состоит из двух основных разделов: технологического и экономического.

В технологическом разделе курсового проекта студент освящает все вопросы, связанные с расчетом и конструированием оснастки для расчетного процесса штамповки.

Экономический раздел курсового проекта ― определение технологической себестоимости поковки.

Состав графической части проекта согласовывается с руководителем и, как правило, содержит: лист технологических переходов; сборочный чертеж ковочного штампа; сборочный чертеж обрезного штампа; лист деталировки штампа. При выполнении этого листа обязательным является вычерчивание сопрягаемых деталей инструмента.

**3. УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Технологический процесс объемной штамповки рекомендуется разрабатывать в следующей последовательности: проанализировать варианты технологического процесса и выбрать вариант, подлежащий в дальнейшем полному расчету; разработать чертеж поковки; рассчитать технологические переходы штамповки; определить размеры исходной заготовки и определить нормы расхода металла; определить температурный интервал кузнечной обработки, режим нагрева заготовки и время нагрева, выбрать нагревательное устройство (привести его характеристику); рассчитать и сконструировать ручьи штампа; определить технологическое усилие и выбрать оборудование (привести техническую характеристику оборудования); спроектировать штамп в целом; определить усилие обрезки облоя, прошивки отверстия и выбрать обрезной пресс (привести техническую характеристику оборудования по каталогу); сконструировать штамп для обрезки облоя и прошивки отверстия; разработать организационно-экономическую часть.

Ниже представлена методика расчета технологического процесса штамповки детали «шестерня» на паровоздушном штамповочном молоте:

Масштаб производства: массовый; Наименование детали: шестерня;

Наименование машины: лебедка; Масса детали: Мдет = 1,4 кг;

Материал: Сталь 35 ГОСТ 1050―88

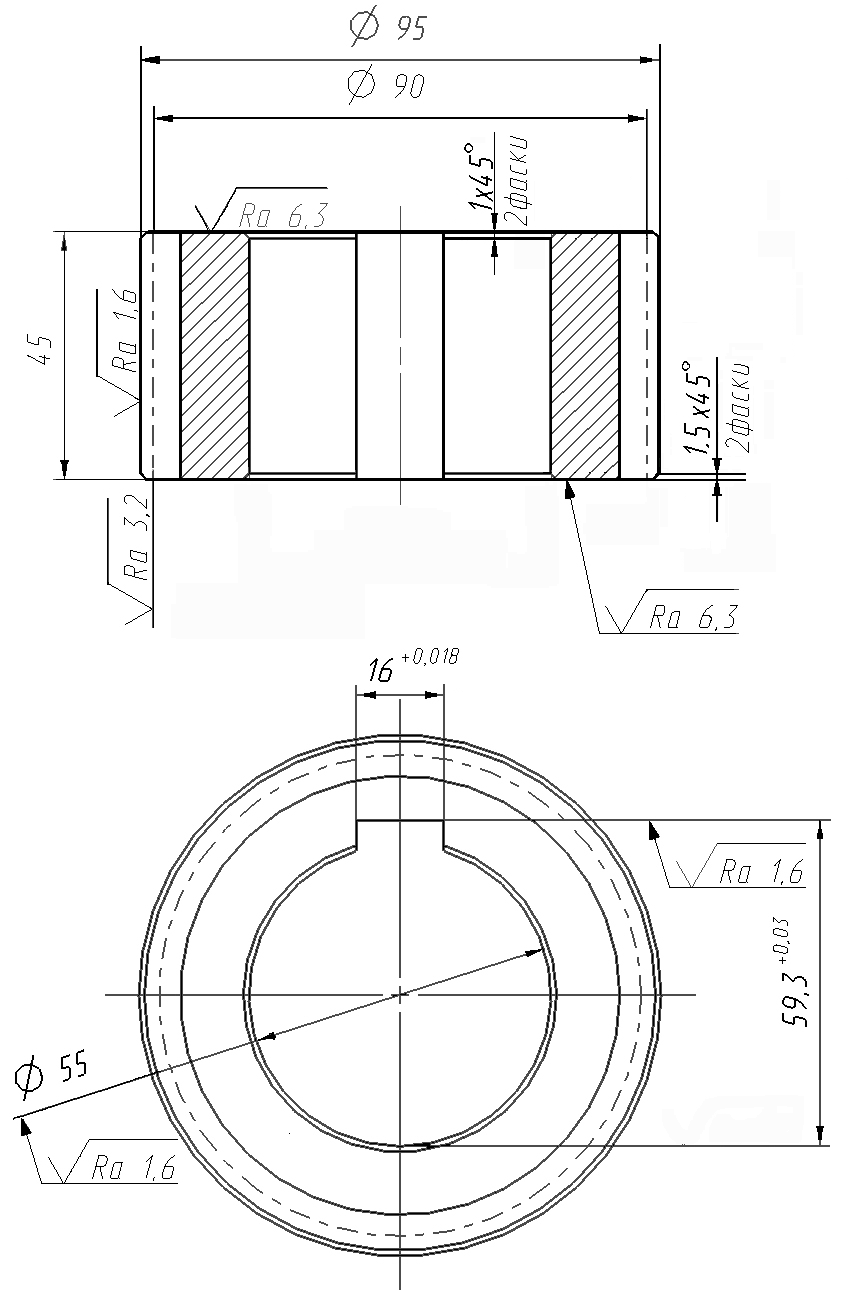


Рис. 1. Чертеж детали «шестерня»

**3.1. Выбор оптимального варианта технологического процесса штамповки поковок деталей, круглых в плане**

Поковку детали «шестерня» можно изготавливать на молоте, кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП) и горизонтально-ковочной машине (ГКМ).

Для выбора варианта технологического процесса штамповки используем способ укрупненного проектирования технологии, при котором основные технологические и технико-экономические параметры рассчитывают по эмпирическим формулам без подробной разработки технологии штамповки на различном кузнечном оборудовании.

В качестве критерия для выбора варианта технологического процесса принимаем величину приведенных затрат, которые определяются по формуле:

,

где Сп ― себестоимость изготовления поковки; *Е* ― нормативный коэффициент окупаемости капитальных затрат, *Е* = 0,2…0,3 [6];

К ― капитальные затраты (стоимость различных видов кузнечного оборудования); *N* ― программа годового выпуска поковок.

Вариант технологического процесса с наименьшими приведенными затратами и принимается для дальнейшей разработки. Себестоимость изготовления поковки рассчитывается по методике, предложенной в учебной литературе [5], в следующей последовательности: приближенно определяют массу поковки и заготовки; по полученным данным рассчитывают массу падающих частей молота и усилий прессов и ГКМ; определяют себестоимость изготовления поковки.

Технологические алгоритмы расчета массы поковки, заготовки и диаметра заготовки приведены в табл. 1.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Обору-дование | Группа поковок | Алгоритм расчета | | Диаметр  заготовки |
| Масса поковки  от массы детали | Масса заготовки  от массы поковки |
| ПШМ | Круглые в плане |  |  |  |
| КГШП | Круглые в плане |  |  |  |
| ГКМ | Круглые в плане |  |  |  |

Таблица 1

Критерий сложности *L* (описывается отношением разности масс заготовки и поковки  и массы поковки ): .

Алгоритм расчета массы падающих частей молота (т) и усилия штамповки на КГШП и ГКМ (тс) представлены в табл. 2.

Таблица 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Оборудование | Группа поковок | Алгоритм расчета от массы, критерия сложности и диаметра поковки |
| ПШМ | Круглые в плане |  |
| КГШП | Круглые в плане |  |
| ГКМ | Круглые в плане |  |

Алгоритм расчета себестоимости (руб.) изготовления поковки на молотах, КГШП и ГКМ представлены в табл. 3.

Таблица 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Оборудование | Группа поковок | Расчетная формула |
| ПШМ | Круглые в плане |  |
| КГШП | Круглые в плане |  |
| ГКМ | Круглые в плане |  |

После расчета всех составляющих определяют приведенные затраты.

**3.2. Разработка чертежа поковки при штамповке на паровоздушном штамповочном молоте (ПШМ)**

С учетом выбранного технологического процесса и оборудования принимаем: точность изготовления поковки ― класса Т5 [1, с. 28, табл. 19]; группа стали ― М1 (содержание углерода до 0,45%) [1, с. 8, табл. 1].

Степень сложности поковки определяется отношением расчетного объема поковки к объему описанного цилиндра, а также сложностью элементов поковки. Для рассматриваемой поковки типа тела вращения с отверстием рассчитаем степень сложности:

,

где ― масса геометрической фигуры, кг; ― масса исходной детали (поковки), кг.

Массу фигуры определяем как:

,

где ― объем описанной фигуры, ; ― плотность металла, .

Объем фигуры определяем как:



где ― максимальный диаметр фигуры, мм; ― высота фигуры, мм





Подставив значения, получим:



Принимаем значения степени сложности С1 [2, с. 7].

Нагрев заготовок осуществляется в пламенной печи.

3.2.1. Назначение припусков и допусков

Припуски на механическую обработку штампованной поковки и допуски на изготовление поковки определяются по ГОСТ 7505―89, исходя из ориентировочной расчетной массы поковки, группы стали, степени сложности поковки, ее размеров, класса точности, конфигурации поверхности разъема штампа, исходного индекса.

Массу поковки определим ориентировочно на основании опыта проектирования поковок данного типа [1, с. 31]:

 (до 3,2 кг).

Размеры поковки с учетом припусков, а также допуски на размеры приводим в табл. 4.

Дополнительный припуск на смещение поверхности разъема штампа ― 0,3 мм [1, с. 14, табл. 4], на отклонение от плоскости ― 0,4 мм [1, с. 14, табл. 5]. Дополнительный припуск при пламенном нагреве зависит от массы поковки, принимаем ― 0,2 мм [1, с. 16].

Таблица 4

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Размеры  детали | Основной припуск | Дополнительные припуски | | | Допуски на размеры поковки | Размеры поковки, округл.  до 0,5 мм |
| нагрев | смещение | неплоскость |
| Ø95 | 2 ∙ 1,7 | 2 ∙ 0,2 | 2 ∙ 0,3 | ― | +1,4  –0,8 | Ø 99,5 |
| Ø 55 | 2 ∙ 1,7 | 2 ∙ 0,2 | 2 ∙ 0,3 | ― | +0,8  –1,4 | Ø 50,5 |
| 45 | 2 ∙ 1,5 | 2 ∙ 0,2 | ― | 2 ∙ 0,4 | +1,4  –0,8 | 49,0 |

3.2.2. Выбор плоскости разъема

Плоскость разъема принимаем посередине высоты внешнего контура поковки [2, с. 37―46].

3.2.3. Назначение штамповочных уклонов

Согласно ГОСТ 7505―89 [2, с. 14, табл. 4] для поковок, штампуемых на молотах, внутренние уклоны принимаем равными , наружные ― 

3.2.4. Определение радиусов закруглений поковки

Минимальные значения радиусов внешних углов при массе поковки от 1 до 6,3 кг и глубине ручья от 10 до 25 мм устанавливаем в соответствии с данными справочной литературы [2, с. 14, табл. 3]: 

Учитывая наличие фасок в углах детали и для облегчения условий работы штампа, радиусы принимаем равными сумме величин припуска (1,9 мм) и фаски (1,0 мм): 

3.2.5. Определение глубины наметки при прошивке отверстий

Учитывая удобство установки исходной (осаженной) заготовки в ручье штампа и стойкость знаковой (выступающей) части, глубину наметки принимаем равной 35 мм (3/4 высоты поковки) [1, с. 27].

ГОСТ 7505―89 предусматривает выполнение отверстий диаметром не менее 30 мм, углубления по высоте выполняются размером не более 0,8 диаметра отверстия. В нашем случае принятый размер высоты составляет 35мм, что меньше 0,8 · 50,5 мм, и может быть выполнен.

3.2.6. Определение толщины пленки при прошивке отверстия в поковке

С учетом внутренних штамповочных уклонов (10°) диаметр пленки определяют по формуле:

,

где  ― внутренний диаметра поковки, мм, ― глубины наметки.



Определяющее соотношение размеров поковки:



поэтому пленка принимается плоской [2, с. 43]. Толщина пленки определяется по формуле:



где  = 



Принимаем S = 6,5 мм.

Объем пленки:  

Масса пленки:  

3.2.7. Составление чертежа поковки

С учетом внешних штамповочных уклонов (7°) максимальный диаметр поковки в плоскости разъема определяется как:





По табличным и расчетным данным строим чертеж молотовой поковки [2, с. 46], принимая, что:

― допускаемая величина остаточного облоя ― 0,9 мм [1, с. 21, табл. 10];

― допускаемое отклонение плоскостности ― 0,8 мм [1, с. 23, табл. 13];

― допускаемая величина смещения по поверхности разъема штампа ― 0,7 мм [1, с.20, табл. 9];

― допускаемая величина высоты заусенца ― 3 мм [1, с. 21];

― неуказанные допуски радиусов закруглений ― 2 мм [1, с. 26, табл. 17].

Согласно ГОСТ 7505―89 масса поковки определяется по номинальным размерам поковки [1, с. 8].

3.2.8. Определение объема и массы штампованной поковки

Объем поковки определим с учетом простых геометрических фигур согласно рис. 2. Принимаем размеры по табл. 4 и рис. 2.



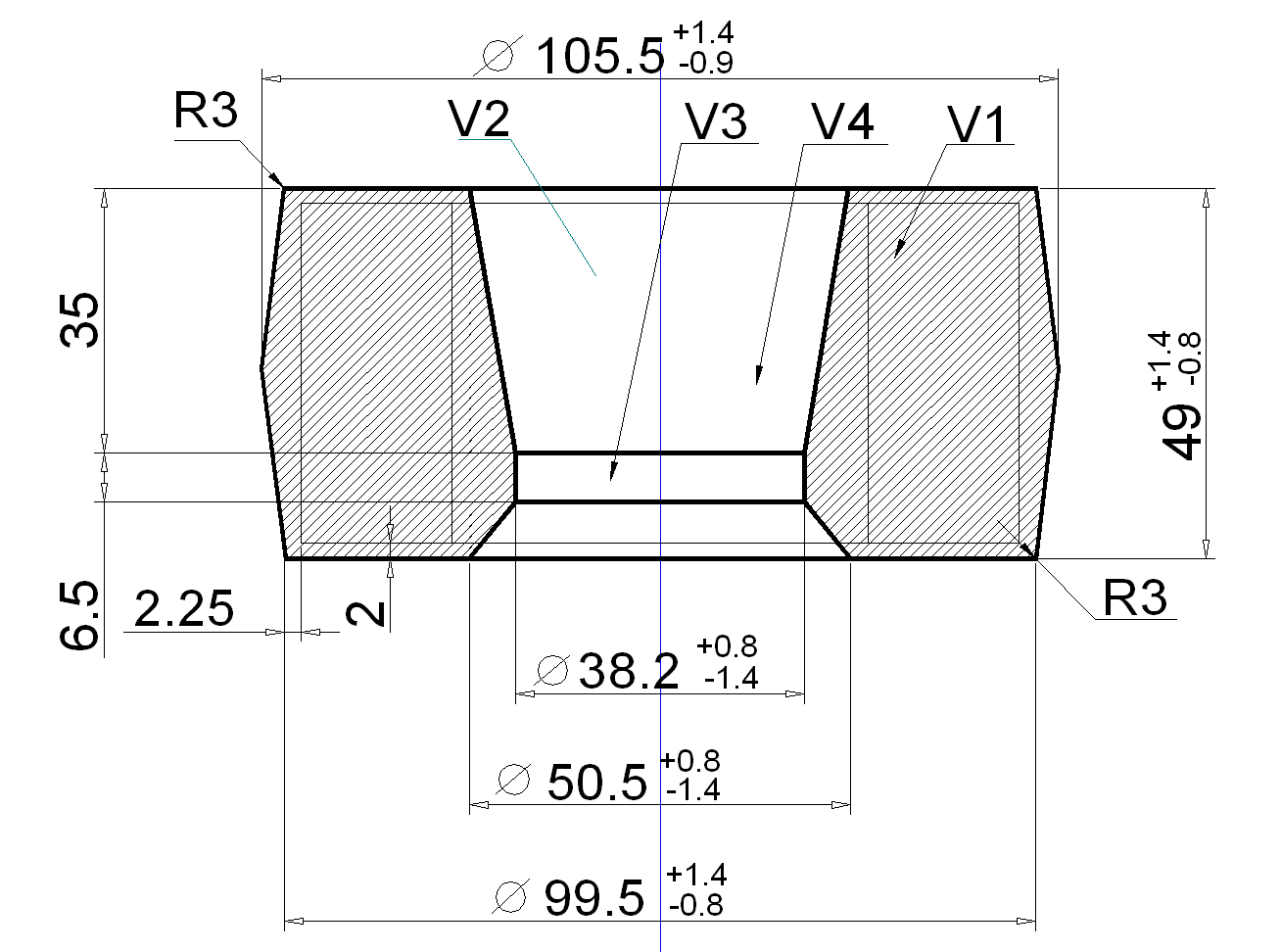


Рис. 2. Чертеж молотовой поковки

3.2.9. Определение объема и массы облоя

Высота облоя для круглых (в плане) поковок принимаем по справочнику [2, с. 64―67]:



При штамповке выдавливанием несложной по форме поковки принимаем облойную канавку с размерами:



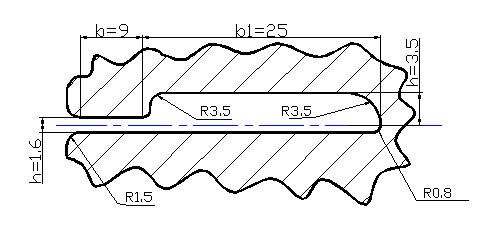


Рис. 3. Форма облойной канавки

Объем облоя:

,

где ― радиус поковки, мм; ― коэффициент, учитывающий степень заполнения облойной канавки, [2, с. 67]; ― площадь поперечного сечения облойной канавки, [2, с. 65].



Масса облоя:



3.2.10. Определение величины угара металла при нагреве

Принимаем величину угара  [3, с. 235] по объему при нагреве в пламенных печах.

Определяем объем и массы заготовки с учетом угара:





Масса заготовки  

3.2.11. Определение размеров исходной заготовки

Диаметр исходной заготовки определяется по формуле [2, с. 79]:



где 



Принимаем диаметр исходной заготовки  с площадью поперечного сечения  [3, с.76]. Длина исходной заготовки определяется по зависимости:



**3.3**. **Определение нормы расхода металла** [2, с. 81―82; 4, с. 7―10]

Для стали 35 расчетная унифицированная длина прутка .

При размерах исходной заготовки Ø60×128 длина торцового обрезка определяется по зависимости:



Определяем потери на некратность по формуле [4, с. 8]:



Суммарная длина линейных потерь определяется как:



Полезная длина прутка:



Заготовительный коэффициент использования металла определяется по зависимости [4, с. 9]:



Определяем норму расхода металла по формуле:



Определяем коэффициент использования металла:



**3.4. Тепловой режим штамповки**

3.4.1. Определение температурного интервала ковки и штамповки

Для стали 35 температурный интервал ковки и штамповки принимаем равным 1280 ― 750°С [3, таб. 1, с. 219].

3.4.2. Определение продолжительности нагрева

Определяем продолжительность нагрева заготовки по формуле [4, с. 145]:



где κ ― коэффициент, зависящий от марки стали, κ = 10 [4, с. 145],

α ― коэффициент, учитывающий способ укладки заготовок на поду печи, α = 1,4 [3, с. 224], ― диаметр заготовки, м.



3.4.3. Выбор нагревательного устройства

Для нагрева заготовок под штамповку выбираем пламенную камерную печь, работающую на природном газе. Данные свести в табл. 5.

Таблица 5

|  |
| --- |
| Производительность печи *G*, кг/ч |
| Температура нагрева заготовок *t*, °С |
| Вид топлива |
| Расход газа (макс) *b*, м3/ч |
| Количество горелок *n*, шт |
| Тип горелок |
| Площадь пода (полезная) *S*, м2 |
| Габаритные размеры печи B × L × H, мм |

**3.5. Расчет ручьев молотового штампа**

3.5.1. Определение размеров окончательного штамповочного ручья

Окончательный (чистовой) ручей изготавливается по чертежу горячей поковки. Размеры горячей поковки представляет собой поковку с увеличенными размерами, которые оформляются за счет увеличения всех размеров холодной поковки на 1,5% (величину усадки стали).

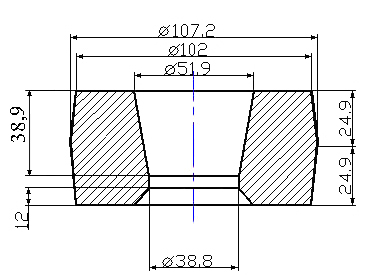


Рис. 4. Горячая поковка, получаемая штамповкой на ПШМ

Таблица 6

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Размеры холодной  поковки, мм | Коэффициент усадки  стали | Размеры горячей  поковки, мм |
| Ø99,5 | 1,015 | Ø102,0 |
| Ø50,5 | ― | Ø51,9 |
| 49,0 | ― | 2×24,9 |
| Ø105,5 | ― | Ø107,2 |
| Ø38,2 | ― | Ø38,8 |
| 7,0 | ― | 7,1 |

3.5.2. Проектирование площадки для осадки

Осадочная площадка предназначается для осадки исходной заготовки Ø60×128 мм на диаметр 

Размеры осадочной площадки, определенные по рекомендациям справочной литературы [2, с. 105], показаны на рис. 5.

Определяем высоту осаженной заготовки по формуле:



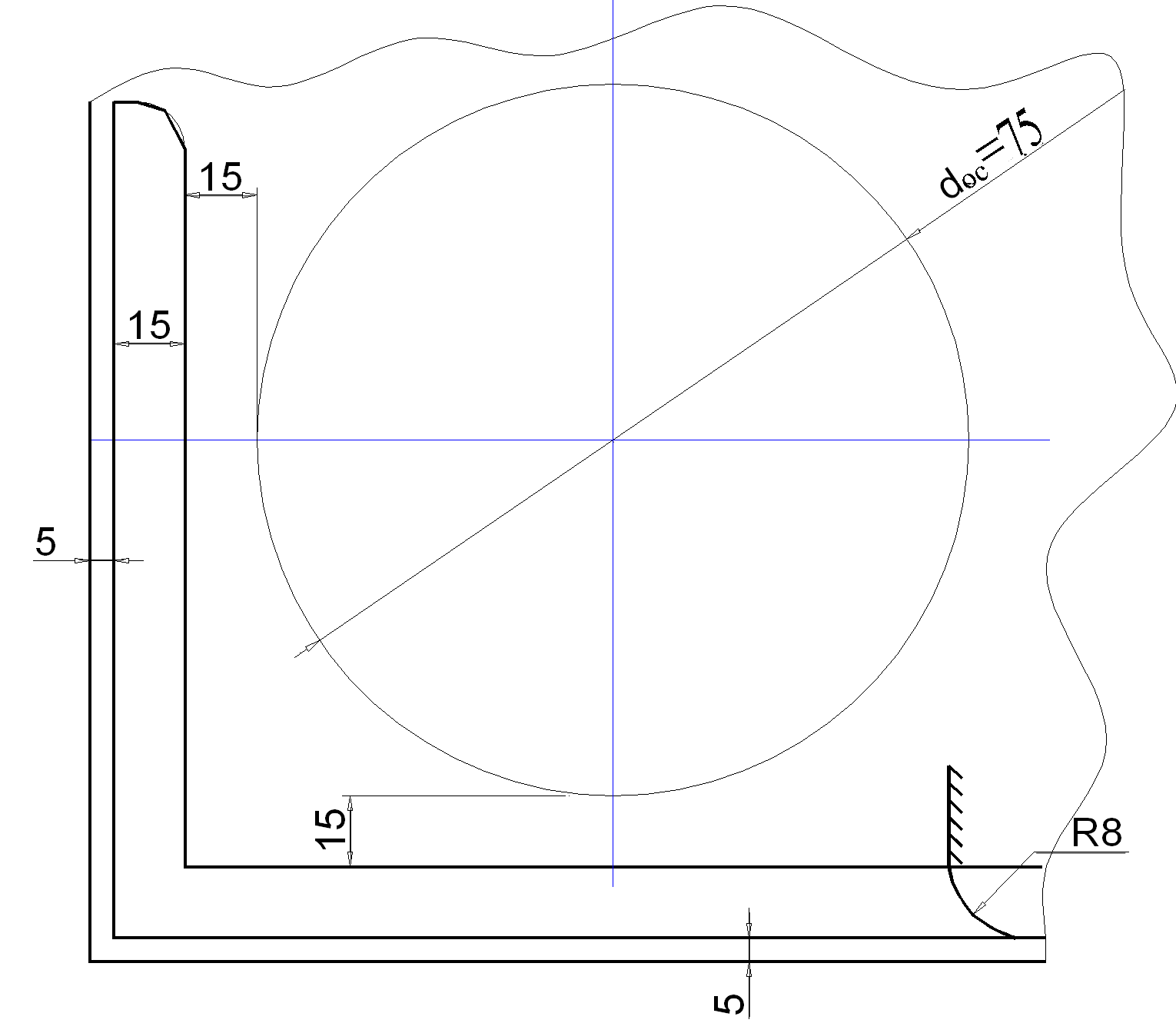


Рис.5. Размеры площадки для осадки

3.5.3. Проектирование контрольного угла

Контрольный угол используется при контроле взаимного расположения верхнего и нижнего штампов во время их установки на молоте и при их эксплуатации. Контрольный угол строгают или фрезеруют на переднем или заднем углу штампа на боковых сопряженных поверхностях вблизи поверхности разъема. В плане контрольный угол составляет  [2, c. 145]. В данном случае взаимно перпендикулярные плоскости контрольного угла предусматриваются на передних и левых боковых сторонах штамповочных кубиков. Высота строки контрольного угла от плоскости разъема штампа принимается равной 50 мм и глубина его строжки 5 мм [2, с. 145].

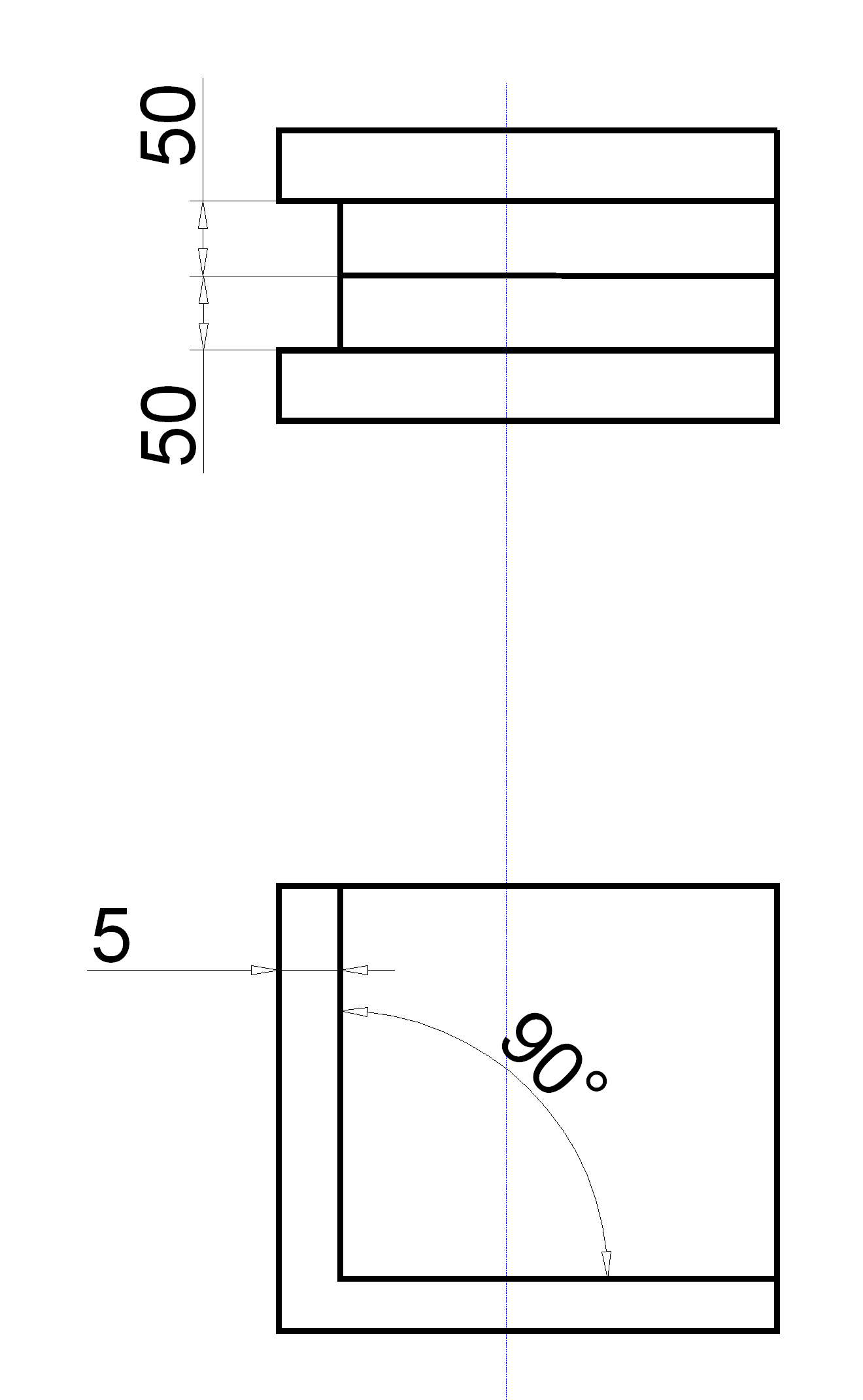


Рис. 6. Контрольный угол

**3.6. Определение технологического усилия и выбор оборудования**

3.6.1. Определение массы падающих частей молота [2, с. 145]

При штамповке круглых (в плане) поковок в открытых штампах необходимую для штамповки массу (кг) падающих частей паровоздушного штамповочного молота определяют по формуле:



,

где σт ― предел текучести, σт = 27 МПа [3, табл.2 с.132],

― ширина мостика облойной канавки, мм ();

*D*пр ― приведенный диаметр поковки, мм;

― толщина мостика облойной канавки, мм ().







3.6.2. Выбор оборудования

Принимаем паровоздушный штамповочный молот с массой падающих частей 1000 кг [3]. В табл. 7 привести техническую характеристику молота.

Таблица 7

|  |
| --- |
| Энергия удара *G*, кДж |
| Номинальная масса падающих частей, (т) |
| Число ударов *n*, мин–1 |
| Расстояние между направляющими в свету *B*, мм |
| Наименьшая высота штампа без хвостовика *H*, мм |
| Размер штамподержателя *L*1, мм |
| Габаритные размеры в плане *h×* *l* × *b*, мм |
| Масса молота M, т |

**3.7. Конструирование молотового штампа**

3.7.1. Расположение ручьев в молотовом штампе принимаем по справочнику [2, с. 113].

3.7.2. Определение толщины стенок штампа

Толщина стенок штампа определяется по номограмме [2, с. 115] при глубине ручья , величине угла штамповочного уклона  и радиусе закругления . В этом случае толщина стенок штампа равна .

3.7.3.Проектирование клещевой выемки и литниковой канавки

При штамповке поковок из штучных заготовок осадкой в торец рекомендуется клиновидная форма клещевой выемки [2, с. 88] с размерами (не менее 35 мм) и .

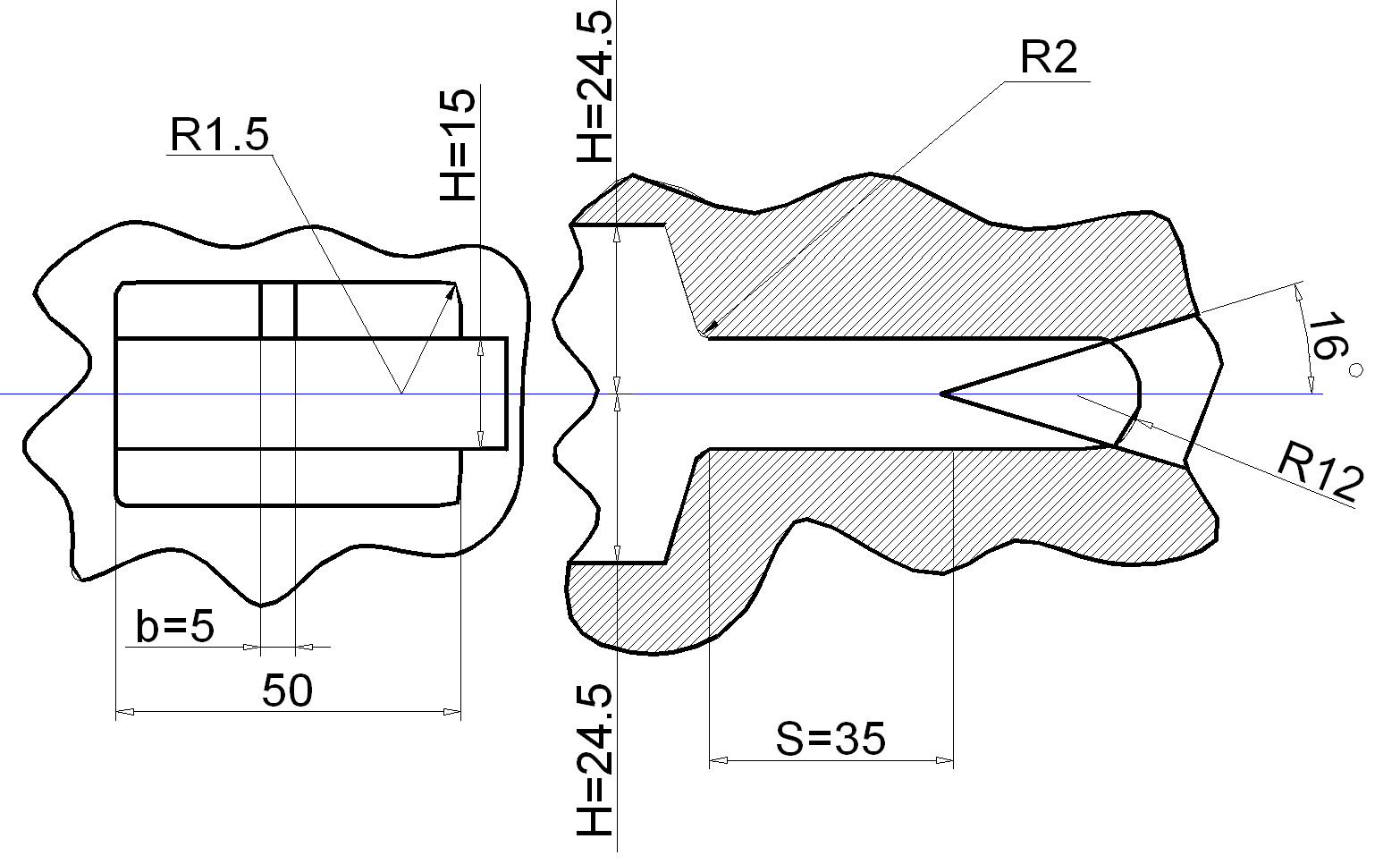


Рис. 7. Схема клещевой выемки и литниковой канавки

В данном случае поэтому принимается а ширина литниковой канавки равна принимаем 

3.7.4. Определение размеров штамповочных кубиков

Для определения габаритных размеров штамповочных кубиков в плане по справочным рекомендациям [2, с.114―117] следует выполнить чертеж взаимосвязанного расположения ручьев и других элементов конструкции штампа и графически определить размеры длины и ширины штамповых кубиков:



где *l* ― ширина строжки контрольного угла, мм; ― диаметр площадки для осадки, мм; ― ширина мостика облойной канавки, мм; ― ширина магазина облойной канавки, мм; ― диаметр поковки с учетом усадки, мм; *T*― толщина стенок штампа, мм.

.

С учетом ремонтного припуска:

.

Определяем полную высоту штампового кубика по формуле:



где ― минимальная высота штампового кубика, мм.







Таким образом, согласно выполненным расчетам и руководствуясь данными, ГОСТ 7831―78 выбираются следующие габаритные размеры верхнего и нижнего штамповых кубиков: ,  .

3.7.5. Определение размеров мест крепления штампов

В верхней и нижней половинах штампа для паровоздушного штамповочного молота с массой падающих частей  (молот второй группы) предусматриваются следующие размеры мест крепления:

; ; ;  [2, с. 143].

Остальные размеры элементов крепления и транспортировки штампов (общие для всех групп молотов) указаны на чертеже верхней половины штампа.

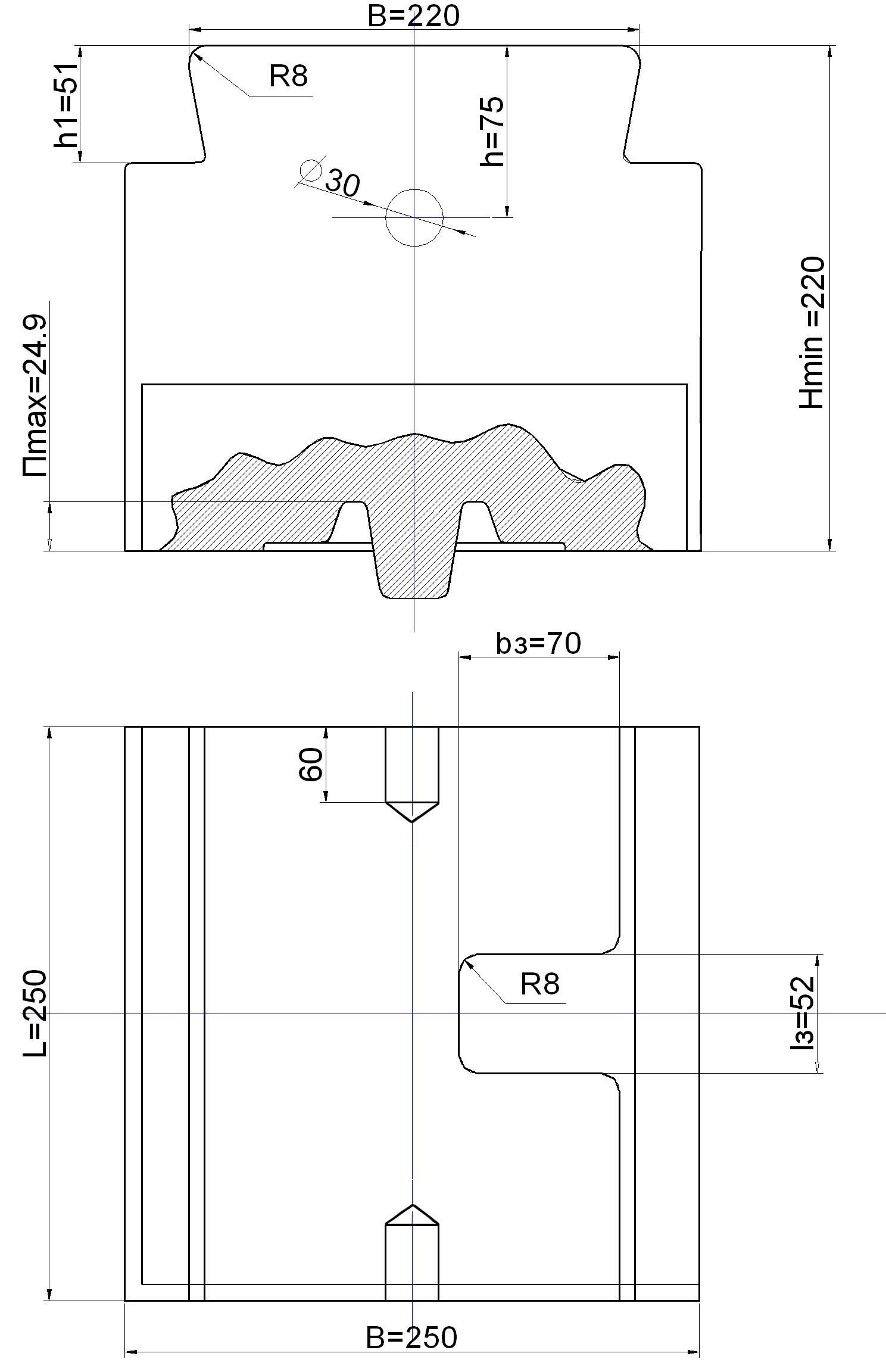


Рис. 8. Чертеж штампового кубика

3.7.6. Проверка молотового штампа по размерам и допустимым нагрузкам

А. Проверка опорной поверхности хвостовика штампа

Согласно рекомендациям [2, с. 114] на одну тонну падающих частей молота приходится не менее 450 см2 площади опорной поверхности хвостовика. В проектируемом штампе эта площадь составит:



где  и ― величина, характеризующая не совпадение центра штампа и центра штампового кубика по ширине и длине, мм.



Проверка удовлетворяет требованиям.

Б. Проверка штампа по суммарной высоте двух штамповых кубиков

|  |
| --- |
| Согласно паспортным данным для паровоздушного штамповочного молота с весом падающих частей  расстояние от бабы молота до его штамподержателя должно быть на менее . В данном случае, при начальной высоте штамповых кубиков  и принятом ремонтном припуске , проверяемый размер оказывается равным: |

.

То есть проверка не удовлетворяет требованиям. В связи с этим следует увеличить высоту штамповых кубиков до размера значений :

что превышает.

Проверка удовлетворяет требованиям. Таким образом, окончательно принимаем размеры штамповых кубиков:

Материал для штамповых кубиков ― сталь 5ХНМ термообработанная на твердость НВ = 375―444 [2, с. 554].

**3.8. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШТАМПА ДЛЯ ОБРЕЗКИ ЗАУСЕНЦА И ПРОСЕЧКИ ПЛЕНКИ В ОТВЕРСТИИ ПОКОВОК**

**И ВЫБОР ОБРЕЗНОГО ПРЕССА**

3.8.1. Проектирование обрезного инструмента

Режущий контур матрицы для обрезки облоя в горячем состоянии определяется по контуру окончательного ручья молотового штампа в плоскости разъема. Исходя из толщины обрезаемого облоя и указанного диаметра контура обрезки по рекомендациям [2, с. 484―489] принимаются следующие основные размеры матрицы (рис. 9).

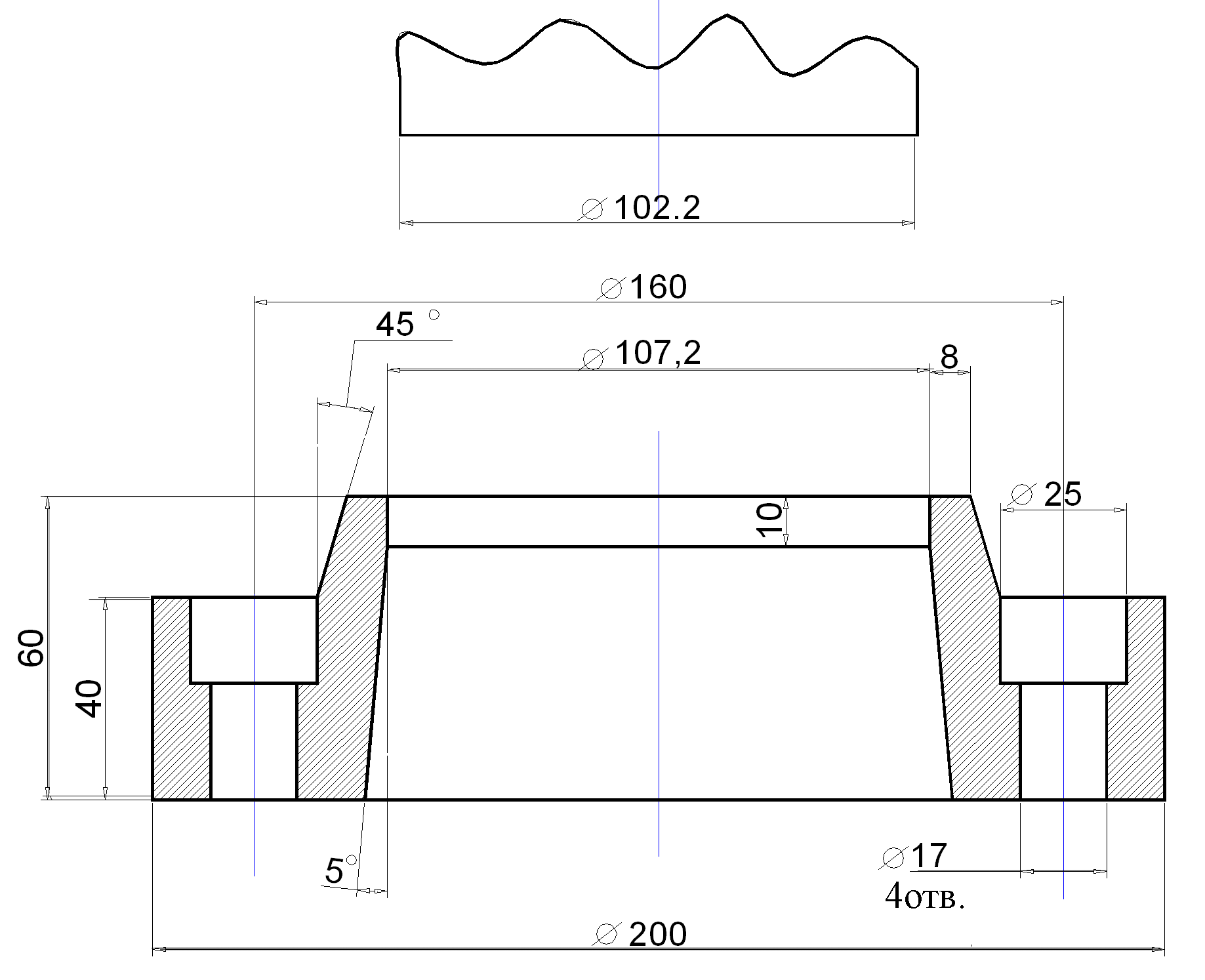


Рис. 9. Обрезная матрица и контур обрезного пуансона

Материалом для обрезной матрицы выбирается сталь 8ХЗ, термообработанная на твердость НВ = 363―415 [2,с. 561].

Режущий контур обрезного пуансона проектируется по соответствующему контуру обрезной матрицы с зазором  на сторону за счет пуансона, определяется по рекомендациям [2, с. 489―492] и зависит от выбранной схемы крепления пуансона. Материалом для обрезного пуансона выбирается сталь 8ХЗ, термообработанная на твердость НВ = 363―415. При величине зазора между матрицей и пуансоном съемники для снятия облоя не предусматриваются [2, с. 493].

3.8.2. Проектирование просечного инструмента

Режущий контур просеченного пуансона для просечки пленки в отверстии поковки принимается равным контуру отверстия поковки.

В данном случае  Остальные размеры просечного пуансона определяются по рекомендациям [2, с. 493] в зависимости от выбранной схемы крепления пуансона. Рабочий контур просечной матрицы определяется контуром просечного пуансона с зазором 3мм на сторону за счет матрицы при толщине пленки [2, с. 489]. Остальные размеры матрицы определяются по справочной литературе [2, с. 484].

Материалом для просечного пуансона и просечной матрицы выбирается сталь 8ХЗ, твердостью НВ = 363―415 [2, с. 561].

Так как обрезные прессы находятся в одной технологической линии с паровоздушными штамповочными молотами, то их выбирают в зависимости от массы падающих частей обслуживающего молота [3, с.304]. Принимаем однокривошипный закрытый обрезной пресс усилием 1600 кН [3]. Техническую характеристику пресса представить в табл. 8.

Таблица 8

|  |
| --- |
| Номинальное усилие *Р*н, кН |
| Ход ползуна *S*, мм |
| Число ходов ползуна *n*х, мин–1 |
| Наибольшее расстояние между столом и ползуном  в его верхнем положении *H*, мм |
| Размеры стола в плане *B*1 × *L*1, мм |
| Размеры ползуна в плане *b*1 × *l*1, мм |
| Мощность привода *N*, кВт |
| Габаритные размеры пресса *B* × *L*, мм |
| Масса пресса М, т |

**3.9. Разработка организационно-экономической части**

**Расчет технологической себестоимости изготовления**

**поковки «шестерня»**

3.9.1. Схема организации рабочего места при штамповке на молоте

Поковка детали «шестерня» изготавливается на технологической линии, состоящей из камерной печи, паровоздушного штамповочного молота и однокривошипного обрезного пресса. Схема организации рабочего места при штамповке на молоте изображена на рис.10.

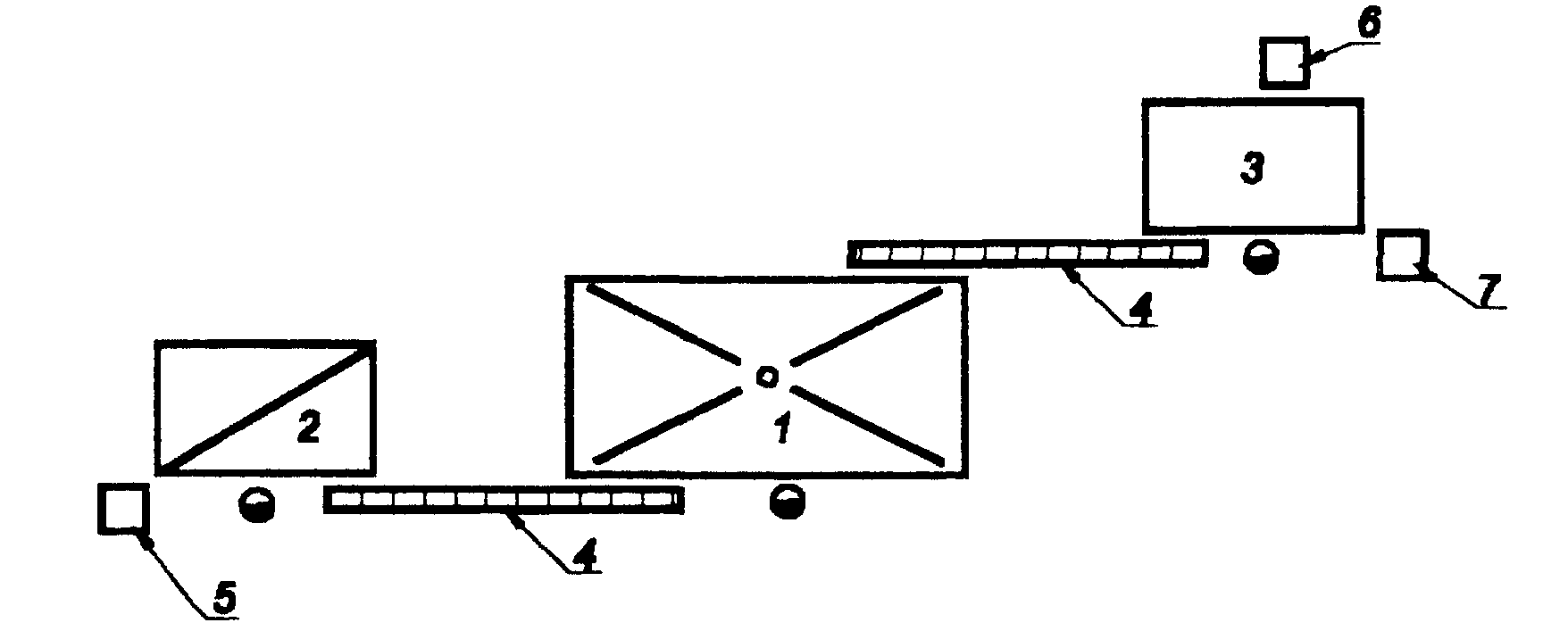


Рис. 10. Схема организации рабочего места при штамповке на молоте:

|  |
| --- |
| 1― молот паровоздушный штамповочный; 2― нагревательное устройство;  3― пресс обрезной; 4 ― транспортер; 5― тара для заготовок; 6 ― тара для поковок; 7 ― тара для облоя |

Состав бригады: нагревальщик 3-го разряда, штамповщик 4- го разряда, обрезчик 4 - го разряда

3.9.2. Определение нормы времени и выработки

В условиях крупносерийного производства штучное время определяется по формуле:

,

где ― основное (машинное) время; ― вспомогательное время;

― коэффициент плановых затрат рабочего времени на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности,  [7]. Данные заносим в табл. 9.

Таблица 9

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Содержание работ | Время *t*, мин | |
| *Т*осн | *Т*вс |
| 1. Взять заготовку и установить на площадку для осадки |  |  |
| 2. Штамповать |  |  |
| 3. Переложить заготовку в окончательный ручей |  |  |
| 4. Штамповать в окончательном ручье |  |  |
| 5. Столкнуть поковку на транспортер, сдуть окалину |  |  |
| Итого |  |  |

3.9.3. Определение технологической себестоимости изготовления поковки «шестерня»

Определяем технологическую себестоимость поковки по формуле [7]:

Сп = М+З1+А+Ш,

где М ― затраты на металл; З1 ― сумма основной и дополнительной заработной платы производственных рабочих и начисление на зарплату;

А― амортизационные отчисления; Ш ― затраты на штампы.

Определяем затраты на металл по формуле:

М = Цм*G*н.р – Цотх*G*отх, руб,

где Цм ― стоимость одного килограмма металла; Цотх ― стоимость одного килограмма отхода.

Определяем сумму основной и дополнительной заработной платы рабочих и начисления на зарплату по формуле:



где кд ― коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату рабочих, кд = 0,14; кн ― коэффициент, учитывающий начисления на зарплату, кн = 0,26; *С*ч.ср ― средняя часовая тарифная ставка бригады, определяется по формуле:



Определяем амортизационные отчисления по формуле:



где Цоб ― стоимость оборудования; А ― процент амортизационных отчислений, А = 10,7% ; Фд.об  ― действительный годовой фонд времени работы оборудования, Фд.об = 4015 ч; кз ― коэффициент загрузки оборудования, кз = 0,75―0,85.

Определяем затраты на штампы по формуле:



где Сш ― стоимость штампа, руб; *С*в ― стоимость 1-го восстановления, руб; *n* ― число восстановлений, *n* = 2―3, Тиз ― стойкость штампа до полного износа, Тиз = 10000 ― 20000 поковок.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 7505―89 Поковки стальные штампованные.

2. Ковка и штамповка: Справ. В 4 т., Т. 2. /Горячая объемная штамповка / Под ред. Е.И. Семенова. М.: Машиностроение, 1986, 592 с., ил.

3. Ковка и штамповка: Справ. В 4 т., Т. 1. Материалы и нагрев. Оборудование. Ковка / Под ред. Е.И. Семенова. М.: Машиностроение, 1985, 568 с.

4. Ковка и объемная штамповка стали: Справочник в 2т. Т1/Под. ред. М.В. Сторожева. М.: Машиностроение, 1967, 435 с.

5. Тетерин Г.П., Полухин П.И. Основы оптимизации и автоматизации проектирования технологических процессов горячей объемной штамповки. ― М.: Машиностроение. 1979. ― 284 с., ил.

6. Шипулин А.И. Метод. указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология и оборудование ковки и объемной штамповки» Ростов н/Д ДГТУ, 1998.

7. Мороз Б.С., Шипулин А.И. Метод. указания к выполнению выпускной квалификационной работы по направлению 551800 «Технологические машины и оборудование», Ростов н/Д, ДГТУ, 2000.