

Министерство образования и науки 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

_____ Л.В. Радионова

« ____ » _____ 20__ г.

Тема работы: «Разработка малоотходной технологии горячей объемной
штамповки воротниковых фланцев»

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ**

ЮУрГУ 15.03.01-2018-117-00.00.00 ПЗ

Руководитель работы:

_____ / *Е.В. Экк* /
Автор работы

_____ / *Е.П. Верман* /

студент группы П-448

АННОТАЦИЯ

Верман Е.П. Разработка малоотходной технологии горячей объемной штамповки воротниковых фланцев. - Челябинск: ЮУрГУ, 2018. - 35с., 8 табл., 9 илл., библиография литературы - 10 наименования, 4 листа чертежей А1, 1 лист А3, 1 лист А4.

В данной дипломной работе, был разработан участок горячей штамповки. Был выполнен анализ существующей технологии изготовления воротниковых фланцев. Проведены расчет поковки и выбор оборудования.

					150301.2018.117.00.00.ПЗ			
<i>Изм.</i>		<i>№ докум.</i>	П					
<i>Разраб.</i>	Верман Е. П.				<i>Разработка малоотходной технологии горячей объемной штамповки воротниковых фланцев.</i>	<i>Лит.</i>	<i>Л</i>	<i>Ли-</i>
<i>Провер.</i>	Экк Е.В.						2	35
<i>Н. Контр.</i>	Экк Е.В.					ЮУрГУ		
<i>Утверд.</i>	Радионова					Кафедра ПИМОМД		

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1.АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ.....	6
1.1 КОНСТРУКТИВНО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЕТАЛИ ВОРОТНИКОВЫЙ ФЛАНЕЦ.....	6
1.2 ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРИАЛА.....	6
1.АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ.....	7
2.ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВОРОТНИКОВОГО ФЛАНЦА	10
2.1 КОНСТРУИРОВАНИЕ ПОКОВКИ.....	10
2.1.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСХОДНОГО ИНДЕКСА.....	10
2.1.2 ПРИПУСКИ И КУЗНЕЧНЫЕ НАПУСКИ.....	11
2.1.3 ДОПУСКИ.....	12
2.1.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ ПОКОВКИ	13
2.2 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	14
2.2.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ИСХОДНОЙ ЗАГОТОВКИ.....	14
2.2.2 ВЫБОР ОТРЕЗНОГО ИНСТРУМЕНТА.....	18
2.2.3ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИМ.....	18
2.2.4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПЕРАЦИЙ И ПЕРЕХОДОВ ШТАМПОВК.....	18
2.2.5 ТЕМПИРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ПОКОВКИ.....	19
2.2.6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ОСАЖЕННОЙ ЗАГОТОВКИ.....	19
2.2.7 ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСИЛИЯ ШТАМПОВКИ.....	21
2.2.8РАСЧЕТ УСИЛИЯ ОБРЕЗКИ ОБЛОЯ И ПРОШИВКИ ПЕРЕМЫЧКИ..	23
2.2.9 ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПОКОВОК.....	26
2.2.10 ОЧИСТКА ПОКОВКИ ОТ ОКАЛИНЫ.....	26
3.ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ШТАМПОВКИ	29
3.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ЦЕХА	29
3.2 РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ	30

					15.03.01.2018.117.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		3

3.3 ВЫБОР ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МЕХАНИЗМОВ.....	31
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	32
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	33
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Карта потока ПАО «ЧКПЗ».....	34

					15.03.01.2018.117.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		4

ВВЕДЕНИЕ

В машиностроении огромную роль играет обработка металлов давлением, в том числе горячая объёмная штамповка. Горячая объёмная штамповка (ГОШ) — это вид обработки металлов давлением, при которой формообразование поковки из нагретой до ковочной температуры заготовки осуществляют с помощью специального инструмента — штампа.

Применение объёмной штамповки оправдано при серийном и массовом производстве. При использовании этого способа значительно повышается производительность труда, снижаются отходы металла, обеспечиваются высокие точность формы изделия и качество поверхности. Штамповкой можно получать очень сложные по форме изделия, которые невозможно получить приёмами свободной ковки [1].

					15.03.01.2018.117.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		5

1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ГОРЯЧЕЙ ШТАМ- ПОВКИ ПОКОВОК ВОРОТНИКОВЫЙ ФЛАНЕЦ

1.1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЕТАЛИ ВО- РОТНИКОВЫЙ ФЛАНЕЦ

Воротниковые фланцы применяются для соединений стыков трубопроводов, ими скрепляются валы, резервуары, арматуры различных сечений, приборы и прочие элементы. Сам фланец представляет собой диск, на котором просверлены отверстия под болты (шпильки) со специальным выступом (воротником), выполненным в форме усеченного конуса.

Габаритные размеры:

- По диаметру: 375 мм;
- Высота: 90 мм;

Масса детали 24,68 кг.

Материал детали - сталь 20 по ГОСТ 4543-71.

Деталь подвергается механической обработке: сверление отверстий (сверлиль-ный станок), токарная обработка (обточка торцев).

1.2 ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРИАЛА

Для изготовления детали применяется материал сталь 20 по ГОСТ 1050-2013 [8]. Также применяется сталь 09Г2С.

Применение: листы для штампованных деталей, трубы коллекторов, перегревателей и трубопроводов котлов высокого давления, цементуемые детали для длительной службы при температуре до 350 градусов.

Химический состав стали приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 20, %

C	Mn	Si	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0.17 – 0.24	0.35 – 0.65	0.17 – 0.37	до 0.3	до 0.04	до 0.035	до 0.25	до 0.3	до 0.08

					15.03.01.2018.117.00.00.ПЗ			Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				6

Механические свойства стали 20 при ковочных температурах приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Механические свойства стали 20.

Температура, °С	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	КСУ, Дж/см ²
20	280	430	34	67	218
200	230	405	28	67	186
300	170	415	29	64	188
400	150	340	39	81	100
500	140	245	40	86	88
700		130	39	94	
800		89	51	96	
900		75	55	100	
1000		47	63	100	
1100		30	59	100	
1200		20	64	100	

Где, σ_{02} – предел текучести;

σ_B - временное сопротивление;

δ - относительное удлинение после разрыва;

Ψ - относительное сужение в зоне разрыва;

Плотность стали 7,82 г/см³.

1.3 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ

В рамках прохождения преддипломной практики на ПАО «ЧКПЗ» была изучена технология изготовления воротниковых фланцев безоблойным способом (см. ПРИЛОЖЕНИЕ А). Она включала следующие операции:

- 1) Отрезка заготовки на дисковой пиле.
- 2) Отрезка некрайности на лентопильном станке.

- 3) Нагрев в полуметодической печи.
- 4) Осадка на штамповочном молоте (40 кН).
- 5) Объёмная штамповка на штамповочном молоте (50 кН) в закрытом штампе.
- 6) Обрезка перемычки на обрезном прессе (10 МН).
- 7) Очистка в дробометном барабане.
- 8) Контроль.

Для стали 20 термообработка не проводилась.

После проведения опытной партии по данной технологии, выявлены следующие виды брака (данные ПАО «ЧКПЗ»). Они представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Виды брака

Годные/ отклонения	Кол-во, шт.
Годные	5
Тянутый заусенец	20
Зажим	1
Вмятины от окалины	1
Незаполнение	1
Наладка	2
Всего поковок	30

Внешний вид поковки с тянутым заусенцем представлен на рисунке 1.1



Рисунок 1.1 – Поковка фланца (брак)

Из данных приведенных в таблице 3 видно, что большинство бракованных изделий имеют тянутый заусенец. Это связано с конструкцией штампа и техническим состоянием молота.

ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ ОДИН

Учитывая вышеприведенные недостатки существующей технологии, в дипломной работе представлены три решения.

- 1) Осадку и штамповку произвести на одном молоте (50 кН)
- 2) Штамповку производить в открытом штампе.
- 3) Для уменьшения отходов металла при пробивке, на обрезной пресс установить комбинированный штамп.

					15.03.01.2018.117.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		9

2.ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВОРОТНИКОВОГО ФЛАНЦА

2.1 КОНСТРУИРОВАНИЕ ПОКОВКИ

2.1.1 Определение исходного индекса

Исходной информацией для разработки чертежа поковки является чертеж детали.

Деталь: воротниковый фланец;

Штамповочное оборудование – ПВШМ;

Нагрев заготовок в полуметодической печи.

Исходные данные по детали:

Материал – 20, конструкционная сталь;

Масса детали – 26,2 кг.

2.1.1.1 Масса поковки (расчетная).

Величина расчетной массы поковки детали вычисляется по формуле [3, стр. 6]:

$$G_{р.п.} = M_{д} \times K_{р.}, \quad (1)$$

где $G_{р.п.}$ – расчетная масса поковки, кг;

$M_{д}$ – масса детали, кг;

$K_{р.}$ – коэффициент для определения расчетной массы поковки.

$K_{р.} = (1,5 \div 1,8)$, группа 2.1: Круглые: шестерни, ступицы, фланцы. Деталь описывается цилиндром. Примем для данной детали коэффициент 1,6. Подставим данные в формулу (1).

$$G_{р.п.} = 26,2 \times 1,6 = 41,92 \text{ кг}$$

2.1.1.2 Класс точности – **T4** [3, стр17,табл.19], так как задана штамповка на ПВШМ.

2.1.1.3 Группа стали – **M1**. [3,стр.6,табл.1].

2.1.1.4 Степень сложности – **C2**[3, стр.18].

Посчитаем размер описывающей фигуры (цилиндр), с учетом коэффициента 1,05 мм:

диаметр $375 \times 1,05 = 393,7$ мм;

					15.03.01.2018.117.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10

высота $90 \cdot 1,05 = 94,5$ мм.

Масса описывающей фигуры рассчитывается по формуле:

$$G_{\phi} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h \cdot \rho, \quad (2)$$

где: d – диаметр описывающей фигуры;

h – высота описывающей фигуры;

ρ – плотность стали, равная $7,82$ г/см³.

Подставим данные в формулу 2:

$$G_{\phi} = \frac{\pi \cdot 0,393^2}{4} \cdot 0,094 \cdot 7820 = 89,12 \text{ кг.}$$

Степень сложности детали определяется по отношению $G_{р.п.}/G_{\phi}$, где $G_{р.п.}$ – расчетный вес поковки, G_{ϕ} – вес описанной фигуры. В данном случае это отношение будет иметь вид:

$$\frac{G_{р.п.}}{G_{\phi}} = \frac{41,92}{89,12} = 0,47$$

Так как значение попадает в интервал $0,32 \dots 0,63$, степень сложности **C2** [3.стр 18].

2.1.1.5 Конфигурация поверхности разъема плоская.

2.1.1.6 Определим исходный индекс поковки по номограмме, исходя из класса точности, группы стали и степени сложности детали. **Исходный индекс 15.** [3, стр. 8, табл. 2]

2.1.2 Припуски и кузнечные напуски

Припуск - это предусмотренное одностороннее увеличение размера заготовки по сравнению с наименьшим размером детали, обеспечивающие после обработки резанием требуемые, проставленные на чертеже размеры детали и шероховатости по поверхности.

Напуск – увеличение припуска в целях упрощения конфигурации поковки из-за невозможности или нерентабельности ее изготовления с контуром, соответствующим контуру готовой детали.

					15.03.01.2018.117.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

К кузнечным напускам относятся: штамповочные уклоны, внутренние и внешние радиусы скругления. Их назначают с целью увеличения стойкости рабочих элементов штампов.

2.1.2.1 Основные припуски на обрабатываемые размеры [3. табл. 3]:

Диаметр 375 мм и чистота поверхности Ra 6,3 – припуск 2,4 мм.

Диаметр 280 мм и чистота поверхности Ra 6,3 – припуск 3,0 мм.

Диаметр 200 мм и чистота поверхности Ra 6,3 – припуск 2,7мм.

Диаметр 220 мм и чистота поверхности Ra 6,3 – припуск 3,0 мм.

Толщина 40 мм и чистота поверхности 6,3 – припуск 2,3 мм.

Толщина 78 мм и чистота поверхности Ra 6,3 – припуск 2,3 мм.

Данный высотный размер выбран имперически, путем сравнения масс штампованной поковки и прошивки детали. Окончательная высота фланца получается только после прошивки перемычки.(см. пункт 2.2.8)

2.1.2.2 Дополнительные припуски, учитывающие: смещение по поверхности разъема штампа – 0,5 мм [3.табл. 4]; отклонение торцов от плоскостности - 0,6 мм [3. табл. 5].

2.1.2.3 Штамповочные уклоны.

Штамповочные уклоны необходимы для облегчения удаления поковки из полости ручья. Принимаем штамповочный уклон по наружной поверхности 7° , по внутренней поверхности 10° [3, стр. 17, табл. 18].

2.1.3 Допуски

Допуск – отклонение размера поковки от номинального, обусловленное неточностью изготовления, недоштамповкой, износом ручья штампа и т.д. Допуск зависит от массы поковки, степени сложности, группы стали, и размеров поверхностей, то есть индекса поковки.

2.1.3.1 Размеры поковки:

Диаметр $375 + (2,4 + 0,5) \cdot 2 = 381$, принимаем 381;

Диаметр $280 - (3,0 + 0,5) \cdot 2 = 273$, принимаем 273;

					15.03.01.2018.117.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

Диаметр $200 - (2,7 + 0,5) \cdot 2 = 193$, принимаем 193;

Толщина $40 + (2,3 + 0,6) \cdot 2 = 43,5$, принимаем 44;

Высота $78 + (2,3 + 0,6) \cdot 2 = 83,8$, принимаем 84.

2.1.3.2 Наружные радиусы закруглений 4 мм (минимальный), принимаем 5 мм [3. табл. 7].

2.1.3.3 Допускаемые отклонения размеров [3. табл. 8].

Диаметр $381_{-1,5}^{+3,0}$;

Высота $78_{-1,1}^{+2,1}$;

Диаметр $273_{-1,5}^{+3,0}$;

Толщина $44_{-1,1}^{+2,1}$.

Диаметр $193_{-1,3}^{+2,7}$;

2.1.3.4. Неуказанные предельные отклонения размеров.

Допуск размеров, не указанных на чертеже поковки, принимается равным 1,5 допуска соответствующего размера поковки с равными допускаемыми отклонениями.

2.1.3.4 Неуказанные допуски радиусов закруглений, устанавливается по [3. табл.17].

2.1.3.5 Допускаемая величина остаточного облоя 1,4 мм [3. табл.10].

2.1.3.6 Допускаемое отклонение от плоскостности 0,6 мм [3. табл.13].

2.1.3.7 Допускаемое отклонение от концентричности пробитого отверстия относительно внешнего контура поковки 2 мм [3. табл.12].

2.1.3.8 Допускаемое смещение по поверхности разъема штампа 1,2 мм [3. табл. 9].

2.1.3.9 Допускаемая величина высоты заусенца 5 мм [3. п. 5.10.].

2.1.4 Определение массы поковки

Масса поковки и перемычки рассчитывается для дальнейшего определения массы исходной заготовки. При многократной штамповке ручей изнашивается, что приводит к увеличению всех размеров гравюры штампа и вследствие этого к возможной нехватки металла для заполнения некоторых полостей, т.е. к браку.

					15.03.01.2018.117.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

Для определения объема заготовки используем программу КОМПАС-3D. Построение модели ведется с учетом половины допуска на соответствующий размер. Если размер внешний, то к номинальному размеру прибавляется половина допуска, если внутренний, то соответственно отнимается.

Диаметр $381_{-1,5}^{+3,0}$; $381+1,5=382,5$ мм.;

Диаметр $273_{-1,5}^{+3,0}$; $273+1,5=274,5$ мм.;

Диаметр $193_{-1,3}^{+2,7}$; $193-1,35=191,65$ мм.;

Толщина $44_{-1,1}^{+2,1}$; $44+1,05=45,05$ мм.;

Высота $78_{-1,1}^{+2,1}$; $78+1,05=79,05$ мм.;

Масса поковки равняется $M_{п}=33,03$ кг.

Масса перемычки 2,43 кг.

2.2 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

2.2.1 Определение размеров исходной заготовки

Для определения размеров заготовки необходимо посчитать ее массу в зависимости от величины угара и перемычки.

$$M_{\text{заг.}} = M_{\text{п}} + M_{\text{пер}} + M_{\text{об}} + M_{\text{уг.}} \quad (3)$$

Схема перемычки представлена на рисунке 2.1.

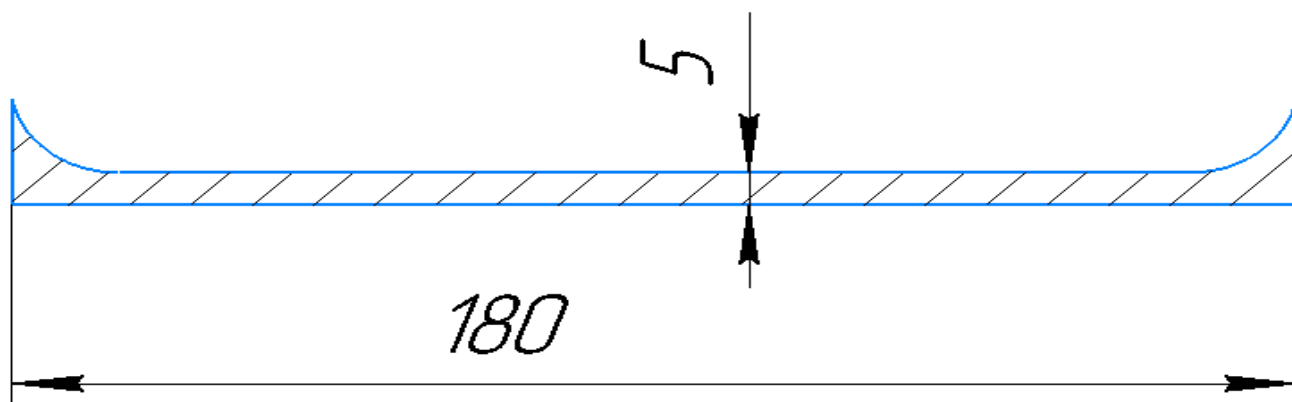


Рисунок 2.1 - Перемычка поковки

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.01.2018.117.00.00.ПЗ

Лист

14

Определим массу перемычки при помощи моделирования в КОМПАС – 3D путем разницы масс поковки с перемычкой и без:

$$M_{\text{пер.}} = 2,43 \text{ кг.}$$

Объем облоя зависит от канавки, выбранной для штампа. Выберем первый тип канавки – основной [6]. Магазин канавки полностью открыт с одной стороны. Так как нижняя половина штампа прогревается быстрее, то для увеличения стойкости штампа мостик располагают в верхней части штампа.

Учитывая, что вытекание металла в облой начинается значительно раньше подхода ползуна прессы к нижнему положению, толщина металла, вытекшего в магазин, будет переменной. При штамповке поковок избыточный металл, вытекая в магазин, изгибается в сторону мостика. Поэтому целесообразно располагать мостик в окончательном ручье с той стороны поковки, на которую будет воздействовать пуансон обрезного штампа.

Общий вид облойной канавки представлен на рисунке 2.2.

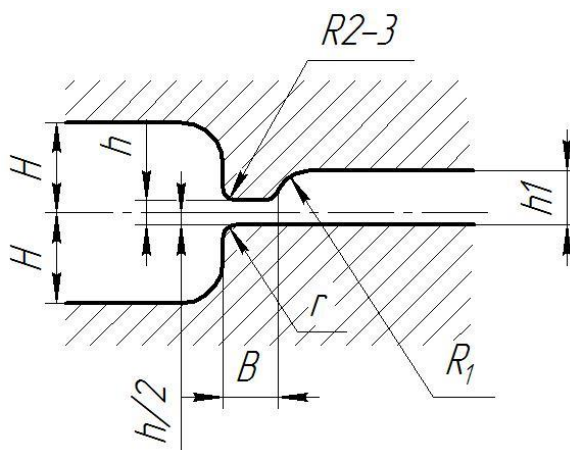


Рисунок 2.2 Облойная канавка, тип 1

Значения толщины мостика облойной канавки определяется по эмпирической формуле[6]:

$$h_0 = 0,015 * d_{\text{п}} \quad (4)$$

Посчитаем толщину мостика облойной канавки по формуле 4:

$$h_0 = 0,015 * 386 = 5.8 \text{ мм}$$

Определим геометрию облойной канавки исходя из ее толщины по справочнику Семенова с учетом схемы деформации 1 [6]. Данные представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Размеры облойной канавки

h_0 , мм	b_1 , мм	b , мм	h_1 , мм	R , мм	$S_{об.к.}$, см ²
6	35	13	8	3	4,35

Определим объем облоя по формуле[5 стр 66]:

$$V_o = S_o * P_o, \quad (5)$$

где S_o – средняя площадь поперечного сечения облоя, мм;

$P_{п}$ – периметр поковки по линии разъема.

$$S_o = \Sigma * S_{об.к.} \quad (6)$$

где Σ – коэффициент заполнения облойной канавки.

Принимаем $\Sigma=0,7$ [6].

Определяем среднюю площадь поперечного сечения облоя по (6).

$$S_o = 0,7 * 435 = 304,5 \text{ мм}^2$$

В компасе посчитаем периметр поковки по линии разъема.

$P=1536,8$ мм.

Определим объем облоя по формуле (5).

$$V_o = 304,5 * 1536,8 = 467955,6 \text{ мм}^3$$

Масса облоя будет равняться произведению его объема на плотность:

$$M_o = \rho \cdot V_o = 0,00047 \cdot 7820 = 3,67 \text{ кг.}$$

где ρ – плотность стали (см. пункт 1).

Угар принимаем 1%. Посчитаем массу заготовки, с учетом угара, выдры и облоя:

$$M_{заг.} = 1,01 \cdot (M_{п} + M_{пер} + M_{об.}) = 1,01(33,03 + 2,43 + 3,67) = 41,1 \text{ кг.}$$

Масса угара 0,4 кг.

Посчитаем объем заготовки, необходимый для штамповки шестерни:

$$V_{\text{заг.}} = \frac{M_{\text{заг.}}}{\rho} = \frac{41,1}{7820} = 0,005 \text{ м}^3$$

Получив объем заготовки можно посчитать ее размеры. Определим диаметр:

$$D_{\text{заг.}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_{\text{заг.}}}{\pi \cdot k}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 0,005}{3,14 \cdot 2}} = 0,140 \text{ м}$$

В данной формуле k – отношение длины к диаметру, принято 2. Так как диаметр заготовки равен 140 мм, то высота рассчитывается как произведение диаметра заготовки на заданное отношение:

$$L = D_{\text{заг.}} \cdot k = 140 \cdot 2 = 280 \text{ мм}$$

Рекомендуется брать отношение менее 2,5, для уменьшения вероятности образования двойной бочки.

Принимаем по ГОСТ 2590-2006 [6]:

$$\text{Круг} \frac{140 - \text{ГОСТ 2590} - 2006}{\text{ст 20 ГОСТ 1050} - 88}$$

						15.03.01.2018.117.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			17

2.2.2 Выбор отрезного инструмента

Для разделения металла на заготовки используется операция отрезки, так как способ штамповки в открытом штампе не требует высокой точности исходной заготовки. В имеющейся технологии используются дисковая пила марки TSUNE TK5C-160GL и лентопильный станок марки UMSY 420 для отрезки некругности.

2.2.3 Определение КИМ

Коэффициент использования металла по технологии определен 95%;

2.2.4 Выбор операций и переходов штамповки

Поковка фланец воротниковый является симметричной поковкой, круглой в плане, изготавливаемой осадкой в торец с одновременным выдавливанием.. Учитывая принадлежность поковки к этой группе и подгруппе ее можно получить за два перехода с применением осадочной площадки. Штамповка производится в открытом штампе.

В технологии изготовления применяются следующие операции:

1. Резка проката на мерные заготовки;
2. Нагрев заготовок в полуметодической печи;
3. Контролировать температуру нагрева заготовок;
4. Осадка в торец (удаление окалины и увеличение площади поперечного сечения заготовки);
5. Штамповка в чистовом ручье;
6. Обрезка облоя и удаление перемычки;
7. Заключительный контроль качества поковок.

									Лист
									18
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	15.03.01.2018.117.00.00.ПЗ				

2.2.5 Температурный режим поковки

Нагрев металла является одним из важнейших звеньев производственного процесса в металлургии и машиностроении, влияющий на производительность, энерго- и материалоемкость производства, себестоимость и качество продукции. Выбор же метода нагрева существенным образом отражается на технико-экономических показателях продукции. Здесь необходимо учитывать технологичность и мобильность производства, его объемы, стоимость сырья и энергоносителей, качественные показатели продукции и другие факторы.

После резки проката на дисковой пиле, заготовки попадают в тару, которая транспортируется мостовым краном в полуметодическую печь для нагрева.

Температура стали 20:

- под осадку 1250 °С;
- под штамповку 1100 °С;
- обрезка облоя и прошивка отверстия 950 °С.

2.2.6 Определение размеров осаженой заготовки

Осадка заготовок производится с целью приближения размеров заготовки к размерам поковки и тем, самым снизить работу деформации в окончательном ручье и повысить его стойкость. При осадке удаляется подавляющее количество окалины, образующейся при нагреве заготовки. Процесс осадки производится до уменьшения высоты исходной заготовки на 30...50%.

$$D_0 = 140 \text{ мм,}$$

$$H_0 = 280 \text{ мм.}$$

Примем диаметр заготовки после осадки $D_1 = 160 \text{ мм}$.

Исходя из диаметра осаженой заготовки, посчитаем высоту:

$$H_1 = \frac{4 \cdot M_{\text{заг.}}}{\pi \cdot D_1^2 \cdot \rho} \quad (7)$$

Где: $M_{\text{заг.}}$ – масса заготовки, $M_{\text{заг.}} = 41,1 \text{ кг}$;

ρ - плотность стали, $\rho = 7,82 \text{ г/см}^3$.

Поставим данные в формулу (18) и получим высоту осаженой заготовки:

					15.03.01.2018.117.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		19

$$H_1 = \frac{4 \cdot 41,1}{\pi \cdot 0,160 \cdot 7820} = 80 \text{ мм}$$

Принимаем 80 мм.

Схема процесса осадки приведена на рисунке 2.3.

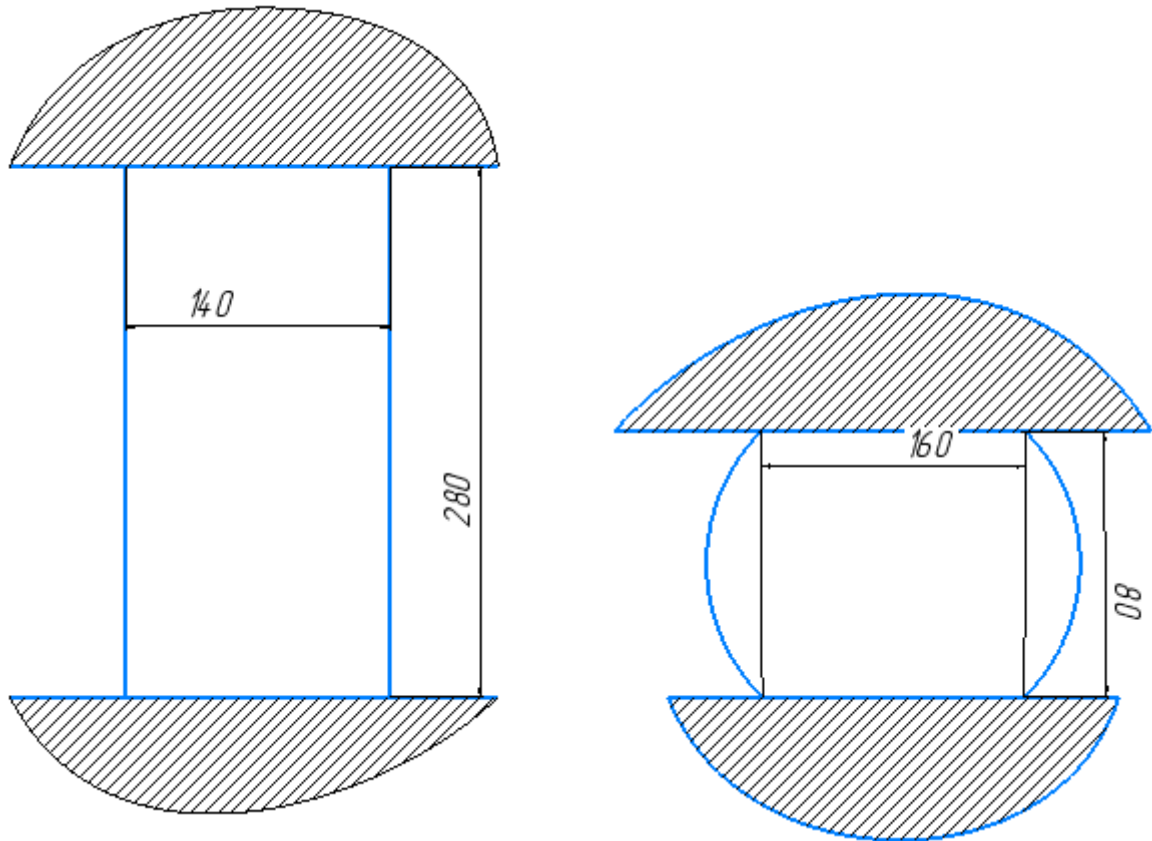


Рисунок 2.3 - Схема процесса осадки заготовки

Определим усилие осадки по формуле:

$$P = (1 + 0,17 \cdot \frac{D_1}{H_1}) \cdot \sigma_T \cdot S \cdot 10^{-6}, \quad (8)$$

где S – площадь поперечного сечения заготовки, определяется формулой:

$$S = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \quad (9)$$

Подставим в формулу (20) данные и получим:

$$S = \frac{3,14 \cdot 0,160^2}{4} = 20096 \text{ мм}^2$$

σ_T – напряжение текучести металла при температуре осадки, приближенно равно пределу прочности при той же температуре.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.01.2018.117.00.00.ПЗ

Лист

20

Примем $\sigma_T = 18$ МПа, при 1000 °С, при аварийном условии, с учетом остывания или непрогрева заготовки.

Тогда усилие осадки:

$$P = \left(1 + 0,17 \cdot \frac{160}{80}\right) \cdot 18 \cdot 10^6 \cdot 20096 \cdot 10^{-6} = 47,2 \text{ кН}$$

2.2.7 Определение усилия штамповки

Усилие штамповки в открытых штампах для круглых в плане поковок вычисляется по формуле (21) [6]:

$$P_{шт.} = \sigma_s \cdot \left[\left(1,5 + 0,5 \frac{b_3}{h_3}\right) \cdot F_{об} + \left(1,5 \cdot \frac{b_3}{h_3} + 0,08 \frac{D_n}{h_3}\right) \cdot F_{пок} \right] \quad (10)$$

где σ_s – истинное сопротивление деформации для данных температурно-скоростных условий деформации.

b – ширина облойного мостика, 13 мм;

h – толщина облойного мостика, 6 мм;

$F_{об}$ – площадь проекции облоя на плоскость разъема, 67400 мм²;

D_n – средний диаметр, описывающий поковку, 391 мм;

$F_{пок}$ – площадь проекции поковки на плоскость разъема. 120558 мм².

Предел текучести металла принимают приблизительно равным временному сопротивлению растяжению при соответствующих температуре и скорости деформации:

$$\sigma_s = \sigma_b \cdot \dot{\omega},$$

где $\dot{\omega}$ – скоростной коэффициент, $\dot{\omega} = 1,7$, т.к. $t_d / t_{пл} = 0,6 \dots 0,7$, $\varepsilon / \varepsilon_0 \leq 1000$ [5].

$$\sigma_s = \sigma_b \cdot \dot{\omega} = 20 \cdot 1,7 = 34 \text{ Мпа}$$

Подставив данные в формулу (21), получим, что потребное усилие горячей штамповки:

$$P_{шт.} = 34 \cdot \left[\left(1,5 + 0,5 \frac{13}{6}\right) \cdot 67400 + \left(1,5 \cdot \frac{13}{6} + 0,08 \frac{391}{6}\right) \cdot 120558 \right] = 0,42 \text{ МН}$$

					15.03.01.2018.117.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		21

По полученному значению усилия штамповки выбирается штамповочный молот усилием 50 кН, так как технологическое усилие штамповки должно быть меньше 85% от номинального усилия молота.

$$P < 0,85 P_H$$

Так как $P < 0,85 \cdot 50$ кН, то молот отвечает условиям.

Схема штамповки представлена на рисунке 2.4.

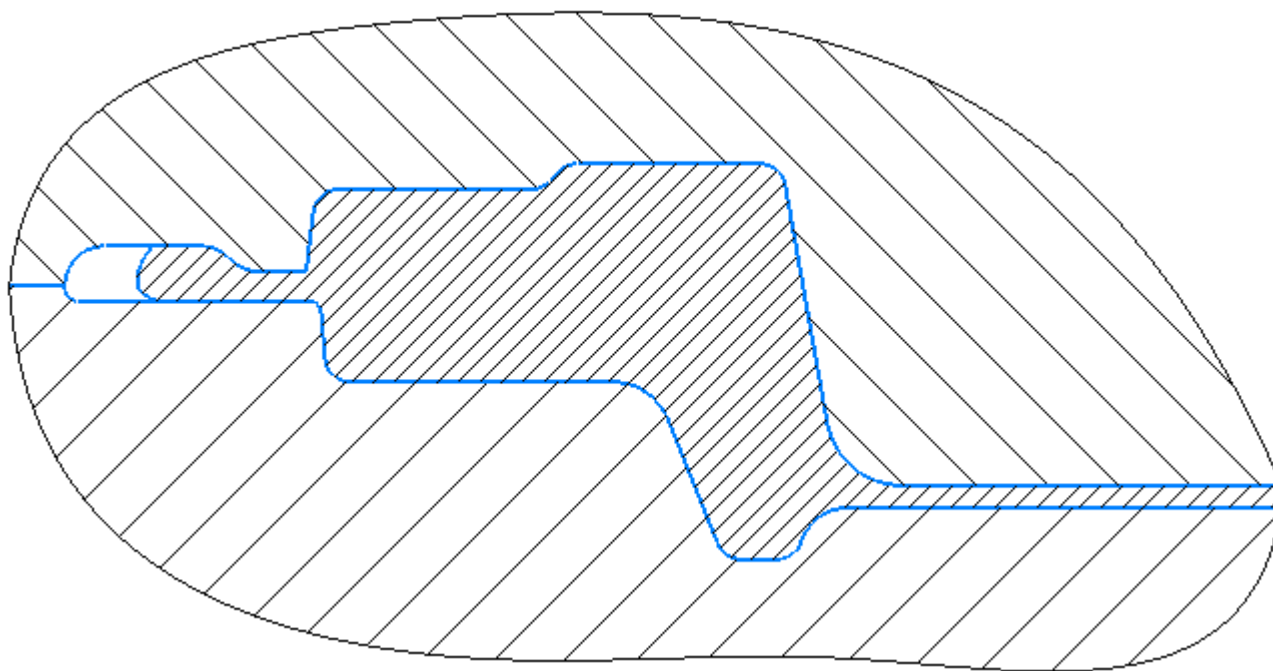


Рисунок 2.4 - Схема штамповки поковки фланца

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.01.2018.117.00.00.ПЗ

Лист

22

В таблице 2.2 приведены технические характеристики ПВШМ усилием 5 МН

Таблица 2.2 – Техническая характеристика М2147[8]

Наименование параметра	Молот М2147
Энергия удара, кДж.	125
Номинальная МПЧ, кг	5000
Число ударов, мин ⁻¹	65
Ход бабы, мм	1300
Габаритные размеры	90
в плане, мм	3700x2000
Высота над уровнем пола	6470
Размер штамподержателя	1180

2.2.8 Расчет усилия обрезки облоя и прошивки перемычки

Усилие обрезки облоя будет вычисляться по формуле (11) [5]:

$$P_{\text{рез.}} = \pi \cdot h \cdot \rho \cdot \sigma_s, \quad (11)$$

где ρ – периметр поковки 1536,8 мм;

h – высота реза, бмм.

$\sigma_s = 120$ МПа при температуре 700°C;

По такой же формуле вычисляется усилие вырубki выдры, параметры которой: ρ – периметр 1230 мм, h – высота реза, 5 мм.

Подставив данные в уравнение (11), получим, что усилие обрезки облоя будет:

$$P_{\text{рез.}} = 3,4 \text{ МН}$$

Расчет усилия вырубki перемычки, проводится аналогично. Подставив данные о выдре в формулу (5), получим, что усилие вырубki выдры равняется:

$$P_{\text{выд}} = 2,3 \text{ МН}$$

Если использовать совмещенную схему одновременной обрезки облоя и вырубki перемычки, то можно повысить производительность и уменьшить количе-

ство необходимого оборудования. Для нахождения усилия вырубki перемиычки и обрезки обля необходимо просуммировать усилие вырубki и обрезки. Суммарное усилие вырубki 5,7 МН.

Обрезной пресс подбирается исходя из мощности основного оборудования по рекомендации:

$$P_{\text{пр}} = (0,7 \div 1,0)P$$

где P – номинальное усилие, равное 10 МН.

Условно совмещенная схема прошивки перемиычки и обрезки обля представлена на рисунке 2.5

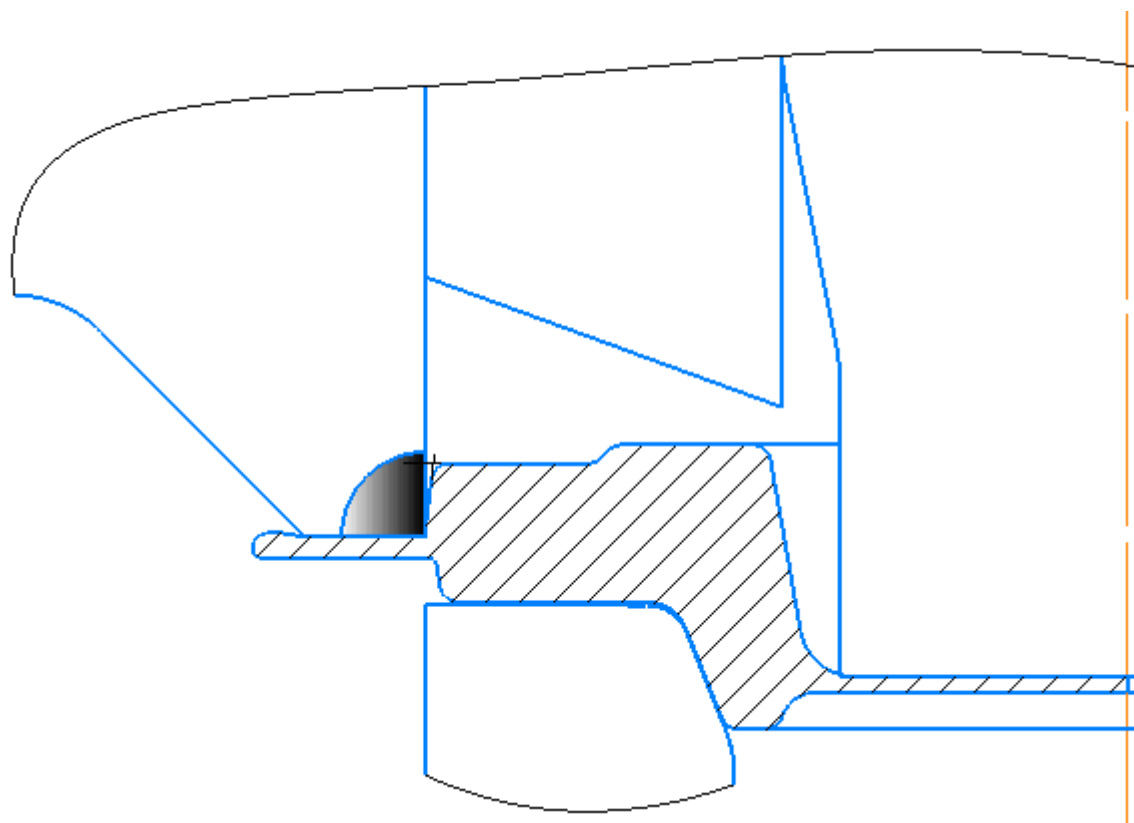


Рис.2.5 - Совмещенная схема прошивки перемиычки и обрезки обля.

В данной конструкция обрезного штампа предусмотрен прошивной нож, конусной формы. Такая форма позволяет получить внутреннее отверстие фланца без уклонов и выдавить металл вниз. Выдавленный металл сформирует окончательную высоту фланца. Схема вытяжки металла представлена на рисунке 2.6.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

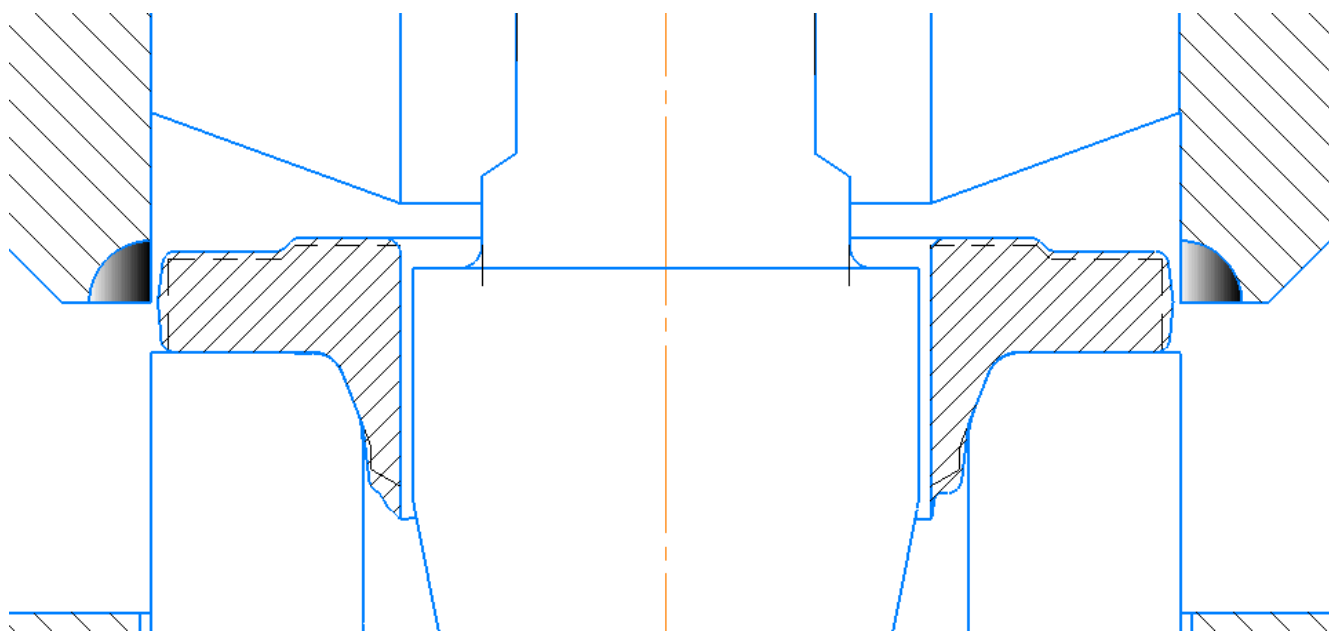


Рисунок 2.6 - Схема прошивки.

Выбираем пресс К 2540. Характеристики приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3– Характеристики обрезающего прессы К2540 [7]

Модель	К2540
Номинальное усилие, кН	10000
Ход ползуна, мм	400
Расстояние между столом и ползуном, мм	950
Мощность двигателя главного движения, кВт	100
Размер стола ширина/длинна мм	1500/1500
Габариты станка Длинна Ширина Высота (мм)	3800_4180_6800
Масса, кг	84000

2.2.9 Термическая обработка поковок

Целью термической обработки поковок является снятие остаточных напряжений после штамповки, улучшение обрабатываемости резанием, подготовка структуры стали и получение требуемых технологических и механических свойств.

Схема технологического процесса при термической обработке для поковки из стали 20: нормализация [5], заключающаяся в нагреве до температуры, превышающей точку A_{C3} на 40 – 50 °С, в непродолжительной выдержке для подогрева и завершения фазовых превращений и охлаждения на воздухе. HB170...220.

2.2.10 Очистка поковок от окалины

Окалина, образовавшаяся на поверхности поковок в процессе нагрева на воздухе и перед термической обработкой, скрывает внешние дефекты поковок. При последующей механической обработке окалина действует как абразив и вызывает быстрое изнашивание режущего инструмента, загрязнение станков и увеличивает скорость изнашивания соприкасающихся с ней деталей. Поэтому окалину с поверхностей поковок удаляют различными способами.

Наиболее производительным и безопасным с точки зрения охраны труда является очистка дробью. Дробеструйная очистка заключается в том, что дробь размером 1-3 мм с большой скоростью ударяет о поверхность поковок и сбивает с них окалину.

Скорость дроби сообщает сжатый воздух в специальных аппаратах. Этим способом очищают мелко- и среднегабаритные поковки. Данный способ является наиболее приемлемым для данного типа производства и типа поковки. Для очистки от окалины дробью используют специальные дробеметные барабаны. Техническая характеристика барабана приведена в таблице 2.4.

					15.03.01.2018.117.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		26

Таблица 2.4 - Техническая характеристика барабана [9]

Модель	ДУ
Размеры камеры очистки, мм	5000x3000
Грузоп-ть крюка, кг	3000
Производительность метателей, кг/мин	5x200
Производительность сепаратора, т/ч	90
Производительность элеватора, т/ч	85
Производительность вентиляции, м3/ч	15000
Мощность, Квт	90

ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ ДВА

В данном разделе приведен расчет поковки.

Расчитано усилие осадки, штамповки пробивки. Выбрано соответствующее оборудование.

					15.03.01.2018.117.00.00.ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

3.ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ШТАМПОВКИ

Для организации штамповки в цехе поковки шибера в количестве 10000 шт/м нам потребуется следующие понятия.

- 1) Определение площади цеха
- 2) Расположение оборудования и вспомогательных участков
- 3) Режим работы и организация труда
- 4) Выбор грузоподъемных механизмов

3.1 Определение площади цеха

Условное разбитие цеха

Таблица 3.1

Деление цеха		
производственная	Вспомогательная	Служебно-бытовая

Производственная площадь - это та площадь на которой занимает место основное оборудование со всеми вспомогательными механизмами

- станки
- пресса
- молота
- печи
- рольганги
- склад заготовок

Вспомогательная площадь – это та площадь на которой находится

- склад готовой продукции
- центральные проходы
- проезды
- сантехнические установки (питьевая вода)
- лаборатория цеха

Служебно – бытовая площадь цеха – это та площадь цеха на которой находится:

- гардеробные
- душевые
- комнаты приема пищи
- прочие бытовые помещения

Площадь цеха определяется из укрупненных показателей или по компоновке цеха.

$$F_{об} = Q_b / F_n , \quad (12)$$

где F_n - это выпуск продукции в т/м²[9].

Q_b - годовая программа выпуска цеха.

Площадь цеха составляет 240 м².

3.2 Расположение оборудования и вспомогательных участков

Расположение оборудования зависит от последовательности действий изготовления поковки воротникового фланца. В следствии чего мы видим, что первая операция:

- 1) Отрезная
- 2) Нагрев
- 3) Штамповка на молоте
- 4) Обрезная операция
- 5) Термообработка
- 6) очистка от окалины
- 7) ОТК

В зависимости от этого мы и делаем расположение оборудования.

3.3 Выбор грузоподъемных механизмов.

На участке по изготовлению фланцев используются тяжелые заготовки(>30кг), поэтому нужно предусматривать большие мостовые краны, выберем мостовой кран с грузоподъемностью $Q = 10$ т, для того, что бы в случае ремонта мы могли поднять оборудование которое вышло из строя.

					15.03.01.2018.117.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		31

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломной работе был выполнен анализ существующей технологии изготовления воротниковых фланцев. Проведены расчет поковки и выбор оборудования. Спроектирован план цеха.

					15.03.01.2018.117.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		32

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дальский А. М. Технология конструкционных материалов: Учебное пособие для вузов / А. М. Дальский, В. С. Гаврилюк, Л. Н. Бухаркин и др. – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.
2. Ковка и объемная штамповка стали: Справочник, Т1 / Под ред. Е.И.Семенова. – М.: Машиностроение, 1967. – 436 с.
3. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные: допуски, припуски и кузнечные напуски. – М.: ИПК Издательство стандартов – с. 52
4. ГОСТ 3.1126-88. Правила выполнения графических документов на поковки. – М.: Издательство стандартов – с. 17
5. Ковка и объемная штамповка стали: Справочник, Т2 / Под ред. Е.И. Семенова. – М.: Машиностроение, 1967. – 692 с.
6. ГОСТ 2590 – 2006. Прокат сортовой стальной. Круг горячекатаный –; введ. 7.12.06. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2006. – 5 с.
7. ГОСТ 6809-87 - Прессы кривошипные горячештамповочные. Параметры и размеры. Нормы точности. -; введ. 01.01.1989. – М.:ИПК Издательство стандартов, 1998. – 10 с.
8. ГОСТ 1050-2013Metalлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей -; введ. 2015.01.01 – Стандартинформ, 2014.
9. Барабаны дробеметные периодического действия [Электронный ресурс], <http://www.ruscastings.ru/work/168/170/180/2202>
10. Проектирование кузнечно – штамповочных цехов: учебное пособие для выполнения курсовых и дипломных проектов / Е. В. Экк, Б. Д. Ялов. – Челябинск: издательство ЧГТУ, 1995.

									Лист
									33
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	15.03.01.2018.117.00.00.ПЗ				

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Карта потока ПАО «ЧКПЗ»

Рисунок 1.

Карта потока					ТП 37.167.01121.01662
Заказчик: -		Номер изделия: 1-200-40ПН-Б		Наименование изделия: Фланец	
Профиль и размеры заготовки: Круг 140 ст 20 ГОСТ 1050-88. L=310 мм.					
Норма расхода: 39,482 кг			Вес поковки: 34,410 кг		
Вес заготовки: 37,460±0,140 кг			Вес угара: 1,120 кг		
Движение металла по переделам поплавно					
№	Операция / Оборудование	УО*	Характеристика изделия	Характеристика процесса	Нормативный документ к операции
склад металла Озип					
005	Выгрузка проката / Кран мостовой Q5 т	→ △	-	-	Технологический процесс № 0235 "Выгрузка и погрузка металла на складах №1-2, № 3-4"
010	Входной контроль проката	□	Марка стали	-	СТП 7.4.17-2006 "СМК. Входной контроль качества материала, комплектующих"
участок резки заготовок КУЗ №2					
015	Отрезка / Пила дисковая TSUNE ТК5С-160GL	○ □	Вес заготовки	-	ТИ 37.167.25006.00391 "Резка заготовок на дисковых пилах TSUNE ТК5С-160GL" ТИ 37.167.25006.01680 "Резка заготовок. Технологические требования" ТИ 37.167.25003.01790 "По контролю качества продукции в кузнечном цехе"
020	Отрезка некратности / Ленточнопильный станок UMSY 420 №9 (инв 29300)	○ □	Вес заготовки	-	ТИ 37.167.25006.01680 "Резка заготовок. Технологические требования" ТИ 37.167.25003.01790 "По контролю качества продукции в кузнечном цехе" ТИ 37.167.25006.00329 "Отрезки на ленточной пиле PEGAS 440x600, UMSY 420 "
	Транспортирование заготовок из КУЗ-2 в КУЗ-1		-	-	-
кузнечно-штамповочный участок (II пролёт) КУЗ №1					
025	Нагрев / Печь полуметодическая	○	-	Количество заготовок в ряду	ТИ 37.167.25003.01790 "По контролю качества продукции в кузнечном цехе" ТИ 37.167.25020.01630 "Кузнечных работ на штамповочный агрегат с молотом Р=5 т. и обрезным прессом Р=630 т.с." ТИ 37.167.25020.01710 "Нагрев заготовок в нагревательных устройствах кузнечных цехов"
030	Контроль	□	-	Температура нагрева заготовок	ТИ 37.167.25003.01790 "По контролю качества продукции в кузнечном цехе"

Рисунок 2

Карта потока					ТП 37.167.01121.01662
Заказчик: -			Номер изделия: 1-200-40ПН-Б		Наименование изделия: Фланец
№	Операция / Оборудование	УО*	Характеристика изделия	Характеристика процесса	Нормативный документ к операции
кузнечно-штамповочный участок (II пролёт) КУЗ №1					
035	Осадка / Молот №3 штамповочный СКМЗ 4тн (инв 20006)	<input type="radio"/>	-	-	ТИ 37.167.25000.01610 "Хранения, выдачи в работу, установки на молота и эксплуатации штамповой оснастки для КУЗ-1" ТИ 37.167.25000.01631 "Для наладчиков штампов на паровоздушных штамповочных молотах" ТИ 37.167.25003.01790 "По контролю качества продукции в кузнечном цехе" ТИ 37.167.25020.01630 "Кузнечных работ на штамповочный агрегат с молотом Р=5 т. и обрезным прессом Р=630 т.с."
040	Штамповка объемная / Молот №4 штамповочный М2147 5тн (инв 42234)	<input type="radio"/>	Геометрические параметры поковки согласно чертежу	-	ТИ 37.167.25000.01610 "Хранения, выдачи в работу, установки на молота и эксплуатации штамповой оснастки для КУЗ-1" ТИ 37.167.25000.01631 "Для наладчиков штампов на паровоздушных штамповочных молотах" ТИ 37.167.25003.01790 "По контролю качества продукции в кузнечном цехе" ТИ 37.167.25020.01630 "Кузнечных работ на штамповочный агрегат с молотом Р=5 т. и обрезным прессом Р=630 т.с."
045	Обрезка / Пресс №4 обрезной К2538 630тс (инв 20010)	<input type="radio"/>	Геометрические параметры поковки согласно чертежу	-	ТИ 37.167.25003.01790 "По контролю качества продукции в кузнечном цехе" ТИ 37.167.25020.01612 "По установке и наладке штампов на кривошипных, горячештамповочных, обрезных и чеканочных прессах" ТИ 37.167.25020.01630 "Кузнечных работ на штамповочный агрегат с молотом Р=5 т. и обрезным прессом Р=630 т.с."
050	Контроль	<input type="checkbox"/>	Геометрические параметры поковки согласно чертежу	-	ТИ 37.167.25003.01790 "По контролю качества продукции в кузнечном цехе"
участок упаковки КУЗ №1					
055	Очистка дробеметная / Дробеметный барабан 42236Н, М850GWM	<input type="radio"/>	Качество поверхности	Время очистки	ТИ 37.167.25000.00232 "Очистка поковок от окалины в дробеметных установках в кузнечном цехе №1" ТИ 37.167.25000.00633 "Кузнечных работ на агрегат очистки поковок на дробеметном барабане мод. "М850GWM" ТИ 37.167.25003.01790 "По контролю качества продукции в кузнечном цехе" ТИ 37.167.25021.00237 "Очистка поковок от окалины в дробеметных установках мод.42236Н Куз№1"
060	Контроль	<input type="checkbox"/>	Параметры поковки согласно чертежу	-	ТИ 37.167.25003.01624 "Инструкционная карта кузнечных работ на агрегате для разборки поковок" ТИ 37.167.25003.01790 "По контролю качества продукции в кузнечном цехе"

Рисунок 3

Карта потока					ТП 37.167.01121.01662
Заказчик: -			Номер изделия: 1-200-40ПН-Б		Наименование изделия: Фланец
№	Операция / Оборудование	УО*	Характеристика изделия	Характеристика процесса	Нормативный документ к операции
участок упаковки КУЗ №1					
065	Зачистка / Машинка шлифовальная ИП-2014	<input type="radio"/>	Поверхностные дефекты	-	ТИ 37.167.25000.00327 "Кузнечных работ на зачистку шлифовальной машиной"
	Повтор операции 060		-	-	-
070	Упаковывание / Паллетоупаковщик РАКЛЕТ (КУЗ-1) (инв 26077)	<input type="radio"/>	-	Упаковка согласно схеме	ТИ 37.167.25000.00138 "По эксплуатации паллетоупаковщика фирмы РАКЛЕТ" ТИ 37.167.25000.00395 "По эксплуатации паллетоупаковщика фирмы РАКЛЕТ" ТИ 37.167.25003.01790 "По контролю качества продукции в кузнечном цехе"

*Условное обозначение: → - транспортирование; △ - временное хранение (возможное); ○ - операция; □ - контроль качества.