

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Институт Новых материалов и технологий

Департамент Metallургии и металловедения

22.03.02 /Metallургия (Обработка металлов давлением)

УДК 621.77

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ В ГЭК

Зав. кафедрой ОМД, Щварц Д.Л.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРУТКОВ  
ПРЕССОВАННЫХ ИЗ ЛАТУНИ В УСЛОВИЯХ ОАО «КУЗОЦМ»

Пояснительная записка

22.03.02.000 000.719 ПЗ

Руководитель

Шимов Г.В.

подпись, дата

\_\_\_\_\_

Нормоконтролер

Инатович Ю.В.

подпись, дата

\_\_\_\_\_

Студент гр.НМТЗ-542213 Ворсин А.С

подпись, дата

\_\_\_\_\_

Екатеринбург 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГАУ ВО Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина  
Институт новых материалов и технологий

Департамент металлургии и материаловедения

Направление – 22.03.02. Metallургия,

**УТВЕРЖДАЮ**  
Зав. кафедрой ОМД  
\_\_\_\_\_ Д.Л. Шварц

**ЗАДАНИЕ**

на выполнение выпускной квалификационной работы (ВКР) бакалавра

студент \_\_\_\_\_ Ворсин Алексей Сергеевич \_\_\_\_\_ группа НМТЗ-542213

**1. Тема ВКР** \_\_\_\_\_ РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРУТКОВ  
ПРЕССОВАННЫХ ИЗ ЛАТУНИ В УСЛОВИЯХ ОАО «КУЗОЦМ»

Утверждена распоряжением по департаменту от

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**2. Руководитель** \_\_\_\_\_ доцент, канд. техн. наук Шимов Георгий Викторович

**3. Исходные данные к работе**

1. Материалы практик в ОАО «КУЗОЦМ», Каменск-Уральский, 2018, 2019.
2. Логинов Ю.Н. Медь и деформируемые медные сплавы: учебное пособие/Ю.Н.Логинов. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. 136 с.
3. Жолобов В.В., Зверев Г.И. Прессование металлов. М.: Metallургия, 1971. 456 с.
5. Жолобов В.В., Зверев Г.И. Оборудование гидропрессовых цехов. М.: Metallургия, 1974. 269 с.
6. Жолобов В.В., Зверев Г.И. Инструмент для горячего прессования металлов. М.: Машиностроение, 1965. 164 с.
7. Инатович Ю.В., Логинов Ю.Н. Инструмент для прессования металлов. Описание и расчеты. Учебное пособие. Екатеринбург: ГОУ УГТУ-УПИ, 2002. 56 с.
8. Логинов Ю.Н., Буркин С.П. Технология прессования и листовой прокатки специальных сплавов в решениях задач. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2004. 117 с.
9. Непрерывное литье меди / А. В. Сулицин, Р. К. Мысик, С. В. Брусницын, Ю. Н. Логинов. – Екатеринбург: Изд-во УМЦ УПИ, 2016. – 374 с.
10. Грудев А. П., Зильберг Ю. В., Тилик В. Т. Трение и смазки при обработке давлением. М.: Metallургия, 1982. 312 с.
11. Шатагин, О.А. Непрерывное литье на горизонтальных машинах / О.А. Шатагин, В.Т. Сладкошteeв. – М.: Metallургия, 1975.
12. Материалы практики, научно-технические журналы.
13. Источники Интернет: <http://www1.fips.ru/> - Доступ к справочным системам сайта Роспатента (Федеральная служба по интеллектуальной собственности), <http://uspto.gov> – Доступ к справочным системам сайта патентной службы США, <http://ru.espacenet.com> – Российский сервер европейского патентного ведомства, <http://www.matweb.com> – Электронный справочник по механическим свойствам материалов в формате стандартов ASTM, <http://www.sciencedirect.com> - Поисковая система публикаций научных изданий, <http://www.elibrary.ru> - Российская электронная научная библиотека.
14. Научно-технические журналы по тематике работы.

**4. Содержание пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов),**

ТУ на продукцию. Характеристика деформируемого металла, в том числе характеристики упрочнения и пластичности. Технология производства, ее описание и анализ.

Технологические расчеты. Характеристика основного и вспомогательного оборудования.  
Прочностные расчеты. Объем записки 60...100 с.

**5. Перечень демонстрационных материалов** Презентация в электронном формате:  
Технологическая схема – 1 л., чертеж пресса – 1 л., чертеж инструментальной наладки – 1 л.,  
результаты расчетов технологических параметров, прочностных расчетов: таблицы, графики – 2 л.

### **7. Календарный план**

Наименование этапов выполнения работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении
<i>ТУ на готовую продукцию. Требования к пруткам из латуни Л63. Характеристика деформируемого металла, в том числе характеристики упрочнения и пластичности.</i>	25.05.19	
<i>Описание оборудования цеха. Описание конструкции пресса. Расчеты на прочность элементов конструкции пресса.</i>	28.05.19	
<i>Описание и анализ технологии производства прутков прессованных из латуни Л63.. Общая технологическая схема. Описание технологии подготовки заготовки к деформации. Технология обработки давлением. Технологические расчеты.</i>	31.05.19	
<i>Выполнение чертежей пресса, инструмента.</i>	07.06.19	
<i>Оформление работы и предварительная защита</i>	10.06.19	

Руководитель \_\_\_\_\_

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_ Ворсин А.С.

**8. Выпускная работа закончена** « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

Считаю возможным допустить \_\_\_\_\_ Ворсина Алексея Сергеевича  
к защите его выпускной квалификационной работы в экзаменационной комиссии.

Руководитель \_\_\_\_\_ Шимов

Г.В.

**9. Допустить** Ворсина Алексея Сергеевича к защите выпускной квалификационной работы в экзаменационной комиссии  
протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шварц Д.Л.

## РЕФЕРАТ

В работе в описательной части представлено описание и характеристика обрабатываемого сплава латуни Л63 в условиях ОАО «КУЗОЦМ», описание конструкции прессы, его техническая характеристика. Рассмотрена общая технологическая схема и технология подготовки заготовки к деформации, а так же подробно описана обработка металла давлением методом обратного прессования.

В расчетной части сделаны технологические расчеты: размера слитка, усилие прессования, температурно-скоростные параметры прессования, расчет производительности, а так же проверочные расчеты инструмента.

С. 60, табл.13, рис.6, библ.11 наим, прил. 3.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. ХАРАКТЕРИСТИКА СПЛАВА, ИЗДЕЛИЙ И ЗАГОТОВОК.....	8
1.1 Характеристика сплава Л63.....	8
1.2 Характеристика прессованных прутков.....	11
1.3 Характеристика прессованной заготовки.....	12
1.4 Характеристика слитков.....	14
2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСНОВНОГО И ВСПОМОГАТЕЛЬ- НОГО ОБОРУДОВАНИЯ И АГРИГАТОВ.....	16
3. ТЕХНОЛОГИЯ И ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРЕССОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЛАТУНИ .....	23
3.1 Работа пресса обратного метода прессования.....	24
3.2 Работа прутковой линии выходной части пресса.....	25
3.3 Работа бухтовой линии выходной части пресса.....	26
3.4 Технологические правила.....	27
4. ТЕМПЕРАТУРНО - СКОРОСТНЫЕ УСЛОВИЯ ПРЕССОВАНИЯ.....	33
5.ВЫБОР СЛИТКА ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ.....	34
6.РАСЧЕТ ДЕФОРМАЦИОННЫХ И СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРЕССОВАНИЯ .....	35
7. ВЫХОД ГОДНОГО И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	38
8. ПРОВЕРОЧНЫЕ РАСЧЕТЫ ОБОРУДОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТА.....	39
8.1 Расчет на прочность главного цилиндра.....	40
8.2 Расчет главного плунжера на прочность.....	42
8.3 Расчет колонн на прочность.....	43
8.4 Расчет на прочность технологического инструмента.....	44
8.5 Расчёт на прочность контейнера.....	45
8.6 Расчёт на прочность пресс-штемпеля.....	50
8.7 Расчёт на прочность пресс-шайбы.....	52
8.8 Расчёт на прочность матрицы.....	52
ЗАКЛЮЕНИЕ.....	55
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	56
ПРИЛОЖЕНИЕ А Технологические параметры прессования прутков в отрезках круглого сечения на прессе «Presezzi».....	57
ПРИЛОЖЕНИЕ Б .Горизонтальный гидравлический пресс «Presezzi».....	60

ПРИЛОЖЕНИЕ В Спецификация.....	61
--------------------------------	----

## ВВЕДЕНИЕ

ОАО "Каменск-Уральский завод по обработке цветных металлов" – предприятие цветной металлургии. За историю своего развития предприятие накопило богатейший опыт производства круглого проката из меди, никеля, цинка и сплавов на их основе. Ассортимент выпускаемой продукции чрезвычайно широк и составляет около 16 тысяч типоразмеров и более 140 сплавов. Основными видами выпускаемой продукции являются прессованные и тянутые прутки круглого, шестигранного, квадратного и фасонного сечений, проволока круглая и прямоугольная, полосы коллекторные, шины, аноды, литейные сплавы, порошки и пудры.

Продукция ОАО "КУЗОЦМ" широко используется во всех отраслях промышленности как в России, так и за ее пределами. Технический процесс производства включает в себя плавление – литейный, прессовый, прокатный и волочильный переделы, которые оснащены мощным оборудованием. Завод традиционно известен как поставщик качественной продукции, отвечающей требованиям российских и международных стандартов. Качество выпускаемой продукции контролируется заводской лабораторией, оснащенной современными приборами и испытательными машинами, надежным метрологическим оборудованием. Выпуск конкурентоспособной продукции обеспечивает действующая на предприятии система менеджмента качества, сертифицированная на соответствие требованиям международного стандарта.

Производство прессованных прутков из латуни в ОАО «КУЗОЦМ» размером с 16мм до 80мм происходит методом обратного прессования на прессе «Presezzi» . При запуске прессы в работу в 2008 году были освоены свинцовистые латуни марок ЛС59-1, ЛС59-2, Лс58-2, ЛС58-3 и их зарубежные аналоги CW617N и CW614N. В последнее время были освоены двойная латунь Л63 и специальные латуни ЛМцА58-2-1, ЛМцСКА58-2-2-1-1

Латунные прутки являются полуфабрикатом для дальнейшей механической обработки. Для КУЗОЦМ эти прутки являются готовым продуктом.

# 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СПЛАВА, ИЗДЕЛИЙ И ЗАГОТОВОК

## 1.1. Характеристика сплава

Среди медных сплавов наибольшее распространение в промышленности получили латуни благодаря сочетанию высоких механических и технологических свойств. По сравнению с медью латуни обладают более высокой прочностью, коррозионной стойкостью, лучшими литейными качествами, имеют более высокую температуру рекристаллизации. Они наиболее дешевые медные сплавы[5]. Латуни – это двойные или многокомпонентные сплавы, в которых основной легирующий компонент – цинк (содержание его не превышает 50%). Минимальное содержание цинка в латунях – 4% (по массе).

Фазовый состав двойных латуней определяет диаграмма состояния рисунок 1.

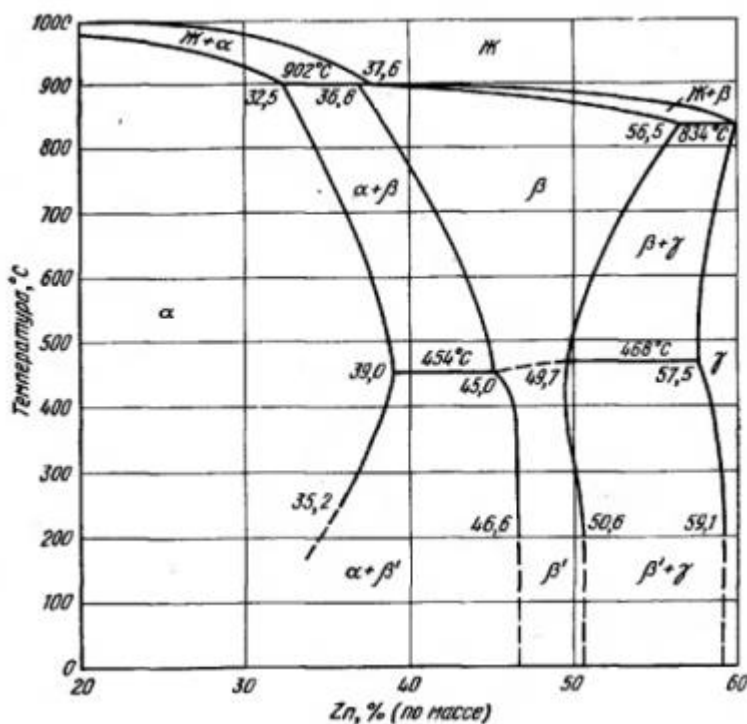


Рисунок 1- Диаграмма состояния системы медь - цинк

По структуре выделяют α - латуни, α + β – латуни и β – латуни. Природа фаз в системе Cu – Zn, их физические и механические свойства определяют поведение латуней различных марок при холодной и горячей пластической деформации, при термической обработке и, в конечном счете, определяют их свойства.



Двухфазные  $\alpha + \beta$  – латуни обрабатываются в горячем состоянии лучше, чем однофазные  $\alpha$  - латуни. Это связано с тем, что нагрев под обработку давлением этих сплавов осуществляется в область существования высокопластичной  $\beta$  – фазы. Двухфазные  $\alpha + \beta$  – латуни менее чувствительны к примесям. Однако они чувствительны к температурно-скоростным условиям охлаждения с температур горячей деформации. Например, при прессовании прутка из-за ускоренного охлаждения с температуры горячей деформации передний конец полуфабриката имеет преимущественно мелкую игольчатую структуру с высокими механическими свойствами, у заднего конца прутка из-за меньшей скорости охлаждения структура будет зернистой с пониженными механическими свойствами. На механические свойства сплава оказывает влияние также различная объемная доля  $\alpha$  - и  $\beta$  - фаз в разных участках горячедеформированного полуфабриката. Такая неоднородная структура по длине горячедеформированных полуфабрикатов двухфазных  $\alpha + \beta$  – латуней может быть устранена отжигом с полной фазовой перекристаллизацией[5].

Одна из самых распространённых марок двойных латуней - Л63. В этом сплаве всегда имеется некоторое количество неравновесной  $\beta$  – фазы, поэтому он, по существу, является двухфазным, и при назначении режимов обработки это следует учитывать. Суммарная степень холодной деформации латуней обусловлена определенным пределом, выше которого пластичность резко падает, и необходим промежуточный рекристаллизационный отжиг. Этот предел допустимой суммарной холодной деформации уменьшается с повышением содержания цинка в сплаве. Он зависит также от вида обработки давлением и устанавливается для каждой марки латуней экспериментально. Латунь марки Л63 — двухкомпонентный сплав меди и цинка, с содержанием Cu 62-65% и Zn – 34,22-37,5 %, до 0,5% в нём составляют примеси. Химический состав латуни марки Л63 приведён в таблице 1.

Таблица 1- Химический состав латуни марки Л63

Марка латуни	Fe, %	P, %	Cu, %	Pb, %	Zn, %	Sb, %	Bi, %	Примесей, %, не более
Л63	до 0,2	до 0,001	62 - 65	до 0,07	34.5 - 38	до 0,005	до 0,002	всего 0,5

Режимы термообработки латуни Л63 приведены в таблице 2.

Таблица 2- Режимы термообработки латуни Л63

Температура, °С			
Литья	Горячей деформации	Начала рекристаллизации	Полного отжига
1060...1100	650...850	350...370	660...670

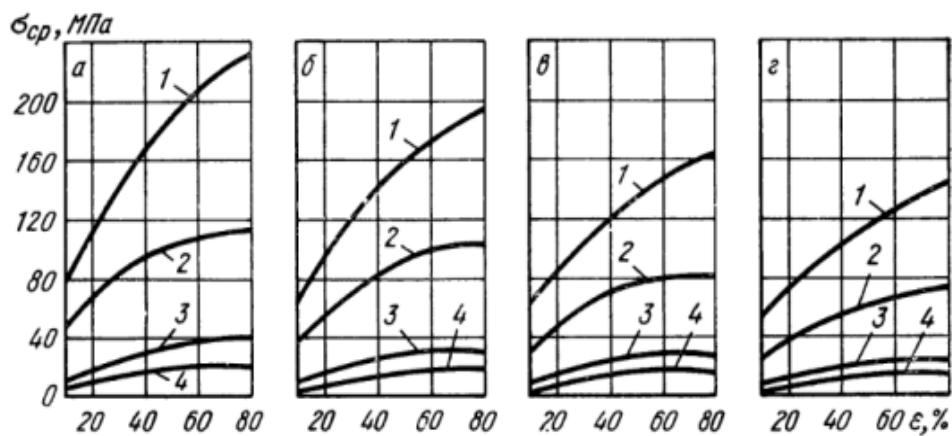
Латунь Л63 обладает достаточно хорошими механическими и технологическими свойствами, отлично обрабатывается давлением в горячем и в холодном состоянии.

Механические и физические свойства латуни Л63 приведены в таблице 3 [5].

Таблица 3- Механические и физические свойства латуни Л63

Температура плавления, °С	ликвидус	910
	солидус	900
Плотность, г/см <sup>3</sup>		8,43
Модуль нормальной упругости E, МПа		1*10 <sup>5</sup>
Модуль сдвига G, МПа		3,8*10 <sup>4</sup>
Предел прочности при растяжении $\sigma_B$ , МПа	литая	328
	мягкая	360
	твердая	680
Относительное удлинение $\delta$ , %	литая	35,5
	мягкая	49
	твердая	3...4
Коэффициент трения	со смазкой	0,012
	без смазки	0,39

Кривые деформационного упрочнения латуни марки Л63 указаны на рисунке 2[5].



Скорости деформации, с-1: а - 18; б - 6; в - 1,8 и г - 0,4, температура, °С: 1 - 450; 2 - 600; 3 - 750; 4 - 850

Рисунок 2- Кривые деформационного упрочнения латуни Л63

Латунь Л63 применяется для изготовления полос, листов, лент, проволоки, прутков и труб различных размеров; используется во всех областях промышленности.

### 1.2. Характеристика прессованных прутков

Прессованные латунные прутки должны удовлетворять требованиям ГОСТ 2060-2006 «Прутки латунные»[4], DIN EN 12165:1998 «Медь и медные сплавы. Заготовка для поковок»[4].

Поверхность прутков должна быть свободна от загрязнений, затрудняющих визуальный осмотр, без трещин и расслоений.

На поверхности допускаются отдельные пленки, вмятины, раковины, риски, задиры и другие дефекты, кольцеватость, следы правки, если они при контрольной зачистке не выводят прутки за предельные отклонения по диаметру. Допускаются следы технологической смазки и цвета побежалости.

По размеру прессованные прутки должны удовлетворять требованиям таблицы 4. [4].

Таблица 4-Требования к прессованным пруткам

Номинальный диаметр, мм	Предельное отклонение по номинальному диаметру прессованных прутков при точности изготовления, мм			
	ГОСТ 2060-2006		DIN EN12165:1998	
	нормальной	повышенной	класс А	класс В
Номинальный диаметр круглых прутков и предельные отклонения по диаметру				
св. 18,0 до 30,0 включ.	±0,42	±0,26	±0,30	±0,17
св. 30,0 до 50,0 включ.	±0,50	±0,31	±0,60	±0,20
св. 50,0 до 80,0 включ.	±0,60	-	±0,70	±0,37

Отклонение от формы поперечного сечения допускается в пределах допуска по диаметру. Прутки должны быть выправлены. Максимальная кривизна прутков на 1м длины по ГОСТ 2060-2006 не должна превышать значений, указанных в таблице 5[5].

Таблица 5- Допустимое значение максимальной кривизны прутков

Максимальная кривизна прутков на 1м длины при номинальном диаметре или расстоянии между параллельными гранями прутка, мм			
ГОСТ 2060-2006		DIN EN12165:1998	
св.18 до 40	4,5	св.10 до 50	3,0
св.40 до 50	5,0		
св.50 до 80	6,0		

По механическим свойствам прессованные прутки должны удовлетворять параметрам, приведенным в таблице 6 [5].

Таблица 6.-Соответствующие параметры прессованных прутков

Марка латуни	Нормативный документ	Номинальный диаметр или расстояние между параллельными гранями, мм	Временное сопротивление $\sigma_B$ , МПа, не менее	Относительное удлинение при разрыве, %, не менее		Твердость, не менее, МПа	
				$\delta_5$	$\delta_{10}$	НВ	НВ
Л63	ГОСТ 2060-2006	от 10 до 50	360	22	18	-	80
		от 55 до 80	360	22	18	-	70

### 1.3. Характеристика прессованной заготовки

(Выписка из СТО 09-03-07 «Заготовка прессованная круглого, шестигранного и квадратного сечений из цветных металлов и сплавов»[4])

Прессованная заготовка должна удовлетворять требованиям СТО 09-03-07 «Заготовка прессованная круглого, шестигранного и квадратного сечений из цветных металлов и сплавов».

Поверхность прессованной заготовки должна быть чистой, без плен, «наперстков», «налипов», засоров. Допускаются риски, раковины, задиры, забоины, не выводящие размеры заготовки при контрольной зачистке за предельные отклонения минусового допуска. На поверхности прессованной заготовки сплавов ЛС59-1, Л63, ЛС58-2 допускаются выступающие риски высотой не более плюсового допуска.

Каждая бухта заготовки должна состоять из одного отрезка, не должна иметь сукрутин, узлов, перепутывания витков.

Допускаемые отклонения прессованной заготовки должны соответствовать таблице 7 [4].

Таблица 7-Допустимые отклонения прессованной заготовки

Марка сплава	Вид заготовки и форма профиля	Номинальные размеры заготовки, мм	Допускаемые отклонения по размеру, мм	Длина заготовки, м
Л63	Заготовка круглая, шестигранная, квадратная в бухтах	11,2-23,0	±0,2	-
	Заготовка круглая, шестигранная, квадратная в отрезках	25,0-44,5	±0,2	2-4

Примечание: для твердых прутков допускаемые отклонения на размер прессованной заготовки ±0,1 мм.

#### 1.4. Характеристика исходной заготовки (слитков)

Для производства прессованных прутков и бухтовой заготовки должны использоваться слитки, удовлетворяющие требованиям, приведенным в следующих подразделах.

Требования к сплаву указаны в таблице 8. [4].

Таблица 8-Химический состав

Сплав	Предел	Основные компоненты, %			Примесей не более, % (с учетом внутризаводских ограничений)									
		Медь	Свинец	Цинк	Свинец	Железо	Сурьма	Висмут	Фосфор	Олово	Алюминий	Кремний	Никель	Сумма прочих элементов (всего)
Л63	мин.	62,0	-	Ост.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	макс.	65,0	-	-	0,07	0,2	0,005	0,002	0,01	-	-	-	0,3*	0,5

К слиткам предъявляют следующие требования по размеру:

- диаметр – 250 мм, допуск по диаметру ±3 мм;

- длина – согласно оптимальному раскрою (750,900,1000,1200,1500) мм с допуском ±10 мм.

По качеству поверхности. На поверхности слитков не допускаются:

- наличие дефектов глубиной более 1 мм, а также инородных включений;

- наличие заусенцев от резки, выступающих более 3 мм от плоскости реза;
- косина реза слитков не должна превышать 5 мм от плоскости реза;
- качество поверхности реза не должно затруднять визуальную оценку наличия дефектов в плоскости реза слитков; неровная поверхность реза («шиферный рез»), равно как и наличие следов на поверхности реза от дискового, либо ленточного полотна браковочным признаком не являются.

По прямолинейности. Величина отклонения от прямолинейности не должна превышать 1 мм на погонный метр слитка (общая величина отклонения от прямолинейности не должна превышать произведения значения отклонения на одном метре на длину слитка в метрах).

По сплошности:

- на плоскости среза слитков не должно быть дефектов в виде раковин, газовой пористости, инородных включений, трещин, расслоений.

## 2.ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСНОВНОГО ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И АГРЕГАТОВ

Техническая характеристика основного оборудования прессового участка приведена в таблице 9[4].

Таблица 9- Характеристика основного оборудования

№ п/п	Техническая характеристика оборудования		Ед. измерения	Величина
1	2		3	4
1	ГАЗОВАЯ НАГРЕВАТЕЛЬНАЯ ПЕЧЬ «СОИМ»			
	Мощность нагрева		кВт	2663
	Расход электроэнергии		кВт*ч	57
	Расчетная производительность печи при температуре на выходе	700°С	кг/ч	16 200
		750°С		15 000
		800°С		14 100
		850°С		13 300
	Потребление воды для охлаждения		л/ч	55
	Диапазон контроля температуры		°С	350-850
	Градиент температуры по сечению и длине слитка		°С	±10
2	ПЕЧЬ ДЛЯ ПОДОГРЕВА ИНСТРУМЕНТА			
	Размеры рабочей камеры	ширина	мм	640
		высота		560
		длина		2100
	Расход электроэнергии		кВт	48
	Рабочая температура нагрева инструмента		°С	450
	Максимальная температура нагрева инструмента		°С	500
	Градиент температуры		°С	±10
3	ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ПРЕСС «PRESEZZI» ДЛЯ ЭКСТРУЗИИ ПРУТКОВ МЕТОДОМ ОБРАТНОГО ПРЕССОВАНИЯ			
	Номинальная производительность пресса		МН	30
	Производительность пресса		МН	30,13
	Максимальная скорость экструзии		мм/с	42
	Диаметр холодных слитков		мм	250
	Максимальная длина слитков		мм	1500
	Диаметр рабочей втулки контейнера		мм	260
	Длина рабочей втулки контейнера		мм	1620
3.1	Характеристика главного цилиндра:			
	количество		шт.	1
	рабочее давление масла в системе		МПа	26
	диаметр пуансона		мм	1150



Продолжение таблицы 9

	максимальная сила	МН	27,53
3.2	Характеристика боковых цилиндров:		
	количество	шт.	2
	рабочее давление масла в системе	МПа	26
	диаметр цилиндра	мм	250
	диаметр пуансона	мм	180
	усилие при движении вперед	МН	2,60
	усилие при движении назад	МН	1,34
3.3	Характеристика цилиндра контейнера:		
	количество	шт.	4
	рабочее давление масла в системе	МПа	26
	диаметр цилиндра	мм	225
	диаметр пуансона	мм	140
	усилие выталкивания	МН	4,21
	возвратное усилие	МН	1,63
3.4	Характеристика цилиндра главных ножиц:		
	количество	шт.	1
	рабочее давление масла в системе	МПа	260
	диаметр цилиндра	мм	180
	диаметр пуансона	мм	125
	усилие ножиц	МН	0,67
	подъемная сила	МН	0,325
4	Выходная часть прессы «Presezzi»:		
4.1	Бухтовая линия:		
	диаметр корзин	внутренний	700
		внешний	1680
	глубина корзин		350
	диаметр прессуемой заготовки	min (2 ручья)	5
		max (1ручей)	42
	максимальная скорость намотки бухты		8
	максимальная скорость вращения моталки		150
4.1.1	Характеристика цепного конвейера:		
	расстояние между центрами корзин		2
	предельная рабочая скорость		0,24
	расстояние транспортировки корзин в экструзионном направлении		30
	расстояние транспортировки корзин против экструзионного направления		30
	число размещаемых корзин		28

Продолжение таблицы 9

	мощности приводов цепных ролягангов	кВт	20
	мощности приводов 1 и 2-го механизма перекрестного перемещения корзин	шт.кВт	2□4
	ход перемещения	м	2
4.1.2	Характеристика системы охлаждения цепного конвейера:		
	количество вентиляторов в воздухоохладительной системе	шт.	30
	Максимальный объем потока воздуха каждого вентилятора	м <sup>3</sup> /ч	7500
	мощность привода каждого вентилятора	кВт	□0,6
4.1.3	Характеристика турникета:		
	грузоподъемность турникета с транспортным крюком, состоящим из 4 одинаковых рук	шт.х кг	4□6000
	полезная длина руки турникета	мм	1900
	диаметр поворота	мм	□5000
	максимальная скорость поворота турникета	об/мин	2
	мощность привода турникета	кВт	3
4.2	Выходная часть с летучими ножницами для прутков в отрезках:		
	максимальная длина пресованной заготовки	мм	24000
	приемный канал	длина	1500
		ширина	300
4.2.1	Характеристика роликового транспортера:		
	полная длина	мм	51000
	длина роликового транспортера перед летучими ножницами	мм	3000
	длина подвижной (опускаемой) части роликового транспортера	мм	23000
	длина неподвижной части роликового транспортера	мм	28000
	расстояние между роликами	мм	500
	размеры ролика подвижной части роликового транспортера	длина	350
		диаметр	125
	скорость перемещения заготовки по транспортеру	м/с	0,3-6
	мощность приводов роликов	шт.х кВт	7□4
	максимальный шаг перемещения прутков толкателем	мм	550
	рабочая предельная скорость толкателя	м/с	0,55
4.2.2	Характеристика системы охлаждения роликового транспортера:		
	количество вентиляторов системы охлаждения выходного роликового транспортера	шт.	32
	длина ряда вентиляторов	м	□40
	расстояние между вентиляторами	мм	1000
	Максимальный объем потока воздуха	м <sup>3</sup> /ч	8000
	мощность двигателя каждого вентилятора	кВт	0,6

Продолжение таблицы 9

4.2.3	Характеристики летучих ножниц:		
	центральное расстояние на валу держателя ножей	мм	744
	стол ножа	мм	250
	максимальная скорость ножа	м/с	1,8
	номинальный крутящий момент резки	кНм	20
	максимальный крутящий момент резки	кНм	32
	минимальная длина резки ножницами	м	12
4.2.4	Характеристика шагового поперечного конвейера:		
	длина шагового поперечного конвейера	м	28
	центральное расстояние между стационарными и шаговыми поперечинами	мм	125
	расстояние транспортировки на ход	мм	от 50 до 400
	максимальная нагрузка на поверхность	кг/м <sup>2</sup>	275
	максимальная общая нагрузка на шаговый поперечный конвейер	кН	320
	мощность привода шагового поперечного конвейера	кВт	4□7,5
4.2.5	Характеристика системы охлаждения шагового поперечного конвейера:		
	длина ряда вентиляторов	м	□28
	центральное расстояние между вентиляторами	мм	1000
	максимальная скорость потока воздуха	м <sup>3</sup> /ч	6000
	мощность двигателя каждого вентилятора	кВт	0,6
4.2.6	Характеристика пиловочного роликового стола		
	длина роликового стола	м	□28
	центральное расстояние между роликами	мм	500
	полезная ширина ролика	мм	400
	диаметр ролика	мм	110
	рабочая предельная скорость	м/с	1,2
	мощность привода	шт · кВт	2□4
4.2.7	Характеристика пилы		
	диаметр режущего диска	мм	630
	максимальная скорость резки	мм/с	56
	максимальная скорость подачи диска	мм/с	5-60
	усилие зажима	кН	0,8-8
4.2.8	Характеристика правильной машины SR-63		
	диаметр прутков	мм	25-80
	максимальная скорость правки	м/с	60

Ниже дано краткое описание перечисленного оборудования [4].

Горизонтальный пресс «Presezzi» состоит из следующих основных частей.

1. Главный цилиндр, изготовленный из ковanej стали, который состоит из трех частей: поперечной балки, цилиндра и плиты основания, сваренных вместе с полным проплавлением. Внутри находится главный плунжер, изготовленный из отбеленного чугуна, имеющего твердость по Виккерсу 450–500, который скользит по обезвоженной сплошной бронзовой втулке. Давление поддерживается при помощи V-образной уплотнительной прокладки.

2. Боковой цилиндр является цилиндром двойного действия, оснащенным штоком, соединенным с движущейся траверсой, которая обеспечивает быстрое движение траверсы вперед и назад и добавляет свое усилие к усилию, произведенным главным цилиндром во время фазы прессования.

3. Пресс оснащен 4 колоннами с предварительным натяжением, соединяющими главный цилиндр и матричную плиту. Колонны имеют предварительное натяжение вдоль всей их длины, сокращающее удлинение и упругую деформацию пресса во время экструзии.

4. Подвижная траверса приводится в движение в направлении прессования при помощи боковых цилиндров. Траверса имеет 2 гнезда для снятия матричного комплекта и одну заглушку, закрывающую выход рабочей втулки во время операции экструзии.

5. Матричная плита представляющая собой траверсу, которая движется перпендикулярно оси прессования. Движение осуществляется при помощи гидравлического цилиндра, монтированного на верхнем кронштейне, и контролируется линейным датчиком. Матричная плита имеет 2 гнезда для установки рабочего и контрольного прессштемпеля.

6. Нож предназначен для отделения прессостатка от матрицы по окончании цикла прессования.

7. Загрузчик слитков имеет тип горизонтального «челнока». Слитки передвигаются по рольгангу, подвижная головка движется на линейных опорах по направляющей качения с малым коэффициентом трения.

8. Защитный корпус и контейнер приводятся в движение посредством 4-х цилиндров, соединенных с подвижной траверсой. Внутри защитного корпуса находится система изоляции, состоящая из слоя изоляционного материала, покрытого оболочкой из нержавеющей стали. Нагрев происходит за счет нагревательных элементов, находящихся в непосредственном контакте с контейнером, имеются 4 зоны нагрева и 4 контрольных

термопары. Находится контейнер, поддерживаемый и центрируемый четырьмя продольными крепежными элементами.

9. Система перемещения матриц – устройство, расположенное в непосредственной близости к прессу, обеспечивает возможность рециркуляции матриц (максимально 3 матрицы) на передвижном блоке, укомплектованном блокирующим держателем матричного комплекта. Передвижной блок имеет поперечно направленное перемещение, чтобы облегчить осмотр и замену матриц вручную.

10. Пила холодной резки, предназначенная для резки прессованных заготовок на мерные длины.

11. Правильная косовалковая машина модели SR-63 предназначена для правки круглых прутков.

Бухтовая линия выходной части пресса предназначена для приема, намотки в бухту, охлаждения прессуемой заготовки и состоит из следующих частей.

1. Два направляющих канала, которые направляют прессуемую заготовку от пресса к моталкам.

2. Двойные моталки заготовки, каждая из которых оборудована одним рамочным основанием, одним редуктором, одним барабаном, расположенным в основании, одним регулируемым приводным векторным двигателем переменного тока.

3. Конвейерная система, служащая для транспортировки, воздушного охлаждения и накопления бухт с прессованной заготовкой в корзинах. Воздухоохладительная система охлаждает бухты с прессованной заготовкой нисходящим потоком воздуха. Она оснащена вентиляторами с 3-фазовым внешним двигателем переменного тока и защитным устройством, расположенными с обеих сторон от рольгангов.

4. Система освобождения корзин, поднимающая и поворачивающая вниз корзину с заготовкой, опрокидывая ее на несущие руки турникета. Опустевшую корзину система возвращает на рольганг.

5. Турникет с транспортным крюком и накопителем бухт. Накопитель имеет 4 руки, на каждой из которых может помещаться 4 бухты.

Описание печи для нагрева слитков «СОИМ»:

Система подачи слитков к печи производится механически и состоит из роликов, сделанных из жаропрочной стали. Печь состоит из следующих основных частей:

1. Устройства загрузки и подачи на накопительное устройство

Загрузочное устройство и закрытый стол-накопитель имеют несущую конструкцию, сделанную из конструкционной стали. Данный узел оснащен дозатором,

осуществляющим подачу одного слитка за один цикл ввода в печь. Механизм загрузки в печь имеет механико-гидравлическое устройство для проталкивания в печь слитков по длине.

2. Узла регулировки и разгрузки, включающего трубу для вытяжки газов сгорания, узла регенерации воздуха горения с системой восстановления тепла с предварительным нагревом воздуха (теплообменник, изоляция трубы).

3. Пода печи, состоящего из конструкции с огнеупорной изоляционной футеровкой и трубопроводом и роликового основания, сделанного из секций и роликов.

4. Системы камер и труб, служащих для формирования тройной системы регенерации (зона косвенного нагрева).

5. Системы изолированных камер, системы главных горелок и клапанов давления (зона прямого нагрева).

6. Передней крышки печи, состоящей из изолированной дверной рамы печи, двери с пневматическим приводом, открывающаяся и закрывающаяся вертикально, а также уплотняющегося материала по наружному краю печи и внутри.

7. Оптического пирометра, реагирующего на инфракрасное излучение слитка, скомплектованное с предохранительным устройством и экраном.

8. Смесителя воздуха горения с газом и регулирующей системы, которые сделаны из трубопровода, предохранительного и дозирующего клапанов, серводвигателей, механизмов отключения, манометра, переключателей давления газа и воздуха.

9. Системы снабжения пилотной горелки – это независимая цепь с электровентилем для снабжения воздухом и газом до пилотной горелки. Обратный удар пламени предотвращается минимальным уровнем выходящей из горелки смеси воздуха с газом, показатель которого намного выше, чем объем, необходимый для распространения пламени, и также предварительной очисткой воздуха в смесительной системе до запуска и последующей очисткой при выключении горелок. Смесительная система в каждой зоне снабжена термопарой для защиты зоны при выключении газа, когда температура смеси достигает температуры спонтанного воспламенения.

Роликовый конвейер, со стороны выхода для горячих слитков, оснащен системой приводов от двигателя для вывода слитков из печи. Конструкция конвейера обеспечивает передачу нагретого слитка на приемное устройство пресса с сохранением требуемой температуры. Управление печью для нагрева слитков «СОИМ»

Путем нажатия двух клавиш и ввода значений можно произвести включение, выключение печи, а также выполнить ее настройку. Все параметры печи и нагрева

задаются с помощью пульта управления и отражаются на мониторе. Для включения печи необходимо нажать клавишу Start Furnace, данная операция включает очистку печи, проверку эффективности системы сгорания топлива, включение пилотной и главной горелок на каждом участке. Для выключения печи необходимо нажать клавишу Stop Furnace, происходит немедленная остановка системы сгорания топлива, включается вентилятор для оптимального охлаждения печи.

## 3 ТЕХНОЛОГИЯ И ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРЕССОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЛАТУНИ

### 3.1 Работа пресса обратного метода прессования

На передвижной блок при помощи грузоподъемного механизма помещается предварительно нагретый матричный комплект. Матричная плита, на которой смонтированы контрольный и рабочий прессштемпели, отодвинута в сторону, освобождая место для беспрепятственного помещения слитка в рабочую втулку. Передвижной блок с установленным на него матричным комплектом передвигается к рабочему прессштемпелю и надевает на него матричный комплект. В это же время слиток выкатывается из нагревательной печи на рольганг с приводными роликами и подается на загрузчик слитков. Далее загрузчик слитков перемещается в сторону пресса, останавливается у входа в рабочую втулку, куда гидротолкателем помещается слиток. После загрузки слитка в рабочую втулку загрузчик слитков возвращается обратно в исходное положение.

Матричная плита отодвигается в сторону так, что рабочий прессштемпель становится на уровне входа в рабочую втулку. С обратной стороны контейнера главный поршень и подвижная траверса перемещается вдоль пресса к контейнеру. Поперечный ползун размещается таким образом, что заглушка закрывает выход из рабочей втулки. Далее главный поршень, подвижная траверса и контейнер надвигаются на прессштемпель, происходит процесс экструзии. По окончании процесса экструзии главный поршень и подвижная траверса отодвигаются на некоторое расстояние от контейнера. Контейнер подается немного вперед, чтобы из втулки вышел прессостаток. Ножницы, расположенные сверху корпуса контейнера, опускаются и отделяют прессостаток от торцевой поверхности матричного комплекта, и снова поднимаются вверх в исходное состояние. Далее контейнер надвигается дальше на прессштемпель, чтобы матричный комплект вышел из рабочей втулки. Главный поршень и подвижная траверса пододвигаются к контейнеру, поперечный ползун гнездом, имеющим зажимное устройство, захватывает и снимает с рабочего прессштемпеля матричный комплект. Главный поршень и подвижная траверса, несущая матричный комплект, отодвигаются назад до конца в исходное положение. Передвижной блок перемещается к подвижной траверсе и при помощи вмонтированного в нее гидротолкателя из гнезда поперечного ползуна матричный комплект выгружается на передвижной блок. Одновременно



контейнер отодвигается назад, освобождая рабочий прессштемпель. Матричная плита отодвигается в сторону, чтобы контрольный прессштемпель встал напротив входа в рабочую втулку, с целью последующей его чистки от прессрубашки. Контейнер надвигается на контрольный прессштемпель, на конце которого прикреплена прессшайба, прессрубашка выталкивается из рабочей втулки и отрезается при помощи ножниц. Контейнер отодвигается назад, освобождая контрольный прессштемпель, и цикл прессования завершается.

### 3.2 Работа прутковой линии выходной части прессы

Роликовый транспортер (рольганг) находится в рабочей позиции – ролики выровнены относительно оси прессования. Ролики вращаются по ходу прессования, достигают скорости прессования, облегчая прохождение прутка по желобу. Когда экструзия завершена, пруток останавливается, ролики опускаются, позволяя отпрессованному прутку лечь на плиту во избежание повреждений горячего металла, конечная часть прутка (прессостаток) обрезается ножом, встроенным в пресс. Когда пруток обрезан, ролики поднимаются и передвигают пруток вперед на неподвижную часть роликового транспортера. Ролики опускаются, пруток кладется на чугунные плиты, затем толкатель сдвигает пруток от рольганга к шаговому поперечному конвейеру. Толкатель возвращается в исходное положение. Мобильные шаговые поперечины передвигают пруток на заданное расстояние, освобождая место для принятия следующего прутка. Пруток будет переведен до конечной части шагового поперечного конвейера, где находится транспортировочная каретка. Стопоры/замки поднимаются и каретка переводит пруток на роликовый пиловочный стол. Во время этой операции ролики пиловочного стола остаются в покое на нижней позиции. Далее ролики поднимаются и поднимают вверх пруток с транспортировочных кареток, которые могут быть возвращены в исходное положение. С поднятыми роликами пруток перемещается вперед до фиксированного исчезающего стопора, размещенного вблизи пильного диска, который выравнивает конец прутка. Пруток зажимается и отрезается его конец на заданную величину. Стопор исчезает и выталкиватель, расположенный вдоль дисковой пилы, сталкивает обрезь и стружку в соответствующий короб. Далее пруток передвигается до подвижного стопора, расположенного на установленной длине резки и происходит резка. Хвостовая обрезь также разгружается в короб при помощи выталкивателя. Сделав резку подвижной стопор поднимается и пруток продвигается вперед на выходной рольганг

пилы. Рольганг опускается, пруток ложится на цепной транспортер. Далее осуществляется разгрузка прутка либо в соседний накопительный карман, либо на правильную машину. Накопительный карман предусмотрен с роликовыми ремнями, которые опускают дно кармана по мере его наполнения. В кармане имеется фотоэлемент, который сигнализирует когда карман полный. В это время аппаратчик при помощи соответствующих грузоподъемных механизмов разгружает прутки из кармана и отправляет их в место складирования заготовки.

При разгрузке прутков для проведения последующей операции правки прутки с цепного транспортера укладываются на накопительный стан, оборудованный устройством для их разделения. Пруток ложится на ролики, которые передвигают его к входу в правильную машину. Правильная машина производит правку прутка гиперболическими роликами. Как только пруток попадает в правильную машину, для того чтобы не повредить ролики входного канала через биение прутка, возникающее в результате вращательно-переводного движения, ролики опускаются и таким образом пруток скользит по V-образному каналу, который может быть легко заменен в случае износа. Пруток, вышедший из правильной машины, проходит через комплект маслосъемных колец, которые очищает пруток от масла, используемого в процессе правки прутка. Далее пруток с помощью вертикальных зажимных роликов передвигается на разгрузочный стан и направляется в накопительный карман. В кармане имеется фотоэлемент, который сигнализирует когда карман полный. В это время рабочий при помощи соответствующих грузоподъемных механизмов берет прутки из кармана и отправляет их в место складирования заготовки.

Роликовый транспортер (рольганг) находится в рабочей позиции – ролики выровнены относительно оси прессования. Ролики летучих ножниц вращаются и достигают скорости прессования. Пруток продвигается вперед и при достижении им заданной длины летучим ножницам подается соответствующий сигнал и производится резка. Когда резка произведена ролики, находящиеся перед ножницами, продолжают толкать вперед пруток на установленной скорости прессования. В это время ролики, расположенные за летучими ножницами, увеличивают скорость, чтобы произвести быстрое передвижение отрезанного прутка к шаговому поперечному конвейеру. Данное передвижение отрезанного прутка должно совершаться до прихода следующего отрезанного прутка. Как только ряд всех раскроенных прутков разместится на шаговом поперечном конвейере цикл продолжается.

### 3.3 Работа бухтовой линии выходной части прессы

Прессование в бухту может проводиться в один или два ручья. До момента прессования необходимо выбрать надлежащий конвейерный желоб. В случае экструзии в два ручья работают обе намоточно-размоточные моталки. В случае экструзии в один ручей работает вторая моталка. Направляющий желоб находится в соосном расположении с прессом, корзины закреплены на плитах моталок, а контрконусы опущены внутрь корзин. Скорость моталок синхронизируется со скоростью экструзии. В последующем, для равномерного укладывания витков и хорошего формирования бухты, скорость моталок меняется по отношению к скорости экструзии. В конце прессования намоточно-размоточные моталки и пресс останавливаются. После обрезки прессостатка, встроенным в пресс ножом, моталки начинают вращаться для извлечения части заготовки, оставшейся между прессом и моталкой. Далее поднимаются, при помощи пневматического управления, контрконусы и при помощи подвижной части цепного конвейера - корзины содержащие бухты. После этого корзины передвигаются вперед. В случае прессования в один ручей конвейер переводит корзины на 2м, в два ручья – на 4м. В конце идущей линии имеются 4 направляющих ролика, которые освобождают корзину с цепей конвейера и надлежащая транспортная каретка двигает одновременно 1 или 2 корзины на возвратный цепной транспортер. В это же время конвейер, размещенный в зоне моталок, располагающий 1 или 2 пустыми корзинами передвигает их с возвратного цепного конвейера на намоточно-размоточные моталки. Мобильный конвейер опускается, ставя корзины на поддоны намоточно-размоточных моталок, оборудованных магнитными и штыревыми откатками, которые блокируют корзины на поддонах. Разгрузочная зона бухт с корзин находится в промежуточном положении возвратного конвейера. Корзина, которую нужно освободить, поднимается роликом и переводится с помощью транспортной каретки на бухтовое опрокидывающее устройство. Защитный штырь обеспечивает закрытие корзины к поверхности бухтового опрокидывающего устройства. Транспортная каретка двигается обратно и покидает зону бухтового опрокидывающего устройства. Только после этого подается команда опрокинуть корзину. Рычаг бухтового опрокидывающего устройства поворачивается на 110° и разгружает бухту на 4 вращающиеся крестовины. Бухтовое опрокидывающее устройство с пустой корзиной идет обратно в начальную позицию, защитный штырь исчезает, транспортная каретка подбирает пустую корзину и двигает ее на возвратный цепной конвейер. После поворота крестовины на 180° бухта берется крючком поднимающего конвейера и ставится на руки

бухтового накопителя. Эта операция повторяется до заполнения руки бухтового накопителя (емкость руки – 4 бухты). С полной рукой бухтовой накопитель поворачивается на 90°. Бухтовой накопитель готов принять новые бухты и позволяет разгрузить ранее сформированные бухты в места складирования заготовки.

### 3.4 Технологические правила

1 Температура нагрева слитков перед прессованием (640-780) °С.

2 Технологические параметры прессования прутков заготовки приведены в методике расчета.

3 Прессование производится с рубашкой, толщиной до 2-х мм, прессостатком толщиной (30± 5) мм.

4 С целью исключения прилипания прессрубашки к боковой поверхности матрицедержателя и опорного кольца и более легкого ее удаления боковая поверхность матрицедержателя и опорного кольца смазывается смазкой DAG-1559, при ее отсутствии допускается применение смеси графита и минерального масла. Торцевая поверхность опорного кольца и матрицы не смазывается.

5 Прессование изделий размерами 25-28мм производится в матрицы из твердого сплава (ВК8). Прессование размеров 28-80мм в матрицы из стали 3Х2В8Ф.

6 Бухтовая заготовка размерами 12,1– 33,5 мм прессуется в один ручей; размером 5,0-12,0 мм в два ручья. Прутки в отрезках размером 25 - 80 мм прессуются в один ручей. Максимальная длина раскrojенных прутков 23 000 мм.

Технологическая карта прессования приведена в таблице 10 [4].

Таблица 10-Технологическая карта прессования латуни

№ п/п	Наименование операции и оборудования	Основные технологические характеристики операции и оборудования	Размеры на операции, мм	
			до	после
1	Нагрев слитков. Газовая нагревательная печь «СОИМ» Инв.№ 428270.	Температура нагрева слитков (650-670) <sup>0</sup> С. Контроль температуры осуществляется оптическим пирометром с выводом показаний на дисплей компьютера.	Приложение А	Приложение А

2	<p>Прессование. Горизонтальный пресс «Presezzi» для экструзии прутков методом обратного прессования усилием 30 Мн., рабочее давление масла в системе 260 бар Инв. № 428269 ТИ 3.1-02</p>	<p><b>1. Подготовка к прессованию:</b>          А. Втулка контейнера Ø(260+2) мм, должна быть подогрета до температуры (350- 380) °С.          В. Матричный узел перед прессованием должен быть подогрет до температуры (450-500)°С. Матричный узел для прессования включает в себя: матрицедержатель одноочковый, опорное кольцо, матрицы из твердого сплава ВК8-ОМ или матрицы стальные марки 3Х2В8Ф, размеры матриц указаны в приложении А.          С. Графитовый желоб должен быть отчищен от продуктов прессования (оксидная пыль, наросты,), в случае наличия на поверхности графитовых пластин наростов цинка или свинца, необходимо их зачистить наждачной бумагой.          D, Рабочая зона и выходная распушка матрицы должны быть очищены от наростов и налипков наждачной бумагой или алмазной пастой.</p> <p><b>2. Процесс прессования:</b>          А. Первый оператор пресса выставляет указаны технологические параметры, которые в приложении А          В торой оператор пресса собирает предварительно подогретый матричный узел, осуществляет замер матрицы штангенциркулем. После чего наносит на рабочую зону матрицы смазку гудрон+графит. Боковую поверхность матрицедержателя и опорного кольца смазывает смазкой Томфлон ЛПС-500. Торцевая поверхность опорного кольца и матрицы не смазывается.</p> <p>С. После первого отпрессованного слитка первый оператор пресса осуществляет замер отпрессованного прутка микрометрами с диапазоном измерения 0-25 м, 25-50, 50-75 мм.</p>	Приложение А	Приложение А
---	--	--	--------------	--------------

Окончание таблицы 10

3	Резка и правка. Дисковая пила.	Обрезка переднего и задних конца, резка на мерные длины.	Приложение А	Приложение А
4	Приёмка ОУК. Пакетирование.	Приемка ОУК согласно требованиям ГОСТ 6688 и СТО 09-54.	Приложение А	Приложение А
5	Сдача на склад.	Тракторная тележка.	Приложение А	Приложение А

Регламент технологического обслуживания пресса «PRESEZZI» изложен в табл. 11 [4].

Таблица 11- Регламент технологического обслуживания пресса PRESEZZI»

Вид обслуживания	Периодичность	Описание недопустимых значений контролируемых параметров	Мероприятие по устранению выявленных несоответствий	Ответственный
Осмотр рабочей втулки	Ежедневно	Отсутствие полной прессрубашки толщиной не менее 1 мм: Причины: 1. Нарушена центровка пресса; 2. Износ рабочей втулки.	Произвести: 1. Центровку пресса; 2. Разворот контейнера или замену рабочей втулки (по указанию мастера или начальника цеха)	Прессовщик
Осмотр опорного кольца	Каждая 5-я прессовка	1. Наличие на опорном кольце остатков прессрубашки: диаметр опорного кольца не позволяет снять полную прессрубашку; 2. Деформация края опорного кольца.	Произвести замену опорного кольца (диаметр опорного кольца должен быть 257,5 мм). Для получения более толстой прессрубашки допускается использование опорного кольца диаметром 256,5 мм.	Прессовщик
Осмотр контрольной пресшайбы	Каждая 5-я прессовка	1. Наличие на контрольной пресшайбе остатков прессрубашки: Диаметр контрольной шайбы не	1. По согласованию с мастером по инструменту ц. №3 или инженером-технологом ТО заменить контрольную пресшайбу на	Прессовщик

Окончание таблицы 11

		диаметр контрольной шайбы не позволяет полностью очистить рабочую втулку от остатков прессрубашки. 2. Деформация края контрольной прессшайбы;	больший диаметр. 2. Заменить контрольную прессшайбу.	
Осмотр матрицы	Перед установкой матрицы в опорное кольцо	1. Выявление трещин, сколов на рабочей поверхности матрицы; 2. Перекос матрицы в обойме при посадке; 3. Износ полированной поверхности рабочего пояса и выходной распушки матрицы;	Произвести замену матрицы.	Прессовщик

При изготовлении прессованных прутков в отрезках и бухтовой заготовки возможны виды брака, указанные в табл. 12 [4].

Таблица 12- Брак, его причины и меры устранения

№ п/п	Вид брака	Причины брака	Меры устранения
1	Брак по диаметру прутка. Прутки, заготовка не удовлетворяют требованиям НД (ГОСТ, ТУ, DIN EN, СТП.)	Несоответствие размера очка матрицы размеру прессуемого изделия. Размер очка матрицы выполнен без учета на усадку горячего металла. Отсутствие контроля за размером диаметра прутка аппаратчиком во время прессования.	Подбор матриц в соответствии с таблицами приложения А. При установке новой матрицы после 2-ой, 3-ей прессовки проверять диаметр прутка.

Продолжение таблицы 12

2	Риски	Лопнувшая матрица. Налипы на рабочем пояске матрицы.	Сменить или зачистить матрицу. При быстром выходе из строя матрицы по возможности снизить давление прессования, выбрать подходящий по выходному размеру матрицедержатель. Своевременно контролировать качество поверхности прессизделия.
3	Поперечные трещины	Перегрев слитков. Завышена скорость прессования.	Не допускать перегрева слитков. Прессование производить на скорости, не вызывающей образования трещин.
4	Забоины	Грубые дефекты на поверхности премного канала, транспортирующих роликов, контрконусов и корзин	Зачистить места, приводящие к забоинам. Заменить поврежденные графитовые пластины на новые.
5	Пузыри	Обильное попадание смазки на торцевую (рабочую) поверхность матрицедержателя.	Смазывать только боковую поверхность матрицедержателя.
6	Налипы и наперстки на поверхности бухтовой заготовки	Завышенная скорость прессования металла. Завышенная температура нагрева слитков. Мал выходной конус матрицы.	Снизить скорость прессования. Следить за правильным нагревом слитков. В работу брать матрицу с большим выходным конусом.
7	Поверхностная прессуляжина	Неудовлетворительное качество поверхности слитков. Наличие остатков прессрубашки в рабочей втулке, вследствие ее некачественной прочистки по длине.	Не брать в работу слитки, имеющие грубые поверхностные дефекты. Своевременно и качественно прочищать рабочую втулку, путем подбора контрольной прессшайбы соответствующего диаметра.



#### 4.ТЕМПЕРАТУРНО - СКОРОСТНЫЕ УСЛОВИЯ ПРЕССОВАНИЯ

Характерной особенностью прессования сплавов на основе меди являются сложные температурные изменения в системе «прессуемый металл - прессовый инструмент».

При прессовании медных сплавов температура рабочего инструмента значительно (на 300-500 °С) ниже температуры слитка. Это приводит к интенсивному охлаждению слитка в контейнере, особенно в начальной стадии процесса – при прессовке.

В процессе прессования вследствие деформации металла выделяется большое количество тепла, повышающее температуру металла в очаге деформации по сравнению с температурой нагрева заготовки перед прессованием. Поэтому даже при нагреве заготовок в допустимом температурном интервале можно не получить качественных изделий из-за нарушения скоростного режима прессования.

Температура металла при прессовании и скорость истечения являются главными технологическими параметрами процесса. Обычно оба эти параметра объединяют в одно понятие – температурно–скоростной режим, который определяет структуру, свойства и качество прессизделий. Строгое соблюдение температурно–скоростного режима является основой получения изделий высокого качества.

Оптимальные температурно-скоростные режимы определяют на основании практического опыта работы.

При прессовании горячепрессованных прутков диаметром 40 мм из латуни марки Л63 принята скорость прессования  $v_{ист} = 25$  мм/с [4], при температуре прессования 660-680 °С.

## 5. ВЫБОР СЛИТКА ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ

Выбор размера заготовки ограничен диаметром рабочей втулки контейнера 260 мм и длиной рабочей втулки контейнера 1620 мм. Слитки диаметром  $250 \pm 3$  мм и длиной согласно оптимальному раскрою (750, 900, 1200, 1500 мм) с допуском  $\pm 10$  мм получают на разливочном миксере BORA 15K 250, предназначенном для отливки латунных слитков. Длина слитка выбирается в зависимости от того, какой длины требуется отпрессованная заготовка. Длину заготовки при экструзии профилей постоянного сечения определяют по формуле [6]

$$L = \frac{[(l_{\text{пф}} + l_{\text{пр}})m l_{\text{ко}}]n F_{\text{пф}}}{F_{\text{заг}}} + h_{\text{по}} \mu_{\text{р}},$$

где  $l_{\text{пф}}$  – длина готового профиля;  $l_{\text{пр}}$  – припуск на длину ;  
 $m$  – кратность профилей в прессовке;  $l_{\text{ко}}$  – длина концевой обрезки;  $n$  – число каналов в матрице;  $h_{\text{по}}$  – высота прессостатка;  $\mu_{\text{р}}$  – коэффициент распрессовки;  $F_{\text{заг}}$ ,  $F_{\text{пф}}$  – площади сечения заготовки и готового профиля; при  $l_{\text{пф}} = 49490$  мм;  $l_{\text{пр}} = 60$  мм;  $m = 1$ ;  $l_{\text{ко}} = 120$  мм;  $n=1$ ;  $h_{\text{по}} = 30$  мм;  $\mu_{\text{р}} = 1,08$ ;  $F_{\text{заг}} = 49087$  мм<sup>2</sup>;  $F_{\text{пф}} = 268,8$  мм<sup>2</sup> имеем:

$$L = \frac{[(24745 - 60) \cdot 2 + 120] \cdot 1 \cdot 1256}{49087} + 30 \cdot 1,08 = 1320 \text{ мм.}$$

## 6. РАСЧЕТ ДЕФОРМАЦИОННЫХ И СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРЕССОВАНИЯ

Усилие прессования обратным методом рассчитаем по формуле И.Л. Перлина [6]

$$R_{\text{пр}} = R_M + R_M + R_n,$$

где  $R_M$  - усилие, необходимое для осуществления основной деформации без учета внешнего трения, т.е. усилие, требующееся для преодоления сопротивления металла деформации, МН;

$R_M$  - усилие, необходимое для преодоления сил трения, возникающих на боковой поверхности обжимающей части очага деформации, МН;

$R_n$  - усилие, необходимое для преодоления сил трения, возникающих на поверхности калибрующего пояска матрицы, МН.

Определим первую составляющую усилия прессования  $R_M$

$$R_M = \frac{0,785 * \varepsilon}{\cos^2(\alpha/2)} * D_K^2 * \sigma_S,$$

где  $\varepsilon$  - степень деформации;

$D_K$  - диаметр контейнера, мм;

$\alpha$  - угол наклона образующей матрицы к оси прессования, град;

$\sigma_S$  - сопротивление деформации, среднее в пределах очага деформации, МПа.

Степень деформации

$$\varepsilon = \ln \lambda = \ln \frac{F_K}{F_1},$$

где  $\lambda$  - коэффициент вытяжки;

$F_K$  - площадь поперечного сечения распрессованного слитка, мм<sup>2</sup>;

$F_1$  - площадь поперечного сечения полученного прутка, мм<sup>2</sup>;

Площадь поперечного сечения распрессованного слитка равна

$$F_k = \frac{\pi 260^2}{4} = 53066 \text{ мм}^2.$$

Площадь поперечного сечения полученного прутка равна

$$F_1 = \frac{\pi 40^2}{4} = 1256 \text{ мм}^2$$

Тогда  $\lambda=42,25$ .

Определим степень деформации по формуле

$$\varepsilon = \ln\left(\frac{53066}{1256}\right) = 3,7436.$$

Сопротивление деформации, среднее в пределах очага деформации, определим по выражению

$$\sigma_s = \sqrt{\sigma_{s0} * \sigma_{s1}},$$

где  $\sigma_{s0}$  - сопротивление деформации в начале очага деформации, МПа;

$\sigma_{s1}$  - сопротивление деформации в конце очага деформации, МПа.

Рассчитаем скорость деформации при прессовании

$$\xi = \frac{2v_0}{D-d} * \frac{\lambda-1}{\text{tg}\alpha},$$

где  $v_0$  - скорость прессования;

D - диаметр слитка;

d - диаметр прутка.

Изделие прессуется через плоскую матрицу, угол естественного течения металла составляет  $\alpha = 60^\circ$ .

Определим скорость прессования по следующей формуле

$$v_0 = \frac{v_{\text{ист}}}{\lambda};$$

где  $v_{\text{ист}}$  - скорость истечения металла.

$$v_0 = \frac{25}{42,25} = 0,59 \text{ мм/с};$$

$$\xi = \frac{2 \cdot 0,59}{250 - 40} * \frac{42,25 - 1}{\text{tg}60} = 0,13 \text{ с}^{-1}.$$

Процесс прессования ведется при температуре  $660 \pm 20$  °С, исходя из полученных данных мы можем найти сопротивление деформации латуни Л63 по кривым деформационного упрочнения (рисунок 2).

$$\sigma_{s0} = 52 \text{ МПа}.$$

Сопротивление деформации в конце обжимающей части очага деформации определим по выражению

$$\sigma_{s1} = \sigma_{s0} * C,$$

где  $C$  - коэффициент упрочнения при зарекристаллизационной температуре.

При  $\lambda=42,25$  находим методом интерполяции  $c=1,414$ [6];

$$\sigma_{s1} = 52 * 1,414 = 73,53 \text{ МПа}.$$

Определим сопротивление деформации, среднее в пределах очага деформации

$$\sigma_s = \sqrt{52 * 73,53} = 61,84 \text{ МПа}$$

С учетом полученных данных рассчитаем  $R_M$

$$R_M = \frac{0,785 * \varepsilon}{\cos^2(\alpha/2)} * D_k^2 * \sigma_s = \frac{0,785 * 3,7436}{\cos^2(65/2)} * 260^2 * 61,84 = 17,272 \text{ МН}$$

Вторую составляющую усилия прессования определим по выражению

$$P_M = \frac{0,785 * \varepsilon}{\sin \alpha} * \mu_{M3} D_k^2 \sigma_s$$

где  $\mu_{M3}$  - коэффициент трения в очаге деформации,  $\mu_{M3} = 0,5$  [6].

Получаем

$$P_M = \frac{0,785 * \varepsilon}{\sin \alpha} * \mu_{M3} D_k^2 \sigma_s = \frac{0,785 * 3,7436}{\sin 65} * 0,5 * 260^2 * 61,84 = 6,775 \text{ МН}.$$

Определим третью составляющую усилия прессования по формуле

$$P_n = \frac{F_k}{F_1} F_n * \mu_{sn} * \sigma_{s1},$$

где  $F_n$  - площадь калибрующего пояса матрицы, мм;

$\mu_{sn}$  – коэффициент трения по сопротивлению деформации на калибрующем пояске матрицы,  $\mu_{sn}=0,25$  [6].

Определим площадь калибрующего пояса канала матрицы

$$F_n = \pi * d_n * L_n,$$

где  $d_n$ - диаметр калибрующего пояса канала матрицы, мм;

$L_n$  – длина калибрующего пояса канала матрицы, мм.

Так как  $d_n = 40$  мм, а  $L_n = 6$  мм, то площадь калибрующего пояса канала матрицы равна

$$F_n = \pi * 40 * 6 = 753,6 \text{ мм}^2.$$

Рассчитаем усилие, необходимое для преодоления сил трения, возникающих на поверхности калибрующего пояса матрицы

$$P_n = \frac{53066}{1256} * 753,6 * 0,25 * 73,53 = 0,586 \text{ МН.}$$

Определим общее усилие прессования

$$P_{\text{пр}} = 17,272 + 6,775 + 0,586 = 24,633 \text{ МН.}$$

Напряжения действующие на зеркале матрицы, при прессовании

$$P_{\text{з.м.}} = \frac{P_{\text{пр}}}{F_{\text{з.м.}}},$$

где  $F_{\text{з.м.}}$  - площадь зеркала матрицы.

$$F_{\text{з.м.}} = \frac{\pi 257,5^2}{4} - F_1;$$

$$F_{\text{з.м.}} = 52050,4 - 1256 = 50794,4 \text{ мм}^2;$$

$$p = \frac{24633000}{50794,4} = 484,9 \text{ МПа}$$

Вывод: расчеты показали, что потребное усилие прессования меньше номинального усилия, пресса равного 30 МН.

## 7. ВЫХОД ГОДНОГО И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Выход годного рассчитывается по формуле

$$ВГ = \frac{1000}{К} * 100\%,$$

где Кз – заправочный коэффициент, показывающий, какое количество металла необходимо для получения одной тонны годного.

Рассчитаем выход годного по предлагаемой технологии с учетом того, что Кз = 1153,4

$$ВГ = \frac{1000}{1153,4} * 100\% = 86,7\%.$$

Часовую производительность прессы определим по формуле [1]

$$P_{\text{час}} = \frac{3600}{T_{\text{ц}} * 1000} \rho F (L_{\text{сл}} - L_{\text{пр.ост}}),$$

Где  $T_{\text{ц}}$  - длительность цикла прессования, с;

$\rho$  - плотность сплава, г/см<sup>3</sup>;

$F$  - сечение слитка, см<sup>2</sup>;

$L_{\text{сл}}$  - длина слитка, см;

$L_{\text{пр.ост}}$  - длина прессостатка, см.

Так как  $T_{\text{ц}} = 600$  с [4],  $\rho = 8,85$  г/см<sup>3</sup> [4],  $F = 490,625$  см<sup>2</sup>,  $L_{\text{сл}} = 132$  см,  $L_{\text{пр.ост}} = 3$  см, то часовая производительность прессы равна

$$P_{\text{час}} = \frac{3600}{600 * 1000} * 8,85 * 490,625 * (132 - 3) = 3360,73 \text{ кг/ч}$$

Часовая производительность прессы обеспечивает выполнение производственной программы.

## 8. ПРОВЕРОЧНЫЕ РАСЧЕТЫ ОБОРУДОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТА

### 8.1. Расчет на прочность главного цилиндра

Главный цилиндр однослойный, изготовленный из ковanej стали, который состоит из трех основных частей: поперечной балки, цилиндра и плиты основания, сваренных вместе с полным проплавлением.

Характеристика главного цилиндра приведена в табл. 13 [2].

Таблица 13 - Характеристика главного цилиндра

Техническая характеристика	Единица измерения	Величина
Номинальное усилие пресса	МН	30
Характеристика главного цилиндра:		
Количество	шт.	1
Рабочее давление масла	МПа	26
Диаметр плунжера	мм	1100

Однослойный цилиндр допустимо рассматривать как толстостенную трубу, на которую изнутри действует высокое давление жидкости, снаружи – атмосферное давление воздуха, и рассчитывать по формулам Ляме [3].

Радиальные напряжения

$$\sigma_r = \frac{p_2 R_B^2 - p_1 R_H^2}{R_H^2 - R_B^2} - \frac{(p_2 - p_1) R_H^2 R_B^2}{r^2 (R_H^2 - R_B^2)},$$

тангенциальные напряжения

$$\sigma_\tau = \frac{p_2 R_B^2 - p_1 R_H^2}{R_H^2 - R_B^2} + \frac{(p_2 - p_1) R_H^2 R_B^2}{r^2 (R_H^2 - R_B^2)},$$

где  $p_2$  – давление жидкости в цилиндре, МПа;

$p_1 = 0,1$  МПа – атмосферное давление;

$R_H$  – наружный радиус цилиндра, м;

$R_B$  – внутренний радиус цилиндра, м;

$r$  – текущий радиус стенки цилиндра, м.

Если принять допущение, что давление  $p_1$  отсутствует, так как оно пренебрежимо мало по сравнению с давлением жидкости в цилиндре, то выражения для определения  $\sigma_r$  и  $\sigma_\tau$  можно записать в следующем виде [3]:



$$\sigma_r = \frac{p_2 R_B^2}{R_H^2 - R_B^2} \left( 1 - \frac{R_H^2}{r^2} \right), \sigma_r = \frac{p_2 R_B^2}{R_H^2 - R_B^2} \left( 1 + \frac{R_H^2}{r^2} \right).$$

Изменяя величину текущего радиуса  $r$ , можно определить величину напряжений на внутренней и наружной стенках цилиндра.

Осевые напряжения

$$\sigma_z = \frac{p_2 R_B^2}{R_H^2 - R_B^2}.$$

Радиальные напряжения

$$\sigma_r = \frac{p_2 R_B^2}{R_H^2 - R_B^2} \left( 1 - \frac{R_H^2}{r^2} \right).$$

Тангенциальные напряжения

$$\sigma_\tau = \frac{p_2 R_B^2}{R_H^2 - R_B^2} \left( 1 + \frac{R_H^2}{r^2} \right).$$

По энергетической теории прочности эквивалентное напряжение определяется по уравнению

$$\sigma_\varepsilon = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_\tau - \sigma_z)^2 + (\sigma_\tau - \sigma_r)^2 + (\sigma_r - \sigma_z)^2}.$$

При рабочих давлениях менее 50 МПа расчет можно упростить, определив эквивалентное напряжение на внутренней поверхности цилиндра по формуле [3]:

$$\sigma_\varepsilon = \frac{\sqrt{3} R_H^2 p}{R_H^2 - R_B^2}.$$

Примем внутренний диаметр цилиндра 1000 мм, а наружный 1200 мм, получим

$$\sigma_\varepsilon = \frac{\sqrt{3} \cdot 1,2^2 \cdot 32}{1,2^2 - 1,0^2} = 181 \text{ МПа}.$$

Для ковального цилиндра из стали марки Ст3 примем  $\sigma_{02} = 450$  МПа, тогда при рекомендуемом коэффициенте запаса прочности  $[n] = 2,2$  допускаемое напряжение будет равно  $[\sigma] = 450 / 2,2 = 205$  МПа.

Таким образом, главный цилиндр удовлетворяет условию прочности.

## 8.2 Расчет главного плунжера на прочность

Главный плунжер изготовлен из отбеленного чугуна, имеет твердость по Виккерсу 450–500, скользит по обезвоженной сплошной бронзовой втулке. Давление поддерживается при помощи V – образной уплотнительной прокладки.

Плунжеры сплошные работают только на сжатие и, следовательно, рассчитываются по формуле

$$\sigma = \frac{P}{F},$$

где  $\sigma$  – напряжение сжатия, возникающее в плунжере, МПа;

$P$  – максимальное передаваемое плунжером усилие, МН;

$F$  – площадь поперечного сечения плунжера, .

От давления жидкости возникают сжимающие осевые, а также радиальные и тангенциальные напряжения, которые можно определить по формулам:

осевые сжимающие напряжения

$$\sigma_z = -\frac{R_B^2 p}{R_H^2 - R_B^2};$$

радиальные напряжения

$$\sigma_r = -\frac{p R_H^2}{R_H^2 - R_B^2} \left( 1 - \frac{R_B^2}{r^2} \right);$$

тангенциальные напряжения

$$\sigma_\tau = -\frac{p R_H^2}{R_H^2 - R_B^2} \left( 1 + \frac{R_B^2}{r^2} \right),$$

где  $R_H$  – наружный радиус плунжера в м;

$R_B$  – внутренний радиус плунжера в м;

$r$  – текущий радиус плунжера;  $p$  – максимальное давление рабочей жидкости в цилиндре, МПа.

Опасные напряжения возникают на внутренней поверхности плунжера при  $r = R_B$ .

Далее рассчитывается эквивалентное напряжение по энергетической теории прочности

$$\sigma_\varepsilon = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_\tau - \sigma_z)^2 + (\sigma_\tau - \sigma_r)^2 + (\sigma_r - \sigma_z)^2}.$$

Допускаемый коэффициент запаса прочности относительно предела текучести следует принимать  $[n] = 1,5$ .

Для нашего случая получим на внутренней поверхности плунжера:

– осевые напряжения

$$\sigma_z = -\frac{1,1^2 \cdot 32}{1,1^2 - 0,9^2} = -105,6 \text{ МПа,}$$

– радиальные напряжения

$$\sigma_r = -\frac{32 \cdot 1,1^2}{1,1^2 - 0,9^2} \left(1 - \frac{1,1^2}{0,9^2}\right) = 22,2 \text{ МПа,}$$

– тангенциальные напряжения

$$\sigma_\tau = -\frac{32 \cdot 1,1^2}{1,1^2 - 0,9^2} \left(1 + \frac{1,1^2}{0,9^2}\right) = -233,4 \text{ МПа.}$$

Эквивалентное напряжение составит

$$\sigma_\sigma = 1/\sqrt{2} \sqrt{(-233,4 - (-105,6))^2 + ((-105,6) - 22,2)^2 + (22,2 - (-233,4))^2} = 196,6 \text{ МПа.}$$

Для отбеленного чугуна, имеющего  $\sigma_{02} = 300$  МПа, при рекомендуемом коэффициенте запаса прочности  $[n] = 1,5$  допускаемое напряжение будет равно  $[\sigma] = 300/1,5 = 200$  МПа. Таким образом, главный плунжер удовлетворяет условию прочности.

### 8.3. Расчет колонн на прочность

Пресс оснащен 4 колоннами, соединяющими главный цилиндр и матричную плиту, имеющими предварительное натяжение вдоль всей их длины, сокращающее удлинение и упругую деформацию пресса во время экструзии[2].

В колоннах действуют напряжения растяжения, которые определяются в зависимости от конструктивной схемы растяжения.

Растягивающее усилие  $P_p$ , действующее на одну колонну четырёхколонного пресса номинальным усилием  $P = 30$  МН, определяется по формуле[3]:

$$P_p = \frac{P}{4} = \frac{30}{4} = 7,5 \text{ МН.}$$

Величина растягивающих напряжений в колонне диаметром  $d_k = 300$  мм будет равна

$$\sigma_p = \frac{4P_p}{\pi d_k^2} = \frac{4 \cdot 7,5}{\pi \cdot 0,3^2} = 106,2 \text{ МПа.}$$

Для колонны из стали 12ХН3А с временным сопротивлением  $\sigma_B = 700$  МПа при рекомендуемом коэффициенте запаса прочности  $[n]=5$  допускаемое напряжение равно  $[\sigma] = \sigma_B / [n] = 700/5 = 140$  МПа. Таким образом, условие прочности для колонны выполняется.

#### 8.4. Расчет на прочность технологического инструмента

Комплект прессового инструмента включает основной (пресс-штемпели, пресс-шайбы, матрицы, матрицедержатели и контейнеры) и вспомогательный инструмент (переходные патроны, подкладные кольца, установочные конуса, прижимные устройства и пр.).

При прессовании сплавов на основе меди и ее сплавов инструмент работает в тяжелых условиях. Разогрев поверхностных слоев в процессе выдавливания достигает  $600 - 720^\circ\text{C}$ , а перепад температуры по сечению инструмента  $400-500^\circ\text{C}$  [1]. Рассмотрим элементы прессового инструмента.

Контейнер является приемником слитка, нагретого при прессовании сплавов до  $660 - 720^\circ\text{C}$ . В процессе выдавливания он воспринимает полное давление металла со стороны прессуемого металла в условиях интенсивного трения при высокой температуре.

Пресс-штемпель передает усилие от главного цилиндра к прессуемому металлу, т.е. в процессе выдавливания он воспринимает полную нагрузку от давления прессования.

Основное назначение рабочих пресс-шайб – исключение непосредственного контакта прессштемпеля с нагретой заготовкой. Пресс-шайбы, воспринимая в процессе деформации полное давление прессования, подвергаются циклическому температурному нагружению, поэтому их изготавливают из поковок легированных сталей.

Контрольные шайбы предназначены для удаления пресс-рубашки и очистки втулки контейнера от остатков металла и окалины.

Матрица – наиболее ответственная и наиболее изнашивающаяся деталь сборки прессового инструмента. Она формирует контур пресс-изделия, определяет точность его размеров и качество поверхности[3].

### 8.5.Расчёт на прочность контейнера

Контейнер прессы служит для приема слитков, нагретых до температуры прессования; он воспринимает во время прессования давление, необходимое для деформации слитка и получения изделия заданного профиля. Контейнер – один из наиболее нагруженных узлов инструментальной наладки прессы. Поэтому его прочность обуславливает температурно-скоростные условия процесса, лимитирует величины коэффициентов вытяжки и размеры слитка [7].

Размеры втулок двухслойного контейнера горизонтального гидравлического усилием 30 МН приведены на рисунке 3.

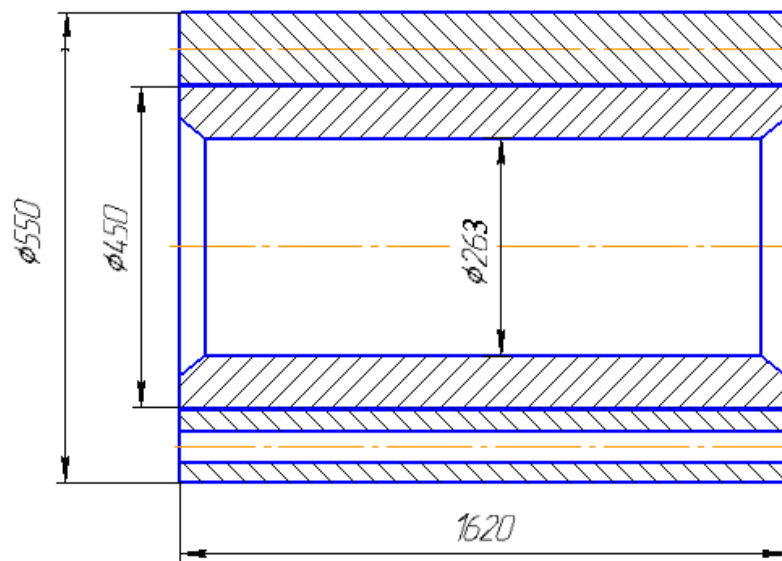


Рисунок 3- Схема многослойного контейнера горизонтального гидравлического прессы усилием 30 МН

Материал втулок: рабочей – сталь марки 4Х2В с  $\sigma_{02}=1050$  МПа, наружной – 5ХНМ с  $\sigma_{02}=700$  МПа.

Усилие прессования  $P$  примем равным 30 МН.

Рассчитываем давление металла на внутреннюю поверхность контейнера по формуле:

$$p_k = (0,6 \div 0,9) \frac{4P}{\pi d_k^2}.$$

После подстановки получим:

$$p_k = (0,6 \div 0,9) \frac{4 \cdot 30}{\pi \cdot 0,263^2} = 367 \div 550 \text{ МПа.}$$

Примем  $p_k = 400 \text{ МПа}$ .

Выбираем величину относительного натяга для скрепления внутренней и наружной втулок  $\left(\frac{2\delta}{d_c}\right)_1 = 0.0012$ .

Для обеспечения горячего натяга втулку нагревают до температуры

$$\Delta t = \frac{2\delta}{d_c} \cdot \frac{1}{\alpha} + (100 \div 150).$$

Определяем температуру нагрева втулки для обеспечения сборки с выбранным натягом при коэффициенте температурного расширения  $\alpha = 12.5 \cdot 10^{-6} \text{ 1/град}$ :

– температура нагрева наружной втулки для посадки ее на внутреннюю втулку

$$(\Delta t)_1 = 0.0012 \cdot \frac{1}{12.5 \cdot 10^{-6}} + (100 \div 150) = 196 \div 246 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Видно, что расчетное значение температуры нагрева втулки не превышает предельных значений 500–550 °С.

Рассчитаем контактные давления на поверхностях сопряжения втулок после их горячей сборки, приняв модуль упругости материала всех втулок одинаковыми, равным  $2,15 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ .

При посадке наружной втулки на внутреннюю ( $i=1$ ,  $d_1 = 0,263 \text{ м}$ ,  $d_2 = 0,450 \text{ м}$ ,  $d_{c1} = 0,260 \text{ м}$ ) получим

$$q_1 = \frac{2 \cdot 2,15 \cdot 10^5 \cdot 2,15 \cdot 10^5}{2,15 \cdot 10^5 + 2,15 \cdot 10^5} \cdot (0,0012) \cdot \frac{(0,450^2 - 0,260^2) \cdot (0,260^2 - 0,025^2)}{2 \cdot 0,260^2 \cdot (0,450^2 - 0,025^2)}.$$

Рассчитываем напряжения на поверхностях каждой втулки скрепленного контейнера по формулам

$$\sigma_{\tau^B}^p = \left(1 + \frac{d_n^2}{d_x^2}\right) \sum_{i=1}^n \frac{p_{Bi} d_{Bi}^2}{d_n^2 - d_{Bi}^2},$$

$$\sigma_{\tau^B}^p = \left(1 - \frac{d_n^2}{d_x^2}\right) \sum_{i=1}^n \frac{p_{Bi} d_{Bi}^2}{d_n^2 - d_{Bi}^2},$$

где  $d_n$  – наружный диаметр контейнера;

$p_{Bi}$  – величина  $i$ -го внутреннего давления, действующего на диаметре  $d_{Bi}$ .

Затем для каждого диаметра  $d_x$  определяют суммарные тангенциальные  $\sigma_{\tau}^{P_H}$  и радиальные  $\sigma_r^{P_H}$  напряжения от действия всех наружных давлений  $p_{Hj}$  при условии, что все внутренние давления  $p_{Vi}=0$ .

$$\sigma_{\tau}^{P_H} = - \left( 1 + \frac{d_1^2}{d_x^2} \right) \sum_{j=n-1}^0 \frac{p_{Hj} d_{Hj}^2}{d_{Hj}^2 - d_1^2},$$

$$\sigma_r^{P_H} = - \left( 1 - \frac{d_1^2}{d_x^2} \right) \sum_{j=n-1}^0 \frac{p_{Hj} d_{Hj}^2}{d_{Hj}^2 - d_1^2},$$

где  $d_1$  – внутренний диаметр контейнера;

$p_{Hj}$  – величина  $j$ -го наружного давления, действующего на диаметре  $d_{Hj}$ .

Для внутренней втулки ( $i=1, j=2$ ) и ее внутренней поверхности при  $d_x=0,26$  м напряжения от действия внутреннего давления при  $p_{V1} = p_K$ ,

$d_n=0,45$  м,  $d_{V1}=0,26$  м,  $p_{Hj}=0$  составит:

– тангенциальные

$$\sigma_{\tau}^{P_B} = \left( 1 + \frac{0,55^2}{0,025^2} \right) \frac{40 \cdot 0,025^2}{0,55^2 - 0,025^2} = 486 \cdot 0,083 = 40,3 \text{ МПа},$$

– радиальные

$$\sigma_r^{P_B} = \left( 1 - \frac{0,45^2}{0,025^2} \right) \frac{40 \cdot 0,025^2}{0,45^2 - 0,025^2} = -40 \text{ МПа}.$$

Напряжения от действия наружных давлений  $p_{H1} = q_1$  и  $p_{H2} = q_2$  ( $d_{H1}=0,26$  м,  $d_{H2}=0,45$  м,  $d_1=0,025$  м) при  $p_{Vi} = 0$ :

– радиальные

$$\sigma_r^{P_B} = \left( 1 - \frac{0,025^2}{0,025^2} \right) \cdot \left( \frac{85 \cdot 0,26^2}{0,26^2 - 0,025^2} + \frac{15,5 \cdot 0,55^2}{0,55^2 - 0,025^2} \right) = 0 \text{ МПа},$$

– тангенциальные

$$\sigma_{\tau}^{P_B} = \left( 1 + \frac{0,025^2}{0,025^2} \right) \cdot \left( \frac{85 \cdot 0,26^2}{0,26^2 - 0,025^2} + \frac{15,5 \cdot 0,45^2}{0,45^2 - 0,025^2} \right) = 179 \text{ МПа}.$$

Результирующие тангенциальные и радиальные напряжения определяем по формуле

$$\sigma_{\tau} = \sigma_{\tau}^{P_B} + \sigma_{\tau}^{P_H} \text{ и } \sigma_r = \sigma_r^{P_B} + \sigma_r^{P_H}.$$

Получим

$$\sigma_{\tau} = 40,3 + 179 = 219,3 \text{ МПа}, \quad \sigma_r = -40 + 0 = -40 \text{ МПа}.$$

а эквивалентные напряжения на данной поверхности определяются по формуле

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\sigma_{\tau}^2 + \sigma_{r}^2 - \sigma_{\tau} \sigma_{r}}.$$

После подстановки получим следующие значения:

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{219,3^2 + (-40)^2 - 219,3 \cdot (-40)} = 101 \text{ МПа.}$$

На внешней поверхности при  $d_x=0,45$  м напряжения от действия внутреннего давления  $p_{B1} = p_K$  ( $d_n=0,55$  м,  $d_{B1}=0,26$  м) при  $p_{Hj} = 0$ :

– тангенциальные

$$\sigma_{\tau}^{P_B} = \left(1 + \frac{0,55^2}{0,026^2}\right) \frac{40 \cdot 0,025^2}{0,55^2 - 0,025^2} = 5,5 \cdot 0,062 = 37 \text{ МПа,}$$

– радиальные

$$\sigma_r^{P_B} = \left(1 - \frac{0,55^2}{0,026^2}\right) \frac{40 \cdot 0,025^2}{0,55^2 - 0,025^2} = -3,5 \cdot 0,062 = -35 \text{ МПа.}$$

Напряжения от действия наружных давлений  $p_{H1} = q_1$  и  $p_{H2} = q_2$  ( $d_{H1}=0,55$  м,  $d_{H2}=0,45$  м,  $d_1=0,26$  м) при  $p_{Bi} = 0$ :

– тангенциальные

$$\sigma_{\tau}^{P_H} = \left(1 + \frac{0,025^2}{0,026^2}\right) \cdot \left(\frac{85 \cdot 0,26^2}{0,26^2 - 0,025^2} + \frac{15,5 \cdot 0,45^2}{0,45^2 - 0,025^2}\right) = 249 \text{ МПа,}$$

– радиальные

$$\sigma_r^{P_H} = \left(1 - \frac{0,025^2}{0,026^2}\right) \cdot \left(\frac{85 \cdot 0,26^2}{0,26^2 - 0,025^2} + \frac{15,5 \cdot 0,45^2}{0,45^2 - 0,025^2}\right) = 9,75 \text{ МПа.}$$

Результирующие тангенциальные и радиальные напряжения определяем по формуле

$$\sigma_{\tau} = 37 + 249 = 286 \text{ МПа, } \sigma_r = -35 + 9,75 = -25,25 \text{ МПа.}$$

Эквивалентные напряжения на данной поверхности определяется по формуле

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\sigma_{\tau}^2 + \sigma_{r}^2 - \sigma_{\tau} \sigma_{r}}.$$

После подстановки получим следующие значения:

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{286^2 + (-25,25)^2 - 286 \cdot (-25,25)} = 187 \text{ МПа.}$$

Аналогичным образом рассчитали и внешнюю втулку. Результаты расчетов показаны на эпюре (рис. 4)

Определяем для каждой втулки контейнера коэффициент запаса прочности

$$n_i = \frac{\sigma_{02i}}{\sigma_{\text{ЭКВ. max. i}}}.$$



Получим:

– рабочая втулка  $n_1 = \frac{1050}{187} = 5,6,$

– наружная втулка  $n_1 = \frac{1050}{101} = 10,4.$

Так как расчетные значения коэффициентов запаса прочности превышают рекомендуемые  $[n] = 1,3 \div 2,0$ , условие прочности выполняется для всех втулок контейнера.

Графической иллюстрацией результатов расчета эквивалентных напряжений является эпюра их распределения по толщине втулок контейнера, приведенная на рис 2. Вид эпюры позволяет сделать вывод о равномерности нагрузки на втулки и наметить, при необходимости, пути выравнивания напряжений: изменить величину натягов между втулками и диаметры втулок[7].

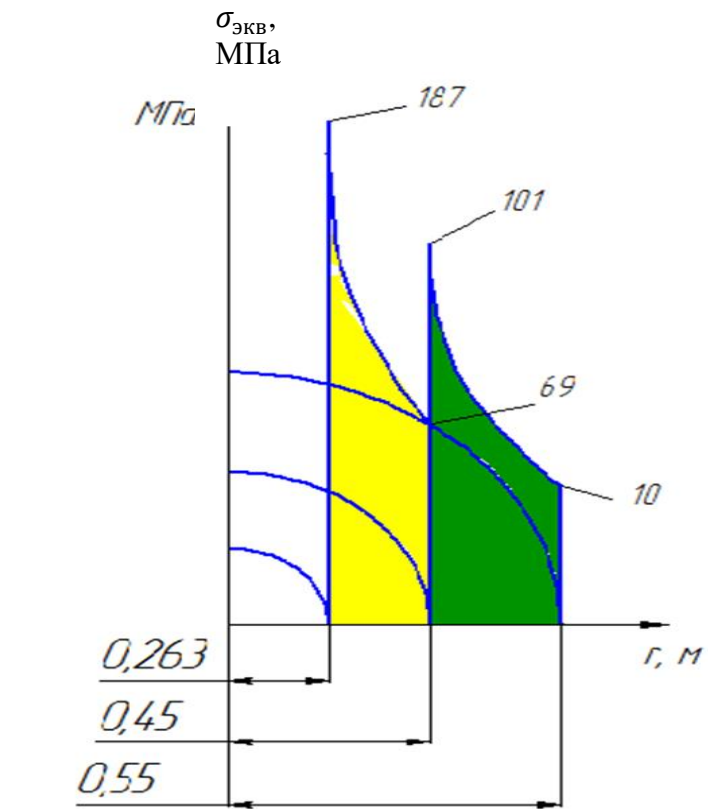


Рисунок 4- Эпюра распределения  $\sigma_{\text{ЭКВ}}$  по толщине втулок контейнера

## 8.6. Расчёт на прочность пресс-штемпеля

Прессштемпель изображен на рисунке 5.

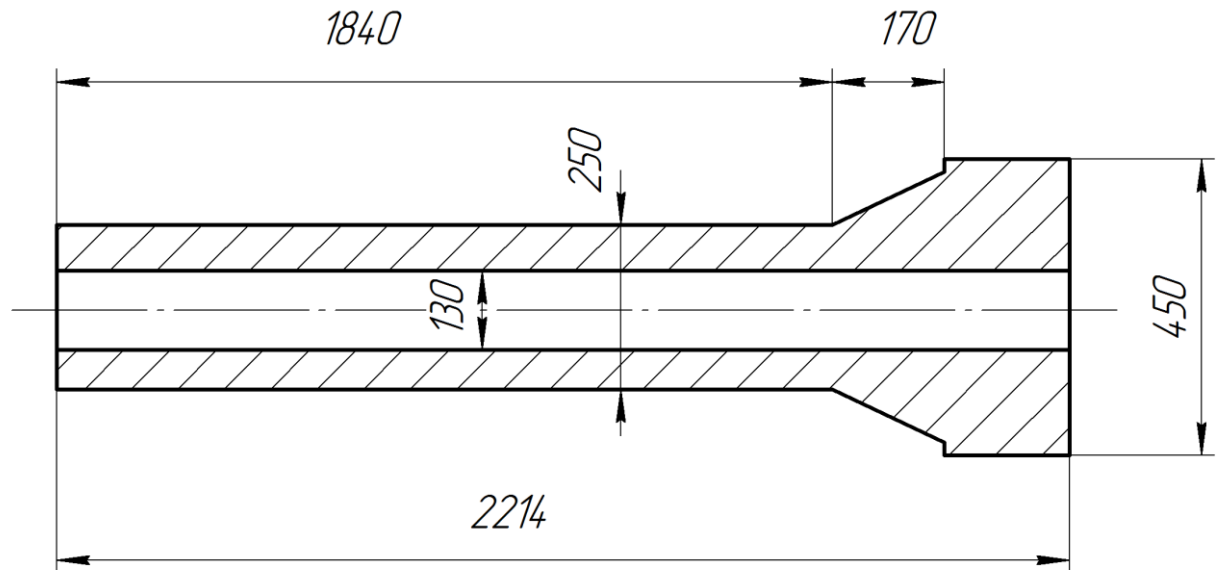


Рисунок 5- Прессштемпель

Усилие прессования  $P=30$  МН. Материал пресс-штемпеля – сталь марки 3Х2В8 с условным пределом текучести  $\sigma_{02} = 1400$  МПа [7].

Рассчитываем площадь  $F$  и момент инерции  $J_{\min}$  поперечного сечения полого пресс-штемпеля по формулам

$$F = \frac{\pi D^2}{4}, \quad J_{\min} = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}.$$

Получим при диаметре пресс-штемпеля  $D_H = 260$ ;  $D_B = 140$  мм и его длине  $L_{II} = 1175$  мм:

$$F = \frac{\pi \cdot 0,26^2}{4} - \frac{\pi \cdot 0,14^2}{4} = 0,038 \text{ м}^2,$$
$$J_{\min} = \frac{\pi \cdot (0,26^4 - 0,14^4)}{64} = 0,0002 \text{ м}^4.$$

Определяем радиус инерции сечения по формуле

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{J_{\min}}{F}}.$$

Гибкость пресс-штемпеля определяем по формуле

$$\lambda = \frac{\mu L_{\Pi}}{i_{\min}}$$

При коэффициенте приведения длины пресс-штемпеля  $\mu=2.0$  и рабочей длине пресс-штемпеля  $L_{\Pi}=1,175$  м гибкость составит:

$$\lambda = \frac{2 \cdot 1,175}{0,076} = 31.$$

Поскольку  $\lambda < 100$ , рассчитываем пресс-штемпель на прочность от сжатия силой прессования.

Если сила прессования приложена вдоль центральной продольной оси пресс-штемпеля, рассчитываем напряжения сжатия по формуле

$$\sigma_1 = \frac{P}{F}$$

Получим

$$\sigma_1 = \frac{30}{0,038} = 789 \text{ МПа.}$$

Допускаемый коэффициент запаса прочности относительно предела текучести следует принимать таким же, как для цилиндра  $[n] = 2,2 \dots 2,5$ .

Определяем величину допускаемого напряжения на сжатие, приняв коэффициент запаса прочности  $n=1,2$ :

$$[\sigma_1] = \frac{\sigma_{0,2}}{n},$$

где  $\sigma_{0,2}$  – условный предел текучести материала пресс-штемпеля. Получим

$$[\sigma] = \frac{1400}{1,2} \approx 1167 \text{ МПа}$$

Из работы [3] находим методом интерполяции значение коэффициента уменьшения допускаемого напряжения  $\varphi$  [7]. При  $\lambda=31$   $\varphi=0,89$ . При этом допускаемое напряжение с учетом гибкости пресс-штемпеля составит:

$$\varphi[\sigma]=0,89 \cdot 1167=1083 \text{ МПа}$$

Таким образом, условие прочности пресс-штемпеля выполняется:

$$\sigma_1 \leq \varphi[\sigma].$$

### 8.7.Расчёт на прочность пресс-шайбы

Пресс-шайбы рассчитывают на сжатие от усилия прессования Р. Напряжения сжатия определяют по формуле[3]:

$$\sigma_{сж} = \frac{P}{F_{пш}},$$

где  $F_{пш}$  – площадь поверхности контакта пресс-шайбы с металлом.

Условие прочности проверяем, принимая рекомендуемый коэффициент запаса прочности  $[n]=1,05-1,10$  с учетом условного предела текучести материала пресс-шайбы при температуре прессования:

$$n = \frac{\sigma_n}{\sigma} \geq [n], n = \frac{\sigma_{0,2}}{\sigma} \geq [n] \quad \text{или} \quad n = \frac{\tau_{0,2}}{\tau} \geq [n].$$

После подстановки получим

$$n = \frac{1000}{566} = 1,7.$$

Условие прочности выполняется.

### 8.8.Расчёт на прочность матрицы[7]

Матрица изображена на рисунке 6.

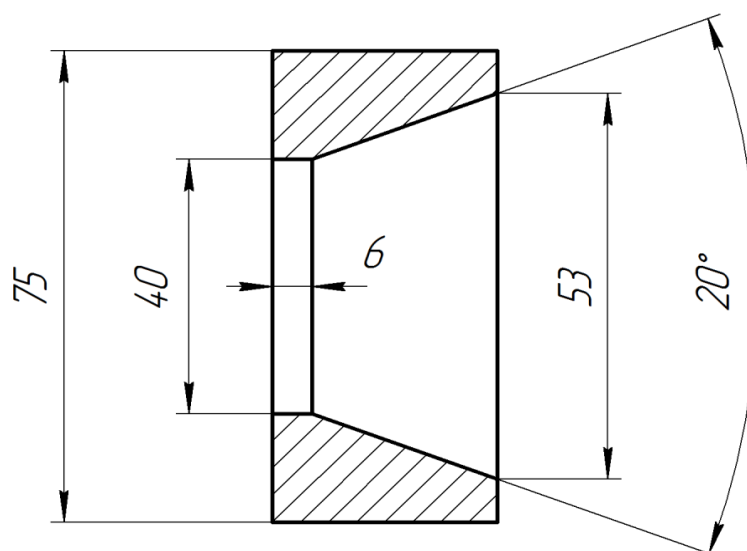


Рисунок 6-Матрица

Рассчитываем одноканальную матрицу с каналом, имеющим диаметр сечения готового изделия.

Допускаемый коэффициент запаса прочности относительно предела текучести следует принимать таким же, как для цилиндра  $[n] = 2,2 \dots 2,5$ .

Материал матрицы – сталь марки 3Х2В8 с  $\sigma_{02} = 1400$  МПа. Внутренний диаметр контейнера  $D_K = 263$  мм. Усилие прессования  $P = 30$  МН.

Определим давление на пресс-шайбу  $q$ , приняв ее внешний диаметр равным внутреннему диаметру контейнера

$$q = \frac{P}{0,785 \cdot D_K^2}.$$

Рассчитываем равнодействующую силу, действующую на матрицу

$$P_M = q \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2),$$

где  $D$  и  $d$  – внешний и внутренний диаметры матрицы.

Определяем радиусы окружностей приложения силы  $P_M$  со стороны опорной поверхности и зеркала матрицы:

$$R_1 = 0,3 \left( \frac{D^2 + Dd_1 + d_1^2}{D + d_1} \right)$$

$$R_1 = 0,3 \cdot \left( \frac{0,252^2 + 0,252 \cdot (2 \cdot 0,018) + (2 \cdot 0,0098)^2}{0,252 + (2 \cdot 0,0098)} \right) = 0,14 \text{ м},$$

$$R_1 = 0,14 \text{ м}$$

$$r_1 = 0,3 \left( \frac{D^2 + Dd + d^2}{D + d} \right),$$

$$r_1 = 0,3 \cdot \left( \frac{0,252^2 + 0,252 \cdot (2 \cdot 0,018) + (2 \cdot 0,0096)^2}{0,252 + (2 \cdot 0,0096)} \right) = 0,07 \text{ м}.$$

Тогда изгибающий момент, воспринимаемый матрицей, составит

$$M = \frac{P_M (R_1 - r_1)}{2\pi},$$

и после подстановки данных получим

$$M = \frac{6,74(0,14 - 0,07)}{2\pi} = 0,06 \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

Максимальные напряжения изгиба в матрице рассчитываем по формуле

$$\sigma_{\text{изг. max}} = \frac{12M}{h^2 \ln \frac{D}{d}}.$$

Получим

$$\sigma_{из.мах} = \frac{12 \cdot 0,06}{0,051^2 \cdot 0,025 \cdot \frac{\ln 0,26}{0,025}} = 1106 \text{ МПа.}$$

Коэффициент запаса прочности, будет равен

$$n = \frac{\sigma_B}{\sigma} \geq [n],$$

$$n = \frac{1400}{1106} = 1,26.$$

При рекомендуемом значении  $[n] = 1,2-1,3$ , условие прочности выполняется.

Определим напряжения смятия на поверхности контакта матрицы и опорного кольца:

$$\sigma_{см} = \frac{P_M}{F_{оп}}.$$

Поскольку подкладное кольцо изготовлено из стали марки 5ХНМ с  $\sigma_{0,2} = 1090$  МПа, коэффициент запаса прочности будет равен  $n = \frac{1090}{576} = 1,89$ , что больше рекомендуемого значения  $[n] = 1,1-1,2$ . Следовательно, условие прочности выполняется[7].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе представлена общая информация об ОАО «КУЗОЦМ», сортаменте выпускаемой продукции. Описана технология и особенности производства прессованных латунных прутков на ОАО «КУЗОЦМ». Дано описание оборудования и технических характеристик основного оборудования, температурно-скоростные параметры процесса прессования латуни. Описан анализ брака, причины появления и способы устранения. Выбран температурно-скоростной режим прессования латунного прутка из сплава Л63 диаметром 40мм при прессовании на прессе обратного прессования в условиях ОАО «КУЗОЦМ», рассчитано усилие прессование, выход годного, производительность пресса, а так же

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жолобов В.В., Зверев Г.И. Оборудование гидропрессовых цехов. М.: Машиностроение, 1974. 455 с.
2. Жолобов В.В., Зверев Г.И. Инструмент для горячего прессования металлов. М.: Машиностроение, 1964. 407 с.
3. СТП УГТУ-УПИ 1-96. Общие требования и правила оформления дипломных и курсовых (работ) проектов. Екатеринбург: УГТУ, 1996. 32 с.
4. Материалы производственной практики в ОАО «КУЗОЦМ». Каменск-Уральский, 2018.
5. Смирягин А.П., Смирягина Н.А., Белова А.В. Промышленные цветные металлы и сплавы. Справочник. М.: Metallurgy, 1974. 488 с.
6. Богоявленский К.Н., Жолобов В.В., Ландихов А.Д. и др. Обработка цветных металлов и сплавов давлением М.: Metallurgy, 1973. 480 с.
7. Инатович Ю.В., Логинов Ю.Н. Инструмент для горячего прессования металлов. Учебное пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2002. 224 с.
8. ГОСТ 2060-2006. Прутки из латунных сплавов. М.: Издательство стандартов, 2006. 15 с
9. Осинцев О.Е., Федоров В.Н. Медь и медные сплавы. Отечественные и зарубежные марки: Справочник. М.: Машиностроение, 2004, 336 с.
10. Перлин И.Л. Теория прессования металлов. М.: Metallurgy, 1964, 344 с.
11. Полухин П.И., Гун Г.Я., Галкин А.М. Сопротивление пластической деформации металлов и сплавов. М.: металлургия, 1983, 352 с.



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Т а б л и ц а А.-Технологические параметры прессования прутков в отрезках круглого сечения на прессе «Presezzi».

Температура, °С	Диаметр прутка, мм	Диаметр матрицы, мм ±0,1 мм	Раскрой слитка, мм		Кол-во отверстий в матрице	Длина отпрессованного изделия, мм	Длина прутка, мм	Раскрой на прессе		Кол-во прутков с 1 слитка, шт	Скорость прессования, мм/сек
			диаметр	длина ±10 мм				длина, мм	кол-во раскроев, шт		
650-670	20	20,4	250	770	1	113 381	3000	22 676	5	38	10
650-670	21	21,4	250	810	1	108 419	3000	21 683	5	36	10
650-670	22	22,5	250	930	1	114 038	3000	22 807	5	38	12
650-670	23	23,5	250	970	1	108 989	3000	21 797	5	36	12
650-670	24	24,5	250	1050	1	108 639	3000	21 727	5	36	14
650-670	25	25,6	250	1350	1	129 648	3000	21 608	6	42	17
650-670	26	26,6	250	1390	1	108 037	3000	21 607	5	35	17
650-670	27	27,7	250	1320	1	108 621	3000	21 724	5	35	17
650-670	28	28,7	250	1410	1	108 062	3000	21 612	5	35	18
650-670	29	29,7	250	1220	1	86 841	3000	21 710	4	28	18
650-670	30	30,8	250	1300	1	86 616	3000	21 654	4	28	19
650-670	31	31,8	250	1390	1	86 878	3000	21 719	4	28	19
650-670	32	32,8	250	1120	1	65 314	3000	21 771	3	21	20
650-670	33	33,8	250	1340	1	73 843	3000	24 614	3	24	20
650-670	34	34,8	250	1260	1	65 306	3000	21 768	3	21	20
650-670	35	35,8	250	1330	1	65 142	3000	21 714	3	22	20
650-670	36	36,9	250	1400	1	64 896	3000	21 632	3	21	22
650-670	37	37,9	250	1130	1	49 304	3000	24 652	2	16	22
650-670	38	39	250	1190	1	49 299	3000	24 649	2	16	22
650-670	39	40	250	1250	1	49 230	3000	24 615	2	16	22
650-670	40	41	250	1320	1	49 490	3000	24 745	2	16	22

Продолжение Т а б л и ц а А.-Технологические параметры прессования прутков в отрезках круглого сечения на прессе «Presezzi».

650-670	41	42	250	1380	1	49 301	3000	24 650	2	16	22
650-670	42	43	250	1450	1	49 422	3000	24 711	2	16	22
650-670	43	44	250	1340	1	43 491	3000	21 745	2	14	23
650-670	44	45	250	1400	1	43 443	3000	21 721	2	14	23
650-670	45	46	250	1460	1	43 356	3000	21 678	2	14	23
650-670	46	47,1	250	1320	1	37 421	3000	18 710	2	12	23
650-670	47	48,1	250	1370	1	37 238	3000	18 619	2	12	23
650-670	48	49,1	250	1430	1	37 305	3000	18 652	2	12	23
650-670	49	50,1	250	1000	1	24 781	3000	24 781	1	8	23
650-670	50	51,2	250	1040	1	24 784	3000	24 784	1	8	23
650-670	51	52,2	250	1080	1	24 768	3000	24 768	1	8	24
650-670	52	53,3	250	1120	1	24 734	3000	24 734	1	8	24
650-670	53	54,3	250	1160	1	24 685	3000	24 685	1	8	24
650-670	54	55,3	250	1200	1	24 623	3000	24 623	1	8	24
650-670	55	56,3	250	1250	1	24 753	3000	24 753	1	8	24
650-670	56	57,4	250	1290	1	24 661	3000	24 661	1	8	24
650-670	57	58,4	250	1340	1	24 750	3000	24 750	1	8	24
650-670	58	59,4	250	1380	1	24 636	3000	24 636	1	8	24
650-670	59	60,4	250	1430	1	24 691	3000	24 691	1	8	24
650-670	60	61,4	250	1300	1	21 654	3000	21 654	1	7	24
650-670	61	62,4	250	1340	1	21 611	3000	21 611	1	7	25
650-670	62	63,4	250	1390	1	21 719	3000	21 719	1	7	25
650-670	63	64,4	250	1430	1	21 655	3000	21 655	1	7	25
650-670	64	65,5	250	1280	1	18 731	3000	18 731	1	6	25
650-670	65	66,5	250	1320	1	18 741	3000	18 741	1	6	25
650-670	66	67,5	250	1360	1	18 743	3000	18 743	1	6	25
650-670	67	68,5	250	1400	1	18 735	3000	18 735	1	6	25
650-670	68	69,5	250	1440	1	18 721	3000	18 721	1	6	25
650-670	69	70,5	250	1250	1	15 727	3000	15 727	1	5	25

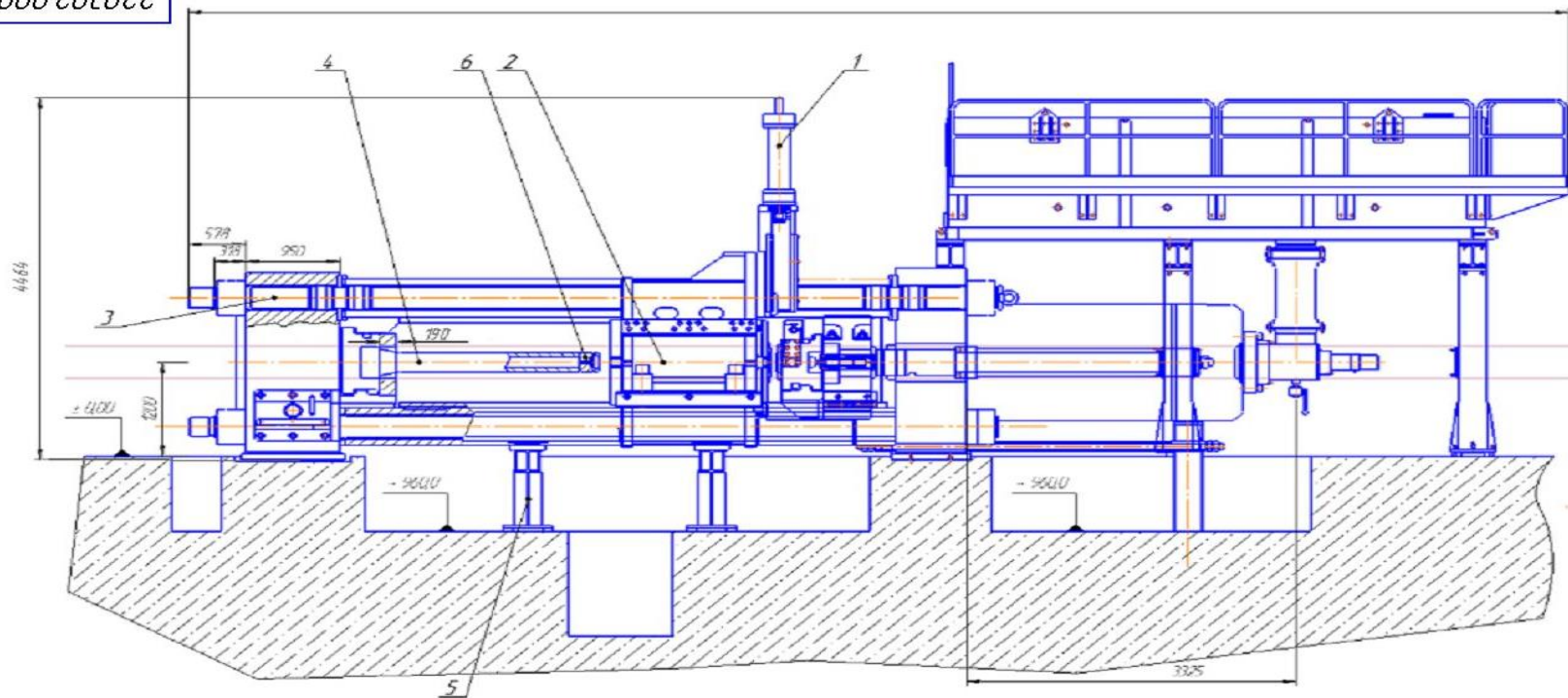
Продолжение Т а б л и ц а А.-Технологические параметры прессования прутков в отрезках круглого сечения на прессе «Presezzi».

650-670	70	71,5	250	1280	1	15 628	3000	15 628	1	5	25
650-670	71	72,5	250	1320	1	15 708	3000	15 708	1	5	25
650-670	72	73,5	250	1350	1	15 630	3000	15 630	1	5	25
650-670	73	74,6	250	1390	1	15 667	3000	15 667	1	5	25
650-670	74	75,6	250	1430	1	15 695	3000	15 695	1	5	25
650-670	75	76,6	250	1470	1	15 717	3000	15 717	1	5	25

Приложение Б- Горизонтальный гидравлический пресс «Presezzi»

220302.000000.719.В0

13664



Техническая характеристика

- |  |          |
|--|----------|
| 1. Номинальное усилие                    | 30 МН    |
| 2. Максимальная скорость экструзии       | 42 мм/с  |
| 3. Диаметр рабочей втулки контейнера     | 260 мм   |
| 4. Длина рабочей втулки контейнера       | 1620 мм  |
| 5. Рабочее давление масла в системе      | 26 МН    |
| 6. Диаметр пуансона главного цилиндра    | 1150 мм  |
| 7. Максимальное усилие главного цилиндра | 27,53 МН |

				<b>220302.000000.719.В0</b>			
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Горизонтальный гидравлический пресс "Presezzi" усилием 30 МН		
Разраб.	Ворсин А.С.						
Проб.	Шимаев Г.В.				Лит	Масса	Масштаб
Т.контр.						125000	1:10
И.контр.	Иванович Ю.В.				Лист	Листов 1	
Этв.	Шварц Д.Л.				УрФУ ИМНУТ кафедра ОМД		
					Формат А3		

Копировал

