

Министерство общего и профессионального образования
Свердловской области
Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
Свердловской области
«Каменск-Уральский техникум металлургии и машиностроения»

**Методические рекомендации
к курсовому проектированию**

по вариативному модулю
«Технология производства труб»

для специальности 22.02.05
«Обработка металлов давлением»

Разработала:

Преподаватель

Л.В.Петрова

Каменск-Уральский
2015

Введение

Курсовой проект по дисциплине «Технология производства труб» является элементом подготовки студентов в цикле специальных дисциплин учебного плана по специальности 22.02.05 «Обработка металлов давлением», а также индивидуальной самостоятельно выполняемой студентом работы.

Целью курсового проекта является закрепление и систематизация знаний студентов по специальным предметам, развитие их в самостоятельной работе, умение применять полученные теоретические знания на практике при решении производственно-технических вопросов.

Задачи курсового проектирования:

- приобретение знаний в области технологии производства труб;
- умение составлять маршруты горячей прокатки на автомат-стане;
- умение определять технологические и силовые параметры по проходам;
- умение составлять нормативно-технологическую карту;
- умение применять полученные знания для решения конкретных задач на металлургическом предприятии.

Курсовое проектирование по дисциплине «Технология производства труб» тесно связано с такими смежными дисциплинами, как «Теория обработки металлов давлением», «Технологические процессы ОМД», «Оборудование цехов ОМД», «Материаловедение», «Промышленная безопасность и охрана труда».

Результаты курсового проектирования по дисциплине «Технология производства труб» могут быть предметом для дальнейшей научно-исследовательской работы и дипломного проектирования.

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

В соответствии с учебной программой «Технология производства труб» для студентов специальности 22.02.05 «Обработка металлов давлением» студентом выбирается база для курсового проекта. Возможной базой курсового проектирования может быть хозяйствующая организация металлургической или связанной с ней отрасли (место будущей работы или производственной практики

студента) с целью предложения и обоснования эффективности технологии производства труб в этой организации.

Исходными данными для курсового проекта являются данные отчетов о прохождении студентами производственной практики, данные различного вида отчетности компаний (в том числе данные официальных сайтов), нормативно-справочная информация, информационные материалы, полученные из печатных источников, по сети Интернет. При подготовке курсового проекта студенты пользуются конспектами лекций по учебной дисциплине «Технология производства труб».

1.1 Структура и содержание курсового проекта

Структура курсового проекта по дисциплине «Технология производства труб» обусловлена его задачами.

Курсовой проект оформляется в виде пояснительной записки и содержит следующие структурные элементы:

- титульный лист;
- задание к курсовому проекту;
- содержание;
- введение;
- описательная часть;
- расчетная часть;
- заключение (выводы);
- список использованной литературы;
- приложения
- графическая часть (чертеж основного или вспомогательного оборудования)

1.2 Требования к оформлению структурных элементов курсового проекта

Титульный лист пояснительной записки курсового проекта оформляется в соответствии с установленной типовой формой, приведенной в приложении А.

Задание к курсовому проекту содержит тему проекта, его структуру, дату выдачи задания, рекомендуемые преподавателем литературные источники, срок

сдачи курсового проекта на проверку в соответствии с установленным в методических указаниях графиком работы, а также исходные данные для проектирования.

Содержание включает все составные части документа, идущие после него, т.е. введение, наименования всех разделов, подразделов, пунктов и подпунктов (если таковые имеются и у них есть наименование), заключение, список использованных источников, приложения с их обозначениями и названиями. Содержание должно быть вынесено на отдельную страницу (несколько страниц).

Введение является частью курсового проекта, в которой:

- обосновывается актуальность темы курсового проекта, кратко осветить существующий уровень её разработки;
- раскрывается предмет и объект исследования;
- формулируются цели, определяются задачи и методы исследования.

Цель может включать выход из проблемной ситуации, выявление закономерностей, тенденций и недостатков, разработку рекомендаций по совершенствованию предмета исследования (1-2 предложения). *Задачи* - это изучение, определение, разработка и внедрение различных исследуемых элементов (заголовки разделов и подразделов основной части курсового проекта, как правило, вытекают из поставленных задач). *Методы исследования* - это способы решения поставленных задач, включающие аналитический, математический, графический и другие методы;

- описывается практическая значимость проекта;
- определяется план проектирования и кратко характеризуются основные разделы пояснительной записки.

Описательная часть включает: краткое описание физических, механических и технологических свойств обрабатываемого металла или сплава; требования ГОСТа или ТУ к готовому изделию; разработка технологического процесса и краткая характеристика применяемого оборудования; текстовый материал, таблицы и иллюстрации; перечисления внутри пунктов и подпунктов; примечания и сноски;

расчётные формулы и уравнения, а также единицы физических величин, которые приводятся в соответствие с принятыми стандартами (т, кг, мЗ, сут, ч, мин, с, м/с).

Расчетная часть состоит из:

- выбора заготовки;
- расчет параметров горячей прокатки;
- расчет энергосиловых параметров;
- расчет нормативно-технологической карты;

В данной работе рассматривается конкретный пример разработки технологического процесса.

Разработка технологического процесса включает в себя решение следующих вопросов:

- определение размеров слитка;
- составление маршрута горячей прокатки на автомат-стане;
- определение технологических и энергосиловых параметров при горячей прокатке.

Заключение (1-2 страницы) представляет собой результирующую часть курсового проекта, в которой формулируются основные полученные результаты и делаются выводы о степени достижения определённой во введении цели и полноты решения поставленных задач.

Список использованной литературы должен содержать сведения об источниках, использованных в ходе разработки курсового проекта. На каждый источник в тексте должна быть ссылка. Список должен формироваться в алфавитном порядке и оформляться в установленном порядке (ФИО автора, название источника, место издания, издательство, год издания, количество страниц). При небольшом количестве использованных источников они могут располагаться в порядке появления ссылок на них.

Приложения оформляются как продолжение пояснительной записки со сквозной нумерацией страниц. В приложении могут располагаться формулы и расчёты, таблицы вспомогательных цифровых данных (например, нормативы по ремонту металлургических агрегатов), иллюстрации вспомогательного характера

(структура металлургического производства и процессов) и др. Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А за исключением букв Е, З, И, О, Ч, Ь, Ъ, Ы.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА И ОРГАНИЗАЦИИ ЕГО ЗАЩИТЫ

2.1 Требования к оформлению пояснительной записки

Объём пояснительной записки к курсовому проекту должен составлять 35-45 страниц. Каждый структурный элемент или раздел курсового проекта начинается с новой страницы. Текст пояснительной записки в рамках раздела печатается подряд. Пояснительная записка оформляется на стандартных листах формата А4 по ГОСТ 9327 (297x210 мм). При необходимости для оформления отдельных распечаток с ЭВМ, рисунков и таблиц допускается использовать листы формата А3 (297x 420 мм). Опечатки, описки допускается исправлять белой краской или аккуратным зачеркиванием.

Текст пояснительной записки выполняется на одной стороне листа со следующими параметрами:

- шрифт TimeNewRoman -14, полуторный межстрочный интервал.
- размеры полей: левое - 2 см, правое - 1 см, верхнее - 2 см, нижнее – 2 см;
- при печати текстового материала следует использовать двухстороннее выравнивание и автоматическую расстановку переносов слов;
- абзацы в тексте начинаются с красной строки и отступом 1,25 см.

Нумерация страниц - сквозная, начиная с титульного листа, на котором номер страницы не проставляют. Страницы проставляются арабскими цифрами внизу в штампе.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей основной части, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацного отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце

номера подраздела точка не ставится. Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов. Пункты, как правило, заголовков не имеют.

Если основная часть ПЗ не имеет подразделов, то нумерация пунктов в ней должна быть в пределах каждого раздела, и номер пункта должен состоять из номеров раздела и пункта, разделенных точкой. В конце номера пункта точка не ставится, например:

1 Типы и основные размеры

1.1 ...

1.2 ...

2 Технические требования

2.1 ...

2.2 ...

Если основная часть ПЗ имеет подразделы, то нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела и номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками, например:

3 Методы испытаний

3.1 Аппараты, материалы и реактивы

3.1.1 ...

3.1.2 ...

3.2 Подготовка к испытанию

3.2.1 ...

3.2.2 ...

Если раздел или подраздел состоит из одного пункта, он также нумеруется.

Если текст основной части ПЗ подразделяется только на пункты, они нумеруются порядковыми номерами в пределах основной части ПЗ.

Пункты, при необходимости, могут быть разбиты на подпункты, которые должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждого пункта, например: 4.2.1.1, 4.2.1.2, 4.2.1.3 и т.д.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления. Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или при необходимости

ссылки в тексте ПЗ на одно из перечислений, строчную букву, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа, например:

а) _____

б) _____

1) _____

2) _____

в) _____

Каждый пункт, подпункт и перечисление записывают с абзацного отступа.

2.2 Требования к оформлению иллюстраций

2.2.1 Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. На все иллюстрации должны быть ссылки в тексте. Иллюстрации могут быть расположены непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые или на следующей странице.

2.2.2 Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается "Рисунок 1". При ссылке на иллюстрацию следует писать: "... в соответствии с рисунком 2". Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

2.2.3 Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово "Рисунок" и наименование помещают после пояснительных данных и располагают посередине строки в соответствии с рисунком 1.

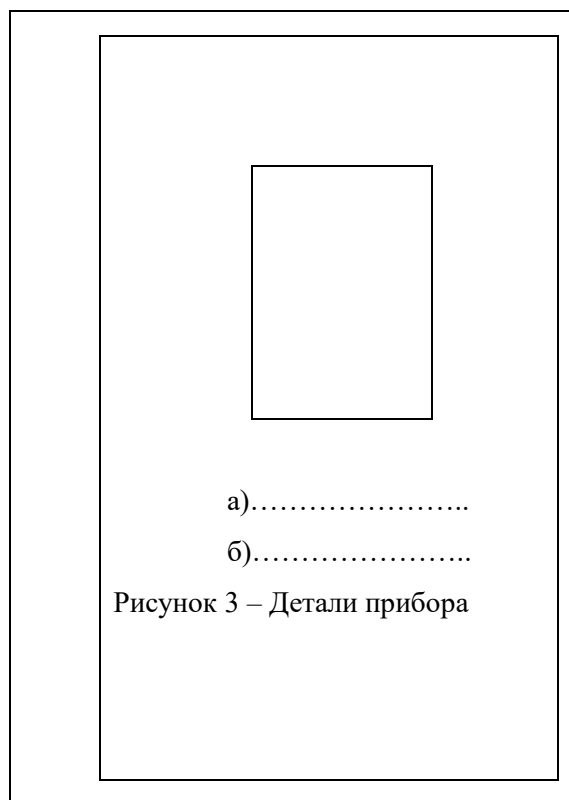


Рисунок 1 - Пример оформления иллюстрации в тексте ПЗ

2.2.4 Если в тексте ПЗ имеется иллюстрация, на которой изображены составные части изделия, то на этой иллюстрации должны быть указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации, которые располагают в возрастающем порядке, за исключением повторяющихся позиций. При ссылке в тексте на отдельные элементы деталей (отверстия, пазы, канавки, буртики и др.) их обозначают прописными буквами русского алфавита. Указанные данные наносят на иллюстрациях согласно ГОСТ 2.109.

Иллюстрации (рисунки) и таблицы, расположенные в тексте, имеют сквозную нумерацию.

3.3 Требования к оформлению таблиц

2.3.1 Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Пример построения таблицы показан на рисунке 2 .

2.3.2 Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название следует помещать над таблицей.



Рисунок 2 – Построение таблицы

2.3.3 При переносе части таблицы на ту же или другие страницы название помещают только над первой частью таблицы. Слово "Таблица" указывают один раз слева над первой частью таблицы, над другими частями пишут слова "Продолжение таблицы" с указанием номера таблицы.

2.3.4 Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

2.3.5 На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа, при ссылке следует писать слово "таблица" с указанием ее номера.

2.6.7 Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, а подзаголовки граф - со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Формулы и уравнения следует выделять из текста в отдельную строку с пробелом в один межстрочный интервал сверху и снизу. Если уравнение не умещается в одну строку, оно может быть перенесено на следующую строку после знаков равенства (=), сложения (+), вычитания (-), умножения (x), деления (:) или других математических знаков, причем знак в начале следующей строки повторяют. Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой (уравнением) в той же последовательности, в

которой они даны в формуле (уравнении). Первую строку пояснения начинают со слова «где» без двоеточия. Все формулы (уравнения), если их в документе более одной, нумеруют арабскими цифрами в пределах всего документа или текущего раздела. В последнем случае номер формулы (уравнения) состоит из номера раздела и порядкового номера формулы (уравнения), например, «(2.1)».

Плотность каждого образца ρ , кг/м³, вычисляют по формуле

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

где m - масса образца, кг;

V - объем образца, м³.

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой.

Сокращения в тексте производятся с использованием общепринятых сокращений русских слов и словосочетания: «т.д., п.п., руб.». Сокращение «и др.» ставится только в конце предложения.

Перечисления при необходимости приводятся внутри пунктов или подпунктов. Перечисления (списки) могут быть маркированными, нумерованными, буквенными.

Примечания следует помещать, если необходимы пояснения или справочные данные к содержанию текста, таблицы или иллюстрации. Примечания, как правило, размещают непосредственно после пункта, подпункта, таблицы, иллюстрации, к которым они относятся, и печатают с прописной буквы с абзацного отступа. Само слово «Примечание» также печатается с прописной буквы и на компьютере выделяется шрифтом, но не подчеркивается.

Ссылки на источники следует указывать порядковым номером по списку использованных источников в квадратных скобках, например: «[5]». Ссылки на разделы, подразделы, пункты, подпункты, рисунки, таблицы, формулы и уравнения, перечисления (с цифровой или буквенной идентификацией), приложения следует делать с указанием их номеров, например: «... в разделе 4», «... в соответствии с п.

3.3.4», «... в подпункте 2.3», «... на рисунке 1.8», «... в таблице 3.1», «... по формуле (3.2)», «...», «... в подпункте 2.3.4.1, «... в приложении Б».

Приложения оформляются как продолжение пояснительной записки со сквозной нумерацией страниц. Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц. Каждое приложение должно начинаться с нового листа и иметь содержательный заголовок, начинающийся с прописной буквы и выровненный по центру. Приложения обозначают заглавными (прописными) буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Е, З, И, О, Ч, Ъ, Ы, Ь.

Подробнее требования к оформлению курсового проекта приведены в «Методических рекомендациях по оформлению дипломных и курсовых работ (проектов), научных рефератов, отчётов по практике и научно-исследовательской работе студентов» [1].

2.4 Организация защиты курсового проекта

Выполненный курсовой проект сдается руководителю для проверки правильности его разработки и допуска к защите. Если в результате проверки выявляются ошибки, неполный объём, некачественное оформление и недостаточно глубокий анализ полученных результатов, то курсовой проект возвращается студенту для доработки.

Защита курсового проекта - завершающий этап проделанной работы. В процессе защиты студенту предоставляется 10-15 минут для изложения основных положений курсового проекта, затем ему задаются вопросы.

При защите курсового проекта студент должен обоснованно ответить на следующие вопросы:

- цели и задачи проектирования, область применения;
- краткая характеристика объекта проектирования;
- использованные расчеты, методы анализа;
- краткая характеристика полученных результатов с более подробным описанием элементов самостоятельной разработки.

Оценка проставляется по совокупности качества разработанного проекта и его защиты (ответов на вопросы). Без сдачи и защиты курсового проекта студент не допускается к экзамену по дисциплине «Технология производства труб». Оценка выполненного курсового проекта учитывает: -качество и полноту проекта;

- правильность выполнения расчетов, чертежей, соблюдения предъявляемых требований;

- наличие или отсутствие творческого подхода, оригинальных решений, степень полноты, использованной нормативной и экономической литературы;

- обоснованность и качество выводов и рекомендаций;

- качество защиты и ответов на вопросы членов комиссии;

- оценку, рекомендуемую руководителем курсового проектирования.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

3.1 Обоснование выбора заготовки

Диаметр заготовки выбирают по полученным размерам гильзы D_r . Прошивные станы позволяют изготавливать гильзы одних и тех же размеров из заготовки различных диаметров. Практикой установлено, что прошивка наиболее рациональна, когда диаметр гильзы и заготовки примерно равны. Для тонкостенных труб можно использовать заготовку с диаметром на 5-10 процентов меньше диаметра гильзы $D_{заг}$. Использование заготовки большего диаметра как показывает практика, несколько увеличивает производительность, однако чрезмерное увеличение диаметра неблагоприятно сказывается на качестве труб, вызывая ухудшение внутренней поверхности. Заготовка с диаметром больше диаметра гильзы применяется сравнительно редко.

Длину заготовки выбирают из расчета наименьших геометрических отходов и в зависимости от окончательной длины трубы.

3.2 Расчет таблицы прокатки

3.2.1 Расчет наружного диаметра трубы после калибровочного стана

$$D_k = (1 + \alpha T) D_0,$$

где D_0 – диаметр готовой охлажденной трубы;

α – коэффициент линейного расширения;

T – температура конца прокатки в калибровочном стане;

Практически термический коэффициент принимают $(1 + \alpha T) = 1,010 \div 1,012$.

Толщина стенки трубы после калибровочного стана равна толщине стенки готовой трубы.

$$S_k = S_0$$

3.2.2 Расчет размеров трубы после обкатного стана

Определяется наружный диаметр трубы после обкатного стана.

$$D_{\text{обк}} = D_k + \Delta D_k,$$

где ΔD_k – обжатие трубы в калибровочном стане;

$$\Delta D_k = 2(N - 1)$$

где N – число клетей калибровочного стана;

$$\Delta D_k = 2(5 - 1)$$

Так как при калибровке размер стенки не изменяется, то $S_{\text{обк}} = S_0$

Определяется диаметр оправки обкатного стана.

$$\Delta_{\text{обк}} = (D_a - 2S_a) + \Delta_a,$$

где D_a – наружный диаметр трубы после автомат – стана;

S_a – толщина стенки после автомат – стана, $S_a = S_{\text{обк}}$

Δ_a – величина увеличения диаметра оправки, $\Delta_a = 2 \div 4$ мм.

3.2.3 Расчет размеров трубы после автомат – стана

Определяется наружный диаметр трубы после автомат – стана.

$$D_a = D_{\text{обк}} - \Delta D_{\text{обк}},$$

где $\Delta D_{\text{обк}}$ – величина подъема наружного диаметра трубы на обкатном стане $6,0 \div 8,0$ мм.

Диаметр трубы в первом и во втором проходе одинаков.

$$D_a = D_a' = D_a''$$

Толщина стенки в первом проходе

$$S_a = S_a'$$

Определяется диаметр оправки автомат – стана, во втором проходе.

$$\Delta_a'' = D_a - 2S_a$$

Толщина стенки во втором проходе

$$S_a = S_a''$$

Определяется диаметр оправки автомат – стана, в первом проходе.

$$\Delta_a' = \delta_a'' - (1 \div 2)$$

3.2.4 Расчет размеров гильзы после прошивного стана

Определяется размер стенки гильзы.

$$S_r = S_0 + \Delta S_a ,$$

где $\Delta S_a = (3,0 \div 6,5)$ мм – суммарное обжатие стенки гильзы в автомат – стане.

Определяется наружный диаметр гильзы.

$$D_r = \delta_a' + 2S_r + \Delta_r,$$

где $\Delta_r = (2,0 \div 6,0)$ мм – зазор между оправкой и внутренним диаметром трубы;

Определяем диаметр оправки прошивного стана.

$$\Delta_{\pi} = D_r - 2S_r - K_{\pi},$$

где K_{π} – коэффициент, учитывающий изменение толщины стенки.

$$K_{\pi} = (0,075 - 0,00135 \times S_r) \times D_r$$

3.2.5 Расчет размеров заготовки

Определяется диаметр заготовки.

$$D_3 = (0,90 \div 0,95) \times D_r$$

Принимаем диаметр заготовки, мм.

Определяется длина заготовки.

$$L_3 = \frac{L_0 \times n_{тр} + L_{проб} \times n + L_{обр}}{\mu_{\Sigma} \times K_y} ,$$

где L_0 – длина готовой трубы;

$L_{обр}$ – длина обрезаемых концов;

μ_{Σ} – суммарная вытяжка %;

K_y – коэффициент угара % (для кольцевой печи 1,2%).

Определяется вытяжка в прошивном стане.

$$\mu_{п} = \frac{D_{\Sigma}^2}{4 \times (D_r - S_r) \times S_r}$$

Определяется вытяжка в автомат – стане в первом проходе.

$$\mu'_a = \frac{(D_r - S_r) \times S_r}{K_0 \times (D'_a - S'_a) \times S'_a}$$

Определяется вытяжка в автомат – стане во втором проходе.

$$\mu''_a = \frac{K_0 \times (D'_a - S'_a) \times S'_a}{K_0 \times (D''_a - S''_a) \times S''_a}$$

где $K_0 = (1,05 \div 1,2)$ – коэффициент, учитывающий разностенность и овальность трубы.

Определяется вытяжка в обкатном стане.

$$\mu_{обк} = \frac{K_0 \times (D''_a - D''_a) \times D''_a}{(D_{обк} - S_{обк}) \times S_{обк}}$$

Определяется вытяжка в калибровочном стане.

$$\mu_k = \frac{D_{обк} - S_0}{D_k - S_0}$$

Определяется суммарная вытяжка.

$$\mu_{\Sigma} = \mu_{п} \times \mu'_a \times \mu''_a \times \mu_{обк} \times \mu_k$$

Определяется длина обрезаемых утолщенных концов.

$$L_{обр} = 2e \frac{D_0 - S_0}{D_{ред} - S_{ред}}$$

Таблица прокатки труб общего назначения указан в таблице 17.

Таблица 17 - Таблица прокатки труб размером, мм

Размер заготовки, мм		Прошивной стан			Автоматический стан-тандем						Обкатной стан			Калибровочный стан			Суммарный коэффициент вытяжки	Размер готовых труб, мм				
		Размер гильзы, мм		Диаметр оправки, мм	Коэффициент вытяжки	СПП №1			СПП №2			Размеры труб, мм			Размеры труб, мм							
Диаметр	Длина	Диаметр	Толщина стенки			Длина	Диаметр трубы, мм	Толщина стенки трубы, мм	Длина трубы, мм	Диаметр оправки, мм	Коэффициент вытяжки	Диаметр трубы, мм	Толщина стенки трубы, мм	Длина трубы, мм	Диаметр оправки, мм	Коэффициент вытяжки	Диаметр	Толщина стенки	Длина трубы, мм	Коэффициент вытяжки	Наружный диаметр	Толщина стенки

3.3 Расчет энергосиловых параметров прокатки

3.3.1 Расчет энергосиловых параметров прошивки

На валки прошивного стана действуют усилия нормального давления P , как результат сопротивления деформации, и осевые усилия T и $E_{со}$ стороны оправки и линеек, препятствующих продвижению гильзы.

Общая площадь контактной поверхности:

$$F_k = \sum \frac{b_x + b_{x+1}}{2} \Delta l_x$$

Ширину контактной поверхности с учетом овализации можно определить по формуле А.З.Глейберга:

$$b_x = \sqrt{\frac{2R_x r_x}{R_x + r_x} \Delta r_x} + \frac{R_x r_x}{R_x + r_x} (\xi_x - 1),$$

где R_x — радиус валка в рассматриваемом сечении очага деформации, мм;

r_x — радиус заготовки в том же сечении, мм;

Δr_x — радиальное обжатие заготовки, мм.

Значения R_x и r_x могут быть определены следующим образом:

$$R_x = 0,5(D_6 - 2l_x \operatorname{tg} \varphi_{1(2)})$$

$$r_x = 0,5(D_r + 2l_x \operatorname{tg} \alpha_{1(2)})$$

где l_x — расстояние от пережима до рассматриваемого сечения на участках конуса прошивки и конуса раскатки.

При прокатке в конусе прошивки без оправки (до носика оправки):

$$\Delta r_{x1} = \operatorname{tg} \alpha_1$$

а в конусе раскатки:

$$\Delta r_{x2} = \frac{1}{2} S_x \operatorname{tg} \vartheta_x - \operatorname{tg} \alpha_2$$

где ϑ_x - угол наклона образующей оправки.

Тогда ширина контактной поверхности равна:

Общая площадь контактной поверхности:

Ориентировочное значение площади поверхности контакта может быть определено по следующим формулам:

в конусе прошивки:

$$F_1 = 0,67b_{\Pi}l_1$$

в конусе раскатки:

$$F_2 = 0,8b_{\Pi}l_2$$

где b_{Π} — ширина контактной поверхности в пережиме.

$$b_{\Pi} = \sqrt{\frac{D_{\sigma}D_r}{D_{\sigma}+D_r} \varepsilon_{\Pi} D_3};$$

l_1, l_2 — соответственно длина контактной поверхности на участках конусов прошивки и раскатки:

$$l_1 = (D_3 - D_r) / \operatorname{tg} \varphi_1, \quad l_2 = (D_r - D_r) / \operatorname{tg} \varphi_2.$$

Значение площади поверхности контакта в конусе прошивки:

в конусе раскатки:

Для определения удельного давления для зоны деформации сплошной заготовки рекомендуется пользоваться формулой А.И.Целикова:

$$p_{x1} = 2\sigma_{Tx} \left[1,25 \left(\ln \frac{D_{3x}}{b_x} + \frac{b_x}{D_{3x}} \right) - 0,25 \right], \text{ МПа}$$

Для зоны раскатки можно пользоваться формулой Прандтля:

$$p_{x2} = 2\sigma_{Tx} (1 + 0,5\pi) \approx 5,14\sigma_{Tx}, \text{ МПа},$$

где σ_{Tx} — предел текучести металла при заданной температуре, степени и скорости деформации (17,0 МПа).

u_x — скорость деформации, рад/с;

$$u_x = 0,5D_{\sigma}\omega_{\sigma} \sin \beta \cos \psi \frac{\varepsilon_x}{l_1}$$

ω_{σ} — угловая скорость валка, рад/с:

$$\omega_B = \frac{\pi n_B}{30}$$

Тогда:

Усилие прошивки можно определить по формуле

$$P = \sum p_x F_{kx}$$

Ориентировочно:

$$P = p_u (l_1 + 0,75l_2) b_n, \text{ МН},$$

где p_n — среднее удельное давление в пережиме:

Тогда:

Осевое усилие на оправку U по результатам экспериментальных исследований составляет $(0,32 \div 0,40)P$ при прошивке заготовки:

Сопротивление перемещению гильзы от сил трения металла по линейке составит:

$$E = (0,15 \div 0,30)Pf \sin \beta, \text{ МН},$$

где f — коэффициент трения.

$$E = 0,15 \times 1,1 \times 0,5 \times \sin 7^\circ = 0,01 \text{ МН}$$

Крутящий момент определяется зависимостью:

$$M_k = 0,5B_{cp} \left(\frac{\cos \beta}{i} + \cos \psi \cos \theta \right) + 0,25(U + E)D_r \sin \beta,$$

где B_{cp} — средняя ширина площади контакта: $B_{cp} = \frac{F_k}{l_1 - l_2}$

θ — угол наклона равнодействующей сил сопротивления R деформации в пережиме:

$$\cos \theta = \sqrt{1 - \left(\frac{B_{cp}}{D_r} \right)^2}$$

i — передаточное отношение: $i = \frac{D_3}{D_6}$.

$$\cos \theta = \sqrt{1 - \left(\frac{20,01}{148} \right)^2} = 0,99 = 56^\circ$$

3.3.2 Расчет энергосиловых параметров продольной прокатки

Усилия прокатки определяют для зоны редуцирования и обжатия стенки.

Полное давление металла на валки, МН:

$$P = p_1 F_1 + p_2 F_2,$$

где p_1 и F_1 — среднее удельное давление и горизонтальная проекция контактной поверхности для зоны редуцирования;

p_2 и F_2 — для зоны обжатия стенки.

Среднее удельное давление для зоны редуцирования определяют по формуле В.П.Анисифорова:

$$p_1 = \eta \sigma_T 2S_\Gamma / D_{cp},$$

где σ_T — сопротивление деформации, МПа;

η — коэффициент, учитывающий увеличение среднего удельного давления вследствие влияния внешних зон:

$$\eta = 1 + 0,9 \frac{\sqrt{D_{cp} S_\Gamma}}{l_1};$$

где D_{cp} — средний диаметр труб в зоне редуцирования:

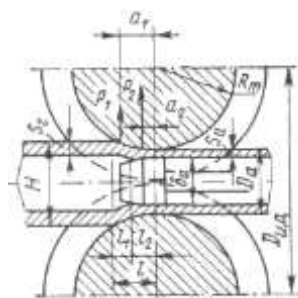
$$D_{cp} = 0,5 \left[H + D_{u\delta} - \sqrt{(D_{u\delta} - D_a)^2 - 4l_2} \right],$$

где H — высота входящей в калибр трубы;

l_2 — длина зоны обжатия стенки;

l_1 — длина зоны редуцирования;

(l — общая длина очага деформации).



$$l_2 = \cos \varphi_k \sqrt{\left(\frac{D_{u\delta} - \delta}{2} + \Delta S \right)^2 - \left(\frac{D_{u\delta} - \delta}{2} - a_{II} \operatorname{tg} \varphi_k \right)^2} \cos^2 \varphi_k +$$

$$+ 0,5 \left(2a_{II} \sin^2 \varphi_k - \frac{D_{u\delta} - \delta}{2} \sin 2\varphi_k \right)$$

Соппротивление деформации σ_T определяется по формуле:

$$\sigma_T = 0,1n \frac{l_1 + 2l_2}{D_{cp}}$$

где u — скорость деформации, 1/с;

n — частота вращения валков, об/мин.

Среднее удельное давление p_2 в зоне обжатия стенки рекомендуется рассчитывать по методике А. И. Целикова:

$$p_2 = \beta \sigma_T n_\sigma$$

где β — коэффициент, учитывающий влияние среднего главного напряжения, при прокатке труб β принимают 1,15.

Скорость деформации:

$$u_2 = 0,2n \frac{l_2}{S_\Gamma + S_a}$$

Относительное обжатие:

$$\varepsilon = 1 - \frac{S_a}{S_2}$$

n_σ — коэффициент, учитывающий влияние напряженного состояния, определяется по номограмме [Виноградов] и расчетному параметру δ :

$$\delta = 2fl_2(S_\Gamma - S_a),$$

где f — коэффициент трения между металлом и валком с учетом температуры и скорости прокатки:

$$f = k_m(1,05 \div 0,0005T) - 0,056v_{np}$$

где k_m — коэффициент, учитывающий материал валков, для стальных

$$k_m = 1,0.$$

$$v_{np} = \frac{\pi D_k n}{60 \times 1000}, \text{ м/с}$$

где D_k — катающий диаметр, определяемый по формуле:

$$D_k = \omega_y \times D_{cp}$$

Горизонтальная проекция контактной поверхности металла:

- для зоны обжата стенки:

$$F_{k2} = D_a l_2$$

- для зоны редуцирования:

$$F_{k1} = D_a l_1$$

Момент прокатки (кН·м) определяется по формуле:

$$M = P_1(l_1 + 0,5l_2) + P_2 0,5l_2 + 0,25 Q D_k$$

Осевое усилие (кН), действующее на оправку, определяется по формуле:

$$Q = p_2 \pi (\delta_a - l_2 \operatorname{tg} \varphi_a) l_2 (\operatorname{tg} \varphi_a + f_o),$$

где φ_a — угол наклона образующей оправки;

f_o - коэффициент трения металла по оправке, $f_o = 0,15 \div 0,25$.

3.3.3 Расчет энергосиловых параметров при калибровке

Для определения усилий прокатки при калибровке необходимо распределить изменение диаметра по клетям на данном стане, диаметр трубы после каждой клетки будет изменяться следующим образом:

$$D_{k1}$$

$$D_{k2}$$

$$D_{k3}$$

$$D_{k4}$$

$$D_{k5}$$

Длина очага деформации рассчитывается по формуле:

$$L = [(D_H - D_K) \times r_B]^{0,5};$$

где: D_H – диаметр трубы после прохода

r_B – радиус вала по дну калибра рассчитывается по формуле:

$$r_B = \frac{D_i - D_K}{2};$$

Рассчитываем радиус вала по дну калибра по клетям:

Расчет длины очага деформации по клетям:

Полное усилие прокатки в клетях рассчитывается по формуле:

$$P = 1,15 \times \sigma_T \times \pi \times L \left(\frac{2S_z}{3} + \frac{f \times L}{2} \right);$$

Расчет полного усилия по клетям:

3.4 Расчет и заполнение нормативно – технологических карт

3.4.1 Расчет длины трубы по операциям

В качестве исходной заготовки берем штангу диаметром мм и длиной мм.

После раскроя трубной заготовки ее длина составила мм.

Длина трубы после нагрева в кольцевой печи.

$$L_{\text{после нагрева}} = L_{\text{заг}} \times K_{\text{угара}}$$

Учитывая коэффициент вытяжки прошивного стана ($\mu_{\text{п}}$) длина гильзы

составила:

$$L_{\text{прош.}} = L_{\text{после нагрева}} \times \mu_{\text{п}}$$

Учитывая коэффициент вытяжки СПП №1 ($\mu_{\text{СПП1}}$) длина трубы составила:

$$L_{\text{СПП1}} = L_{\text{прош.}} \times \mu_{\text{СПП1}}$$

Учитывая коэффициент вытяжки СПП №2 ($\mu_{\text{СПП2}}$) длина трубы составила:

$$L_{\text{СПП2}} = L_{\text{СПП1}} \times \mu_{\text{СПП2}}$$

Учитывая коэффициент вытяжки на обкатном стане ($\mu_{\text{обк}}$) длина трубы

составила:

$$L_{\text{обк}} = L_{\text{СПП2}} \times \mu_{\text{обк}}$$

Учитывая коэффициент вытяжки на калибровочном стане ($\mu_{\text{калибр}}$) длина

трубы составила:

$$L_{\text{к}} = L_{\text{обк}} \times \mu_{\text{калибр}}$$

Длина трубы после обрезки концов составила:

$$L_{\text{тр}} = L_{\text{калибр}} - L_{\text{обрезь}}$$

Длина трубы после отбора проб для проведения испытаний (с каждого конца по 60(+5)мм) составила:

$$L_{\text{проб}} = L_{\text{тр}} - 60 \times 2$$

Перед сдачей на склад, длина готовой трубы составляет $L_{\text{тр}}$ мм.

3.4.2 Расчет массы изделия по операциям

Найдем вес 1 метра заготовки.

$$m = \frac{\pi \times D^2}{4} L \rho,$$

где ρ – плотность стали.

Заготовку поставляют длиной мм, поэтому масса заготовки составляет:

$$m_1 = L_{\text{заг}} \times m$$

Масса раскrojенной трубной заготовки составляет:

$$m_2 = L_{\text{заг. разрез.}} \times m$$

Массу трубы после прошивного стана считаем с учетом безвозвратных потерь при нагреве в кольцевой печи – 1,2%.

$$m_3 = m_2 - \frac{m_2 \times 1,2}{100}$$

Масса трубы после СПП №1, СПП №2 и обкатного стана остается неизменной и равна:

$$m_4 = m_5 = m_6 = m_3$$

Масса трубы после калибровочного стана изменяется с учетом безвозвратных потерь при индукционном нагреве – 0,1%.

$$m_7 = m_5 - \frac{m_5 \times 0,1}{100}$$

Масса труб после обрезки концов.

$$m_8 = m_7 - m_{\text{обр.к.}}$$

Определяем процент на обрезку концов.

$$\%_{\text{обр.к.}} = \frac{m_{\text{обр.к.}}}{m_6} \times 100\%$$

Масса трубы после обрезки концов для контрольных испытаний.

$$m_9 = m_8 - m_{\text{обр.}}$$

Определяем процент на обрезку концов для контрольных испытаний.

$$\%_{\text{обр.}} = \frac{m_{\text{обр.}}}{m_8} \times 100\%$$

3.4.3 Расчет заправочного коэффициента

Рассчитываем заправочный коэффициент с учетом всех потерь.

$$K_{\text{з.п.}i} = K_{\text{з.п.}i-1} + K_{\text{з.п.}i-1} \times \frac{\%_{\text{потерь}}}{100}$$

3.4.4 Расчет выхода годного по заправочному коэффициенту

$$ВГ = \frac{1000}{K_{\text{з.п.}1}} \times 100\%$$

Список использованной литературы

1. Богоявленский К.Н. и др. Обработка цветных металлов и сплавов давлением. – М.: Металлургия. 1973.
2. Ваткин Я.Л., Ваткин Ю.Я. Трубное производство. – М.: Металлургия.
3. Виноградов А.Г. Трубное производство. – М.: Металлургия. 1981.
4. Программа учебной дисциплины «Технология производства труб».
5. Производство труб Шевакин Ю.Ф., Коликов А.П., Райков Ю.Н.– М.: Интермет Инжиниринг, 2005.
6. Шевакин Ю.Ф., Рытиков А.М., Сейдалиев Ф.С. Производство труб из цветных металлов. – М.: Металлургиздат.

НОРМАТИВНО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 1.

Прокатного производства (новая технология)

Сплав Ст. Изделие Труба ГОСТ

Размер мм

Размер слитка или заготовки мм.

Вес слитка кг В.Г. %

№ операции	Наименование операции	Механизм и его характеристика	Вытяжка		Размеры после		Нормы расхода металла				Количество штук после	Вес одной штуки после операции	Заправочный коэффициент на 1 тн.	Норма выработки в ст. час	Норма рабочих на операции	Расценок за 1 т. годового	Станко - часов
			Режим работы	Средняя за проход	Длина, мм	Сечение, мм	Геометрические расходы, %	На настройку	Безвозвратные потери, %	Всего на данную операцию							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Подвоз металла	Мостовой кран	Q = 15т		11360	150					1	1575	1102				
2	Ломка заготовки	Ножницы «ЭРФУРТ»	1600т		11360	150					4	1575	1102				
3	Загрузка в печь	Загрузочная машина			2840	150					1	393,8	1102				
4	Нагрев заготовки	Кольцевая печь	1270 ⁰ С, 58 мин		2840	150			1,2	1,2	1	389,0	1102				
5	Выгрузка из печи	Машина выгрузки			2840	150					1	389,0	1089,2				
6	Прошивка	Прошивной стан		3,68	12541	170,6		1,0		1,0	1	389,0	1089,2				
7	Прокатка 1	Стан продольной прокатки №1		1,28	16052	162,6		1,0		1,0	1	389,0	1078,4				
8	Прокатка 2	Стан продольной прокатки №2		1,16	18620	162,6		1,0		1,0	1	389,0	1067,7				
9	Обкатка	Обкатной стан		1,06	19737	168,6		1,0		1,0	1	389,0	1057,1				
10	Индукционный нагрев	Индуктора	950 ⁰ С		19737	168,6			0,1	0,1	1	388,6	1046,6				
11	Калибрование	Калибровочный стан		1,05	20724	160,6		1,0		1,0	1	388,6	1045,6				
12	Холодильник	Охлаждение труб			20724	159,0					1	388,6	1035,2				
13	Правка	Правильная машина	350 ⁰ С		20724	159,0					1	388,6	1035,2				
14	Обрезка концов	Обрезной станок	400 мм		20130	159,0	2,87			2,87	1	377,5	1035,2				
15	Продувка	Продувочный агрегат	18атм.		20130	159,0					1	377,5	1006				
16	Контроль ОТК	Ручная операция			20010	159,0	0,6			0,6	1	3752	1006				
17	Сдача на склад	Мостовой кран	Q = 15т		10000,0	159,0					2	187,6	1000				

НОРМАТИВНО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА № 2.

Прокатного производства (старая технология)

Сплав Ст. Изделие Труба ГОСТ

Размер мм

Размер слитка или заготовки мм.

Вес слитка кг В.Г. %

№ операции	Наименование операции	Механизм и его характеристика	Вытяжка		Размеры после		Нормы расхода металла				Количество штук после	Вес одной штуки после операции	Заправочный коэффициент на 1 тн.	Норма выработки в ст. час	Норма рабочих на операции	Расценок за 1 т. годового	Станко - часов
			Режим работы	Средняя за проход	Длина, мм	Сечение, мм	Геометрические расходы, %	На настройку	Безвозвратные потери, %	Всего на данную операцию							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Подвоз металла	Мостовой кран	Q = 15т		9085	150					1	1259,6	1106				
2	Ломка заготовки	Ножницы «ЭРФУРТ»	1600т		2271	150					4	314,9	1106				
3	Загрузка в печь	Загрузочная машина			2271	150					1	314,9	1106				
4	Нагрев заготовки	Кольцевая печь	1270 ⁰ С, 58 мин		2271	150			1,5	1,5	1	310,2	1106				
5	Выгрузка из печи	Машина выгрузки			2271	150					1	310,2	1089,2				
6	Прошивка	Прошивной стан		3,68	12535,9	170,6		1,0		1,0	1	310,2	1089,2				
7	Прокатка 1	Стан продольной прокатки №1		1,28	16045,9	162,6		1,0		1,0	1	310,2	1078,4				
8	Прокатка 2	Стан продольной прокатки №2		1,16	18613,2	162,6		1,0		1,0	1	310,2	1067,7				
9	Обкатка	Обкатной стан		1,06	19730	168,6		1,0		1,0	1	310,2	1057,1				
10	Индукционный нагрев	Индуктора	950 ⁰ С		20717	168,6			0,1	0,1	1	309,9	1046,6				
11	Калибрование	Калибровочный стан		1,05	20717	160,6		1,0		1,0	1	309,9	1045,6				
12	Холодильник	Охлаждение труб			20717	159					1	309,9	1035,2				
13	Правка	Правильная машина	350 ⁰ С		20717	159					1	309,9	1035,2				
14	Обрезка концов	Обрезной станок	400 мм		20123	159	2,87			2,87	1	301,0	1035,2				
15	Продувка	Продувочный агрегат	18атм.		20123	159					1	301,0	1006				
16	Контроль ОТК	Ручная операция			10003	159	0,6			0,6	1	299,2	1006				
17	Сдача на склад	Мостовой кран	Q = 15т		10000	159					2	149,6	1000				

Министерство общего и профессионального образования
Свердловской области
Государственное автономное профессиональное
образовательное учреждение
Свердловской области
«Каменск-Уральский техникум металлургии и машиностроения»

Специальность 22.02.05.
Обработка металлов давлением
Группа ОМД - 413

ПРОЕКТ ЦЕХА ПО ВЫПУСКУ ТРУБ ОБЩЕГО
НАЗНАЧЕНИЯ ИЗ СТАЛИ МАРКИ 20, ДИАМЕТРОМ
159,0 ММ И ТОЛЩИНОЙ СТЕНКИ 6,0 ММ.
ГОДОВАЯ ПРОГРАММА 190 ТЫС. ТОНН

Пояснительная записка
КП.22.02.05.51.01.413.14.13.ПЗ
Курсовой проект

Разработал:
студент Иванова С.С.
_____ (подпись)
_____ (дата)

Руководитель проекта:
Никитина Г.В.
_____ (подпись)
_____ (дата)

