



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов  
15.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОКАТКИ***

Направление подготовки (специальность)  
22.04.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы  
Искусственный интеллект в металлургии

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Литейных процессов и материаловедения
Курс	1
Семестр	1

Магнитогорск  
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 22.04.02 Metallургия (приказ Минобрнауки России от 24.04.2018 г. № 308)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

21.01.2022, протокол № 6

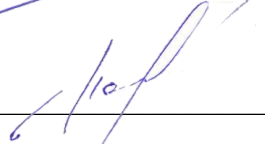
Зав. кафедрой  Н.А. Феоктистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

15.02.2022 г. протокол № 6

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ЛПИМ, канд. техн. наук  М.Г. Потапов

Рецензент:

зав. кафедрой ПЭиБЖД, канд. техн. наук  А.Ю. Перятинский

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины являются:

-изучение и усвоении знаний об особенностях построения моделей процессов ОМД и тенденций использования ЭВМ для анализа и оптимизации технологий процессов ОМД, необходимых для дальнейшей деятельности;

-углубление теоретических знаний в области моделирования и получение практических навыков построения моделей технологических процессов обработки металлов давлением.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Компьютерное моделирование прокатки входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Теория систем и её приложения

Контроль и системы управления технологическими процессами

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Основы программирования на языке Python

Искусственные нейронные сети

Моделирование и оптимизация технологических процессов

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Компьютерное моделирование прокатки» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-3	Способен разрабатывать и обосновывать предложения по совершенствованию технологических процессов и оборудования прокатного производства
ПК-3.1	Знает: технологические процессы и оборудование прокатного производства, их влияние на качество металлопродукции; технологические процессы и оборудование литейно-прокатных агрегатов; принципы их автоматизации
ПК-3.2	Умеет: обосновать предложения по совершенствованию технологических процессов и оборудования прокатного производства
ПК-3.3	Имеет практический опыт: разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов и оборудования прокатного производства, применяя компьютерное моделирование и цифровые технологии
ПК-4	Способен проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции
ПК-4.1	Знает: современные методы исследования материалов и процессов; металловедческие основы технологических процессов производства изделий; современные конструкционные и инструментальные материалы; методы повышения качества продукции модифицированием их поверхности; технологические процессы, их влияние на качество продукции; принципы проведения экспертизы металлов и металлоизделий; технологические процессы, принципы

	их компьютерного моделирования и влияние на качество продукции; технологические процессы, принципы построения их цифровых двойников; автоматизированные технологические агрегаты прокатного производства
ПК-4.2	Умеет: проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции, используя современные методы исследования материалов и процессов, компьютерное моделирование и цифровые технологии
ПК-4.3	Имеет практический опыт: анализа технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции, используя современные методы исследования материалов и процессов, компьютерное моделирование; анализа технологических процессов для разработки требований к цифровому двойнику

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 32 акад. часов;
- аудиторная – 32 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов;
- самостоятельная работа – 40 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 36 акад. час

Форма аттестации - курсовая работа, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1.								
1.1 Введение. Понятие модели процесса. Общие представления о методах теоретического анализа процессов ОМД. Инженерные методы (метод решения дифференциальных уравнений равновесия вместе с условием пластичности и метод усреднения напряжений по одному из направлений). Подготовка графических объектов для моделирования в КОМПАС 3D.	1	4		4	5	Самостоятельное изучение учебной литературы	Практическое задание №1 Контроль за выполнением курсовой работы.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3

<p>1.2 Энергетические методы (вариационный метод и метод баланса работ). Метод линий скольжения (ЛС). Общие сведения о методе ЛС. Условия использования метода ЛС. Способы построения ЛС. Модели исследования напряженного состояния металла при прокатке и при осадке высоких полос.</p> <p>Алгоритм и программа расчета. Исследование напряженного состояния металла при деформации высоких полос методом ЛС. Метод верхней оценки (МВО). Метод нижней оценки (МНО). Модель прямого прессования сплошного профиля МВО. Модель прокатки высоких полос МВО. Исследование энергетических параметров процессов МВО.</p> <p>Работа с Препроцессором (создание объектов, задание свойств, параметров движения, параметров моделирования и т.д.).</p>		4		4	11	Самостоятельное изучение учебной литературы	Практическое задание №2 Контроль за выполнением курсовой работы.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
<p>1.3 Основная концепция метода конечных элементов. Двухмерные и трехмерные изопараметрические элементы. Виды формулировок метода конечных элементов (формулировка Лагранжа, Эйлера, ALE) Общие сведения. Структура САЕ интерфейса, Система единиц. Описание модели и формирование исходных данных к расчету. Запуск задачи на выполнение и анализ возможных погрешностей. Обработка результатов моделирования.</p> <p>Подготовка данных моделирования, задания краевых условий, взаимодействия между объектами и другими шагами Препроцессора</p>		4		4	12	Самостоятельное изучение учебной литературы	Практическое задание №3 Контроль за выполнением курсовой работы.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3

1.4 Описание модели с помощью графической оболочки. Описание модели с помощью файла исходных данных. Анализ результатов моделирования. Работа с Постпроцессором. Извлечение данных моделирования. Выводы. Рекомендации по моделированию.	4	4	12	Самостоятельное изучение литературы.	Практическое задание №4 Защита курсовой работы.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу	16	16	40			
Итого за семестр	16	16	40		экзамен,кр	
Итого по дисциплине	16	16	40		курсовая работа, экзамен	

## 5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины используются:

Традиционные образовательные технологии – информационная лекция (вводную лекцию, где дает первое представление о предмете и знакомство студентов с назначением и задачами курса); лекции – консультации, изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы; лабораторные работы; практические занятия.

Технологии проблемного обучения – проблемные лекции является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения; лабораторные работы с использованием проблемного обучение, которое заключается в стимулировании студентов к самостоятельной «добыче» знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

Информационно-коммуникационные образовательные технологии – в ходе проведения лекционных занятий предусматривается использование электронного демонстрационного материала (лекции-визуализации), использование Интернет ресурсов для промежуточных аттестаций и проверки остаточных знаний

Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке в процессе выполнения контрольных работ, а также в процессе подготовки к устному опросу, тестированию и итоговой аттестации.

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается:

- использование электронного демонстрационного материала по современной измерительной технике;
- использование электронных учебников по отдельным темам занятий;
- активные и интерактивные формы обучения: вариативный опрос, дискуссии, устный опрос, контрольная работа, тестовый опрос и т.д.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### а) Основная литература:

1. Моделирование и автоматизированное проектирование технологических процессов обработки металлов давлением : учебное пособие / С. Б. Сидельников, И. Н. Довженко, И. Ю. Губанов [и др.]. — 2-е изд., доп. и перераб. — Красноярск : СФУ, 2019. — 252 с. — ISBN 978-5-7638-4079-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157570> (дата обращения: 21.07.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Рудской, А. И. Теория и технология прокатного производства : учебное пособие / А. И. Рудской, В. А. Лунев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 528 с. — ISBN 978-5-8114-4958-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129221> (дата обращения: 11.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Беляева, И. А. Математическое моделирование процессов ОМД : учебное пособие / И. А. Беляева. — Самара : СамГУ, 2019. — 84 с. — ISBN 978-5-7883-1351-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148602> (дата обращения: 11.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **б) Дополнительная литература:**

1. Бабёнышев, С. В. Бабёнышев, С. В. Математические методы и информационные технологии в научных исследованиях : учебное пособие / С. В. Бабёнышев, Е. Н. Матеров. - Железногорск : ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. - 215 с. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/1082157>

2. Социализация импакт-технологий в территориальном общественном самоуправлении на основе развития информационно-коммуникативной инфраструктуры : монография / И. А. Юрасов, В. А. Бондаренко, М. А. Танина, В. А. Юдина. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 209 с. - ISBN 978-5-16-107892-1. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/1031615> .

3. Зиновьев, Д. В. Основы моделирования в SolidWorks / Д. В. Зиновьев ; под редакцией М. И. Азанова. — Москва : ДМК

Пресс, 2017. — 240 с. — ISBN 978-5-97060-556-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/97361> (дата обращения: 11.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **в) Методические указания:**

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно



Программное обеспечение для проектирования замещающих технологических воздействий при взаимозамене легирующих элементов в процессе проката из низколегированных сталей	К-243-12 от 18.09.2012	бессрочно
Программное обеспечение для моделирования напряжений деформаций, в рулонном прокате, в процессе термического воздействия периодического характера	К-167-12 от 02.07.2012	бессрочно
Программное обеспечение для разработки, адаптации и расчета износа валков станов горячей прокатки и прогнозирования профиля полосы	К-324-12 от 26.11.2012	бессрочно
АСКОН Компас 3D v.16	Д-261-17 от 16.03.2017	бессрочно

#### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>

#### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения практических занятий «Литейная лаборатория» оснащена лабораторным оборудованием:  
Лабораторное оборудование:
  1. Плавильные печи.
  2. Термические печи.
  3. Лаборатория контроля качества формовочной смеси.
  4. Твердомеры.
  5. Приборы для испытания образцов на износостойкость.
  6. Микроскоп.
  7. Шлифовальные машины.
  8. Фрезерный станок с числовым программным обеспечением.
  9. Дробилки.
  10. Центробежная машина литья.
  11. Вакуумная литейная установка.
  - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для выполнения курсовых проектов (работ) и практических занятий оснащена:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
4. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
5. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
6. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
  - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
  - инструментами для ремонта учебного оборудования;
  - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Компьютерное моделирование прокатки» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает обсуждение на занятиях материала, изложенного в лекционном типе, презентацию и визуализацию материала, который студенты подготовили самостоятельно, а также написание практических работ по пройденным темам.

*Примерный перечень тем для практических занятий:*

### ЗАДАНИЕ

на выполнение практического задания №1 на тему

«Компьютерное моделирование процесса продольной сортовой прокатки»

Разработайте компьютерную модель процесса получения сортового профиля из заготовки заданного сечения и материала путём деформации за один проход в прокатной клетке.

Результаты моделирования сформируйте в виде отчёта.

- 1) Компьютерная модель системы «Заготовка-прокатные валки».
- 2) Начальные и граничные условия процесса, параметры инструмента.
- 3) Анализ течения металла в процессе деформации.
- 4) Анализ напряжённо-деформированного состояния.
- 5) Оценка энергосиловых параметров, полученных в результате компьютерного моделирования процесса.

Руководитель работы: \_\_\_\_\_ //

Задание принял к исполнению: \_\_\_\_\_ /

Дата выдачи задания: \_\_\_\_\_ 2022 г.

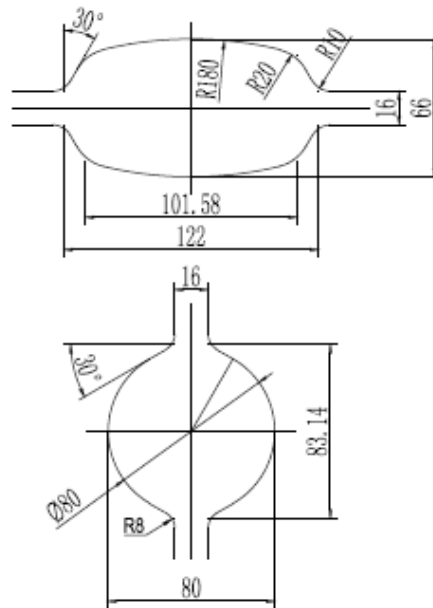
### Вариант 1

Материал: Сталь 20

Температура прокатки: 1130 °С

Диаметр прокатных валков 450 мм, длина бочки 600 мм.

Калибр размещён по краю бочки.



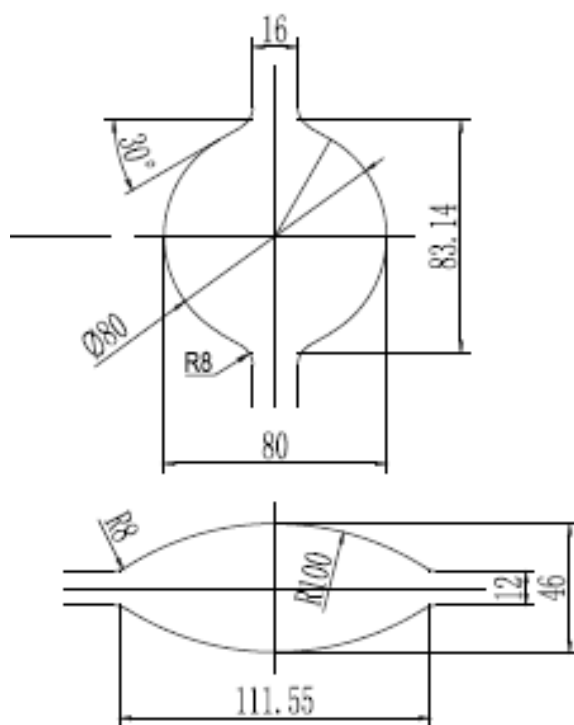
### Вариант 2

Материал: Сталь 3

Температура прокатки: 1150 °С

Диаметр прокатных валков 480 мм, длина бочки 650 мм.

Калибр размещён по краю бочки.



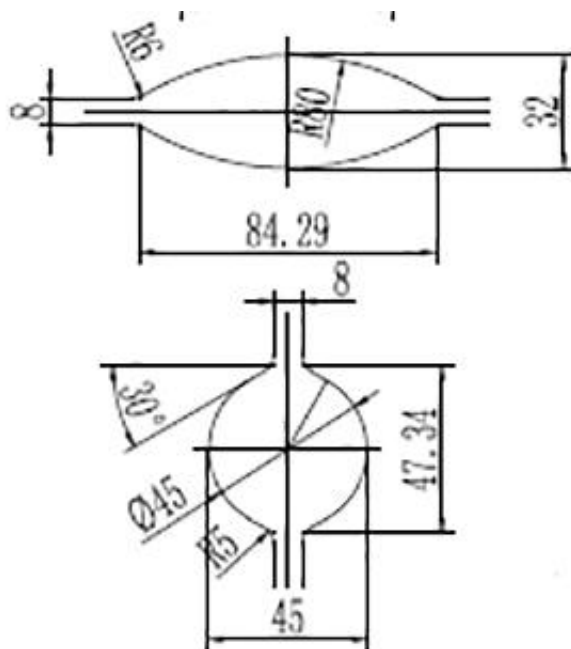
Вариант 3

Материал: Сталь 45

Температура прокатки: 1100 °С

Диаметр прокатных валков 440 мм, длина бочки 580 мм.

Калибр размещён по центру бочки.



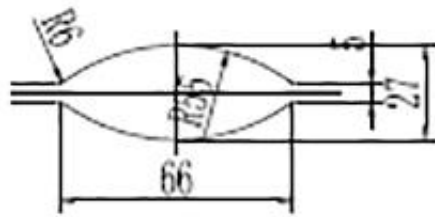
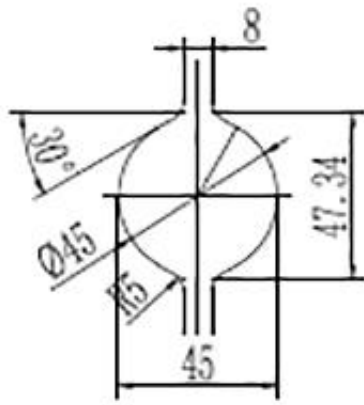
Вариант 4

Материал: Сталь 65Г

Температура прокатки: 1090 °С

Диаметр прокатных валков 380 мм, длина бочки 5000 мм.

Калибр размещён на 2/3 бочки.



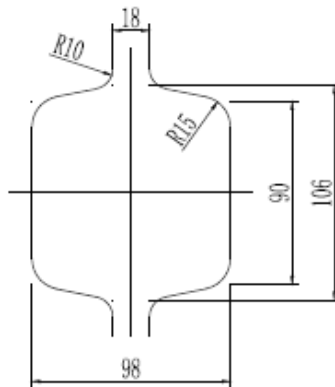
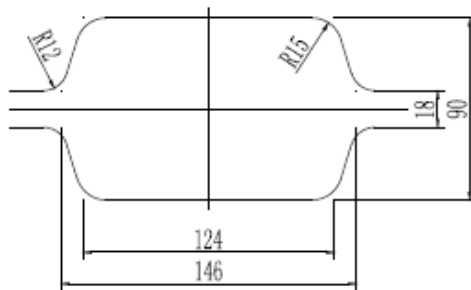
Вариант 5

Материал: Сталь 10

Температура прокатки: 1110 °С

Диаметр прокатных валков 350 мм, длина бочки 450 мм.

Калибр размещён по краю бочки.

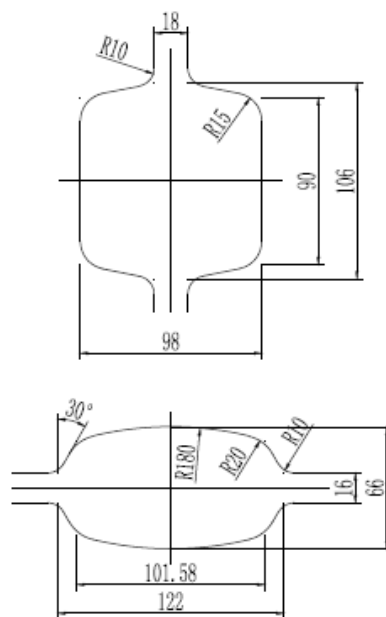


Вариант 6

Материал: Сталь 5

Температура прокатки: 1080 °С

Диаметр прокатных валков 330 мм, длина бочки 400 мм.  
Калибр размещён по центру бочки.



«Компьютерное моделирование прокатки»

## ЗАДАНИЕ

на выполнение практического задания №2 на тему  
«Компьютерное моделирование процесса прокатки листа»

Разработайте компьютерную модель процесса получения полосы из заготовки заданного сечения и материала путём деформации за один проход в прокатной клети стана КВАРТО.

Результаты моделирования сформируйте в виде отчёта.

- 1) Компьютерная модель системы «Заготовка-рабочие валки/опорные валки».
- 2) Начальные и граничные условия процесса, параметры инструмента.
- 3) Анализ течения металла в процессе деформации.
- 4) Анализ напряжённо-деформированного состояния.
- 5) Оценка энергосиловых параметров, полученных в результате компьютерного моделирования процесса.

### Вариант 1

Материал: Сталь 20  
Температура прокатки: 1130 °С  
Диаметр рабочих валков 500 мм, диаметр опорных валков 800 мм,  
длина бочки валка 600 мм.  
Заготовка: толщина 30 мм, ширина 400 мм.  
Полоса: толщина 28 мм.

### Вариант 2

Материал: Сталь 3  
Температура прокатки: 1180 °С  
Диаметр рабочих валков 480 мм, диаметр опорных валков 750 мм,  
длина бочки валка 650 мм.  
Заготовка: толщина 28 мм, ширина 600 мм.  
Полоса: толщина 25 мм.

### Вариант 3

Материал: Сталь 5  
Температура прокатки: 1210 °С  
Диаметр рабочих валков 450 мм, диаметр опорных валков 700 мм,  
длина бочки валка 800 мм.  
Заготовка: толщина 25 мм, ширина 700 мм.  
Полоса: толщина 23 мм.

### Вариант 4

Материал: Сталь 09Г2С  
Температура прокатки: 1190 °С  
Диаметр рабочих валков 750 мм, диаметр опорных валков 1500 мм,  
длина бочки валка 1700 мм.  
Заготовка: толщина 10 мм, ширина 1500 мм.  
Полоса: толщина 9 мм.

### Вариант 5

Материал: Сталь 12Х17Н10Т  
Температура прокатки: 1170 °С  
Диаметр рабочих валков 900 мм, диаметр опорных валков 1800 мм,  
длина бочки валка 1750 мм.  
Заготовка: толщина 8 мм, ширина 1500 мм.  
Полоса: толщина 7,5 мм.

### Вариант 6

Материал: Сталь 09Г2С  
Температура прокатки: 23 °С  
Диаметр рабочих валков 800 мм, диаметр опорных валков 1400 мм,  
длина бочки валка 1700 мм.  
Заготовка: толщина 3 мм, ширина 1500 мм.



Полоса: толщина 2,7 мм.

## ЗАДАНИЕ

на выполнение практического задания №3 на тему  
«Компьютерное моделирование процесса непрерывной сортовой прокатки»

Разработайте компьютерную модель процесса получения продукции из заготовки заданного сечения и материала в соответствии с предложенной технологией.

Результаты моделирования сформируйте в виде отчёта.

- 1) Компьютерная модель системы «Заготовка-инструмент рабочей клетки 1- инструмент рабочей клетки 2».
- 2) Начальные и граничные условия процесса, параметры инструмента.
- 3) Анализ течения металла в процессе деформации.
- 4) Анализ напряжённо-деформированного состояния.
- 5) Оценка энергосиловых параметров, полученных в результате компьютерного моделирования процесса.
- 6) Предложения по совершенствованию технологического процесса.

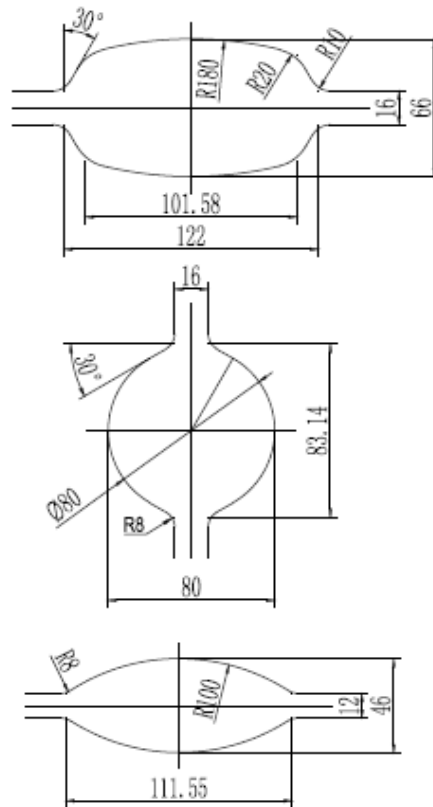
### Вариант 1

Материал: Сталь 20

Температура прокатки: 1130 °С

Диаметр прокатных валков 450 мм, длина бочки 600 мм.

Калибр размещён по краю бочки.



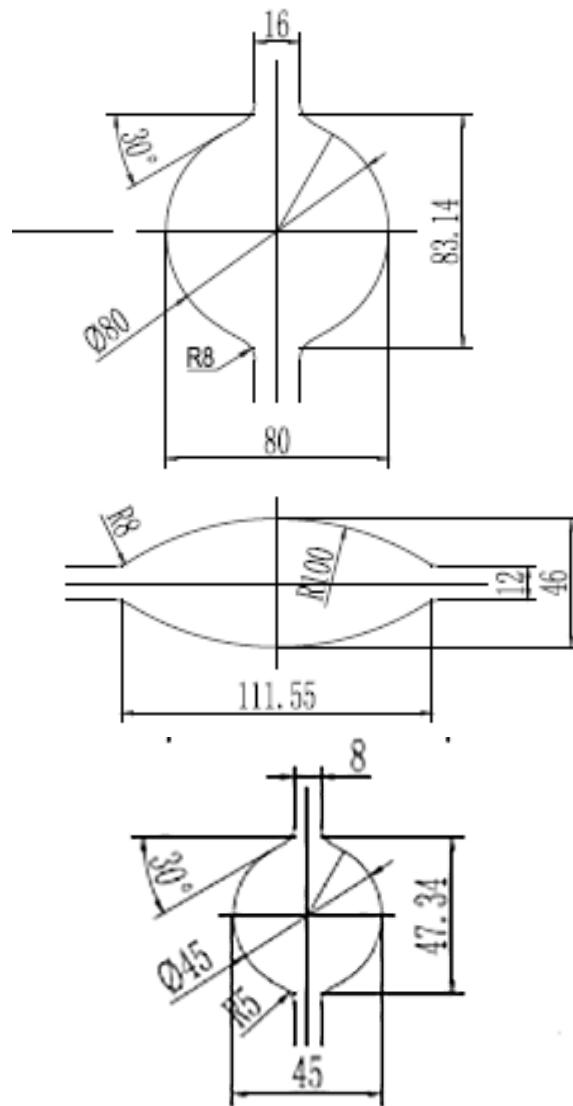
Вариант 2

Материал: Сталь 3

Температура прокатки: 1150 °С

Диаметр прокатных валков 480 мм, длина бочки 650 мм.

Калибр размещён по краю бочки.



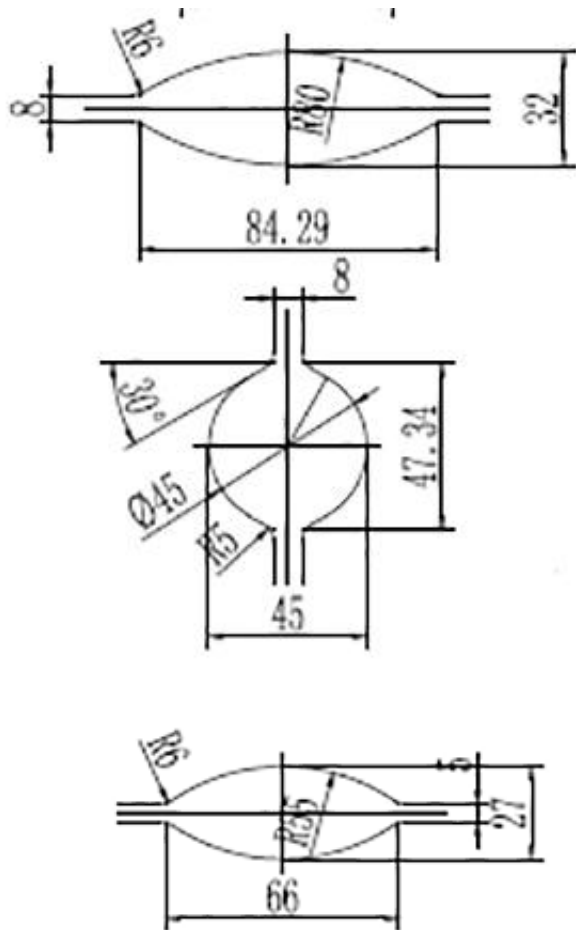
Вариант 3

Материал: Сталь 45

Температура прокатки: 1100 °С

Диаметр прокатных валков 440 мм, длина бочки 580 мм.

Калибр размещён по центру бочки.



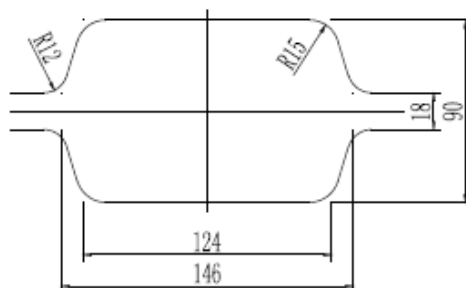
Вариант 4

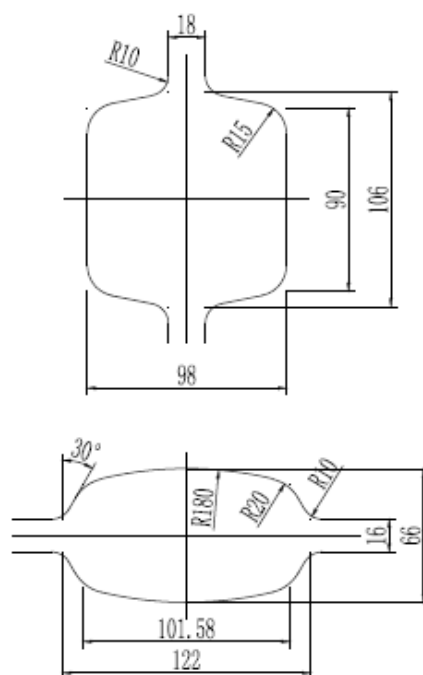
Материал: Сталь 65Г

Температура прокатки: 1090 °С

Диаметр прокатных валков 380 мм, длина бочки 5000 мм.

Калибр размещён на 2/3 бочки.





«Компьютерное моделирование прокатки»

## ЗАДАНИЕ

на выполнение практического задания №4 на тему  
«Компьютерное моделирование процесса раскатки трубы»

Разработайте компьютерную модель процесса раскатки трубы на раскатном стане.

Результаты моделирования сформируйте в виде отчёта.

- 1) Компьютерная модель системы «Гильза-валки-оправка».
- 2) Начальные и граничные условия процесса, параметры инструмента.
- 3) Анализ течения металла в процессе деформации.
- 4) Анализ напряжённо-деформированного состояния.
- 5) Оценка энергосиловых параметров, полученных в результате компьютерного моделирования процесса.
- 6) Предложения по совершенствованию технологического процесса.
- 7) Выработка предложений по управлению качеством продукции.

### Вариант 1

Материал: Сталь Д  
Температура прокатки: 1125 °С  
Диаметр валков 750 мм  
Гильза: 230x12,9.  
Готовая труба: 219x8.

### Вариант 2

Материал: Сталь 10  
Температура прокатки: 1110 °С  
Диаметр валков 730 мм  
Гильза: 185x40.  
Готовая труба: 168x35.

### Вариант 3

Материал: Сталь 10  
Температура прокатки: 1135 °С  
Диаметр валков 720 мм  
Гильза: 171x10,5.  
Готовая труба: 159x5.

### Вариант 4

Материал: Сталь 30ХГСА  
Температура прокатки: 1125 °С  
Диаметр валков 700 мм  
Гильза: 167x8,9.  
Готовая труба: 159x5.

### Вариант 5

Материал: Сталь 20  
Температура прокатки: 1115 °С  
Диаметр валков 700 мм  
Гильза: 170x9,2.  
Готовая труба: 59x5.

### Вариант 6

Материал: Сталь 10  
Температура прокатки: 1085 °С  
Диаметр валков 680 мм  
Гильза: 143x32,8.  
Готовая труба: 133x30.

*Примерный вариант задания для курсовой работы*

«Компьютерное моделирование прокатки»

**ЗАДАНИЕ**

на курсовую работу на тему «Оптимизация технологического процесса производства профиля согласно «варианту задания»»

Разработайте компьютерную модель процесса производства профиля согласно варианту задания, выберите технологическое оборудование для его реализации. С учётом полученных результатов предложите мероприятия по оптимизации технологического процесса.

Вопросы, подлежащие проработке:

- 1) Технология получения профиля, оборудование для её реализации.
- 2) Процесс разработки компьютерной модели технологического процесса.
- 3) Анализ течения металла в процессе деформации.
- 4) Анализ напряжённо-деформированного состояния.
- 5) Оценка энергосиловых параметров, полученных в результате компьютерного моделирования процесса.
- 6) Предложения по совершенствованию технологического процесса.
- 7) Выработка предложений по управлению качеством продукции.

Руководитель работы: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Задание принял к исполнению: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Дата выдачи задания: \_\_\_\_\_ 2022 г.





7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-3: Способен разрабатывать и обосновывать предложения по совершенствованию технологических процессов и оборудования прокатного производства		
ПК-3.1	Знает: технологические процессы и оборудование прокатного производства, их влияние на качество металлопродукции; технологические процессы и оборудование литейно-прокатных агрегатов; принципы их автоматизации	<p>Вопросы, входящие в перечень для сдачи <b>ЭКЗАМЕНА:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Виды моделирования и определение подобия явлений.</li> <li>2. Определение модели и область применения теории подобия.</li> <li>3. Классификация моделирования и подобия.</li> <li>4. Наглядное, символическое и математическое моделирование.</li> <li>5. Натурное, физическое и аналоговое моделирование в прокатном производстве.</li> <li>6. Первая теорема подобия.</li> <li>7. Преобразование критериев подобия.</li> <li>8. Вторая теорема подобия. Правило определения количества независимых критериев подобия.</li> <li>9. Третья теорема подобия.</li> <li>10. Порядок решения задач с использованием анализа размерности (матричный метод).</li> <li>11. Порядок решения задач с использованием анализа размерности.</li> <li>12. Точность моделирования и виды погрешностей.</li> </ol>
ПК-3.2	Умеет: обосновать предложения по совершенствованию технологических процессов и оборудования прокатного производства	Практическое задание №1-2
ПК-3.3	Имеет практический опыт: разрабатывать предложения по совершенствованию технологических	Выполнение и защита курсовой работы

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	процессов и оборудования прокатного производства, применяя компьютерное моделирование и цифровые технологии	
ПК-4: Способен проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции		
ПК-4.1	Знает: современные методы исследования материалов и процессов; металловедческие основы технологических процессов производства изделий; современные конструкционные и инструментальные материалы; методы повышения качества продукции модифицированием их поверхности; технологические процессы, их влияние на качество продукции; принципы проведения экспертизы металлов и металлоизделий; технологические процессы, принципы их компьютерного моделирования и влияние на качество продукции; технологические процессы, принципы построения их цифровых двойников; автоматизированные технологические агрегаты прокатного производства	Вопросы, входящие в перечень для сдачи <b>ЭКЗАМЕНА:</b> 1. Виды задач, решаемые с применением анализа размерностей. 2. Надежность и достоверность уравнений зависимости, получаемых матричным методом. 3. Вопросы, изучаемые моделированием на основе теории подобия. 4. Методика расчета силовых параметров процесса деформации, основанная на законе пластического подобия по "подходящим" данным". 5. Геометрическое подобие. 6. Механическое подобие. 7. Физическое подобие. 8. Условия приближенного моделирования. 9. Принципы приближенного моделирования. 10. Ориентировочное масштабирование при моделировании работы различных прокатных цехов. 11. Выбор материала для моделирования (холодная деформация). 12. Выбор материала для моделирования (горячая деформация). 13. Применение моделирования при определении прочности оборудования.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-4.2	<p>Умеет: проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции, используя современные методы исследования материалов и процессов, компьютерное моделирование и цифровые технологии</p>	<p>Практическое задание №3-4</p>
ПК-4.3	<p>Имеет практический опыт: анализа технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции, используя современные методы исследования материалов и процессов, компьютерное моделирование; анализа технологических процессов для разработки требований к цифровому двойнику</p>	<p>Выполнение и защита курсовой работы</p>

## **Критерии оценки экзамена (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):**

### **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме *экзамена*.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

#### **Показатели и критерии оценивания экзамена:**

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

#### **Показатели и критерии оценивания курсовой работы:**

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;
- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – работа выполнена частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – работа выполнена частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.