

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 26.05.2026 19:06:56  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»  
Новотроицкий филиал

Приложение 4

к ОПОП ВО 15.03.02 Технологические машины и оборудование  
Машины и технологии обработки металлов давлением

## Рабочая программа дисциплины Прокатное производство

Закреплена за подразделением	<b>Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)</b>	
Направление подготовки	15.03.02 Технологические машины и оборудование	
Образовательная программа	15.03.02 Технологические машины и оборудование / Машины и технологии обработки металлов давлением	
Квалификация	<b>Бакалавр</b>	
Форма обучения	<b>очная</b>	
Общая трудоемкость	<b>5 ЗЕТ</b>	Виды контроля в семестрах:
Часов по учебному плану	<b>180</b>	<b>экзамен 5 контрольная работа 5</b>

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	Неделя			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	85	85	85	85
В том числе сам. работа в рамках ФОС		85		
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*д.т.н., Профессор, Дема Р.Р.*

Рабочая программа дисциплины

### **Прокатное производство**

Составлен на основании учебного плана:

15.03.02\_23\_Технологич. машины и оборудование\_МиТОМД.rlx, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 15.03.02 Технологические машины и оборудование Машины и технологии обработки металлов давлением протокол от 27.11.2025 №68.

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 11.03.2026 г., №3.

Руководитель подразделения Нефедов Андрей Викторович.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель - формирование представлений о теоретических основах процесса прокатки на гладкой бочке и в калибрах.
1.2	Задачи:
1.3	- изучение сущности и особенностей протекания процессов пластической деформации при продольной прокатке;
1.4	- изучение методов определения основных деформационных, кинематических и энергосиловых параметров процесса продольной прокатки.
1.5	

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Компьютерная графика	
2.1.2	Теория механизмов и машин	
2.1.3	Основы проектирования	
2.1.4	Математика	
2.1.5	Физика	
2.1.6	Электротехника	
2.1.7	Теоретическая механика	
2.1.8	Учебная практика	
2.1.9	Сопротивление материалов	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Машины и агрегаты металлургического производства	
2.2.3	Курсовая научно-исследовательская работа (часть 1)	
2.2.4	Курсовая научно-исследовательская работа (часть 2)	
2.2.5	Производственная практика	
2.2.6	Преддипломная практика	
2.2.7	Металлургические технологии	
2.2.8	Основы трибологии и триботехники	
2.2.9	Основы теории трения и изнашивания	
2.2.10	Теория обработки металлов давлением	
2.2.11	Теория пластической деформации металлов	
2.2.12	САПР в металлургическом машиностроении	
2.2.13	Современное оборудование цехов ОМД	
2.2.14	Современное оборудование машиностроительных заводов	
2.2.15	Моделирование процессов ОМД с использованием современных программных продуктов	
2.2.16	Основы моделирования процессов обработки металлов давлением	
2.2.17	Цифровые двойники в ОМД	
2.2.18	Цифровые двойники в машиностроительном производстве	
2.2.19	Современные методы проектирования оборудования металлургического производства	
2.2.20	Электрооборудование и электроавтоматика цехов ОМД	
2.2.21	Электрооборудование и электроавтоматика машиностроительных заводов	
2.2.22	Контроль и системы управления технологическими процессами ОМД	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ОПК-9: Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-9-31 Основные понятия в области ОМД

<b>ПК-3: Способен участвовать в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования, разрабатывать проектно-конструкторскую документацию, с проверкой её соответствия стандартам, техническим условиям другим нормативным документам, проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений</b>
<b>Знать:</b>
ПК-3-31 Особенности технических заданий
<b>ПК-5: Способен осваивать вводимое технологическое оборудование, проверять его техническое состояние и остаточный ресурс, организовывать осмотры, содержание и ремонты технологических машин и оборудования, выбирать вспомогательные материалы, применять прогрессивные методы эксплуатации оборудования при изготовлении технологических машин</b>
<b>Знать:</b>
ПК-5-31 Способы и методы выбора материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований
<b>ПК-6: Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, анализировать причины нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению, обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления</b>
<b>Знать:</b>
ПК-6-31 Методы контроля качества изделий и объектов; методы проведения анализа причин нарушений технологических процессов; методику разработки мероприятий по предупреждению нарушений технологических процессов
<b>ПК-7: Способен обоснованно выбирать и использовать новые цифровые технологии для повышения эффективности процессов проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта технологических машин и оборудования</b>
<b>Знать:</b>
ПК-7-31 Методы структурного и математического моделирования механизмов и машин, основные закономерности преобразования кинематических и динамических параметров в машинах и механизмах.
<b>ОПК-9: Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-9-У1 Выбирать материалы для изделий различного назначения
<b>ПК-3: Способен участвовать в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования, разрабатывать проектно-конструкторскую документацию, с проверкой её соответствия стандартам, техническим условиям другим нормативным документам, проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-3-У1 Применять стандартные средства автоматизации проектирования
<b>ПК-5: Способен осваивать вводимое технологическое оборудование, проверять его техническое состояние и остаточный ресурс, организовывать осмотры, содержание и ремонты технологических машин и оборудования, выбирать вспомогательные материалы, применять прогрессивные методы эксплуатации оборудования при изготовлении технологических машин</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-5-У1 Осуществлять корректировки технологических процессов
<b>ПК-6: Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, анализировать причины нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению, обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-6-У1 Использовать методы контроля качества изделий и объектов; методы проведения анализа причин нарушений технологических процессов; методики разработки мероприятий по предупреждению нарушений технологических процессов
<b>ПК-7: Способен обоснованно выбирать и использовать новые цифровые технологии для повышения эффективности процессов проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта технологических машин и оборудования</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-7-У1 Анализировать структуру, кинематику и динамику различного типа механизмов
<b>ОПК-9: Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование</b>

<b>Владеть:</b>
ОПК-9-В1 Владеть способностью обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления
<b>ПК-3: Способен участвовать в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования, разрабатывать проектно-конструкторскую документацию, с проверкой её соответствия стандартам, техническим условиям другим нормативным документам, проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-3-В1 Стандартными средствами автоматизации проектирования
<b>ПК-5: Способен осваивать вводимое технологическое оборудование, проверять его техническое состояние и остаточный ресурс, организовывать осмотры, содержание и ремонты технологических машин и оборудования, выбирать вспомогательные материалы, применять прогрессивные методы эксплуатации оборудования при изготовлении технологических машин</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-5-В1 Способностью анализировать продукцию, процессы и системы ОМД
<b>ПК-6: Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, анализировать причины нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению, обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-6-В1 Навыками проведения контроля качества изделий и объектов; анализа причин нарушений технологических процессов; разработки мероприятий по предупреждению нарушений технологических процессов
<b>ПК-7: Способен обоснованно выбирать и использовать новые цифровые технологии для повышения эффективности процессов проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта технологических машин и оборудования</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-7-В1 Методами структурного, кинематического и динамического синтеза оптимальных схем механизмов и машин.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Радел 1. Кинематика процесса продольной прокатки на гладкой бочке</b>							
1.1	Классификация процессов прокатки. Очаг деформации и его параметры. Совокупность параметров, однозначно описывающих геометрию очага деформации. Условие захвата полосы валками и переход к установившейся стадии процесса. Коэффициент трения при прокатке. /Лек/	5	2	ОПК-9-31 ПК-3-31 ПК-5-31 ПК-6-31 ПК-7-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1,К М3	
1.2	Кинематика очага деформации. Распределение скоростей пластического течения металла по длине очага деформации. Нейтральный угол. опережение и отставание. Теоретическое и экспериментальное определение опережения. /Лек/	5	2	ОПК-9-31 ПК-3-31 ПК-5-31 ПК-6-31 ПК-7-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1,К М3	

1.3	Влияние различных факторов на величину опережения, связь между характеристическими углами. Определение средней скорости прокатки. /Лек/	5	2	ОПК-9-31 ПК-3-31 ПК-5-31 ПК-6-31 ПК-7-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1,К М3	
1.4	Определение параметров процесса горячей прокатки полосы на гладкой бочке /Пр/	5	10	ОПК-9-У1 ПК-3-У1 ПК-5-У1 ПК-6-У1 ПК-7-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1,К М3	
	<b>Раздел 2. Раздел 2. Напряженно – деформированное состояние при прокатке на гладкой бочке</b>							
2.1	Дифференциальное уравнение контактных напряжений при плоской деформации. Контактные напряжения при скольжении металла с постоянным коэффициентом трения. Теории контактных сил трения. /Лек/	5	2	ОПК-9-31 ПК-3-31 ПК-5-31 ПК-6-31 ПК-7-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1,К М3	
2.2	Современная теория распределения по длине дуги захвата контактных напряжений. Влияние внешних зон на контактные напряжения. Уточнение положения нейтрального сечения и максимума контактных нормальных напряжений вдоль очага деформации. Экспериментальные исследования контактных напряжений. /Лек/	5	2	ОПК-9-31 ПК-3-31 ПК-5-31 ПК-6-31 ПК-7-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1,К М3	
2.3	Уширение при прокатке. Влияние различных факторов на величину уширения. Определение уширения. /Лек/	5	2	ОПК-9-31 ПК-3-31 ПК-5-31 ПК-6-31 ПК-7-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1,К М3	
2.4	Закономерности деформации металла при прокатке. Распределение деформаций и напряжений в объеме очага деформации в зависимости от его формы. /Лек/	5	2	ОПК-9-31 ПК-3-31 ПК-5-31 ПК-6-31 ПК-7-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1,К М3	
2.5	Построение эпюр контактных напряжений при прокатке на гладкой бочке /Пр/	5	4	ОПК-9-У1 ПК-3-У1 ПК-5-У1 ПК-6-У1 ПК-7-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1,К М3	
	<b>Раздел 3. Раздел 3. Энергосиловые параметры прокатки на гладкой бочке</b>							

3.1	Усилие прокатки. Влияние различных факторов на усилие прокатки. /Лек/	5	2	ОПК-9-31 ПК-3-31 ПК-5-31 ПК-6-31 ПК-7-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1,К М3	
3.2	Особенности расчета усилия деформирования при прокатке «высоких» и «низких» полос. Аналитические и экспериментальные методы определения сопротивления деформации. /Лек/	5	2	ОПК-9-31 ПК-3-31 ПК-5-31 ПК-6-31 ПК-7-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1,К М3	
3.3	Момент и мощность прокатки. Определение момента прокатки по усилию деформирования, по величине расхода энергии, удельным силам трения. Экспериментальные данные по определению работы прокатки. Мощность двигателя прокатного стана. /Лек/	5	2	ОПК-9-31 ПК-3-31 ПК-5-31 ПК-6-31 ПК-7-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1,К М3	
3.4	Расчет энергосиловых параметров процесса горячей прокатки полосы на гладкой бочке /Пр/	5	6	ОПК-9-У1 ПК-3-У1 ПК-5-У1 ПК-6-У1 ПК-7-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1,К М3	
3.5	Контрольная работа 1 /Пр/	5	2	ОПК-9-У1 ПК-3-У1 ПК-5-У1 ПК-6-У1 ПК-7-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1,К М3	
	<b>Раздел 4. Раздел 4. Теоретические основы процесса прокатки в калибрах</b>							
4.1	Понятие и элементы калибра. Особенности процесса прокатки в калибрах. Аналитическое описание формы калибров. Уравнение постоянства объема металла при прокатке в калибрах. /Лек/	5	2	ОПК-9-31 ПК-3-31 ПК-5-31 ПК-6-31 ПК-7-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2,К М3	
4.2	Напряженно – деформированное состояние при прокатке в калибрах. Критерий неравномерности распределения обжатий по ширине калибра. /Лек/	5	4	ОПК-9-31 ПК-3-31 ПК-5-31 ПК-6-31 ПК-7-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2,К М3	
4.3	Поперечная деформация при прокатке в калибрах. /Лек/	5	2	ОПК-9-31 ПК-3-31 ПК-5-31 ПК-6-31 ПК-7-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2,К М3	
4.4	Усилие и момент прокатки в калибрах. /Лек/	5	2	ОПК-9-31 ПК-3-31 ПК-5-31 ПК-6-31 ПК-7-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2,К М3	

4.5	Определение параметров формоизменения и энергосиловых параметров при прокатке в калибрах /Пр/	5	10	ОПК-9-У1 ПК-3-У1 ПК-5-У1 ПК-6-У1 ПК-7-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2,К М3	
<b>Раздел 5. Раздел 5. Особые случаи прокатки</b>								
5.1	Прокатка в валках неравного диаметра, с одним приводным валком, с разными условиями трения на валках. /Лек/	5	2	ОПК-9-31 ПК-3-31 ПК-5-31 ПК-6-31 ПК-7-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2,К М3	
<b>Раздел 6. Раздел 6. Точность прокатки</b>								
6.1	Понятие точности прокатки. Продольная и поперечная разнотолщинность. Факторы, определяющие точность прокатки. /Лек/	5	2	ОПК-9-31 ПК-3-31 ПК-5-31 ПК-6-31 ПК-7-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2,К М3	
6.2	Контрольная работа 2 /Пр/	5	2	ОПК-9-31 ПК-3-31 ПК-5-31 ПК-6-31 ПК-7-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ2,К М3	
<b>Раздел 7. Подготовка к контрольным мероприятиям и выполняемым работам</b>								
7.1	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к КМ /Ср/	5	49	ОПК-9-31 ПК-3-31 ПК-5-31 ПК-6-31 ПК-7-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5		КМ1,К М2,КМ 3	
7.2	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к ВР /Ср/	5	36	ОПК-9-У1 ОПК-9-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-6-У1 ПК-6-В1 ПК-7-У1 ПК-7-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			Р1

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Контрольная работа 1	ОПК-9-31;ПК-3-31;ПК-5-31;ПК-6-31;ПК-7-31	<p>Теоретические вопросы к контрольной работе №1: 1. Классификация процесса прокатки по различным критериям. 2. Основные стадии процесса продольной прокатки. 3. Очаг деформации и его параметры. Основные понятия, характеризующие очаг деформации при продольной прокатке. 4. Условие естественного захвата полосы валками. 5. Условие захвата полосы валками при установившемся процессе прокатки. 6. Основные пути улучшения захвата полосы валками. 7. Коэффициент трения при прокатке. Влияние основных факторов на коэффициент трения. 8. Явление опережения и отставания при продольной прокатке. Распределение скоростей течения в зонах опережения и отставания. 9. Связь между характеристическими углами. 10. Влияние различных факторов на величину опережения. 11. Экспериментальные методы определения опережения. 12. Методы экспериментального определения коэффициента трения. 13. Уширение при продольной прокатке. Виды уширения. 14. Влияние основных технологических факторов прокатки на величину уширения. 15. Неравномерность уширения в очаге деформации. 16. Дифференциальное уравнение равновесия продольных сил при прокатке. 17. Влияние различных факторов на эпюры контактных нормальных напряжений. 18. Теории контактных сил трения. 19. Влияние внешних зон на контактные напряжения. 20. Усилие прокатки. Основные формулы. 21. Момент прокатки. Определение момента прокатки различными способами. 22. Теоретическое определение работы и мощности прокатки. 23. Момент и мощность главного двигателя.</p> <p>Примеры практических задач к контрольной работе № 1.: 1 Заготовка шириной 370 мм подвергается прокатке с абсолютным обжатием 26 мм. Длина заготовки в процессе прокатки увеличилась на 1500 мм. Относительное обжатие составило 20%, относительное уширение 8%. Определить начальную толщину и длину заготовки, конечные размеры после прокатки и коэффициенты деформации. 2 Найти момент прокатки, если известно, что при прокатке полосы шириной 310 мм с абсолютным обжатием 35 мм и относительным обжатием 21% на валках диаметром 780 мм сопротивление металла деформации составило 77 МПа; абсолютное уширение 15 мм и коэффициент напряженного состояния 1,190. 3 Заготовка толщиной 140 мм, шириной 300 мм и длиной 2900 мм прокатывается за 3 прохода без уширения. Определить общий и средний коэффициенты вытяжки, если абсолютное обжатие в первом проходе составило 25 мм, во втором 15 мм, в третьем 10 мм. 4 Рассчитать скорость вращения валков при прокатке полосы толщиной 180 мм с относительным обжатием 21% на валках диаметром 800 мм со скоростью 5 м/с, если коэффициент трения 0,4. 5 Определить температуру заготовки из стали 10, при которой она прокатывается в клети на стальных валках диаметром 700 мм с толщины 180 мм на толщину 150 мм. Скорость деформации составила 5 с<sup>-1</sup>; коэффициент трения 0,3.</p>
-----	----------------------	--	---

КМ2	Контрольная работа 2	ОПК-9-31;ПК-3-31;ПК-5-31;ПК-6-31;ПК-7-31	<p>Теоретические вопросы к контрольной работе №2:1 Понятие и элементы калибра.</p> <p>2 Особенности процесса прокатки в калибрах.</p> <p>3 Аналитическое описание квадратных калибров.</p> <p>4 Аналитическое описание ящечных калибров.</p> <p>5 Аналитическое описание круглых калибров.</p> <p>6 Аналитическое описание овальных калибров.</p> <p>7 Аналитическое описание ромбических калибров.</p> <p>8 Уравнение постоянства объема металла при прокатке в калибрах.</p> <p>9 Напряженно – деформированное состояние при прокатке в калибрах.</p> <p>10 Поперечная деформация при прокатке в калибрах.</p> <p>11 Усилие и момент прокатки в калибрах.</p> <p>12 Прокатка в валках неравного диаметра.</p> <p>13 Прокатка в клети с одним приводным валком</p> <p>14 Прокатка в клети с разными условиями трения на валках.</p> <p>15 Понятие точности прокатки. Продольная и поперечная разнотолщинность.</p> <p>16 Факторы, определяющие точность прокатки.</p> <p>Примеры практических задач к контрольной работе № 2:</p> <p>1 Диаметр круглой полосы <math>D_0=100</math> мм, высота овального калибра <math>h_k=80</math> мм и радиус закругления овального калибра <math>R_k=90</math> мм, диаметр валков по буртам <math>D_v=850</math> мм, зазор между валками <math>S=6</math> мм, температура прокатки <math>T=1180</math> °С, скорость прокатки м/с.</p> <p>2 Определите коэффициент вытяжки и заполнение калибра при прокатке ромбической полосы из стали марки 3сп в квадратном калибре. Исходные данные: высота ромбической полосы <math>h_p=115</math> мм, ширина ромбической полосы <math>b_p=155</math> мм, площадь поперечного сечения ромбической полосы <math>F_p=12015</math> мм<sup>2</sup>, сторона квадратного калибра <math>a_k=97</math> мм, внутренний радиус закругления в нем <math>r=13</math> мм, диаметр валков по буртам <math>D_v=800</math> мм, зазор между валками <math>S=6</math> мм.</p> <p>3 Определите усилие при прокатке овальной полосы в квадратном калибре. Заданы исходные данные: высота овальной полосы <math>h_0=120</math> мм, ширина овальной полосы <math>b_0=155</math> мм и площадь овальной полосы <math>F_0=12930</math> мм<sup>2</sup>; сторона квадратного калибра <math>a_k=95</math> мм и радиус закругления квадратного калибра <math>r=11</math> мм; диаметр валков по буртам <math>D_v=780</math> мм, зазор между валками <math>S=6</math> мм, скорость прокатки м/с, марка стали – 3сп, температура прокатки <math>T=1100</math> °С.</p> <p>4 Определите коэффициенты деформации при прокатке квадратной полосы со стороной мм и с радиусом закругления <math>r=18</math> мм из стали марки 3сп в овальном калибре с размерами: высота <math>h_k=150</math> мм, ширина <math>b_k=190</math> мм, зазор между валками <math>S=10</math> мм, диаметр валков по буртам <math>D_v=960</math> мм.</p>
-----	----------------------	--	--

КМЗ	Экзамен	ОПК-9-31;ПК-3-31;ПК-5-31;ПК-6-31;ПК-7-31	<p>еоретические вопросы к экзамену: 1. Основные виды продукции прокатного производства.</p> <p>2. Принципы стандартизации металлопродукции.</p> <p>3. Стандартизация производства.</p> <p>4. Обобщенная технологическая схема производства прокатных изделий и назначение отдельных технологических операций.</p> <p>5. Нагрев слитков и заготовок перед прокаткой.</p> <p>6. Пластичность и деформируемость металлов, влияние различных химических элементов на пластичность стали.</p> <p>7. Элементы калибра: зазор между валками, выпуск калибра, раздел калибра, нейтральная линия калибра, закругления в калибрах. Классификация калибров по назначению, форме и местоположению в калибровке.</p> <p>8. Элементы калибровки валков: размер стана, диаметры валков, коэффициент переточки валков, верхнее и нижнее давление, средняя линия валков и линия прокатки, правило расположения калибров на валках, определение катающего диаметра валков.</p> <p>9. Прокатные валки. Виды прокатных валков. Материалы, применяемые для изготовления прокатных валков. Подготовка валков.</p> <p>10. Износ прокатных валков в процессе прокатки и факторы, влияющие на износ калибров. Способы уменьшения износа калибров. Ремонт прокатных валков.</p> <p>11. Сортамент полупродукта: блюмов, слябов, заготовок и технические требования к ним, определяемые стандартами. Способы получения полупродукта.</p> <p>12. Сортамент прокатной продукции и исходные заготовки, технические требования к ним, определяемые стандартами. Тенденции развития рельсобалочных станов.</p> <p>13. Типы рельсобалочных станов по расположению рабочих клеток.</p> <p>14. Технологический процесс производства рельсов, балок и других профилей на рельсобалочных станах. Техничко-экономические показатели работы рельсобалочных станов.</p> <p>19</p> <p>15. Сортамент широкополочных двутавров и технические требования к ним, определяемые стандартами. Типы УБС и их характеристика. Тенденции развития.</p> <p>16. Технологический процесс производства двутавров на УБС НТМК.</p> <p>17. Технологический процесс производства двутавров на непрерывных УБС.</p> <p>18. Сортамент прокатной продукции и исходные заготовки, технические требования к ним, определяемые стандартами. Схемы расположения и техническая характеристика оборудования крупносортовых станов. Тенденции развития крупносортовых станов.</p> <p>19. Технологический процесс производства профилей на линейных крупносортовых станах.</p> <p>20. Технологический процесс производства профилей на крупносортовых станах с последовательным расположением рабочих клеток.</p> <p>21. Технологический процесс производства профилей на</p>
-----	---------	--	---

			<p>полунепрерывных крупносортных станах.</p> <p>22. Сортамент прокатной продукции средних и мелкосортных станов и исходные заготовки, технические требования к ним, определяемые стандартами. Схемы расположения и техническая характеристика оборудования средних и мелкосортных станов. Основные тенденции развития средне- и мелкосортных станов.</p> <p>23. Технологический процесс производства на линейных средних и мелкосортных станах.</p> <p>24. Технологический процесс производства на средних и мелкосортных станах с последовательным расположением рабочих клетей.</p> <p>25. Технологический процесс производства на полунепрерывных и непрерывных средних и мелкосортных станах.</p> <p>26. Особенности прокатки двутавров, швеллеров, угловой и полосовой стали на непрерывных станах.</p> <p>27. Технология прокатки на мелкосортно-проволочных станах.</p> <p>28. Отделочные операции при производстве сортового проката и катанки: охлаждение, резка, правка, термообработка, удаление дефектов.</p> <p>29. Станы бесконечной прокатки: схемы расположения оборудования, способы сварки заготовок, удаления грата, поддержания требуемого скоростного режима прокатки.</p> <p>30. Классификация листовой и полосовой стали. Стандартизация листовой и полосовой стали. Основные стандарты на сортамент и технические требования полосовой и листовой стали. Развитие производства листовой и полосовой стали.</p> <p>31. Сортамент толстолистовой стали и технические требования к ним, определяемые стандартами. Классификация станов для производства толстолистовой стали. Тенденции развития толстолистовых станов.</p> <p>32. Состав, характеристика и расположение оборудования одноклетевых и двухклетевых станов.</p> <p>33. Технология прокатки листов на толстолистовых станах. Техничко-экономические показатели производства стали на толстолистовых станах.</p> <p>34. Сортамент горячекатаной тонколистовой стали и технические требования к ней, определяемые стандартами. Классификация широкополосных станов горячей прокатки листа. Тенденции развития непрерывных и полунепрерывных широкополосных станов</p>
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы

P1	Домашнее задание на тему: "Расчет технологических параметров при листовой прокатке".	ОПК-9-У1;ОПК-9-В1;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-5-У1;ПК-5-В1;ПК-6-У1;ПК-6-В1;ПК-7-У1;ПК-7-В1	Основные разделы домашнего задания: <ul style="list-style-type: none"><li>- расчёт размеров заготовки по заданному режиму обжатий;</li><li>- проверка условия захвата при прокатке;</li><li>- расчёт усилия прокатки;</li><li>- расчёт момента прокатки;</li><li>- расчет работы прокатки;</li><li>- расчет мощности прокатки. Объем домашнего задания – 20-25 стр. Оформленное задание сдается на кафедру Metallургических технологий и оборудования. Правильно выполненное задание считается зачтенным. Домашнее задание, выполненное неверно или имеющее замечания, возвращается на доработку.</li></ul>
----	--	---	---

**5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (билеты, тесты и т.п.)**

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен.

Экзамен может проводиться в устной форме по билетам, включающим теоретические вопросы и задачи, охватывающие все разделы УД, или в тестовой форме по тестовым заданиям в среде LMS Moodle.

Ниже представлен образец экзаменационного билета.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС»

Новотроицкий филиал

Кафедра металлургических технологий и оборудования

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 0

БИЛЕТ № 0

Дисциплина: «Прокатное производство»

Направление подготовки бакалавров: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Форма обучения: очная

Форма проведения экзамена: устная

1 Понятие и элементы калибра.

2 Износ прокатных валков в процессе прокатки и факторы, влияющие на износ калибров. Способы уменьшения износа калибров. Ремонт прокатных валков.

Задача: Определить температуру заготовки из стали 10, при которой она прокатывается в клети на стальных валках диаметром 700 мм с толщины 180 мм на толщину 150 мм. Скорость деформации составила 5 с<sup>-1</sup>; коэффициент трения 0,3.

Составил: \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой МТиО \_\_\_\_\_

Дистанционно экзамен проводится в LMS Moodle.

Образец заданий для экзамена, проводимого дистанционно в LMS Moodle:

1. Что такое отставание при продольной прокатке?

- а) превышение скорости входа металла в валки по сравнению с их окружной скоростью;
- б) уменьшение скорости входа металла в валки по сравнению с их окружной скоростью;
- в) превышение скорости выхода металла из валков по сравнению с их окружной скоростью.

2. Какое натяжение влияет на величину уширения сильнее - переднее или заднее?

- а) переднее;
- б) заднее;
- в) одинаково влияют.

3. Какой параметр возможно измерять экспериментальным путем с помощью месдоз?

- а) величину деформаций;
- б) величину деформирующих усилий;
- в) величину трения.

4. Систему последовательно расположенных калибров, обеспечивающую получение готового продукта заданных размеров, называют:

- а) калибровкой профиля;
- б) калибровкой валков;
- в) калибровкой прокатного стана.

5. Одинаковы ли окружные скорости вращения бочек валков при прокатке в валках неравного диаметра?

- а) одинаковы;
- б) неодинаковы.

6. Для горячекатаных листов установлены следующие основные категории качества исполнения по точности по толщине:

- а) повышенная и нормальная;
- б) высокая, повышенная и нормальная;
- в) высокая и нормальная.

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Шкала оценивания знаний обучающихся во время проведения аудиторных контрольных мероприятий.

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Критерии оценки ответов на экзамене, проводимом в устной форме:

«Отлично» - Студент демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

«Хорошо» - Студент демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

«Удовлетворительно» - Студент демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает не достаточно свободное владение терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

«Неудовлетворительно» - Студент демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем.

Критерии оценки экзамена и контрольных работ, проводимых в дистанционной форме:

90 ≤ Процент верных ответов ≤ 100 - отлично

75 ≤ Процент верных ответов < 90 - хорошо

60 ≤ Процент верных ответов < 75 – удовлетворительно

При оценке домашнего задания используется бинарная система, которая предусматривает следующие результаты и критерии оценивания:

«зачтено» - Домашнее задание соответствует всем предъявляемым требованиям, правильно выполнен расчет всех параметров.

«не зачтено» - Работа не соответствует большинству предъявляемых критериев, расчеты параметров проведены с ошибками.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	А.П.Грудев	Теория прокатки		М.: Интермет Инжиниринг, 2001
Л1.2	Гарбер Э. , Кожевникова И.	Теория прокатки: Учебник для ВУЗов		Череповец, Москва: ЧГУ, 2013

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	П.И.Полухин, С.С.Горелик, В.К.Воронцов	Физические основы пластической деформации: Учеб.пособие		М.: Металлургия, 1982
Л2.2	Константинов И.Л., Сидельников С.Б.	Основы технологических процессов обработки металлов давлением: Учебник		Красноярск: СФУ, 2015

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	КиберЛенинка	www.cyberleninka.ru
----	--------------	---------------------

Э2	НФ НИТУ "МИСИС"	www.nf.misis.ru
Э3	Российская научная электронная библиотека	www.elibrary.ru
Э4	НЭБ НИТУ "МИСИС"	www.elibrary.misis.ru
Э5	Университетская библиотека онлайн	www.biblioclub.ru

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	WinPro 10 RUSUpgrdOLVNLEachAcdmcAP
П.2	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Вид	Оснащение
211	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Лек	1 шт. - Компьютер в сборе; 1 шт. - Проектор Acer с потолочным креплением P 5206(3D) ; 1 шт. - Экран Lumien Eco Picture 200x200 см; 22 шт. - Стол студенческий; 1 шт. - Стол преподавателя; 44 шт. - Стул.
211	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Пр	1 шт. - Компьютер в сборе; 1 шт. - Проектор Acer с потолочным креплением P 5206(3D) ; 1 шт. - Экран Lumien Eco Picture 200x200 см; 22 шт. - Стол студенческий; 1 шт. - Стол преподавателя; 44 шт. - Стул.

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Освоение дисциплины предполагает как проведение традиционных аудиторных занятий, так и работу в электронной информационно-образовательной среде НИТУ «МИСИС» (ЭИОС).

Рекомендации по успешному освоению курса в традиционной форме.

Для успешного усвоения теоретического материала необходимо регулярно посещать лекции, перечитывать лекционный материал, значительное внимание уделять самостоятельному изучению дисциплины.

Программа дисциплины включает лекционные и практические занятия, выполнение домашнего задания.

Домашнее задание отличается значительными затратами времени и требует от студента знаний лекционного материала и большого внимания. В связи с этим, при планировании своей самостоятельной работы вам следует учитывать, что пропуск лекционных занятий и невнимательное отношение к изучению пособий существенно осложнит выполнение домашнего задания.

Подготовка к выполнению домашнего задания заключается в изучении соответствующих методических указаний и стандартов по оформлению работ. Оформленное в соответствии со стандартами домашнее задание сдается на кафедру Металлургических технологий и оборудования. Правильно выполненное задание считается зачтенным. Домашнее задание, выполненное неверно или имеющее замечания, возвращается студенту на доработку.

Участие в практических занятиях требует от студентов высокой степени самостоятельности и способствует более глубокому освоению теоретических положений и их практического использования.

Рекомендации по освоению дисциплины в дистанционной форме.

Чтобы эффективно использовать возможности ЭИОС, а соответственно и успешно освоить дисциплину, нужно:

- 1) зарегистрироваться на курс. Для этого нужно перейти по ссылке, выдаваемой сотрудниками деканата или преподавателем. Логин и пароль совпадает с логином и паролем от личного кабинета НИТУ МИСИС;
- 2) ознакомиться с содержанием курса, вопросами для самостоятельной подготовки, условиями допуска к аттестации, формой промежуточной аттестации (зачет/экзамен), критериями оценивания и др.;
- 3) заходя в соответствующие разделы изучать учебные материалы, размещенные преподавателем, в т.ч. пользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, переходя по ссылкам;
- 4) в рубрике "Задания" ознакомиться с содержанием задания к письменной работе, сроками сдачи, критериями оценки. В установленные сроки выполнить работу(ы), подгрузить здесь же для проверки. Удобно называть файл работы следующим образом (название предмета (сокращенно), группа, ФИО, дата актуализации (при повторном размещении)). Например, Прокатное производство\_Иванов\_И.И.\_БТМО-23\_20.11.2026. Если работа содержит рисунки, формулы, то с целью сохранения форматирования ее нужно подгружать в pdf формате.

Работа, подгружаемая для проверки, должна:

- содержать все структурные элементы: титульный лист, введение, основную часть, заключение, список источников, приложения (при необходимости);

- быть оформлена в соответствии с требованиями.

Преподаватель в течение установленного срока (не более десяти дней) проверяет работу и размещает в комментариях к

заданию рецензию. В ней он указывает как положительные стороны работы, так замечания. При наличии в рецензии замечаний и рекомендаций, нужно внести поправки в работу, подгрузить ее заново для повторной проверки. При этом важно следить за сроками, в течение которых должно быть выполнено задание. При нарушении сроков, указанных преподавателем возможность подгрузить работу остается, но система выводит сообщение о нарушении сроков. По окончании семестра подгрузить работу не получится;

5) в рубрике «Тесты» пройти тестовые задания, освоив соответствующий материал;

6) в рубрике «Оценки» отслеживать свою успеваемость;

7) в рубрике «Объявления» читать объявления, размещаемые преподавателем, давать обратную связь;

8) в рубрике «Обсуждения» создавать обсуждения и участвовать в них (обсуждаются общие моменты, вызывающие вопросы у большинства группы). Данная рубрика также может быть использована для взаимной проверки;

9) проявлять регулярную активность на курсе.

Преимущественно для синхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет» используется Microsoft Teams (MS Teams). Чтобы полноценно использовать его возможности нужно установить приложение MS Teams на персональный компьютер и телефон. Старостам нужно создать группу в MS Teams.

Участие в группе позволяет:

- слушать лекции;

- работать на практических занятиях;

- быть на связи с преподавателем, задавая ему вопросы или отвечая на его вопросы в общем чате группы в рабочее время с 9.00 до 17.00;

- осуществлять совместную работу над документами (вкладка «Файлы»).

При проведении занятий в дистанционном синхронном формате нужно всегда работать с включенной камерой.

Исключение – если преподаватель попросит отключить камеры и микрофоны в связи с большими помехами. На аватарках должны быть исключительно деловые фото.

При проведении лекционно-практических занятий ведется запись. Это дает возможность просмотра занятия в случае невозможности присутствия на нем или при необходимости вновь обратиться к материалу и заново его просмотреть.