

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет горно-металлургической промышленности и строительства
Кафедра металлургических технологий



УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора
по учебной работе

Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Динамика процессов прокатки
(наименование дисциплины)

22.04.02 Metallurgy
(код, наименование направления)

Обработка металлов давлением
(магистерская программа/профиль подготовки)

Квалификация магистр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины. Цель преподавания дисциплины «Динамика процессов прокатки» заключается в систематическом изложении основ динамики нестационарных стадий прокатки, вынужденных колебаний прокатного стана, автоколебательного процесса формирования зазоров в приводной линии на холостом ходу, теоретическим обобщением механики стационарного симметричного и несимметричного очага деформации на основе вариационного принципа виртуальных скоростей Журдена и разработанными на этой основе методиками расчета основных параметров процесса и коэффициентов влияния геометрических и кинематических факторов асимметрии при прокатке на распределение моментов между валами, изгиб полосы, неравномерность деформации по толщине полосы.

Задачи изучения дисциплины:

- освоение основных положений динамики процесса прокатки;
- изучение особенностей прокатки полосы с натяжением; технологических коэффициентов передачи с учетом упругих свойств системы полоса-клеть;
- изучение методов управления упругими свойствами клетки и влиянием переходных процессов на геометрию полосы;
- умение анализировать переходные процессы при ускорении и замедлении стана; составлять дифференциальные уравнения, описывающие данный процесс и анализировать их решения;
- овладение методикой исследования переходных процессов;
- овладение методикой расчета режимов прокатки, обеспечивающих стабилизацию процесса прокатки.

Дисциплина направлена на формирование профессиональных компетенций (ПК-9) выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в БЛОК 1 «Дисциплины (модули)», часть, формируемую участниками образовательных отношений подготовки студентов по направлению 22.04.02 Metallurgy (profile «Processing of metals under pressure»).

Discipline is realized by the department of metallurgical technologies. It is based on the disciplines: «Formation of sheet geometry», «Theory of asymmetric rolling», «Modern problems of metallurgy and materials science», «Resource saving in rolling production».

It is the basis for the study of the following disciplines: «Scientific research work», «Pre-diploma (production) practice» and «Diploma qualification work».

For the study of the discipline, competencies, formed in the student for solving professional tasks of activity, related to solving research and production tasks, related to the field of metallurgy and metal processing with the application of fundamental knowledge.

The total workload of mastering the discipline in the form of learning is 5 credit units, 180 ac.h. The program of the discipline provides lecture (36 ac.h.), practical (36 ac.h.) classes and independent student work (108 ac.h.).

The total workload of mastering the discipline in the form of learning is 5 credit units, 180 ac.h. The program of the discipline provides lecture (4 ac.h.), practical (12 ac.h.) classes and independent student work (164 ac.h.).

The discipline is studied in the 2nd year in the 3rd semester. The form of intermediate attestation – exam.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Динамика процессов прокатки» направлен на формирование компетенции, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен применять знания теории и технологии металлургических процессов для решения задач, относящихся к профессиональной деятельности	ПК-9	ПК-9.1. Знать теории металлургических процессов. Технологические процессы металлургического производства. Методики расчетов материальных и тепловых балансов оборудования, расчетов металлургического оборудования ПК-9.2. Уметь решать задачи, относящиеся к технологии металлургического производства, используя теоретические знания. Рассчитывать параметры режимов работы металлургического оборудования ПК-9.3. Владеть применением основ теории металлургических процессов при решении технологических задач металлургического производства. Выполнением расчётов основных технологических процессов металлургического производства и металлообработки

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, выполнение индивидуального задания, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		3
Аудиторная работа, в том числе:	72	72
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	108	108
Подготовка к лекциям	9	9
Подготовка к лабораторным работам	-	-
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	36	36
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Индивидуальное задание	15	15
Подготовка к контрольной работе	-	-
Подготовка к коллоквиуму	10	10
Аналитический информационный поиск	8	8
Работа в библиотеке	10	10
Подготовка к экзамену	20	20
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э	Э
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	180	180
з.е.	5	5

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенции, приведенной в п.3 дисциплина разбита на 2 темы:

- тема 1 (Динамика очага деформации);
- тема 2 (Динамика приводной линии прокатной клетки).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Динамика очага деформации	Введение. Задачи динамического анализа процесса прокатки. Прокатный стан как динамическая система. Статические характеристики процесса прокатки. Очаг деформации в условиях прилипания. Несимметричный процесс прокатки. Асимметрия в вертикальной плоскости очага деформации. Асимметрия в горизонтальной плоскости очага деформации. Динамика стационарного процесса прокатки. Динамическая модель и передаточные функции прокатного стана. Динамика нестационарной стадии прокатки. Условия захвата. Напряженно-деформированное состояние полосы и кинематика стадии захвата. Энергосиловые	16	Динамика стационарной стадии прокатки. Статика и кинематика очага деформации. Очаг деформации в условиях прилипания. Очаг деформации в условиях скольжения. Динамика нестационарной прокатки с натяжением. Силовые и кинематические параметры нестационарного очага деформации с учетом натяжения. Моделирование динамики момента и натяжения при захвате на непрерывном стане.	16	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		параметры нестационарной прокатки. Равновесная стадия захвата высокой полосы. Кинематика и энергосиловые параметры нестационарной тонколистовой прокатки. Исследование нестационарных стадий прокатки.					
2	Динамика приводной линии прокатной клетки	Динамика приводной линии прокатной клетки. Собственные частоты и формы колебаний приводной линии клетки. Одно и -двухчастотные модели привода. Уравнения движения привода клетки. Моделирование динамических характеристик прокатных клетей. Экспериментальное исследование влияния формы переднего конца полосы на динамические нагрузки. Связь динамических нагрузок с величиной зазора в	20	Механические модели привода. Динамические нагрузки в упругих звеньях стана при изменении внешних воздействий. Алгоритм расчета матриц передаточных функций непрерывного стана. Уравнение движения слитка и его анализ. Одно и -двухчастотные модели привода. Уравнения движения привода клетки. Инженерная методика расчета динамических нагрузок при захвате. Динамическая модель формирования зазоров в	20	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		момент захвата. Автоколебания зазоров в линии привода на холостом ходу. Исследование характера изменения зазоров на холостом ходу. Идентификация параметров привода клетки по динамическому процессу. Снижение динамических нагрузок при нестационарной прокатке. Управление моментом холостого хода, приводом клетки и уравновешенностью шпинделя для снижения динамических нагрузок.		линии привода на холостом ходу. Оптимизация параметров привода по критерию наименьших динамических нагрузок. Скоростной режим безударного захвата полосы. Настройка и реконструкция уравновешивающих устройств шпинделей.			
Всего аудиторных часов			36	36		—	

Таблицы 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Динамика очага деформации	Введение. Задачи динамического анализа процесса прокатки. Прокатный стан как динамическая система. Статические характеристики процесса прокатки. Несимметричный процесс прокатки. Асимметрия в вертикальной плоскости очага деформации. Асимметрия в горизонтальной плоскости очага деформации. Энергосиловые параметры нестационарной прокатки. Кинематика и энергосиловые параметры нестационарной тонколистовой прокатки.	4	Динамика стационарной стадии прокатки. Статика и кинематика очага деформации. Очаг деформации в условиях прилипания. Очаг деформации в условиях скольжения. Динамика нестационарной прокатки с натяжением. Силовые и кинематические параметры нестационарного очага деформации с учетом натяжения.	12	–	–
Всего аудиторных часов			4	12		–	

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-9	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

Всего по текущей работе в 1 семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- устный опрос на коллоквиумах – всего 40 баллов;
- тестовый контроль – всего 40 баллов;
- за выполнение индивидуального задания – всего 20 баллов.

Экзамен проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Экзамен по дисциплине «Динамика процессов прокатки» проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время зачетной недели студент имеет право повысить итоговую оценку исправив индивидуальное задание, пересдав устный опрос (п.п. 6.3) и тестовый контроль (п.п. 6.4).

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Индивидуальное задание (практическая работа)

В соответствии с вариантом задания для крутильной системы из трех дисков определить собственные частоты и главные формы колебаний.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 7.

Таблица 7

№ п/п	$J_1, \text{н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$	$J_2, \text{н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$	$J_3, \text{н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$	$c_1, \text{н} \cdot \text{м}$	$c_2, \text{н} \cdot \text{м}$
1	1,0	1,0	1,0	10000	10000
2	1,0	2,0	2,0	20000	20000
3	2,0	1,0	1,0	10000	20000
4	1,5	1,0	0,8	5000	10000
5	2,0	0,5	0,5	7000	12000
6	0,5	1,0	1,5	5000	10000
7	0,8	0,3	1,0	8000	13000
8	0,7	1,0	1,2	5000	14000
9	0,6	0,4	1,0	6000	15000
10	0,8	1,2	1,5	7000	16000
11	0,9	0,9	0,7	8000	17000
12	1,2	0,7	0,6	9000	18000
13	1,3	0,6	0,4	10000	19000
14	1,0	1,5	0,8	11000	20000
15	0,5	1,3	0,9	10000	17000
16	0,6	1,4	1,1	9000	13000
17	0,9	1,2	0,7	8000	12000
18	1,3	0,8	0,6	7000	11000
19	0,5	0,6	1,0	10000	5000
20	0,6	0,8	2,0	9000	6000
21	0,7	0,9	1,5	8000	7000
22	0,8	0,5	1,3	7000	8000
23	0,9	0,7	1,4	6000	9000
24	1,0	0,4	1,5	7000	10000
25	1,1	1,2	1,8	8000	11000
26	1,2	1,5	0,5	9000	12000
27	1,3	0,8	1,1	10000	13000
28	1,4	1,0	0,8	11000	14000
29	1,5	0,9	0,5	10000	12000
30	1,0	1,7	1,7	8000	7000

6.3 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости (устный опрос на коллоквиумах)

Тема 1 «Динамика очага деформации»

- 1) С чем связана нестационарность очага деформации при продольной листовой прокатке?
- 2) Где располагается выходное сечения полосы из валков при прокатке полос убывающей толщины?
- 3) Где располагается выходное сечения полосы из валков при прокатке полос нарастающей толщины?
- 4) Что необходимо учитывать в уравнении движения полосы при выводе условия захвата металла валками для толстых полос, когда необходим учет массы прокатываемого металла?
- 5) Какие исследования, которые определяются кинематикой взаимодействия металла с валками в процессе заполнения очага деформации, являются основными в рассмотрении нестационарного процесса прокатки?
- 6) С чего обычно начинается анализ нестационарного процесса прокатки?
- 7) С помощью каких десяти фазовых координат может быть описано состояние очага деформации при листовой прокатке?
- 8) Какие пять уравнений теории прокатки представляют модель очага деформации при листовой прокатке?
- 9) Чем можно пренебречь в уравнении движения полосы при выводе условия захвата металла валками для тонких полос?

Тема 2 «Динамика приводной линии прокатной клетки»

- 1) Каким образом рассматривается главная приводная линия прокатного стана при проведении динамического анализа процесса прокатки?
- 2) Каким практическим задачам подчинено рассмотрение прокатного стана как динамической системы?
- 3) Чем может быть представлено динамическое звено трансмиссии главного привода в установившемся процессе прокатки в первом приближении?
- 4) Посредством чего осуществляется связь очага деформации с электроприводом?
- 5) При каких условиях при анализе переходных процессов захвата полосы валками влиянием электропривода на упругие колебания линии можно пренебречь?
- 6) Какие основные группы задач динамического анализа процесса прокатки?
- 7) Почему непрерывный прокатный стан как объект автоматизации

является наиболее сложным объектом изучения?

8) Какие составляющие структуры динамической модели непрерывного прокатного стана?

9) При проведении динамического анализа процесса прокатки в какой области ведется исследование прокатного стана как объекта автоматизации?

10) При проведении динамического анализа процесса прокатки в какой области ведется исследование статических характеристик процесса?

11) При проведении динамического анализа процесса прокатки в какой области ведется исследование динамических нагрузок в упругих звеньях прокатного стана при изменении внешних воздействий?

12) Какими параметрами характеризуется связь соседних клеток непрерывного широкополосного стана через межклетевой промежуток?

6.4 Вопросы для подготовки к тестовому контролю

Таблица 8 – Вопросы для подготовки к тестовому контролю

№	Вопрос	Ответы
1	Каким практическим задачам подчинено рассмотрение прокатного стана как динамической системы?	а) повышение производительности, прочности и долговечности оборудования б) создание новых систем автоматического управления в) повышение качества готовой продукции, в первую очередь точности геометрических размеров г) все перечисленные варианты
2	Какие основные группы задач динамического анализа процесса прокатки?	а) исследование прокатного стана как объекта автоматизации б) исследование статических характеристик процесса прокатки в) исследование динамических нагрузок в упругих звеньях прокатного стана при изменении внешних воздействий г) все перечисленные варианты
3	Почему непрерывный прокатный стан как объект автоматизации является наиболее сложным объектом изучения?	а) из-за необходимости рассмотрения динамической взаимосвязи всех клеток стана через очаги деформации и межклетевые промежутки б) из-за большого количества клеток в) из-за наличия индивидуального привода валков клеток г) из-за наличия натяжения полосы между клетями
4	Какие составляющие структуры динамической модели непрерывного	а) автоматизированный электропривод, механическая трансмиссия, очаг

	прокатного стана?	деформации и межклетевые промежутки б) валки, шпиндели, шестеренная клеть, электродвигатель в) очаг деформации, валки, шпиндели, шестеренная клеть, электродвигатель г) прокатываемая полоса, очаг деформации, валки, шпиндели, шестеренная клеть, электродвигатель
5	При проведении динамического анализа процесса прокатки исследование прокатного стана как объекта автоматизации:	а) ведут во временной области б) ведут в частотной области в) ведут в декартовой системе координат г) ведут в цилиндрической системе координат
6	При проведении динамического анализа процесса прокатки исследование статических характеристик процесса:	а) ведут во временной области б) толщина кромок раската больше толщины по центру в) ведут в декартовой системе координат г) ведут в цилиндрической системе координат
7	При проведении динамического анализа процесса прокатки исследование динамических нагрузок в упругих звеньях прокатного стана при изменении внешних воздействий:	а) ведут в частотной области б) ведут во временной области в) ведут в декартовой системе координат г) ведут в цилиндрической системе координат
8	Какими параметрами характеризуется связь соседних клеток непрерывного широкополосного стана через межклетевую промежуток?	а) толщиной, скоростью и натяжением полосы б) диаметрами валков и мощностью приводов в) параметрами очагов деформации соседних клеток г) законом постоянства секундных объемов

6.5 Вопросы для экзамена

- 1) Какие задачи динамического анализа процесса прокатки?
- 2) Каким образом прокатный стан рассматривается как динамическая система?
- 3) Какие статические характеристики процесса прокатки?
- 4) Какие динамические нагрузки в упругих звеньях стана при изменении внешних воздействий?
- 5) Что представляет собой динамика стационарной стадии прокатки?
- 6) Что представляют собой статика и кинематика очага деформации?
- 7) Что представляют собой очаг деформации в условиях прилипания?
- 8) Какие отличительные особенности имеет очаг деформации в условиях скольжения?
- 9) Чем характеризуется несимметричный процесс прокатки?

- 10) Чем характеризуется асимметрия в вертикальной плоскости очага деформации?
- 11) Чем характеризуется асимметрия в горизонтальной плоскости очага деформации?
- 12) Что такое динамика стационарного процесса прокатки?
- 13) Каковы динамическая модель и передаточные функции прокатного стана?
- 14) Какой алгоритм расчета матриц передаточных функций непрерывного стана?
- 15) Что такое динамика нестационарной стадии прокатки? Какие при этом условия захвата?
- 16) Каковы напряженно-деформированное состояние полосы и кинематика стадии захвата?
- 17) Какой вид уравнения движения слитка и его анализ?
- 18) Каковы энергосиловые параметры нестационарной прокатки?
- 19) Какой вид равновесной стадии захвата высокой полосы?
- 20) Каковы кинематика и энергосиловые параметры нестационарной тонколистовой прокатки?
- 21) Каковы результаты исследования нестационарных стадий прокатки?
- 22) Динамика приводной линии прокатной клетки. Какой вид механических моделей привода?
- 23) Каковы собственные частоты и формы колебаний приводной линии клетки?
- 24) Что такое одно и -двухчастотные модели привода?
- 25) Какой вид уравнения движения привода клетки?
- 26) Каково влияние статического нагружения и зазоров в линии на динамику привода клетки при захвате?
- 27) Как производится моделирование динамических характеристик прокатных клетей?
- 28) Каковы результаты экспериментального исследования влияния формы переднего конца полосы на динамические нагрузки?
- 29) Какова связь динамических нагрузок с величиной зазора в момент захвата?
- 30) В чем суть инженерной методики расчета динамических нагрузок при захвате?
- 31) Каким образом проявляются автоколебания зазоров в линии привода на холостом ходу?

- 32) Как выполняется исследование характера изменения зазоров на холостом ходу?
- 33) Как выглядит динамическая модель формирования зазоров в линии привода на холостом ходу?
- 34) Как производится идентификация параметров привода клетки по динамическому процессу?
- 35) В чем суть алгоритма Гаусса-Ньютона?
- 36) В чем суть алгоритма Левенберга-Марквардта?
- 37) Каким образом проявляется динамика нестационарной прокатки с натяжением?
- 38) Каким образом рассчитываются силовые и кинематические параметры нестационарного очага деформации с учетом натяжения?
- 39) Каким образом выполняется моделирование динамики момента и натяжения при захвате на непрерывном стане?
- 40) Каким образом реализуется снижение динамических нагрузок при нестационарной прокатке?
- 41) Каким образом осуществляется оптимизация параметров привода по критерию наименьших динамических нагрузок?
- 42) Каким образом реализуется управление моментом холостого хода, приводом клетки и уравновешенностью шпинделя для снижения динамических нагрузок?
- 43) Каким образом трение на валках и скоростной режим холостого хода влияют на динамические нагрузки при захвате?
- 44) Каким образом реализуется скоростной режим безударного захвата полосы?
- 45) Каким образом производится настройка и реконструкция уравновешивающих устройств шпинделей?

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Носов, В. В. Диагностика машин и оборудования : учебное пособие для вузов / В. В. Носов. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 376 с. — ISBN 978-5-8114-6794-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152451> (дата обращения: 12.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей

2. Зайцев, В. С. Алгоритмы проектирования параметров и режимов работы оборудования листопрокатных цехов : учебное пособие / В. С. Зайцев. — 3-е изд. — Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 704 с. — ISBN 978-5-9729-0555-3. — Текст : электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1833205> (дата обращения: 09.08.2024). — Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

1. Бельский, С.М. Динамика процессов прокатки: учебное пособие / С.М.Бельский, А.В.Басуров, И.П.Мазур. — Липецк: ЛГТУ, 2006. — 64 с. <https://moodle.dstu.education/mod/resource/view.php?id=107181>

2. Динамика процессов прокатки : [Учеб. пособие для вузов по специальностям "Обраб. металлов давлением" и "Металлург. машины и оборудование"] / С. Л. Коцарь, В. А. Третьяков, А. Н. Цупров, Б. А. Поляков. — Москва : Metallurgia, 1997. — 254 с. https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_001769598/(дата обращения: 22.08.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей

Учебно-методическое обеспечение

1. Бельский, С.М. Расчет главных форм колебаний крутильных систем методом Хольцера-Толле: методические указания к выполнению задания / С.М.Бельский. — Липецк: Издательство ЛГТУ, 2009. — 22 с. <https://moodle.dstu.education/mod/resource/view.php?id=5995>

2. Бельский, С.М. Расчет элементов крутильных систем: методические указания к практическим занятиям / С.М. Бельский. — Липецк: Издательство ЛГТУ, 2009. — 20 с. <https://moodle.dstu.education/mod/resource/view.php?id=5996>

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: library.dstu.education. — Текст : электронный.
2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст : электронный.
3. Консультант студента : электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст : электронный.
4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст : электронный.
5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст : электронный.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 9.

Таблица 9 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: <i>Мультимедийная аудитория (30 посадочных мест, площадь 34,5 м²):</i> стол преподавателя – 1 шт., стол компьютерный – 1 шт., доска аудиторная – 1 шт., Компьютер EVEREST HOME 1137999-1004 -1 шт. (монитор + системный блок), проектор EPSON EB-S92, широкоформатный экран. <i>Компьютерный класс (26 посадочных мест, площадь 34,8 м²):</i> оборудованный учебной мебелью, компьютерами с неограниченным доступом к сети Интернет, включая доступ к ЭБС: компьютер HEDY CEL 2.66/945 GZ/80 GB/512 MB/DVD-DUAL/TFT 19 OPTIGUEST Q9/LAN 100 02.08.00038 – 8 шт., стол компьютерный – 8 шт., стол преподавателя – 1 шт., доска аудиторная – 1 шт., проектор EPSON EB-S92, широкоформатный экран.	ауд. <u>224</u> корп. <u>лабораторный</u> ауд. <u>218a</u> корп. <u>лабораторный</u>

Лист согласования РПД

Разработал
проф. кафедры металлургических
технологий
(должность)

 П.Н. Денищенко
(подпись) (Ф.И.О.)

(должность)

(подпись) (Ф.И.О.)

(должность)

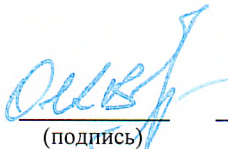
(подпись) (Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой

 Н.Г. Митичкина
(подпись) (Ф.И.О.)

Протокол №1 заседания кафедры
металлургических
технологий от 30.08.2024г.

И.о. декана факультета
горно-металлургической
промышленности
и строительства

 О.В. Князьков
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
22.04.02 Металлургия
(обработка металлов давлением)

 Н.Г. Митичкина
(подпись) (Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра

 О.А. Коваленко
(подпись) (Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	