

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала ФГБОУ ВО
«МГТУ» в г. Белорецке

 Д.Р. Хамзина

«31» 10 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЙ**

Направление подготовки
22.03.02 Металлургия

Направленность программы
Обработка металлов и сплавов давлением (метизное производство)

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения
Очная

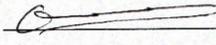
Факультет (институт)	Филиал ФГБОУ ВО «МГТУ» в г. Белорецке
Кафедра	Металлургии и стандартизации
Курс	4
Семестр	8

Белорецк
2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 4 декабря 2015 г. № 1427.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и стандартизации

« 24 » 10 2018 г., протокол № 2 .

Зав. кафедрой  /С.М. Головизнин/

Рабочая программа одобрена методической комиссией Филиала ФГБОУ ВО «МГТУ» в г. Белоречке

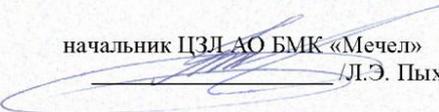
« 31 » 10 2018 г. (протокол № 1)

Председатель  /Д.Р. Хамзина/

Рабочая программа составлена: доцент кафедры МиС, к.т.н.


_____ / А.Б.Иванцов /

Рецензент:

начальник ЦЗЛ АО БМК «Мечел»

_____ /И.Э. Пыхов/

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Технология производства металлоизделий» является обучение студентов основам рационального построения и анализа технологической последовательности взаимодействия инструмента и пластически обрабатываемого тела для получения оптимальных формы и свойств последнего.

Задачи дисциплины

– изучение современного состояния и направлений развития теории, технологии и оборудования основных процессов обработки металлов давлением.

– формирование у студентов основ знаний о закономерностях процессов ОМД: прокатке, волочении, осадке, прессовании, штамповке и других видов обработки;

– усвоение гипотез, законов, теорий для определения напряженно-деформированного состояния, кинематических и энергосиловых характеристик, прогнозирования разрушения металла при пластической обработке, управление качеством продукции, изготавливаемой с использованием процессов ОМД;

– обретение навыков и умения на основе этих знаний описывать и анализировать напряженно-деформированное состояние, кинематические и силовые характеристики в различных технологических процессах ОМД.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина «Технология производства металлоизделий» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы по направлению подготовки бакалавров 22.03.02 Metallургия, для направленности программы Обработка металлов и сплавов давлением (метизное производство).

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения

«Математика»;

«Механика сплошных сред»;

«Теория пластичности»;

«Физика»;

«Соппротивление материалов».

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при защите ВКР.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения:

В результате освоения дисциплины «Технология производства металлоизделий» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
способностью осуществлять выбор материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды (ПК-12)	
Знать	технологии производства заготовок, сортового, листового проката, труб, ленты, металлоизделий из проволоки;
Уметь	анализировать технологические режимы и работу основного и вспомогательного оборудования, определять «узкие» места, оптимизировать технологию;
Владеть	способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 94 акад. часов:
 - аудиторная – 88 акад. часов;
 - внеаудиторная – 6 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 10 акад. часов
- самостоятельная работа – 50,3 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа.

Раздел / тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат.	практич. занятия				
1 семестр								
Вводная лекция.	8							

1.1 Понятие технологического процесса и операции в обработке металлов давлением.	4			10,3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.	устный опрос	ПК-12зу
Итого по разделу	4			10,3			
2. Общая характеристика прокатного производства	8						
2.1 Сортамент прокатных изделий, область применения и требования к качеству прокатных изделий; основные технологические схемы современного прокатного производства; дефекты проката и их причины; производительность прокатного оборудования.	4		8	10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.	устный опрос	ПК-12зу
Итого по разделу	4		8	10			
3. Структура прокатных цехов	8						
3.1 Классификация прокатных цехов, распределение технологических потоков, состав основного и вспомогательного оборудования, классификация прокатных станов.	6		8			АКР	ПК-12 зув
Итого по разделу	6		8				
4. Производство полупродукта	8						
4.1 Технология производства блюмов и слябов, общая схема, расчет ритма прокатки и построение графика прокатки.	8		6	10	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.	АКР	ПК-12 зу
Итого по разделу	8		6	10			
5. Производство сортового проката	8						
5.1 Классификация сортовых станов, технологические схемы производства фасонных профилей и профилей простой формы, операции отделки и контроля качества продукции.	4		4	10	Контрольная работа	АКР	ПК-12 зв
5.2 Производство листового проката: технология производства	4		4			устный опрос	ПК-12 з

горячекатаного и холоднокатаного листового металла, классификация станов, состав основного и вспомогательного оборудования, расчет режима прокатки.							
Итого по разделу		8	8	10			
6. Общая характеристика волочильного производства	8						
6.1 Сортамент проволочных изделий, область применения и требования к качеству проволоки; основные технологические схемы современного волочильного производства; дефекты проволоки, причины их возникновения и пути устранения.		6	8	10	Подготовка к практической коммутации	АКР	ПК-12 зув
Итого по разделу		6	8	10			
7. Технология листовой штамповки	8						
7.1 Технологические схемы штамповки, режимы деформации материалов, совершенствование технологии и интенсификация производства.		4	6			устный опрос	ПК-12 зув
Итого по разделу		4	6				
8. Метизное производство	8						
8.1 Структура волочильных цехов: классификация волочильных цехов, распределение технологических потоков, состав основного и вспомогательного оборудования, классификация волочильных станов.		4				устный опрос	ПК-12 зув
Итого по разделу		4					
Итого за семестр		44	44	50,3			
Итого по дисциплине		44	44	50,3			

5 Образовательные и информационные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Технология производства металлоизделий» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии. Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Технология производства металлоизделий» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы. При проведении практических занятий используются работа в команде. Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач на практических занятиях, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации.

При изучении каждого раздела дисциплины предусматривается изложение необходимого теоретического материала на лекциях. Полученные теоретические знания подкрепляются на практических занятиях. Студенты овладевают практическими навыками при выполнении заданий в такой степени, которая позволила бы им в дальнейшем применять эти навыки в своей трудовой деятельности.

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к обучающемуся (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность обучающегося носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Семинар – беседа преподавателя и обучающегося, обсуждение заранее подготовленных сообщений по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы.

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности обучающегося.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Лекция «вдвоем» (бинарная лекция) – изложение материала в форме диалогического общения двух преподавателей (например, реконструкция диалога представителей различных научных школ, «ученого» и «практика» и т.п.).

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от обучающегося применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

Практическое занятие на основе кейс-метода – обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной, производственной, общественной деятельности. Обучающиеся должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные

решения и выбрать лучшее из них. Кейсы базируются на реальном фактическом материале или же приближены к реальной ситуации.

3. Технологии проектного обучения – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Проект предполагает совместную учебно-познавательную деятельность группы обучающихся, направленную на выработку концепции, установление целей и задач, формулировку ожидаемых результатов, определение принципов и методик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, поэтапную реализацию плана работы, презентацию результатов работы, их осмысление и рефлексии.

Основные типы проектов:

Исследовательский проект – структура приближена к формату научного исследования (доказательство актуальности темы, определение научной проблемы, предмета и объекта исследования, целей и задач, методов, источников, выдвижение гипотезы, обобщение результатов, выводы, обозначение новых проблем).

Творческий проект, как правило, не имеет детально проработанной структуры; учебно-познавательная деятельность обучающегося осуществляется в рамках рамочного задания, подчиняясь логике и интересам участников проекта, жанру конечного результата (газета, фильм, праздник, издание, экскурсия и т.п.).

Информационный проект – учебно-познавательная деятельность с ярко выраженной эвристической направленностью (поиск, отбор и систематизация информации о каком-то объекте, ознакомление участников проекта с этой информацией, ее анализ и обобщение для презентации более широкой аудитории).

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

Практические занятия проводятся в форме практической подготовки в условиях выполнения обучающимися видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде решения задач и выполнения упражнений, которые определяет преподаватель для студента. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения с проработкой материала и выполнения домашних заданий с консультациями преподавателя.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Аудиторная контрольная работа №1
 Классификация прокатных цехов
 Аудиторная контрольная работа №2
 Технология производства блюмов и слябов
 Аудиторная контрольная работа №3
 Производство сортового проката
 Аудиторная контрольная работа №4
 Сортамент проволочных изделий, область применения и требования к качеству проволоки

Примеры задач по ТПМ:

1. Определите уменьшение толщины цинка (без учета его потерь) при волочении проволоки $d_0=3,5$ мм, с исходной толщиной цинка 100 мкм, при коэффициенте вытяжки на переделе 4,2.
2. Определите увеличение скорости движения проволоки при волочении с 5,5 мм до 1,2 мм.
3. Определите толщину цинка на проволоке диаметром 0,5 мм при плотности цинка 150 г/м².
4. Определите время нахождения проволоки диаметром 3,0 мм в волоке при степени обжатия в волоке $Q=25\%$, скорости волочения 15 м/с и отношении длины к средней высоте очага деформации $l/d_{cp}=1/2$.
5. Определите увеличение длины очага деформации при уменьшении угла рабочего конуса волоки с 14° до 12° для проволоки диаметром $d_0=2,5$ мм при обжатии в $Q=20\%$.
6. Определите диаметр шкива, необходимый для вытяжки проволоки из последней волоки при мокром волочении, если диаметр шкива, вытягивающего проволоку из первой волоки составил $D=100$ мм, относительное обжатие на переделе $Q=75\%$.
7. Определите изменение диаметра никоуглеродистой катанки $d_0=6,5$ мм при относительном обжатии $Q=70\%$ (обжатие на одном волочильном стане).
8. Найдите усилие вытяжки соответствующее началу пластической деформации растяжения цилиндра радиусом 5,0 мм сопротивлением 1500 МПа выходящего из калибрующей зоны волоки.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ (ЗАДАНИЙ) КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Тема курсового проекта: Технология процесса изготовления...

№ п/п	Назначение (наименование) проволоки	ГОСТ
1	Проволока стальная канатная. ТУ	7372 - 79
2	Проволока стальная латунированная для бортовых колец шин	26366 - 64
3	Проволока стальная оцинкованная для бронирования проводов и кабелей	1526 - 81
4	Проволока стальная оцинкованная для линий связи	1668 - 73
5	Проволока стальная луженная кабельная	3920 - 70

6	Проволока стальная луженная бандажная	9124 - 85
7	Проволока стальная оцинкованная для сердечников	9850 - 72
8	Проволока стальная оцинкованная для линий связи	15892 - 70
9	Проволока стальная кардная	3875 - 83
10	Проволока бердная	5437 - 85
11	Проволока игольная	5468 - 88
12	Проволока ремизная	9161 - 85
13	Проволока стальная пружинная термообработанная	1071 - 91
14	Проволока углеродистая пружинная	9389 - 75
15	Проволока стальная для пружинных шайб	11850 - 72
16	Проволока стальная легированная пружинная	14963 - 78
17	Проволока стальная струнная	15598 - 70
18	Проволока стальная для средств вычислительной техники	16135 - 70
19	Проволока из низкоуглеродистой стали для ж/б конструкций	6727 - 80
20	Проволока из углеродистой стали для армирования преднапряженных ж/б конструкций	7348 - 81
21	Проволока стальная спицевая	3110 - 74
22	Проволока стальная углеродистая для холодной высадки	5663 - 79
23	Проволока подшипниковая	4727 - 83
24	Проволока стальная сварочная	2246 - 70
25	Проволока стальная низкоуглеродистая качественная	792 - 67
26	Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения	3282 - 74
27	Проволока из углеродистой конструкционной стали	17305 - 71
28	Проволока из высоколегированной и жаростойкой стали	18143 - 72
29	Проволока из сплавов высокого электрического сопротивления тончайшая и наитончайшая	8803 - 89
30	Проволока из прецизионных сплавов с высоким электрическим сопротивлением	127766.1 - 77
31	Проволока из прецизионных сплавов с заданным температурным коэффициентом линейного расширения	14081 - 78
32	Проволока из прецизионных сплавов для упругих элементов	

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Основная цель написания курсового проекта состоит в том, чтобы закрепить и

углубить практические навыки умения производить выбор технологии изготовления для производства заданного вида продукции (проволоки по ГОСТ).

Темы курсового проекта находятся в контексте моделирования технологических процессов и объектов при производстве и обработке металлов и сплавов с целью повышения их конкурентоспособности и экономической эффективности их работы и др.

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки на 30-35 стр. и 3-х листов презентации.

Содержание пояснительной записки:

- введение;
- основная часть (раскрытие вопроса, касающегося темы);
- выводы;
- список использованных источников.

Содержание графической части:

- варианты технологических схем изготовления изделия;
- наиболее прогрессивная технологическая схема изготовления изделия;
- режимов деформации и калибровки валков (маршрут волочения).

СТРУКТУРА РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

Пояснительная записка к курсовому проекту должна содержать следующие обязательные элементы и разделы:

- введение;
- основная часть;
- список использованных источников.

Основной текст расчетно-пояснительной записки, включающий разделы:

1. Задание на проектирование. Формулируется тема проекта, цель проектирования и требования к готовому изделию.
2. Технологическая схема изготовления изделия, перечисляются технологические операции, которые необходимо осуществить для изготовления данного изделия.
3. Из всех возможных технологических схем выбирается наиболее прогрессивная.
4. Формулировка требований к исходной заготовке.
5. Разработка технологических операций по подготовке исходной заготовки к деформации.
6. Разработка режимов нагрева.
7. Проработка технологических операций по отделке готового изделия.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

1. Понятие технологического процесса и операции в обработке металлов давлением.
2. Общая характеристика прокатного производства.
3. Сортамент прокатных изделий.
4. Область применения и требования к качеству прокатных изделий.
5. Основные технологические схемы современного прокатного производства.
6. Дефекты проката и их причины.
7. Производительность прокатного оборудования.
8. Структура прокатных цехов.
9. Классификация прокатных цехов.
10. Распределение технологических потоков.

11. Состав основного и вспомогательного оборудования.
12. Классификация прокатных станов.
13. Производство полупродукта.
14. Технология производства блюмов и слябов.
15. Общая схема. Расчет ритма прокатки и построение графика прокатки.
16. Производство сортового проката.
17. Классификация сортовых станов.
18. Технологические схемы производства фасонных профилей и профилей простой формы.
19. Операции отделки и контроля качества продукции.
20. Производство листового проката.
21. Технология производства горячекатаного и холоднокатаного листового металла.
22. Классификация станов.
23. Состав основного и вспомогательного оборудования.
24. Расчет режима прокатки.
25. Общая характеристика волочильного производства.
26. Сортамент проволочных изделий.
27. Область применения и требования к качеству проволоки.
28. Основные технологические схемы современного волочильного производства.
29. Дефекты проволоки. Причины их возникновения и пути устранения.
30. Технология листовой штамповки.
31. Технологические схемы штамповки.
32. Режимы деформации материалов.
33. Совершенствование технологии и интенсификация производства.
34. Метизное производство.
35. Структура волочильных цехов.
36. Классификация волочильных цехов.
37. Распределение технологических потоков.
38. Состав основного и вспомогательного оборудования.
39. Классификация волочильных станов.

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
способностью осуществлять выбор материалов для изделий различного назначения с		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды (ПК-12)		
Знать	технологии производства заготовок, сортового, листового проката, труб, ленты, металлоизделий из проволоки;	<ol style="list-style-type: none"> 1. Понятие технологического процесса и операции в обработке металлов давлением. 2. Общая характеристика прокатного производства. 3. Сортамент прокатных изделий. 4. Область применения и требования к качеству прокатных изделий. 5. Основные технологические схемы современного прокатного производства. 6. Дефекты проката и их причины. 7. Производительность прокатного оборудования. 8. Структура прокатных цехов. 9. Классификация прокатных цехов. 10. Распределение технологических потоков. 11. Состав основного и вспомогательного оборудования. 12. Классификация прокатных станов. 13. Производство полупродукта. 14. Технология производства блюмов и слябов. 15. Общая схема. Расчет ритма прокатки и построение графика прокатки. 16. Производство сортового проката. 17. Классификация сортовых станов. 18. Технологические схемы производства фасонных профилей и профилей простой формы. 19. Операции отделки и контроля качества продукции. 20. Производство листового проката. 21. Технология производства горячекатаного и холоднокатаного листового металла. 22. Классификация станов. 23. Состав основного и вспомогательного оборудования. 24. Расчет режима прокатки. 25. Общая характеристика волочильного производства. 26. Сортамент проволочных изделий. 27. Область применения и требования к качеству проволоки. 28. Основные технологические схемы современного волочильного производства. 29. Дефекты проволоки. Причины их возникновения и пути устранения. 30. Технология листовой штамповки. 31. Технологические схемы штамповки. 32. Режимы деформации материалов. 33. Совершенствование технологии и интенсификация производства. 34. Метизное производство.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		35. Структура волочильных цехов. 36. Классификация волочильных цехов. 37. Распределение технологических потоков. 38. Состав основного и вспомогательного оборудования. Классификация
Уметь	анализировать технологические режимы и работу основного и вспомогательного оборудования, определять «узкие» места, оптимизировать технологию;	9. Определите уменьшение толщины цинка (без учета его потерь) при волочении проволоки $d_0=3,5$ мм, с исходной толщиной цинка 100 мкм, при коэффициенте вытяжки на переделе 4,2. 10. Определите увеличение скорости движения проволоки при волочении с 5,5 мм до 1,2 мм. 11. Определите толщину цинка на проволоке диаметром 0,5 мм при плотности цинка 150 г/м ² . 12. Определите время нахождения проволоки диаметром 3,0 мм в волоке при степени обжатия в волоке $Q=25\%$, скорости волочения 15 м/с и отношении длины к средней высоте очага деформации $l/d_{cp}=1/2$. 13. Определите увеличение длины очага деформации при уменьшении угла рабочего конуса волоки с 14° до 12° для проволоки диаметром $d_0=2,5$ мм при обжатии в $Q=20\%$. 14. Определите диаметр шкива, необходимый для вытяжки проволоки из последней волоки при мокром волочении, если диаметр шкива, вытягивающего проволоку из первой волоки составил $D=100$ мм, относительное обжатие на переделе $Q=75\%$. 15. Определите изменение диаметра низкоуглеродистой катанки $d_0=6,5$ мм при относительном обжатии $Q=70\%$ (обжатие на одном волочильном стане). 16. Найдите усилие вытяжки соответствующее началу пластической деформации растяжения цилиндра радиусом 5,0 мм сопротивлением 1500 МПа выходящего из калибрующей зоны волоки. 17. Определите изменение диаметра проволоки $d_0=4$ мм при коэффициенте вытяжки 1,2 (обжатие в одной волоке). 18. Определите конечный диаметр проволоки $d_0=6,5$ мм, при коэффициенте вытяжки: на первом переделе – 4,2, на втором – 5,4, на третьем – 5,6, на четвертом – 3,2. 19. Какое относительное обжатие Q соответствует удлинению проволоки в 7 раз. 20. Определите максимальное усилие, которое может передать очагу деформации выходящее из первой волоки сечение патентованной проволоки из стали марки 60, диаметром 2 мм. $\sigma_{\text{пат}}^B=900-420C+10d$ МПа, $\sigma_{\text{тек}}=0,85\sigma^B$, считая, что упрочнение проволоки при волочении не существенно. 21. Переведите $17 \cdot 10^6$ кгс/м ² в МПа.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																										
		22. Определите полученную степень деформации удлинения проволоки на разрыв через относительную деформацию первого и третьего вида и определите отклонение в расчете. 23. Выразите относительную деформацию удлинения первого вида через коэффициент вытяжки.																																										
Владеть	способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке	<p align="center">ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ (ЗАДАНИЙ) КУРСОВОГО ПРОЕКТА</p> <p align="center">Тема курсового проекта: Технология процесса изготовления...</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="560 786 608 824">№</th> <th data-bbox="608 786 1278 824">ГОСТ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="560 824 608 862">п/п</td> <td data-bbox="608 824 1278 862">Назначение (наименование) проволоки</td> </tr> <tr> <td data-bbox="560 862 608 900">1</td> <td data-bbox="608 862 1278 900">Проволока стальная канатная. ТУ 7372 - 79</td> </tr> <tr> <td data-bbox="560 900 608 938">2</td> <td data-bbox="608 900 1278 938">Проволока стальная латунированная для бортовых колец шин 26366 - 64</td> </tr> <tr> <td data-bbox="560 938 608 976">3</td> <td data-bbox="608 938 1278 976">Проволока стальная оцинкованная для бронирования проводов и кабелей 1526 - 81</td> </tr> <tr> <td data-bbox="560 976 608 1014">4</td> <td data-bbox="608 976 1278 1014">Проволока стальная оцинкованная для линий связи 1668 - 73</td> </tr> <tr> <td data-bbox="560 1014 608 1052">5</td> <td data-bbox="608 1014 1278 1052">Проволока стальная луженная кабельная 3920 - 70</td> </tr> <tr> <td data-bbox="560 1052 608 1090">6</td> <td data-bbox="608 1052 1278 1090">Проволока стальная луженная бандажная 9124 - 85</td> </tr> <tr> <td data-bbox="560 1090 608 1128">7</td> <td data-bbox="608 1090 1278 1128">Проволока стальная оцинкованная для сердечников 9850 - 72</td> </tr> <tr> <td data-bbox="560 1128 608 1167">8</td> <td data-bbox="608 1128 1278 1167">Проволока стальная оцинкованная для линий связи 15892 - 70</td> </tr> <tr> <td data-bbox="560 1167 608 1205">9</td> <td data-bbox="608 1167 1278 1205">Проволока стальная кардная 3875 - 83</td> </tr> <tr> <td data-bbox="560 1205 608 1243">10</td> <td data-bbox="608 1205 1278 1243">Проволока бердная 5437 - 85</td> </tr> <tr> <td data-bbox="560 1243 608 1281">11</td> <td data-bbox="608 1243 1278 1281">Проволока игольная 5468 - 88</td> </tr> <tr> <td data-bbox="560 1281 608 1319">12</td> <td data-bbox="608 1281 1278 1319">Проволока ремизная 9161 - 85</td> </tr> <tr> <td data-bbox="560 1319 608 1357">13</td> <td data-bbox="608 1319 1278 1357">Проволока стальная пружинная термообработанная 1071 - 91</td> </tr> <tr> <td data-bbox="560 1357 608 1395">14</td> <td data-bbox="608 1357 1278 1395">Проволока углеродистая пружинная 9389 - 75</td> </tr> <tr> <td data-bbox="560 1395 608 1433">15</td> <td data-bbox="608 1395 1278 1433">Проволока стальная для пружинных шайб 11850 - 72</td> </tr> <tr> <td data-bbox="560 1433 608 1471">16</td> <td data-bbox="608 1433 1278 1471">Проволока стальная легированная пружинная 14963 - 78</td> </tr> <tr> <td data-bbox="560 1471 608 1509">17</td> <td data-bbox="608 1471 1278 1509">Проволока стальная струнная 15598 - 70</td> </tr> <tr> <td data-bbox="560 1509 608 1547">18</td> <td data-bbox="608 1509 1278 1547">Проволока стальная для средств вычислительной техники 16135 - 70</td> </tr> <tr> <td data-bbox="560 1547 608 1585">19</td> <td data-bbox="608 1547 1278 1585">Проволока из низкоуглеродистой стали для ж/б конструкций 6727 - 80</td> </tr> </tbody> </table>	№	ГОСТ	п/п	Назначение (наименование) проволоки	1	Проволока стальная канатная. ТУ 7372 - 79	2	Проволока стальная латунированная для бортовых колец шин 26366 - 64	3	Проволока стальная оцинкованная для бронирования проводов и кабелей 1526 - 81	4	Проволока стальная оцинкованная для линий связи 1668 - 73	5	Проволока стальная луженная кабельная 3920 - 70	6	Проволока стальная луженная бандажная 9124 - 85	7	Проволока стальная оцинкованная для сердечников 9850 - 72	8	Проволока стальная оцинкованная для линий связи 15892 - 70	9	Проволока стальная кардная 3875 - 83	10	Проволока бердная 5437 - 85	11	Проволока игольная 5468 - 88	12	Проволока ремизная 9161 - 85	13	Проволока стальная пружинная термообработанная 1071 - 91	14	Проволока углеродистая пружинная 9389 - 75	15	Проволока стальная для пружинных шайб 11850 - 72	16	Проволока стальная легированная пружинная 14963 - 78	17	Проволока стальная струнная 15598 - 70	18	Проволока стальная для средств вычислительной техники 16135 - 70	19	Проволока из низкоуглеродистой стали для ж/б конструкций 6727 - 80
№	ГОСТ																																											
п/п	Назначение (наименование) проволоки																																											
1	Проволока стальная канатная. ТУ 7372 - 79																																											
2	Проволока стальная латунированная для бортовых колец шин 26366 - 64																																											
3	Проволока стальная оцинкованная для бронирования проводов и кабелей 1526 - 81																																											
4	Проволока стальная оцинкованная для линий связи 1668 - 73																																											
5	Проволока стальная луженная кабельная 3920 - 70																																											
6	Проволока стальная луженная бандажная 9124 - 85																																											
7	Проволока стальная оцинкованная для сердечников 9850 - 72																																											
8	Проволока стальная оцинкованная для линий связи 15892 - 70																																											
9	Проволока стальная кардная 3875 - 83																																											
10	Проволока бердная 5437 - 85																																											
11	Проволока игольная 5468 - 88																																											
12	Проволока ремизная 9161 - 85																																											
13	Проволока стальная пружинная термообработанная 1071 - 91																																											
14	Проволока углеродистая пружинная 9389 - 75																																											
15	Проволока стальная для пружинных шайб 11850 - 72																																											
16	Проволока стальная легированная пружинная 14963 - 78																																											
17	Проволока стальная струнная 15598 - 70																																											
18	Проволока стальная для средств вычислительной техники 16135 - 70																																											
19	Проволока из низкоуглеродистой стали для ж/б конструкций 6727 - 80																																											

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>20 Проволока из углеродистой стали для армирования преднапряженных ж/б конструкций 7348 - 81</p> <p>21 Проволока стальная спицевая 3110 - 74</p> <p>22 Проволока стальная углеродистая для холодной высадки 5663 - 79</p> <p>23 Проволока подшипниковая 4727 - 83</p> <p>24 Проволока стальная сварочная 2246 - 70</p> <p>25 Проволока стальная низкоуглеродистая качественная 792 - 67</p> <p>26 Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения 3282 - 74</p> <p>27 Проволока из углеродистой конструкционной стали 17305 - 71</p> <p>28 Проволока из высоколегированной и жаростойкой стали 18143 - 72</p> <p>29 Проволока из сплавов высокого электрического сопротивления тончайшая и наитончайшая 8803 - 89</p> <p>30 Проволока из прецизионных сплавов с высоким электрическим сопротивлением 127766.1 - 77</p> <p>31 Проволока из прецизионных сплавов с заданным температурным коэффициентом линейного расширения 14081 - 78</p> <p>32 Проволока из прецизионных сплавов для упругих элементов</p> <p style="text-align: center;">МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ</p> <p style="text-align: center;">СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА</p> <p>Основная цель написания курсового проекта состоит в том, чтобы закрепить и углубить практические навыки умения производить выбор технологии изготовления для производства заданного вида продукции (проволоки по ГОСТ).</p> <p>Темы курсового проекта находятся в контексте моделирования технологических процессов и объектов при производстве и обработке металлов и сплавов с целью повышения их конкурентоспособности и экономической эффективности их работы и др.</p> <p>Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки на 30-35 стр. и 3-х листов презентации.</p> <p><i>Содержание пояснительной записки:</i> – введение;</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>– основная часть (раскрытие вопроса, касающегося темы);</p> <p>– выводы;</p> <p>– список использованных источников.</p> <p>Содержание графической части:</p> <p>– варианты технологических схем изготовления изделия;</p> <p>– наиболее прогрессивная технологическая схема изготовления изделия;</p> <p>– режимов деформации и калибровки валков (маршрут волочения).</p> <p>СТРУКТУРА РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ</p> <p>Пояснительная записка к курсовому проекту должна содержать следующие обязательные элементы и разделы:</p> <p>– введение;</p> <p>– основная часть;</p> <p>– список использованных источников.</p> <p>Основной текст расчетно-пояснительной записки, включающий разделы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Задание на проектирование. Формулируется тема проекта, цель проектирования и требования к готовому изделию. 2. Технологическая схема изготовления изделия, перечисляются технологические операции, которые необходимо осуществить для изготовления данного изделия. 3. Из всех возможных технологических схем выбирается наиболее прогрессивная. 4. Формулировка требований к исходной заготовке. 5. Разработка технологических операций по подготовке исходной заготовки к деформации. 6. Разработка режимов нагрева. 7. Проработка технологических операций по отделке готового изделия.

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

Для организации работы преподавателя, читающему данный курс необходимы следующие методические материалы:

– рабочая программа дисциплины, в которой прописаны цель и задачи изучения дисциплины, содержание и объем учебных занятий, предусмотренных рабочим учебным планом (РУП), перечень рекомендуемой литературы и средства обучения, необходимые для изучения дисциплины;

– методические указания для студентов по выполнению различных видов учебной деятельности, предусмотренных РУП;

– пакет контрольно-измерительных материалов;

В процессе преподавания дисциплины применяется традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Лекции проводятся как в традиционной форме, так и в форме лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается студентам для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия.

Самостоятельная работа студентов построена таким образом, что в процессе работы студенты закрепляют знания, полученные в процессе теоретического обучения, тем самым формируют профессиональные умения и навыки. Выполнение курсового проекта требует от студента анализа проблемной ситуации, выбора средств и методов ее решения, т.е. самостоятельная работа не ограничивается только усвоением теоретических знаний, она также формирует практические умения и навыки, а также умения исследовательской и творческой деятельности.

В процессе изучения дисциплины осуществляется текущий и периодический контроль за результатами освоения учебного курса. Текущий контроль осуществляется непосредственно в процессе усвоения, закрепления, обобщения и систематизации знаний, умений, владения навыками и позволяет оперативно диагностировать и корректировать, совершенствовать знания, умения и владение навыками студентов, обеспечивает стимулирование и мотивацию их деятельности на каждом занятии. Текущий контроль осуществляется в форме устного опроса (собеседования).

Периодический контроль, цель которого обобщение и систематизация знаний, проверка эффективности усвоения студентами определенного, логически завершенного содержания учебного материала осуществляется в форме защиты контрольных работ, курсового проекта.

Для организации работы преподавателя, читающему данный курс необходимы следующие методические материалы:

– рабочая программа дисциплины, в которой прописаны цель и задачи изучения дисциплины, содержание и объем учебных занятий, предусмотренных рабочим учебным планом (РУП), перечень рекомендуемой литературы и средства обучения, необходимые для изучения дисциплины;

– методические указания для обучающегося по выполнению различных видов учебной деятельности, предусмотренных РУП;

– пакет контрольно-измерительных материалов;

В процессе преподавания дисциплины применяется традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Лекции проводятся как в традиционной форме, так и в форме лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается обучающемуся для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия.

Самостоятельная работа обучающегося построена таким образом, что в процессе работы обучающиеся закрепляют знания, полученные в процессе теоретического обучения, тем самым формируют профессиональные умения и навыки. Выполнение курсового проекта требует от обучающегося анализа проблемной ситуации, выбора средств и методов ее решения, т.е. самостоятельная работа не ограничивается только усвоением теоретических знаний, она также формирует практические умения и навыки, а также умения исследовательской и творческой деятельности.

В процессе изучения дисциплины осуществляется текущий и периодический контроль за результатами освоения учебного курса. Текущий контроль осуществляется непосредственно в процессе усвоения, закрепления, обобщения и систематизации

знаний, умений, владения навыками и позволяет оперативно диагностировать и корректировать, совершенствовать знания, умения и владение навыками обучающегося, обеспечивает стимулирование и мотивацию их деятельности на каждом занятии. Текущий контроль осуществляется в форме устного опроса (собеседования).

Периодический контроль, цель которого обобщение и систематизация знаний, проверка эффективности усвоения обучающимся определенного, логически завершенного содержания учебного материала осуществляется в форме защиты контрольных работ, курсового проекта.

Итоговый контроль по дисциплине осуществляется в конце первого учебного года в форме зачета, в конце второго учебного года в форме экзамена и защиты курсовой работы.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

Контрольная работа.

Принципы разработки технологических режимов процессов деформации. Энерго- и ресурсосбережение в процессах ОМД. Влияние параметров пластической деформации на качество металлопродукции. Рациональные схемы технологических процессов. Режимы горячей ОМД. Режимы холодной ОМД.

Курсовая работа.

Тема: Определение механических свойств металла методом испытания на растяжение.

Каждый обучающийся получает индивидуальное задание, которое выполняет с помощью ЭВМ с последующей защитой курсовой работы.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теория ОМД» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена и в форме выполнения и защиты курсовой работы.

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.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Шемшурова Н. Г. Классификация как метод поиска технического решения. Расчет давления металла на инструмент в процессах ОМД [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Г. Шемшурова, С. А. Левандовский, М. М. Лотфрахманова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск. - Режим доступа: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=1171.pdf&show=dcatalogues/1/1121209/1171.pdf&view=true> - Макрообъект.
2. Румянцев М. И. Обработка металлов давлением и характеристики качества продукции [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. И. Румянцев, Н. М. Локотунина, А. Б. Моллер ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=1394.pdf&show=dcatalogues/1/1123849/1394.pdf&view=true> - Макрообъект.

б) Дополнительная литература:

3. Логунова О. С. Экспертные оценки и системы в металлургии черных металлов [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. С. Логунова, Е. А. Ильина, И. И. Мацко. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=1059.pdf&show=dcatalogues/1/1119418/1059.pdf&view=true> - Макрообъект.

в) Методические указания:

1. Никифоров Б.А., Харитонов В.А. Копьев А.В. Технология волочения проволоки и плющения ленты [Текст]. Учебное пособие. Магнитогорск: МГТУ, 1999
2. Волоочильные станы со скольжением для производства стальной проволоки [Текст] / В.Д.Королев, Л.Е Кандауров/ Уч. пособие. МГТУ им Г.И. Носова, Магнитогорск, 2004
3. Волоочильные станы для производства стальной проволоки [Текст] / В.Д.Королев, И.И. Боков, Л.Е Кандауров/ Уч. пособие. МГТУ им Г.И. Носова, Магнитогорск, 1999
4. Термическая обработка проволоки [Текст]. Учебное пособие. МГТУ им. Г.И.Носова, Магнитогорск, 2000
5. Металловедение и термическая обработка. Термины и определения. Справочник [Текст] / под. ред А.Н. Емельюшина / МГТУ им. Носова, Магнитогорск, 2000
6. Копьев А.В., Харитонов В.А., Ведерникова Н.М. Расчет маршрута волочения. Методич. указан. – Магнитогорск: МГТУ, 2000. 30 с
7. Савельев В.Б., Савельева Р.Н Исследование основных параметров процесса прокатки [Текст]. Метод.указ. к лаб. раб. Магнитогорск: МГТУ, 2002.
8. Изучение основ прокатного производства на примере обжимно-заготовочного стана [Текст]. Метод. указ. к практ. раб., Магнитогорск: 2008
9. Методы решения оптимизационных задач Гапанович В.С., Гапанович И.В. Издательство Тюменский индустриальный университет (бывший Тюменский

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Периодические издания

1. М и ТОМ: Научно – технический и производственный журнал – ISSN 0026 - 0819
2. Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. ISSN (Print):1995-2732, ISSN (Online): 2412-9003
3. Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. ISSN 0368-0797 (Print), ISSN 2410-2091 (Online)
4. Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. ISSN 0021-3438 (Print), ISSN 2412-8783 (Online)
5. Металлург. ISSN 0026-0827
6. Черные металлы.
7. Металлургические процессы и оборудование (Украина).
8. Металлы.
9. Сталь.
10. Производство проката.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. www.mgsun.ru
2. www.edic.ru
3. www.rsl.ru
4. www.encyclopedia.ru
5. http://www.it-n.ru/Board.aspx?cat_no=133205&Tpl=Themes&BoardId=270361
6. http://www.it-n.ru/Board.aspx?cat_no=72958&Tpl=Themes&BoardId=72961
7. www.trizland.ru
8. www.triz-chance.ru
9. www.trizminsk.org
10. trizinfo.by.ru

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	К-171-09 от 18.10.2009	бессрочно
Windows XP, 7 (подписка Imagine Premium)	Д-1227-18 от 08.10.2018	07.10.2021
MS Office 2007	К-171-09 от 18.10.2009	бессрочно
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный	Д-300-18 от 21.03.2018	28.01.2020
Ascon КОМПАС-3D	Д-261-17 от 16.03.2017	бессрочно
MathCAD v.14	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
StatSoft Statistica	К-169-09 от 16.11.2009	бессрочно
7 Zip	свободно распространяемое	бессрочно

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Лекционная аудитория (ауд.301)	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Компьютерный класс (ауд.303)	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Аудитории для самостоятельной работы: компьютерный класс; читальный зал библиотеки	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (ауд. 304)
Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд.209)	1. Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета 2. Проектор
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (ауд.101а)	Ремонтный инструмент; Слесарный инструмент; Мультиметр; Паяльник Специализированная мебель, стеллажи для хранения учебного оборудования

Лабораторные аудитории:

№ п/п	Наименование лабораторной работы	Наличие лабораторного оборудования (перечислить)	Наличие методического обеспечения (наименование, год издания)	Примечание
1.	Инструктаж по технике безопасности в лаборатории ОМД. Изучение оборудования лабораторного прокатного стана. Паспортизация стана Лаборатория механических испытаний 104	Одноклетьевой прокатный стан	Инструкция по технике безопасности в лаборатории ОМД Паспорт прокатного стана	
2.	Изучение лабораторного волочильного стана и его вспомогательного оборудования. Паспортизация волочильного стана Лаборатория механических испытаний 104	Однократный волочильный стан	Паспорт волочильного стана	
3.	Определение энергосиловых параметров и коэффициента запаса прочности при волочении проволоки Лаборатория механических испытаний 104	Силовая установка протяжки проволоки через волоку	-	
4.	Закон наименьшего сопротивления Лаборатория механических испытаний 104	Пресс	Лабораторный практикум, 2003	

5.	Неравномерность деформации при прокатке Лаборатория механических испытаний 104	Одноклетьевой прокатный стан	Лабораторный практикум, 2003	
6.	Неравномерность деформации при осаживании Лаборатория механических испытаний 104	Пресс	Лабораторный практикум, 2003	
7.	Закон постоянства объема и коэффициенты деформации Лаборатория механических испытаний 104	Пресс	Лабораторный практикум, 2003	
8.	Моделирование на ЭВМ процессов ОМД Компьютерный класс303	Процессор	Персональные компьютеры с пакетом MS Office и выходом в Интернет	
9.	Знакомство с процессами ОМД (прокатка, ковка) в условиях АО БМК	Стан 150, пресс	(не требуется)	
10.	Знакомство с процессами ОМД (волочение, свивка канатов) в условиях БМК	Станы многократного волочения, канатные машины	(не требуется)	