

Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О. Сухого

О.Д.Асенчик

_____ (подпись)

28.06. 2019

_____ (дата утверждения)

Регистрационный № УД-33- 58 /уч.

ТЕОРИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Учебная программа учреждения высшего образования

по учебной дисциплине для специальностей:

- | | |
|------------------|--|
| 1-36 01 05 | Машины и технология обработки материалов давлением |
| 1-42 01 01 | Металлургическое производство и материалобработка
(по направлениям)
направление специальности: |
| 1-42 01 01-02 | Металлургическое производство и материалобработка
(материалобработка)
специализация: |
| 1-42 01 01-02 01 | Обработка металлов давлением |

Учебная программа составлена на основе: образовательных стандартов ОСВО 1-36 01 05-2019, ОСВО 1-42 01 01-2019; учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальностей 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» рег.№ I 36-1-03/уч. от 06.02.2019, рег.№ I 36-1-14/уч. от 06.02.2019; 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» рег.№ I 42-1-06/уч. от 06.02.2019; рег.№ I 42-1-18/уч. от 06.02.2019; рег.№ . I 42-1-52/уч. от 05.04.2019.

СОСТАВИТЕЛИ

М.Н.Верещагин, профессор кафедры «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», доктор технических наук, профессор.
И.В. Агунович, старший преподаватель кафедры «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Т.В. Немцева, начальник бюро инструментального хозяйства ПЗЦ ОАО «Гомсельмаш»;

М.И. Михайлов, заведующий кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», доктор технических наук, профессор.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 6 от 02.05.2019);

Научно-методическим советом механико-технологического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 6 от 21.05.2019); УД 037-18/уч.

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 5 от 06.06.2019); УДз-118-12у

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 6 от 26.06.2019).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа дисциплины «Теория обработки металлов давлением» подготовлена в соответствии с требованиями образовательных стандартов ОСВО 1-36 01 05-2019, ОСВО 1-42 01 01-2019; учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальностей 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» рег.№ I 36-1-03/уч. от 06.02.2019, рег.№ I 36-1-14/уч. от 06.02.2019; 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» рег.№ I 42-1-06/уч. от 06.02.2019; рег.№ I 42-1-18/уч. от 06.02.2019; рег.№ I 42-1-52/уч. от 05.04.2019.

Целью изучения дисциплины «Теория обработки металлов давлением» является изучение особенностей пластического деформирования металлов и сплавов, условий перехода деформируемого вещества из упругого в пластическое состояние, методов решения прикладных задач обработки давлением сплошных сред, влияния пластической деформации на механические свойства и структуру металла. Дисциплина непрерывно развивается в соответствии с совершенствованием и прогрессом в машиностроении, в частности, металлообработке.

Для достижения цели дисциплины необходимо решить следующие задачи:

- изучить теоретические основы физики и механики деформируемого твердого тела с учетом температурно-скоростных факторов деформации;
- изучить и исследовать факторы, оказывающие влияние на сопротивление деформированию, пластичность и формоизменение заготовок;
- научиться рассчитывать напряженно-деформированное состояние в точке произвольно выбранной площадки тела, усвоить методику расчета технологических задач обработки металлов давлением.

В результате изучения учебной дисциплины студенты должны

знать:

- теоретические основы обработки металлов давлением;
- методы расчета основных технологических задач;
- физико-химические процессы, сопровождающие процесс пластической деформации;

уметь:

- рассчитывать технологическое усилие и работу деформации;
- оценивать возможность построения технологического процесса обработки металлов давлением с учетом налагаемых граничных условий и прогнозируемых эксплуатационных характеристик получаемых изделий;
- самостоятельно построить технологический процесс получения изделий методами пластического формообразования;

владеть:

- методами решения прикладных задач для оценки пластического формоизменения;
- навыками исследования расчетных методов для определения энергосиловых параметров процессов обработки металлов давлением;
- методиками расчета важнейших технологических параметров процессов обработки металлов давлением.

Требования к компетентности специалиста

Требования к базовым профессиональным компетенциям

Специалист должен быть способен:

- выбирать критерии оптимального построения технологических процессов пластического формообразования деталей;
- определять причины и намечать пути предотвращения брака заготовок и деталей (поковок, штамповок и пр.);
- анализировать перспективы развития новых технологий обработки металлов давлением, соответствующего оборудования и технологической оснастки, осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития кузнечно-штамповочных, прокатных, прессовых и волочильных цехов, инновационным технологиям, работать с научной, технической и патентной литературой;
- работать с научной литературой, словарями, справочными материалами, рационально использовать справочную литературу по выбору материалов, технологий их обработки, обеспечивающей необходимые показатели свойств

Связь с другими учебными дисциплинами

Для успешного изучения дисциплины необходимо усвоение естественно-научных и специальных дисциплин, таких как «Физика», «Математика», «Механика материалов» и др.

Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий

Форма получения высшего образования: дневная, заочная.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Теория обработки металлов давлением», в соответствии с учебными планами по специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов» составляет для дневной формы получения образования – 270 (набор 2018, 2019 уч.год).

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Теория обработки металлов давлением», в соответствии с учебными планами по специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» 1-42 01 01-02 «Металлургическое производство и материалобработка (материалобработка) специализации 1-42 01 01-02 01 «Обработка металлов давлением» составляет для всех форм получения образования – 226 (набор 2018 года).

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Теория обработки металлов давлением», в соответствии с учебными планами по специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» 1-42 01 01-02 «Металлургическое производство и материалобработка (материалобработка) специализации 1-42 01 01-02 01 «Обработка металлов давлением» составляет для всех форм получения образования – 256 (набор 2019 года).

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам.

Виды занятий	Специальности			
	Дневная форма			Заочная сокращенная форма
	1-36 01 05	1-42 01 01-02 01		
	2018,2019 г	набор 2018 г	набор 2019 г	2019 г
Курс	2	2	2	2,3
Семестр	3,4	3,4	3,4	4,5
Лекции (часов)	84	68	84	16
Практические занятия (часов)	34	34	34	8
Лабораторные занятия (часов)	34	34	34	6
Всего аудиторных (часов)	152	136	154	30

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине

Экзамен, семестр	3,4	3,4	3,4	4,5
Зачет	нет	нет	нет	нет
Тестирование	нет	нет	нет	4
Курсовая работа	нет	нет	нет	нет

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Введение.

Тема 1.1. Сущность и задачи теории пластической деформации. Развитие механики, физики и физико-химической пластической деформации. Вклад отечественных ученых в науку о пластической деформации и решение практических задач.

Раздел 2. Природа пластической деформации.

Тема 2.1. Понятие о пластической деформации.

Упругая и пластическая составляющие деформаций при растяжении и сжатии.

Тема 2.2. Строение металлов и сплавов.

Кристаллическая решетка. Виды ячеек кристаллической решетки. Кристаллографические плоскости и направления. Исследования структуры кристаллов. Несовершенства в кристаллах. Тепловые колебания. Точечные дефекты кристаллической решетки. Линейные дефекты кристаллической решетки. Элементы теории дислокаций. Типы дислокаций. Движение и переползание дислокаций. Вектор Бюргерса. Возникновение, накопление и взаимодействие дислокаций. Источник Франка-Рида. Энергия дислокаций.

Тема 2.3. Холодная пластическая деформация монокристалла.

Механизмы пластической деформации. Холодная пластическая деформация поликристалла. Полосчатость макроструктуры и текстура.

Упрочнение и физическая природа этого явления. Кривые упрочнения. Их свойства. Особенности пластического деформирования поликристаллических твердых тел. Упругое последствие. Упругий гистерезис. Эффект Баушингера.

Раздел 3. Влияние температуры и скорости деформации на свойства металла.

Тема 3.1. Возврат и рекристаллизация.

Диаграммы рекристаллизации. Влияние температуры на механические показатели металлов. Закон Курнакова. Влияние скорости деформации на пластичность и сопротивление деформированию. Виды деформации при ОМД.

Тема 3.2. Условие постоянства объема.

Смещенный объем. Понятие о сверхпластичности.

Раздел 4. Напряжения.

Тема 4.1. Напряжения в координатных площадках.

Напряжения в наклонной к осям координат площадке. Главные оси, главные плоскости и главные нормальные напряжения. Понятие о тензоре напряжений. Инварианты тензора напряжений.

Тема 4.2. Эллипсоид напряжений и его особенности.

Главные касательные напряжения. Октаэдрические напряжения. Диаграмма напряжений Мора. Схемы напряженного состояния. Дифференциальные уравнения равновесия при объемном напряженном состоянии. Осесимметричное напряженное состояние. Плоское напряженно-деформированное состояние.

Раздел 5. Деформации и скорость деформации

Тема 5.1. Малые деформации.

Компоненты перемещений и деформаций в элементарном объеме. Уравнения О.Коши. Тензор деформации. Неразрывность деформаций. Диаграммы деформаций Мора.

Тема 5.2. Схемы деформированного состояния.

Скорости перемещений и скорости деформаций. Тензор скоростей деформации. Однородная деформация.

Раздел 6. Условие пластичности.

Тема 6.1. Переход из упругого в пластическое состояние при однородном растяжении или сжатии.

Физический и геометрический смысл энергетического условия пластичности. Частные выражения условия пластичности.

Тема 6.2. Влияние среднего по величине главного нормального напряжения. Параметры Лодэ.

Раздел 7. Связь между напряжениями, деформациями и скоростями деформации

Тема 7.1. Подобие кругов Мора для напряжений и малых деформаций. Механические схемы деформаций и их влияние на пластичность и сопротивление деформированию.

Раздел 8. Контактное трение при пластическом деформировании

Тема 8.1. Особенности пластического трения.

Основные факторы, влияющие на контактное трение.

Тема 8.2. Законы трения.

Методы определения коэффициента трения при пластической деформации.

Раздел 9. Основные законы пластической деформации

Тема 9.1. Закон наименьшего сопротивления.

Закон неравномерности деформаций и дополнительных напряжений. Закон подобия при моделировании процесса пластической деформации. Закон наличия упругой деформации при пластическом формоизменении.

Раздел 10. Явления, ограничивающие пластическое формоизменение

Тема 10.1. Разрушение как предельное состояние пластического формоизменения. Модель разрушения металла в процессе большой пластической деформации.

Раздел 11. Методы теоретического анализа процессов обработки металлов давлением.

Тема 11.1. Общие представления.

Метод интегрирования дифференциальных уравнений равновесия совместно с условием пластичности (задача Прандля).

Тема 11.2. Основы инженерного метода расчета деформирующих усилий по приближенным уравнениям равновесия и уравнению пластичности. Метод линий скольжения.

Тема 11.3. Метод баланса работ.

Метод верхней оценки. Метод сопротивления материалов пластическому деформированию. Визиопластический метод.

Раздел 12. Методы экспериментальных исследований процессов ОМД.

Тема 12.1. Теория подобия и моделирования процессов пластического формоизменения. Тензометрирование и его использование для исследования контактных напряжений и усилий деформирования.

Раздел 13.. Основы теории процессов обработки металлов давлением

Тема 13.1. Основы теории процесса прессования.

Виды процесса. Силовые условия процесса. Влияние условий прессования и геометрии инструмента на характер истечения металла. Силовые условия обратного прессования. Открытая и закрытая прошивка металла.

Тема 13.2. Объемная штамповка в открытых штампах.

Метод расчета деформирующих усилий.

Основы теории продольной прокатки. Параметры процесса. Захват металла в гладких валках. Дифференциальное уравнение прокатки и его решение.

Тема 13.3. Теория волочения.

Способы волочения. Инженерный метод определения напряжения волочения в монолитных волокнах. Влияние технологических параметров на деформационные условия. Напряженное состояние в зоне деформации.

Тема 13.4. Операции листовой штамповки.

Характер деформирования заготовки при гибке. Пружинение при гибке. Способы вытяжки листового металла. Анализ напряженно-деформированного состояния очага деформации.

Тема 13.5. Основы винтовой прокатки.

Типы станов и особенности деформации металла. Условия захвата заготовки. Контактные напряжения и расчет усилий.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» 1-42 01 01-02 01 «Обработка металлов давлением» (набор 2018г)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение.							
1.1.	Сущность и задачи теории пластической деформации. Развитие механики, физики и физико-химической пластической деформации.	2						Э
2	Природа пластической деформации.							
2.1	Упругая и пластическая составляющие деформаций при растяжении и сжатии	2			2			Э, О, ЗЛР,
2.2	Строение металлов и сплавов.	2			2			Э
2.3.	Холодная пластическая деформация монокристалла.	2	4		2			Э, О, ЗЛР, ЗПР
3	Влияние температуры и скорости деформации на свойства металла	2						Э
3.1.	Возврат и рекристаллизация. Закон Курнакова. Виды деформации при ОМД.	2						Э
3.2	Условие постоянства объема.	2						Э
4	Напряжения.							
4.1	Напряжения в координатных площадках. Понятие о тензоре напряжений. Инварианты тензора напряжений.	2	4		4			Э, О, ЗЛР, ЗПР
4.2	Эллипсоид напряжений и его особенности. Главные касательные напряжения. Диаграмма напряжений Мора. Плоское напряженно-деформированное состояние.	2	4					Э, О, ЗПР
5	Деформации и скорость деформации							
5.1	Малые деформации. Компоненты перемещений и деформаций в элементарном объеме. Уравнения О.Коши.	2			2			Э, О, ЗЛР,
5.2	Схемы деформированного состояния. Однородная деформация	2			2			Э, О, ЗЛР,

6	Условие пластичности.						
6.1	Переход из упругого в пластическое состояние при однородном растяжении или сжатии. Частные выражения условия пластичности.	2			2		Э, О, ЗЛР
6.2	Влияние среднего по величине главного нормального напряжения. Параметры Лодэ.	2	4		4		Э, О, ЗЛР, ЗПР
7	Связь между напряжениями, деформациями и скоростями деформации	2					Э
7.1	Механические схемы деформаций и их влияние на пластичность и сопротивление деформированию.	2	4		4		Э, О, ЗЛР, ЗПР
8	Контактное трение при пластическом деформировании						
8.1	Особенности пластического трения. Основные факторы, влияющие на контактное трение.	2	4		4		Э, О, ЗЛР, ЗПР
8.2	Законы трения. Методы определения коэффициента трения при пластической деформации.	2	4		4		Э, О, ЗЛР, ЗПР
9	Основные законы пластической деформации						
9.1	Закон наименьшего сопротивления. Закон неравномерности деформаций и дополнительных напряжений. Закон подобия при моделировании процесса пластической деформации.	4					Э
10	Явления, ограничивающие пластическое формоизменение						
10.1	Разрушение как предельное состояние пластического формоизменения.	2			2		Э, О, ЗЛР
11	Методы теоретического анализа процессов обработки металлов давлением						
11.1	Общие представления. Метод интегрирования дифференциальных уравнений равновесия совместно с условием пластичности (задача Прандля)	2					Э
11.2	Основы инженерного метода расчета деформирующих усилий по приближенным уравнениям равновесия и уравнению пластичности	4	4				Э, ЗПР
11.3	Метод баланса работ. Метод верхней оценки. Визуопластический метод	4					Э
12	Методы экспериментальных исследований процессов ОМД						

12.1	Теория подобия и моделирования процессов пластического формоизменения.	2	2					Э, ЗПР
13	Основы теории процессов обработки металлов давлением							
13.1	Основы теории процесса пресования. Виды процесса. Силовые условия процесса.	4						Э
13.2	Объемная штамповка в открытых штампах. Основы теории продольной прокатки. Параметры процесса. Захват металла в гладких валах.	4						Э
13.3	Теория волочения. Способы волочения. монолитных волокна. Влияние технологических параметров на деформационные условия. Напряженное состояние в зоне деформации	4						Э
13.4	Операции листовой штамповки. Характер деформирования заготовки при гибке. Способы вытяжки листового металла.	2						Э
13.5	Основы винтовой прокатки. Типы станов и особенности деформации металла. Условия захвата заготовки. Контактные напряжения и расчет усилий.	2						Э
Итого:		68	34		34			

Принятые обозначения: О - отчет, ЗЛР – защита лабораторных работ, ЗПР – защита практических работ, Э – экзамен

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» 1-42 01 01-02 01 «Обработка металлов давлением» (набор 2019г)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение.							
1.1.	Сущность и задачи теории пластической деформации. Развитие механики, физики и физико-химической пластической деформации.	2						Э
2	Природа пластической деформации.							
2.1	Упругая и пластическая составляющие деформаций при растяжении и сжатии	2			2			Э, О, ЗЛР,
2.2	Строение металлов и сплавов.	4			2			Э
2.3.	Холодная пластическая деформация монокристалла.	4	4		2			Э, О, ЗЛР, ЗПР
3	Влияние температуры и скорости деформации на свойства металла	2						Э
3.1.	Возврат и рекристаллизация. Закон Курнакова. Виды деформации при ОМД.	2						Э
3.2	Условие постоянства объема.	2						Э
4	Напряжения.							
4.1	Напряжения в координатных площадках. Понятие о тензоре напряжений. Инварианты тензора напряжений.	4	4		4			Э, О, ЗЛР, ЗПР
4.2	Эллипсоид напряжений и его особенности. Главные касательные напряжения. Диаграмма напряжений Мора. Плоское напряженно-деформированное состояние.	4	4					Э, О, ЗПР
5	Деформации и скорость деформации							
5.1	Малые деформации. Компоненты перемещений и деформаций в элементарном объеме. Уравнения О.Коши.	4			2			Э, О, ЗЛР,
5.2	Схемы деформированного состояния. Однородная деформация	2			2			Э, О, ЗЛР,
6	Условие пластичности.							

6.1	Переход из упругого в пластическое состояние при однородном растяжении или сжатии. Частные выражения условия пластичности.	4			2			Э, О, ЗЛР
6.2	Влияние среднего по величине главного нормального напряжения. Параметры Лодэ.	2	4		4			Э, О, ЗЛР, ЗПР
7	Связь между напряжениями, деформациями и скоростями деформации	2						Э
7.1	Механические схемы деформаций и их влияние на пластичность и сопротивление деформированию.	2	4		4			Э, О, ЗЛР, ЗПР
8	Контактное трение при пластическом деформировании							
8.1	Особенности пластического трения. Основные факторы, влияющие на контактное трение.	2	4		4			Э, О, ЗЛР, ЗПР
8.2	Законы трения. Методы определения коэффициента трения при пластической деформации.	4	4		4			Э, О, ЗЛР, ЗПР
9	Основные законы пластической деформации							
9.1	Закон наименьшего сопротивления. Закон неравномерности деформаций и дополнительных напряжений. Закон подобия при моделировании процесса пластической деформации.	4						Э
10	Явления, ограничивающие пластическое формоизменение							
10.1	Разрушение как предельное состояние пластического формоизменения.	2			2			Э, О, ЗЛР,
11	Методы теоретического анализа процессов обработки металлов давлением							
11.1	Общие представления. Метод интегрирования дифференциальных уравнений равновесия совместно с условием пластичности (задача Прандля)	2						Э
11.2	Основы инженерного метода расчета деформирующих усилий по приближенным уравнениям равновесия и уравнению пластичности	4	4					Э, ЗПР
11.3	Метод баланса работ. Метод верхней оценки. Визиопластический метод	4						Э
12	Методы экспериментальных исследований процессов ОМД							
12.1	Теория подобия и моделирова-	4	2					Э,

	ния процессов пластического формоизменения.							ЗПР
13	Основы теории процессов обработки металлов давлением							
13.1	Основы теории процесса пресования. Виды процесса. Силовые условия процесса.	4						Э
13.2	Объемная штамповка в открытых штампах. Основы теории продольной прокатки. Параметры процесса. Захват металла в гладких валах.	4						Э
13.3	Теория волочения. Способы волочения. монолитных волоках. Влияние технологических параметров на деформационные условия. Напряженное состояние в зоне деформации	4						Э
13.4	Операции листовой штамповки. Характер деформирования заготовки при гибке. Способы вытяжки листового металла.	2						Э
13.5	Основы винтовой прокатки. Типы станов и особенности деформации металла. Условия захвата заготовки. Контактные напряжения и расчет усилий.	2						Э
Итого:		84	34			34		

Принятые обозначения: О - отчет, ЗЛР – защита лабораторных работ, ЗПР – защита практических работ, Э - экзамен

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(Дневная форма получения образования) специальности 1-36 01 05
(набор 2018, 2019 уч.г)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение.							
1.1.	Сущность и задачи теории пластической деформации. Развитие механики, физики и физико-химической пластической деформации.	2						Э
2	Природа пластической деформации.							
2.1	Упругая и пластическая составляющие деформаций при растяжении и сжатии	2			2			Э, О, ЗЛР,
2.2	Строение металлов и сплавов.	4			2			Э
2.3.	Холодная пластическая деформация монокристалла.	4	4		2			Э, О, ЗЛР, ЗПР
3	Влияние температуры и скорости деформации на свойства металла	2						Э
3.1.	Возврат и рекристаллизация. Закон Курнакова. Виды деформации при ОМД.	2						Э
3.2	Условие постоянства объема.	2						Э
4	Напряжения.							
4.1	Напряжения в координатных площадках. Понятие о тензоре напряжений. Инварианты тензора напряжений.	4	4		4			Э, О, ЗЛР, ЗПР
4.2	Эллипсоид напряжений и его особенности. Главные касательные напряжения. Диаграмма напряжений Мора. Плоское напряженно-деформированное состояние.	4	4					Э, О, ЗПР
5	Деформации и скорость деформации							
5.1	Малые деформации. Компоненты перемещений и деформаций в элементарном объеме. Уравнения О.Коши.	4			2			Э, О, ЗЛР,
5.2	Схемы деформированного состояния. Однородная деформация	2			2			Э, О, ЗЛР,
6	Условие пластичности.							

6.1	Переход из упругого в пластическое состояние при однородном растяжении или сжатии. Частные выражения условия пластичности.	4			2			Э, О, ЗЛР
6.2	Влияние среднего по величине главного нормального напряжения. Параметры Лодэ.	2	4		4			Э, О, ЗЛР, ЗПР
7	Связь между напряжениями, деформациями и скоростями деформации	2						Э
7.1	Механические схемы деформаций и их влияние на пластичность и сопротивление деформированию.	2	4		4			Э, О, ЗЛР, ЗПР
8	Контактное трение при пластическом деформировании							
8.1	Особенности пластического трения. Основные факторы, влияющие на контактное трение.	2	4		4			Э, О, ЗЛР, ЗПР
8.2	Законы трения. Методы определения коэффициента трения при пластической деформации.	4	4		4			Э, О, ЗЛР, ЗПР
9	Основные законы пластической деформации							
9.1	Закон наименьшего сопротивления. Закон неравномерности деформаций и дополнительных напряжений. Закон подобия при моделировании процесса пластической деформации.	4						Э
10	Явления, ограничивающие пластическое формоизменение							
10.1	Разрушение как предельное состояние пластического формоизменения.	2			2			Э, О, ЗЛР,
11	Методы теоретического анализа процессов обработки металлов давлением							
11.1	Общие представления. Метод интегрирования дифференциальных уравнений равновесия совместно с условием пластичности (задача Прандля)	2						Э
11.2	Основы инженерного метода расчета деформирующих усилий по приближенным уравнениям равновесия и уравнению пластичности	4	4					Э, ЗПР
11.3	Метод баланса работ. Метод верхней оценки. Визиопластический метод	4						Э
12	Методы экспериментальных исследований процессов ОМД							
12.1	Теория подобия и моделирова-	4	2					Э,

	ния процессов пластического формоизменения.							ЗПР
13	Основы теории процессов обработки металлов давлением							
13.1	Основы теории процесса пресования. Виды процесса. Силовые условия процесса.	4						Э
13.2	Объемная штамповка в открытых штампах. Основы теории продольной прокатки. Параметры процесса. Захват металла в гладких валах.	4						Э
13.3	Теория волочения. Способы волочения. монолитных волоках. Влияние технологических параметров на деформационные условия. Напряженное состояние в зоне деформации	4						Э
13.4	Операции листовой штамповки. Характер деформирования заготовки при гибке. Способы вытяжки листового металла.	2						Э
13.5	Основы винтовой прокатки. Типы станов и особенности деформации металла. Условия захвата заготовки. Контактные напряжения и расчет усилий.	2						Э
Итого:		84	34			34		

Принятые обозначения: О - отчет, ЗЛР – защита лабораторных работ, ЗПР – защита практических работ, Э - экзамен

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(Заочная сокращенная форма получения образования)

Специальность 1-42 01 01-02 01

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение.							
1.1.	Сущность и задачи теории пластической деформации. Развитие механики, физики и физико-химической пластической деформации.	1						Э
2	Природа пластической деформации.							
2.1	Упругая и пластическая составляющие деформаций при растяжении и сжатии		1					Э, О, ЗПР
2.2	Строение металлов и сплавов.	1						Э
2.3.	Холодная пластическая деформация монокристалла.	1			2			Э, О, ЗЛР
3	Влияние температуры и скорости деформации на свойства металла							Э
3.1.	Возврат и рекристаллизация. Закон Курнакова. Виды деформации при ОМД.	1	1		2			Э, О, ЗЛР
3.2	Условие постоянства объема.	1						Э
4	Напряжения.							
4.1	Напряжения в координатных площадках. Понятие о тензоре напряжений. Инварианты тензора напряжений.	1	1					Э, О, ЗПР
4.2	Эллипсоид напряжений и его особенности. Главные касательные напряжения. Диаграмма напряжений Мора. Плоское напряженно-деформированное состояние.							Э
5	Деформации и скорость деформации							
5.1	Малые деформации. Компоненты перемещений и деформаций в элементарном объеме. Уравнения О.Коши.							Э
5.2	Схемы деформированного состояния. Однородная деформация	1	1					Э

	ция						
6	Условие пластичности.						
6.1	Переход из упругого в пластическое состояние при однородном растяжении или сжатии. Частные выражения условия пластичности.	1	1				Э, О, ЗПР
6.2	Влияние среднего по величине главного нормального напряжения. Параметры Лодэ.						Э
7	Связь между напряжениями, деформациями и скоростями деформации						Э
7.1	Механические схемы деформаций и их влияние на пластичность и сопротивление деформированию.	1	1		2		Э, О, ЗПР
8	Контактное трение при пластическом деформировании						
8.1	Особенности пластического трения. Основные факторы, влияющие на контактное трение.	2	1				Э
8.2	Законы трения. Методы определения коэффициента трения при пластической деформации.	1					Э
9	Основные законы пластической деформации						
9.1	Закон наименьшего сопротивления. Закон неравномерности деформаций и дополнительных напряжений. Закон подобия при моделировании процесса пластической деформации.	2	1				Э
10	Явления, ограничивающие пластическое формоизменение						
10.1	Разрушение как предельное состояние пластического формоизменения.						Э
11	Методы теоретического анализа процессов обработки металлов давлением						
11.1	Общие представления. Метод интегрирования дифференциальных уравнений равновесия совместно с условием пластичности (задача Прандля	1					Э
11.2	Основы инженерного метода расчета деформирующих усилий по приближенным уравнениям равновесия и уравнению пластичности						Э
11.3	Метод баланса работ. Метод верхней оценки. Визиопластический метод						Э
12	Методы экспериментальных ис-						Э

	следований процессов ОМД							
12.1	Теория подобия и моделирования процессов пластического формоизменения.	1						Э
13	Основы теории процессов обработки металлов давлением							
13.1	Основы теории процесса пресования. Виды процесса. Силовые условия процесса.							Э
13.2	Объемная штамповка в открытых штампах. Основы теории продольной прокатки. Параметры процесса. Захват металла в гладких валах.							Э
13.3	Теория волочения. Способы волочения. монолитных волоках. Влияние технологических параметров на деформационные условия. Напряженное состояние в зоне деформации							Э
13.4	Операции листовой штамповки. Характер деформирования заготовки при гибке. Способы вытяжки листового металла.							Э
13.5	Основы винтовой прокатки. Типы станов и особенности деформации металла. Условия захвата заготовки. Контактные напряжения и расчет усилий.							Э
Итого:		16	8		6			

Принятые обозначения: О - отчет, ЗЛР – защита лабораторных работ, ЗПР – защита практических работ, Э - экзамен

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Константинов, И.Л. Основы технологических процессов обработки металлов давлением : учебник / И.Л. Константинов, С.Б. Сидельников ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2015. – 488 с. : табл., схем., граф., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435694> (дата обращения: 11.12.2019). – Библиогр.: с. 467-471. – ISBN 978-5-7638-3166-5. – Текст : электронный.
2. Громов, Н. П. Теория обработки металлов давлением / Н. П. Громов. - 2-е изд. . - Москва : Metallurgiya, 1978. - 360 с УДК 621.73.01 ББК 31
3. Гун, Г. Я. Теоретические основы обработки металлов давлением (теория пластичности) : учеб. пособие для вузов / Г. Я. Гун ; под ред. П. И. Полушина. - Москва : Metallurgiya, 1980. - 455 с УДК 621.73.011:539.374(075.8) ББК 34
4. Колмогоров, В. Л. Механика обработки металлов давлением : учебник для вузов / В. Л. Колмогоров. - Москва : Metallurgiya, 1986. - 688 с УДК 621.73.01:531(075.8) ББК 31
5. Константинов, И.Л. Основы технологических процессов обработки металлов давлением: учебник / И.Л. Константинов, С.Б. Сидельников ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский федеральный университет. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2015. - 488 с. : табл., схем., граф., ил. - Библиогр.: с. 467-471. - ISBN 978-5-7638-3166-5 ; [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435694>
6. Рудской, А.И. Теория и технология прокатного производства / А.И. Рудской, В.А. Лунев ; Федеральное агентство по образованию, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. - Санкт-Петербург : Наука, 2008. - 527 с. : схем., ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-02-025302-5 ; [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363045>
7. Сторожев, М. В. Теория обработки металлов давлением : учебник для вузов / М. В. Сторожев, Е. А. Попов. - 4-е изд.. - Москва : Машиностроение, 1977. - 423 с УДК 621.73.01(075.8) ББК 31
8. Суворов, И. К. Обработка металлов давлением : учеб. для вузов / И. К. Суворов. - Изд. 3-е. - Москва : Высшая школа, 1980. - 368 с УДК 621.73(075.8) ББК 34
9. Теория пластических деформаций металлов / Е. П. Унксов [и др.] ; под ред. Е. П. Унксова, А. Г. Овчинникова. - Москва : Машиностроение, 1983. - 600 с УДК 621.7.011:539.374 ББК 31

Дополнительная литература

1. Брюханов, А. Н. Ковка и объемная штамповка : учебное пособие для вузов / А. Н. Брюханов. - Изд. 2-е. - Москва : Машиностроение, 1975. - 408 с УДК [621.73.01 + 621.735.043](075.8) ББК 31
2. Зубцов, М. Е. Листовая штамповка : учебник для вузов / М. Е. Зубцов. - 3-е изд.. - Ленинград : Машиностроение, 1980. - 431 с УДК 621.983(075.8) ББК 34
3. Лазаренков, А. М. Охрана труда : учебник / А. М. Лазаренков. - Минск : БНТУ, 2004. - 497 с. ББК [65.246+67.405.115(4Беи)]я73
4. Норицын, И. А. Проектирование кузнечных и холодноштамповочных цехов и заводов / И. А. Норицын, В. Я. Шехтер, А. М. Мансуров. - Москва : Высшая школа, 1977. - 424 с УДК 621.733.006.3(075.8) ББК 31

Электронные учебно-методические комплексы

1. Теория обработки металлов давлением : практикум по выполнению лабораторных работ по одноименной дисциплине для студентов специальностей 1-36 01 05 "Машины и технология обработки материалов давлением", 1-42 01 01 "Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)" специализации 1-42 01 01-02 01 "Обработка металлов давлением" дневной и заочной форм обучения / И. В. Агунович. - Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2019. – 66 с. УДК: 621.77(075.8) ББК: 34.62я73
2. Теория обработки материалов давлением: методические указания к курсовой работе по одноименной дисциплине для студентов специальностей 1-36 20 02 "Упаковочное производство (по направлениям)", 1-36 01 05 "Машины и технология обработки материалов давлением", 1-42 01 01 "Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)" специализации 1-42 01 01-02 01 "Обработка металлов давлением" дневной и заочной форм обучения / М. Н. Верещагин, Ю. Л. Бобарикин ; Министерство образования Республики Беларусь, Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого", Кафедра "Обработка материалов давлением". - Гомель: ГГТУ, 2010. - 72 с. УДК 621.77(075.8) ББК 34.62я73
3. Верещагин, М. Н. Технологияковки и горячей штамповки : электронный учебно-методический комплекс дисциплины / М. Н. Верещагин, С. В. Шишков ; кафедра "Обработка материалов давлением" . - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2013. - 1 папка + 1 электрон. опт.диск УДК 621.73(075.8) ББК 34
4. Верещагин, М. Н. Теория обработки материалов давлением. Теория обработки металлов давлением: электронный учебно-методический комплекс дисциплин / М. Н. Верещагин, Ю. Л. Бобарикин, И. В. Агунович. - Гомель: ГГТУ, 2011. - 1 папка + 1 электрон. опт. диск. УДК 621.7(075.8) ББК 34

Характеристика (описание) инновационных подходов к преподаванию учебной дисциплины

Основными методами (технологиями) обучения в соответствии с целью, задачами дисциплины и направлениями развития современной системы образования являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы интерактивного обучения, реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, творческого подхода, реализуемые на практических занятиях и при управляемой самостоятельной работе;
- коммуникативные технологии, реализуемые на практических занятиях.

При преподавании дисциплины в современных условиях является необходимым применение мультимедийных, информационно-коммуникационных технологий и цифровых информационных ресурсов. Лекционные занятия рекомендуется проводить с использованием компьютерных презентаций, видеofilмов и других информационно-иллюстративно-демонстрационных средств компьютерных информационных технологий в интерактивном режиме.

Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов

При изучении дисциплины должна использоваться такая форма самостоятельной работы, как выполнение индивидуальных заданий в аудитории на лабораторных и практических занятиях под контролем преподавателя.

С целью развития у обучающихся навыков работы с учебной и научной литературой, исследовательской работы часть разделов дисциплины они могут изучать самостоятельно по литературе, указанной в программе. Вопросы для самостоятельного изучения включаются в перечень вопросов к экзамену.

Для организации самостоятельной работы студентов необходимо использовать современные информационные технологии: информационные ресурсы учебного портала или электронной библиотеки университета.

Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего (рубежного) контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов, тестового контроля по темам и разделам курса (модулям).

Средства диагностики и контроля качества усвоения знаний

Контроль знаний студентов осуществляется путем устного опроса при выполнении лабораторных работ и при приеме отчетов по лабораторным работам, тестирования; устного опроса, коллоквиумов, письменного и устного опроса на экзамене.

Требования к обучающемуся при прохождении текущей аттестации

Обучающиеся допускаются к сдаче экзамена по учебной дисциплине при условии выполнения всех видов работ, предусмотренных настоящей учебной программой.

При прохождении текущей аттестации обучающимся запрещается пользоваться учебными изданиями, записями, конспектами, мобильными телефонами и другими средствами хранения и передачи информации.

Критерии оценки результатов учебной деятельности

При оценке знаний студентов в баллах по десятибалльной шкале применяется критерий оценки результатов деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013г. № 09-10/53-ПО).

Примерный перечень лабораторных занятий

1. Изучение внутрикристаллических линий сдвигов.
2. Изучение линий текучести.
3. Построение кривой истинных напряжений в деформируемом металле.
4. Изучение влияния температуры на пластичность и сопротивление металла деформированию.
5. Изучение зависимости пластичности материала от напряженного состояния.
6. Исследование контактного трения при обработке металлов давлением.
7. Исследование распределения нормальных контактных напряжений при открытом осаживании заготовок.
8. Экспериментальное изучение закона наименьшего сопротивления при обработке металлов давлением.
9. Анализ характера действия дополнительных и остаточных напряжений при прокатке.
10. Оценка предельной пластичности металлов, предшествующей разрушению.

Примерный перечень практических занятий

1. Деформации, виды деформаций
2. Напряженное состояние в точке и наклонной площадке
3. Главные нормальные и главные касательные напряжения
4. Тензор напряжений и его составляющие, инварианты тензора
5. Тензор деформации и его составляющие, инварианты тензора
6. Скорость деформации, связь между напряжениями и деформациями
7. Анализ уравнений пластичности
8. Анализ процесса осадки прямоугольной полосы
9. Анализ процесса листовой вытяжки плоской заготовки
10. Анализ процесса прямого выдавливания круглого профиля
11. Анализ процесса объемной штамповки круглой поковки
12. Анализ процесса прошивки цилиндрической заготовки

13. Анализ процесса прокатки полосы
14. Анализ процесса волочения круглого профиля
15. Анализ кривых упрочнения и аппроксимирующих аналитических зависимостей

Перечень вопросов для самостоятельной работы студентов:

1. Сущность и задачи теории ОМД.
2. Понятие о пластической деформации.
3. Симметрия кристаллов.
4. Кристаллические системы.
5. Индексы направлений и плоскостей в кристаллической решетке.
6. Элементарные ячейки.
7. несовершенства в кристаллах. Тепловые колебания.
8. Определение структуры кристаллов.
9. Понятие о пластической деформации.
10. Строение металлов.
11. Точечные дефекты. Механизмы пластической деформации.
12. Холодная пластическая деформация монокристалла. Скольжение.
13. Холодная пластическая деформация монокристалла. Двойникование. Скол.
14. Пластическая деформация поликристалла.
15. Элементы теории дислокаций. Краевая дислокация.
16. Винтовая дислокация.
17. Перемещение дислокаций. Вектор Бюргера.
18. Возникновение и движение дислокации, их взаимодействие.
19. Упрочнение при холодной деформации.
20. Эффект Баушингера.
21. Упругое последствие.
22. Кривые упрочнения. Кривая упрочнения 1-го рода.
23. Деформация при повышенных температурах. Возврат и рекристаллизация.
24. Особенности пластической деформации металлов.
25. Диаграммы рекристаллизации.
26. Виды деформации при ОМД.
27. Влияние температуры деформации на свойства металлов.
28. Влияние скорости деформации на пластичность и сопротивление деформированию.
29. Условие постоянства объема.
30. Степень деформации и смещенный объем.
31. Скорость деформации.
32. Напряжения в координатных площадках.
33. Напряжения в наклонной площадке.
34. Главные нормальные напряжения.
35. Понятие о тензоре напряжений.
36. Инварианты тензора напряжений.

37. Эллипсоид напряжений.
38. Главные касательные напряжения.
39. Октаэдрические напряжения.
40. Диаграмма напряжений Мора
41. Условие равновесия для объемного напряженного состояния.
42. Осесимметричное напряженное состояние.
43. Плоское деформированное состояние.
44. Компоненты перемещений и деформаций в элементарном объеме.
45. Тензор деформации.
46. Неразрывность деформации.
47. Скорости перемещения и скорости деформации.
48. Однородная деформация.
49. Условие пластичности.
50. Физический смысл условия пластичности.
51. Геометрический смысл условия пластичности.
52. Частные случаи выражения условия пластичности.
53. Влияние среднего по величине главного нормального напряжения.
54. Связь между напряжениями и деформациями при пластическом деформировании.
55. Механические схемы деформации.
56. Принцип наименьшего сопротивления.
57. Неравномерность деформаций и дополнительные напряжения.
58. Принцип подобия.
59. Особенности пластического трения.
60. Факторы, влияющие на величину сил контактного трения.
61. Законы трения.
62. Методы определения коэффициента контактного трения.
63. Общие положения по определению деформирующих усилий.
64. Решение дифференциальных уравнений равновесия совместно с условием пластичности.
65. Основы метода расчета усилия деформирования по приближенным уравнениям равновесия и условию пластичности.
66. Метод линий скольжения.
67. Свойства линий скольжения
68. Понятие о методе верхней оценки.
69. Метод сопротивления материалов пластическим деформациям.
70. Метод баланса работ.
71. Осадка прямоугольной полосы неограниченной длины.
72. Решение с использованием приближенных уравнений равновесия и условия пластичности (осадка полосы).
73. Осадка правильной призмы и цилиндра.
74. Неоднородность деформаций при осадке.
75. Выдавливание. Цилиндрический выходной участок.
76. Выдавливание. Конический участок.
77. Выдавливание. Контейнер.
78. Прошивка. Выдавливание пуансона в полупространство.
79. Удельное давление при прошивке.

80. Объемная штамповка в открытых штампах. Деформирование заусенца.
81. Удельное усилие в штампе (объемная штамповка в открытых штампах).
82. Волочение. Общие положения.
83. Прокатка. Общие положения.
84. Вытяжка цилиндрической заготовки.
85. Удельное давление при волочении.
86. Удельное давление при прокатке.
87. Понятие о визиопластическом методе определения напряжений при пластической деформации.
88. Условие пластичности.
89. Инварианты тензора напряжений.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Специальность 1-36 01 05			
Технологияковки и горячей штамповки	МиТОМ	нет	
Технология листовой штамповки	МиТОМ	нет	
Специальность 1-42 01 01-02 01			
Основы трубного производства	МиТОМ	нет	
Основы метизного производства	МиТОМ	нет	