

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

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

ГГТУ им. П.О. Сухого

_____ О.Д. Асенчик
(подпись)

_____ 05.12. _____ 2019
(дата утверждения)

Регистрационный № УД - 33-65 /уч.

ТЕХНОЛОГИЯ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением»

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-36 01 05-2013; типовой учебной программы по учебной дисциплине «Технология листовой штамповки» для специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» регистр. № ТД-І. 1485/тип. 05.12.2018; учебного плана специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» І 36-1-14/уч. 12.02.2014.

СОСТАВИТЕЛЬ:

А. М. Урбанович, старший преподаватель кафедры «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 12 от 06.11.2019);

Научно-методическим советом механико-технологического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 11 от 12.11.2019);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 2 от 03.12.2019).

Регистрационный номер МТФ УД 074-18 /уч.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины «Технология листовой штамповки» является подготовка специалистов, знающих технологии и штамповую оснастку, применяемые при промышленном изготовлении деталей машин, аппаратов и приборов, способных произвести расчет, разработать новые и оптимизировать существующие технологические процессы листовой штамповки с учетом современных требований.

Задачи дисциплины:

- сформировать умения и навыки для анализа процессов листовой штамповки с целью их оптимизации;
- научить производить расчет технологических параметров и конструктивных элементов штамповой оснастки;
- познакомить с основными этапами разработки технологических процессов, проектированием штампов и с новейшими направлениями по применению прогрессивной технологии листовой штамповки.

В результате изучения учебной дисциплины «Технология листовой штамповки» студент должен:

знать:

- классификацию основных операций листовой штамповки;
- схемы деформирования и физическую сущность протекающих процессов при их выполнении, поле распределения напряжений и деформаций на разных участках очага деформаций;
- методику расчета основных технологических и энергосиловых параметров при выполнении операций листовой штамповки;

уметь:

- разрабатывать технологическую документацию на штамповку деталей; выбирать наиболее оптимальный вариант технологического процесса, рассчитывать его;
- осуществлять расчет, технологическое и рабочее проектирование инструментальной и технологической оснастки;

владеть:

- методикой определения механических и технологических свойств листового материала;
- методикой разработки технологических процессов листовой штамповки;
- навыками проектирования конструкции штампов, их узлов и деталей и расчета деталей штампов на прочность.

Освоение данной учебной дисциплины обеспечивает формирование следующих компетенций:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- АК-10. Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.
- АК-11. Применять соответствующий физико-математический аппарат, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в физике, химии, экологии для решения проблем, возникших в ходе профессиональной деятельности.
- СЛК-4. Владеть навыками здоровьесбережения.
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.
- СЛК-6. Уметь работать в коллективе.
- ПК-1. Выбирать критерии оптимального построения технологических процессов пластического формообразования деталей.
- ПК-2. Создавать условия для соответствия режимов работы агрегатов (поточных линий, технологических участков) действующим правилам и нормам, используя результаты (данные) технологического процесса производства.
- ПК-3. Выявлять причины неоптимальности технологического процесса производства и разрабатывать пути их устранения на основе анализа показателей работы объектов производства и технического состояния оборудования.
- ПК-4. Принимать участие в развитии комплекса автоматизированных систем технологической подготовки производства для обеспечения своевременности, качества и надежности снабжения производства технологической оснасткой.
- ПК-5. Разрабатывать технологическую документацию, принимать участие в создании стандартов и нормативов.
- ПК-6. Проводить технические разработки и на их основе принимать на современном уровне инженерные решения по уменьшению материало- и энергоемкости производства.
- ПК-7. Рассчитывать потери металла и анализировать технологичность выпускаемых изделий (поковок, штамповок и др.) в соответствии с технологическими возможностями предприятия.
- ПК-8. Подбирать необходимое технологическое оборудование для серийного и крупносерийного производства изделий.
- ПК-9. Определять причины и намечать пути предотвращения брака заготовок и деталей (поковок, штамповок и пр.).
- ПК-10. Выполнять технико-экономическое обоснование вариантов организации производства или реконструкции объекта производственной системы.
- ПК-14. Профессионально эксплуатировать современное оборудование и приборы.

- ПК-16. Производить своевременно ремонт и техническое обслуживание технологического оборудования и штамповой оснастки.

- ПК-17. Осуществлять оперативный контроль за функционированием технологических систем (агрегатов, линий, участков) и их элементов и режимами их работы.

- ПК-18. Обеспечивать необходимые технологии проведения ремонтов и проверять состояние элементов технологических систем после их ремонта, вести необходимую технологическую документацию по ремонту.

- ПК-19. Контролировать строгое соблюдение технологии.

Связь с другими учебными дисциплинами

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

Общее количество часов и количество аудиторных часов, отводимое на изучение учебной дисциплины в соответствии с типовым учебным планом специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» на изучение дисциплины «Технология листовой штамповки» предусмотрено 250 часов, из них аудиторных 114 часа, в т. ч. 81 час лекционных, 17 часов лабораторных, 16 часов практических занятий. Выполнение курсового проекта в 8 семестре, на курсовой проект выделено 60 часов, из них 17 аудиторных. 6,0 зачетных единиц по дисциплине и 1,5 зачетных единицы по курсовому проекту.

Форма получения высшего образования: дневная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Виды занятий	Специальность 1-36 05 01
Курс	3,4
Семестр	6,7,8
Лекции (часов)	81
Практические занятия (часов)	16
Лабораторные занятия (часов)	17
Всего аудиторных (часов)	114

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине

Экзамен	7 семестр
Зачет	6 семестр
Тестирование	нет
Курсовой проект	8 семестр

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Введение.

Тема 1.1. Характеристика технологии листовой штамповки, область и масштабы применения, ее преимущества в техническом и экономическом отношении. Состояние и перспективы развития. Классификация операций листовой штамповки. Понятие о рабочем инструменте и штампе.

Раздел 2. Материалы для листовой штамповки.

Тема 2.1. Выбор материалов для изготовления деталей листовой штамповкой. Характеристика листового проката. Листовые углеродистые и легированные стали, стали специального назначения (декапированная сталь, жель, биметаллы и т.п.), цветные металлы и сплавы. Сортамент листовых материалов. Хим. состав, структура, механические свойства, пластичность. Неметаллические материалы для листовой штамповки, особенности структуры и свойств, область применения. Пластмассы слоистой и гомогенной структуры.

Тема 2.2. Изменение свойств листового металла в процессе обработки и с течением времени. Линии течения и скольжения и факторы, влияющие на их появление, меры борьбы (дрессировка, многовалковая гибка). Коррозионное растрескивание. Деформационное и естественное (временное) старение. Текстура деформации. Фестонобразование. Штампуемость листового металла и методы ее оценки. Факторы, влияющие на штампуемость.

Тема 2.3. Способы испытания листовых материалов. Физико-химические исследования, механические испытания (на растяжение, твердость), технологические испытания (на срез, на перегиб, на вытяжные свойства). Влияние механических свойств на штампуемость.

Раздел 3. Разделительные операции листовой штамповки.

Тема 3.1. Механизм деформирования, стадии деформирования. Схема действия сил. Эпюры напряжений и деформаций в очаге деформации. Характер поверхности среза - зона скругления, смятия, скалывания, блестящий пояс. Оптимальный зазор и факторы, влияющие на его величину. Влияние зазора на качество поверхности среза.

Тема 3.2. Резка листового материала на ножницах с параллельными и наклонными ножами, на дисковых ножницах. Геометрия инструмента. Качество отрезки. Усилие и работа деформации. Резка листового металла в штампах. Электрофизические способы отрезки.

Раздел 4. Вырубка и пробивка.

Тема 4.1. Характеристика операций вырубки и пробивки, назначение, область применения. Стадии вырубки-пробивки. Форма режущей части матриц. Зазор между матрицей и пуансоном, его «направления» и влияние на величину упругих деформаций и качество среза. Определение исполнительных размеров матриц и пуансонов.

Тема 4.2. Энергосиловые параметры при вырубке и пробивке. Усилие вырубки и пробивки. Усилие проталкивания и съема. Работа деформации.

Тема 4.3. Способы уменьшения усилия вырубки и пробивки. Применение

скошенных режущих кромок матриц и пуансонов, вырубка контура по частям, вырубка-пробивка пуансонами разной длины. Точность и качество изделий при вырубке и пробивке.

Тема 4.4. Многопуансонная пробивка. Определение центра давления штампа. Минимальные размеры пробиваемых отверстий. Способы пробивки отверстий размерами меньше толщины заготовки. Вырубка-пробивка эластичными средами. Особенности вырубки и пробивки неметаллических материалов.

Тема 4.5. Чистовая вырубка и пробивка. Сущность процесса, его особенности и область применения. Способы чистовой вырубки и пробивки: с предварительным локальным сжатием заготовки, пуансоном большего размера, чем отверстие матрицы, с притуплением режущей кромки матрицы.

Тема 4.6. Зачистка. Схемы процессов. Область применения. Величина припуска на зачистку. Зазоры при зачистке. Усилие зачистки. Влияние смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) на качество среза и стойкость инструмента.

Раздел 5. Раскрой листового материала.

Тема 5.1. Показатели эффективности раскроя. Определение коэффициентов раскроя и использования материала. Типы и виды раскроя листовых материалов, область их применения.

Тема 5.2. Выбор вида раскроя. Способы раскроя, их сущность и область применения. Определение ширины полосы. Виды потерь материала при раскрое. Оптимизация раскроя с помощью ЭВМ. Пути повышения эффективности раскроя.

Раздел 6. Формоизменяющие операции листовой штамповки.

Тема 6.1. Характеристика формоизменяющих операций. Основные положения теории листовой штамповки для формоизменяющих операций. Уравнения равновесия. Условия пластичности и уравнения связи между напряжениями и деформациями. Условие пластичности и соотношение между напряжениями и деформациями анизотропного листового металла.

Раздел 7. Гибка листового материала.

Тема 7.1. Характеристика гибочных операций. Напряженно-деформированное состояние металла при гибке. Зоны растяжения и сжатия. Зона немонотонной деформации. Схема напряжений и деформаций при гибке широких и узких полос моментом.

Тема 7.2. Поле напряжений и деформаций при изгибе моментом широких полос. Определение действующих напряжений и радиуса нейтральной поверхности напряжений.

Тема 7.3. Пластический изгиб анизотропного листового материала. Определение изгибающего момента при гибке.

Тема 7.4. Изгиб усилием. Определение усилия при V-образной и П-образной гибке. Работа деформации при гибке.

Тема 7.5. Упругое пружинение детали после гибки. Расчет величины угла пружинения. Учет угла пружинения детали при конструировании рабочих частей гибочного штампа.

Тема 7.6. Определение положения нейтрального слоя и минимально-допустимых радиусов гибки. Гибка с растяжением материала, область применения.

Тема 7.7. Определение размеров исходной заготовки при гибке. Конструирование элементов гибочных штампов: радиусов закруглений матриц и пуансонов, расчет исполнительных размеров пуансонов и матриц гибочных штампов. Зазоры между матрицей и пуансоном. Точность при гибке.

Раздел 8. Вытяжка листового материала.

Тема 8.1. Характеристика вытяжных операций. Основные группы деталей, получаемых вытяжкой. Область применения. Напряженно-деформированное состояние металла при вытяжке полых тел.

Тема 8.2. Расчет усилия и работы деформации при вытяжке. Напряжение и усилие при первой операции вытяжки без утонения материала с прижимом и без прижима.

Тема 8.3. Напряжения и усилие при последующих операциях вытяжки полых цилиндрических деталей без утонения в конической матрице и в матрице с радиусным заходом без прижима.

Тема 8.4. Напряжения и усилие при вытяжке полых деталей коробчатой формы без утонения. Определение давления прижима и затрачиваемой работы при вытяжке. Скорость вытяжки и зависимость ее от различных факторов.

Тема 8.5. Определение размеров исходной заготовки при вытяжке полых тел вращения. Метод равенства поверхностей. Метод равенства объемов. Метод равенства масс. Графоаналитический и графический методы.

Тема 8.6. Определение размеров и формы заготовки при вытяжке квадратных, прямоугольных коробок и деталей сложной конфигурации.

Тема 8.7. Определение числа и последовательности операций при вытяжке. Коэффициент вытяжки и его зависимость от основных факторов. Определение числа и последовательности операций при вытяжке деталей без фланца. Многооперационная вытяжка глубоких цилиндрических деталей без применения промежуточных отжигов.

Тема 8.8. Вытяжка цилиндрических деталей с фланцем Многооперационная последовательная вытяжка деталей в ленте, область применения, формы надрезов. Определение числа и последовательности операций при вытяжке квадратных и прямоугольных коробок.

Тема 8.9. Вытяжка полых деталей сложной формы: ступенчатой, конической, сферической, параболической. Особенности вытяжки автокузовных деталей.

Тема 8.10. Вытяжка цилиндрических деталей с утонением стенок. Схема процесса. Напряженно-деформированное состояние. Определение размера заготовки, усилия деформации и числа операций. Зазор между матрицей и пуансоном.

Тема 8.11. Конструктивные элементы вытяжных штампов. Радиусы закругления рабочих кромок матриц и пуансонов. Зазоры между матрицей и пуансоном. Точность при вытяжке. Расчет исполнительных размеров вытяжных

матриц и пуансонов. Особые способы вытяжки. Вытяжка жестким пуансоном в эластичной матрице. Вытяжка эластичным пуансоном в жесткой матрице. Вытяжка с подогревом фланца и местным охлаждением заготовки. Другие способы интенсификации процесса вытяжки. Смазка при вытяжке. Вытяжка деталей из пластмасс.

Раздел 9. Формовочные операции листовой штамповки.

Тема 9.1. Рельефная формовка листовых материалов. Отбортовка отверстий и наружных контуров. Обжим и раздача. Правка и чеканка. Сущность процессов и их силовые параметры.

Раздел 10. Проектирование технологических процессов листовой штамповки.

Тема 10.1. Технологичность листоштампованных деталей, получаемых с помощью разделительных, гибочных, вытяжных и формовочных операций.

Тема 10.2. Технологическая подготовка производства. Содержание и порядок проектирования маршрутной технологии. Элементы системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП) листовой штамповки. Выбор оборудования для листовой штамповки. Автоматизация технологической подготовки листоштамповочного производства.

Раздел 11. Штампы для листовой штамповки.

Тема 11.1. Классификация и методика проектирования штампов. Классификация штампов по технологическому, конструктивному и эксплуатационному признакам, по числу одновременно выполняемых операций. Методика проектирования штампов. Компоновка деталей штампа.

Тема 11.2. Типовые детали и сборочные единицы штампов. Материалы и термообработка рабочих деталей и направляющих узлов штампов. Элементы расчета деталей штампов на прочность.

ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Цель курсового проекта.

Курсовой проект предназначен для приобретения студентами навыков самостоятельной работы, формирования способности самостоятельно и творчески решать научные, инженерно-технические, производственные вопросы.

Курсовой проект с заданием на курсовое проектирование содержит:

1. Расчетно-пояснительную записку в объеме 25-30 стр., в которой представлено технико-экономическое обоснование разрабатываемого технологического процесса, определение размеров заготовки и выбор исходного материала (лист, полоса, лента, рулон), расчеты технологических и энергосиловых параметров, выбор необходимого штамповочного оборудования, расчет себестоимости изготовления детали, а также описание конструкции и работы штампа, вопросы охраны труда при штамповке.
2. Графическую часть курсового проекта, содержащего 3...4 листа формата А1. При этом графическая часть содержит чертежи общего вида штампа и рабочие чертежи деталей штампа.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела,	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов	Форма контроля
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение.							зачет
1.1	Характеристика технологии листовой штамповки, область и масштабы применения, ее преимущества в техническом и экономическом отношении. Состояние и перспективы развития. Классификация операций листовой штамповки. Понятие о рабочем инструменте и штампе.	2						
2	Материалы для листовой штамповки							зачет
2.1	Выбор материалов для изготовления деталей листовой штамповкой. Характеристика листового проката. Листовые углеродистые и легированные стали, стали специального назначения (декапированная сталь, жечь, биметаллы и т.п.), цветные металлы и сплавы. Сортамент листовых материалов. Хим. состав, структура, механические свойства, пластичность. Неметаллические материалы для листовой штамповки, особенности структуры и свойств, область применения. Пластмассы слоистой и гомогенной структуры.	2						
2.2	Изменение свойств листового металла в процессе обработки и с течением времени. Линии течения и скольжения и факторы, влияющие на их появление, меры борьбы (дрессировка, многовалковая гибка). Коррозионное растрескивание. Деформаци-	2						

	онное и естественное (временное) старение. Текстура деформации. Фестонообразование. Штампруемость листового металла и методы ее оценки. Факторы, влияющие на штампруемость.							
2.3	Способы испытания листовых материалов. Физико-химические исследования, механические испытания (на растяжение, твердость), технологические испытания (на срез, на перегиб, на вытяжные свойства). Влияние механических свойств на штампруемость.	2			2			устный опрос
3	Механизм деформирования, стадии деформирования. Схема действия сил. Эпюры напряжений и деформаций в очаге деформации. Характер поверхности среза - зона скругления, смятия, скалывания, блестящий пояс. Оптимальный зазор и факторы, влияющие на его величину. Влияние зазора на качество поверхности среза.	2						
3.2	Резка листового материала на ножницах с параллельными и наклонными ножами, на дисковых ножницах. Геометрия инструмента. Качество отрезки. Усилие и работа деформации. Резка листового металла в штампах. Электрофизические способы отрезки.	3						
4	Вырубка и пробивка							
4.1	Характеристика операций вырубки и пробивки, назначение, область применения. Стадии вырубки- пробивки. Форма режущей части матриц. Зазор между матрицей и пуансоном, его «направления» и влияние на величину упругих деформаций и качество среза. Определение исполнительных размеров матриц и пуансонов.	2	2		2			зачет, устный опрос
4.2	Энергосиловые параметры	2	2					зачет, устный

	при вырубке и пробивке. Усилие вырубки и пробивки. Усилие проталкивания и съема. Работа деформации.							опрос
4.3	Способы уменьшения усилия вырубки и пробивки. Применение скошенных режущих кромок матриц и пуансонов, вырубка контура по частям, вырубка-пробивка пуансонами разной длины. Точность и качество изделий при вырубке и пробивке.	2						экзамен
4.4	Многопуансонная пробивка. Определение центра давления штампа. Минимальные размеры пробиваемых отверстий. Способы пробивки отверстий размерами меньше толщины заготовки. Вырубка-пробивка эластичными средами. Особенности вырубки и пробивки неметаллических материалов.	2						экзамен
4.5	Чистовая вырубка и пробивка. Сущность процесса, его особенности и область применения. Способы чистовой вырубки и пробивки: с предварительным локальным сжатием заготовки, пуансоном большего размера, чем отверстие матрицы, с притуплением режущей кромки матрицы.	2						экзамен
4.6	Зачистка. Схемы процессов. Область применения. Величина припуска на зачистку. Зазоры при зачистке. Усилие зачистки. Влияние смазочноохлаждающих технологических средств (СОТС) на качество среза и стойкость инструмента.	2						экзамен
5	Раскрой листового материала							экзамен
5.1	Показатели эффективности раскроя. Определение коэффициентов раскроя и использования материала. Типы и виды раскроя листовых материалов, область их применения.	2						

5.2	Выбор вида раскроя. Способы раскроя, их сущность и область применения. Определение ширины полосы. Виды потерь материала при раскрое. Оптимизация раскроя с помощью ЭВМ. Пути повышения эффективности раскроя.	2						
6	Формоизменяющие операции листовой штамповки							экзамен
6.1	Характеристика формоизменяющих операций. Основные положения теории листовой штамповки для формоизменяющих операций. Уравнения равновесия. Условия пластичности и уравнения связи между напряжениями и деформациями. Условие пластичности и соотношение между напряжениями и деформациями анизотропного листового металла.	4						
7	Гибка листового материала							экзамен
7.1	Характеристика гибочных операций. Напряженно-деформированное состояние металла при гибке. Зоны растяжения и сжатия. Зона немонотонной деформации. Схема напряжений и деформаций при гибке широких и узких полос моментом.	2						
7.2	Поле напряжений и деформаций при изгибе моментом широких полос. Определение действующих напряжений и радиуса нейтральной поверхности напряжений.	2						
7.3	Пластический изгиб анизотропного листового материала. Определение изгибающего момента при гибке.	2						
7.4	Изгиб усилием. Определение усилия при V-образной и П-образной гибке. Работа деформации при гибке.	2	2					устный опрос
7.5	Упругое пружинение детали после гибки. Расчет величины угла пружинения. Учет	2			2			устный опрос

	угла пружинения детали при конструировании рабочих частей гибочного штампа.							
7.6	Определение положения нейтрального слоя и минимально-допустимых радиусов гибки. Гибка с растяжением материала, область применения.	2			2			устный опрос
7.7	Определение размеров исходной заготовки при гибке. Конструирование элементов гибочных штампов: радиусов закруглений матриц и пуансонов, расчет исполнительных размеров пуансонов и матриц гибочных штампов. Зазоры между матрицей и пуансоном. Точность при гибке.	2	1					устный опрос
8	Вытяжка листового материала							экзамен
8.1	Характеристика вытяжных операций. Основные группы деталей, получаемых вытяжкой. Область применения. Напряженно-деформированное состояние металла при вытяжке полых тел.	2						
8.2	Расчет усилия и работы деформации при вытяжке. Напряжение и усилие при первой операции вытяжки без утонения материала с прижимом и без прижима.	4	2		2			устный опрос
8.3	Напряжения и усилие при последующих операциях вытяжки полых цилиндрических деталей без утонения в конической матрице и в матрице с радиусным заходом без прижима.	2			2			устный опрос
8.4	Напряжения и усилие при вытяжке полых деталей коробчатой формы без утонения. Определение давления прижима и затрачиваемой работы при вытяжке. Скорость вытяжки и зависимость ее от различных факторов.	2						
8.5	Определение размеров ис-	2	1					устный опрос

	ходной заготовки при вытяжке полых тел вращения. Метод равенства поверхностей. Метод равенства объемов. Метод равенства масс. Графоаналитический и графический методы.							
8.6	Определение размеров и формы заготовки при вытяжке квадратных, прямоугольных коробок и деталей сложной конфигурации.	2						
8.7	Определение числа и последовательности операций при вытяжке. Коэффициент вытяжки и его зависимость от основных факторов. Определение числа и последовательности операций при вытяжке деталей без фланца. Многооперационная вытяжка глубоких цилиндрических деталей без применения промежуточных отжигов.	2						
8.8	Вытяжка цилиндрических деталей с фланцем Многооперационная последовательная вытяжка деталей в ленте, область применения, формы надрезов. Определение числа и последовательности операций при вытяжке квадратных и прямоугольных коробок.	2						
8.9	Вытяжка полых деталей сложной формы: ступенчатой, конической, сферической, параболической. Особенности вытяжки автокузовных деталей.	2						
8.10	Вытяжка цилиндрических деталей с утонением стенок. Схема процесса. Напряженно-деформированное состояние. Определение размера заготовки, усилия деформации и числа операций. Зазор между матрицей и пуансоном.	2						
8.11	Конструктивные элементы вытяжных штампов. Радиусы закругления рабочих кромок матриц и пуансонов. Зазоры	2						

	между матрицей и пуансоном. Точность при вытяжке. Расчет исполнительных размеров вытяжных матриц и пуансонов. Особые способы вытяжки. Вытяжка жестким пуансоном в эластичной матрице. Вытяжка эластичным пуансоном в жесткой матрице. Вытяжка с подогревом фланца и местным охлаждением заготовки. Другие способы интенсификации процесса вытяжки. Смазка при вытяжке. Вытяжка деталей из пластмасс.						
9	Формовочные операции листовой штамповки						экзамен
9.1	Рельефная формовка листовых материалов. Отбортовка отверстий и наружных контуров. Обжим и раздача. Правка и чеканка. Сущность процессов и их силовые параметры.	2			2		устный опрос
10	Проектирование технологических процессов листовой штамповки						экзамен
10.1	Технологичность листоштампованных деталей, получаемых с помощью разделительных, гибочных, вытяжных и формовочных операций	2					
10.2	Технологическая подготовка производства. Содержание и порядок проектирования маршрутной технологии. Элементы системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП) листовой штамповки. Выбор оборудования для листовой штамповки. Автоматизация технологической подготовки листоштамповочного производства.	2					
11	Штампы для листовой штамповки						экзамен
11.1	Классификация и методика проектирования штампов.	2	2		3		устный опрос

	Классификация штампов по технологическому, конструктивному и эксплуатационному признакам, по числу одновременно выполняемых операций. Методика проектирования штампов. Компонировка деталей штампа.						
11.2	Типовые детали и сборочные единицы штампов. Материалы и термообработка рабочих деталей и направляющих узлов штампов. Элементы расчета деталей штампов на прочность.	2	4				устный опрос

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Ковалёв, В.Г. Технология листовой штамповки. Технологическое обеспечение точности: учебное пособие для вузов/ В.Г. Ковалёв, С.В. Ковалёв.- Москва: КНОРУС, 2013.- 222с.
2. Харченко, В.В. Технология и оборудование для прессования и штамповки: учебное пособие для вузов/ В.В. Харченко, Е.М. Макушок, Ж.А. Мрочек.- Москва; Минск: Новое знание, 2008.- 254с.
3. Попов, Е.А. Технология и автоматизация листовой штамповки: учебное пособие для вузов.- Изд. 2-е, стер.- Москва: МГТУ, 2003.- 479с.

Дополнительная литература

4. Зубцов, М.Е. Листовая штамповка: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Машины и технология обработки металлов давлением».- 3-е изд., перераб. и доп.-Л.: Машиностроение, Ленинградское отд., 1980.-432 с.
5. Аверкиев, Ю.А., Аверкиев А.Ю. Технология холодной штамповки: Учебник для вузов.- М.: Машиностроение, 1989.-304 с.
6. Попов, Е.А. Основы теории листовой штамповки. - М.: Машиностроение, 1977.-278 с.
- Бабаев, Ф.В. Оптимальный раскрой материалов с помощью ЭВМ.- М.: Машиностроение, 1982.- 168 с.
7. Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т./ Ред. совет: Е.И. Семенов (предс.) и др.- М.: Машиностроение. Т.1, 1985.- 568 с., Т.4,1987.-544с.
8. Мещерин, В.Т. Листовая штамповка (атлас схем). 3-е изд. перераб. и доп.-М.: Машиностроение, 1975.-226 с.
9. Михаленко,Ф.П. Стойкость разделительных штампов.- 2-е изд. перераб. и доп.-М.: Машиностроение, 1986.-224 с.
10. Романовский, В.П. Справочник по холодной штамповке. - 6-е изд. перераб. и доп.- Л.: Машиностроение, 1979.- 520с.
11. Скворцов, Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. - М.: Машиностроение, 1972.- 360 с.
12. Сторожев, М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением. Учебник для вузов. -4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1977.- 423 с.
13. Теория пластических деформаций металлов / Е.П. Унксов, У. Джонсон, В.Л. Колмогоров и др.; Под ред. Е.П. Унксова, А.Г. Овчинникова.-М.: Машиностроение, 1983.- 598 с.
14. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка / Под общ. ред. Л.И. Рудмана.- М. Машиностроение, 1988.-496 с.
15. Технологичность конструкций изделий: Справочник/ Т.К. Алферова, Ю.Д. Амиров, П.Н. Волков и др.: Под ред. Амирова - М.: Машиностроение, 1990-386 с.

16. Дурандин, М.И. и др. Штампы для холодной штамповки мелких деталей (альбом конструкций и схем).- М.: Машиностроение, 1978.

17. Короткевич, В.Г. Проектирование инструмента для пластического деформирования: Учеб./Под ред. С.Б. Сарело/- Мн.: Высш. школа, 2000-383 с.

18. Технология листовой штамповки / В.И. Бер, С.Б. Сидельников, Р.Е. Соколов, Е.В. Иванов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2012. – 168 с. : табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364085> (дата обращения: 29.01.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7638-2650-0.

19. Сидельников, С.Б. Теория процессовковки и штамповки : учебное пособие / С.Б. Сидельников, Н.Н. Довженко, И.Л. Константинов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. – 3-е изд., доп. и перераб. – Красноярск : СФУ, 2017. – 104 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497531> (дата обращения: 29.01.2020). – Библиогр.: с. 101. – ISBN 978-5-7638-3629-5.

20. Дудецкая, Л.Р. Материалы и технологии изготовления литого штампового инструмента : монография / Л.Р. Дудецкая, Ю.Г. Орлов. – Минск : Белорусская наука, 2010. – 172 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93305> (дата обращения: 29.01.2020). – ISBN 978-985-08-1197-4.

Электронные учебно-методические комплексы

Сарело, С.Б, Электронный учебно-методический комплекс дисциплины «Технология листовой штамповки» для студентов спец. 1-36 01 05 дневной и заочной форм обучения.- ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. Режим доступа: <http://gstu.by>.

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 тех-

нологий и цифровых информационных ресурсов. Лекционные занятия рекомендуется проводить с использованием компьютерных презентаций, видеофильмов и других информационно-иллюстративно-демонстрационных средств компьютерных информационных технологий в интерактивном режиме.

Средства диагностики и контроля качества усвоения знаний

Контроль знаний студентов осуществляется путем устного опроса при выполнении практических, лабораторных работ; коллоквиумов, тестового контроля по темам и разделам курса (модулям) в ходе текущего (рубежного) и итогового контроля знаний; письменного и устного опроса на экзамене.

Требования к обучающемуся при прохождении текущей аттестации

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

Перечень лабораторных занятий

Методы испытаний и определения технологических свойств металлов на пригодность их к штамповке.

Исследование процесса вырубki листового материала.

Изучение устройства штампа путем разборки и сборки.

Определение минимального радиуса изгиба листового материала.

Определение величины пружинения, при гибке листовых материалов.

Исследование процесса вытяжки без прижима (первый переход).

Исследование процесса вытяжки без прижима (последующие переходы).

Исследование формовки деталей эластичным пуансоном.

Перечень практических занятий

Изучение типовых конструкций штампов.

Изучение типовых деталей штампа.

Расчёт ширины полосы и коэффициента использования материала.

Определение формы и размеров заготовки при гибке и вытяжке.

Технологический расчёт и проектирование штампов для вырубki (пробивки).

Технологический расчёт штампов для гибки.

Технологический расчёт штампов для вытяжки.

Расчёт деталей штампов на прочность.

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)
Кузнечно-штамповочное оборудование	МиТОМ	Нет Бобарикин Ю.Л.	06.11.2019 №12