

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

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

ГГТУ им. П.О. Сухого

\_\_\_\_\_ О.Д. Асенчик

(подпись)

\_\_\_\_\_ 07.07. 2020

Регистрационный № УДд– 33 – 73 /уч.

## **ТЕХНОЛОГИЯ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ**

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности

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

2020

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-36 01 05-2019 и учебных планов специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» I 36-1-03/уч. 06.02.2019, I 36-1-14/уч. 06.02.2019.

#### СОСТАВИТЕЛЬ:

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

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Пожарков Сергей Петрович – главный технолог филиала ОАО «Гомсельмаш» ГЗ СИИТО

Петришин Григорий Валентинович – декан машиностроительного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук

#### РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 5 от 05.05.2020г.);

Научно-методическим советом механико-технологического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 5 от 06.05.2020г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 5 от 25.06.2020г.).

Регистрационный номер МТФ УД- 093-18/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 следующей базовой профессиональной компетенции:

- БПК-6. Быть способным разрабатывать технологическую документацию на штамповку деталей; выбирать наиболее оптимальный вариант технологического процесса, рассчитывать его; осуществлять расчёт, технологическое и рабочее проектирование инструментальной и технологической оснастки.

А также развить и закрепить следующие компетенции:

Выбирать критерии оптимального построения технологических процессов пластического формообразования деталей.

Создавать условия для соответствия режимов работы агрегатов (поточных линий, технологических участков) действующим правилам и нормам, используя результаты (данные) технологического процесса производства.

Выявлять причины неоптимальности технологического процесса производства и разрабатывать пути их устранения на основе анализа показателей работы объектов производства и технического состояния оборудования.

Разрабатывать технологическую документацию, принимать участие в создании стандартов и нормативов.

Проводить технические разработки и на их основе принимать на современном уровне инженерные решения по уменьшению материало- и энергоёмкости производства.

Рассчитывать потери металла и анализировать технологичность выпускаемых изделий (поковок, штамповок и др.) в соответствии с технологическими возможностями предприятия.

Подбирать необходимое технологическое оборудование для серийного и крупносерийного производства изделий.

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

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, отводимое на изучение учебной дисциплины «Технология листовой штамповки» для специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» составляет 270 часов.

Трудоёмкость учебной дисциплины, выраженная в зачётных единицах, составляет 7 зачётные единицы.

Количество часов, отводимое на курсовой проект в соответствии с учебными планами составляет – 60 часов. Трудоёмкость курсовой работы, выраженная в зачётных единицах, 2 зачётные единицы.

Форма получения высшего образования: дневная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Виды занятий	Специальность 1-36 05 01
Курс	3
Семестр	5,6
Лекции (часов)	85
Практические занятия (часов)	51
Лабораторные занятия (часов)	17
Всего аудиторных (часов)	153

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине

Экзамен	5 семестр
Зачет	6 семестр
Тестирование	нет
Курсовой проект	6 семестр

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение. Операции листовой штамповки.

Роль листовой штамповки в машиностроении. Принцип штамповки. Основные операции листовой штамповки.

Тема 2. Материалы применяемые в листовой штамповке и их контроль.

Требования к материалам применяемым для листовой штамповки. Материалы применяемые для листовой штамповки и их характеристики. Сортамент материалов применяемых для листовой штамповки. Испытания материалов перед запуском в производство.

Тема 3. Отрезка листового материала на ножницах с параллельными и наклонными ножами.

Типы ножниц. Схема действия внешних сил; напряженно-деформированное состояние; механизм деформирования. Отрезка материала на ножницах с параллельно и наклонно расположенными ножами. Область применения. Геометрия ножей. Усилие.

Тема 4. Отрезка листового материала на дисковых ножницах и штампах.

Резание на дисковых ножницах. Схема резания. Геометрия ножей. Перекрывание ножей, угол створа, диаметр роликов. Минимальный радиус кривизны. Типы дисковых ножниц. Резание вибрационными ножницами. Отрезка на штампах.

Тема 5. Разделительные операции.

Вырубка и пробивка листового материала на штампах. Усилие при вырубке, пробивке. Способы снижения усилий вырубке (пробивки). Минимальный диаметр пробиваемого (вырезаемого) контура. Зазор между матрицей и пуансоном. Конструкция режущих частей матриц и пуансонов.

Тема 6. Вырубка и пробивка резиной. Зачистка. Чистовая вырубка.

Вырезание и пробивание резиной. Зачистка (калибровка). Чистовая вырезка и пробивка.

Тема 7. Технологические расчеты штамповки.

Определение исполнительных размеров инструмента при вырезании и пробивке. Определение размеров инструмента при вырезании и пробивании изделий сложного контура.

Тема 8. Раскрой материала.

Раскрой материала. Определение величины перемычки. Определение наиболее выгодного раскроя, шага подачи и ширины полосы. Раскрой листа на полосы. Графоаналитический способ определения оптимального раскроя.

Тема 9. Формоизменяющие операции. Гибка.

Гибка. Виды и способы гибки. Схема напряженного состояния. Величина напряжений при гибке. Положение нейтрального слоя. Определение минимального допустимого радиусагиба.

Тема 10. Упрочнение материала и его сопротивление при гибке.

Влияние упрочнения на величину напряжений при гибке и момент сопротивления. Изгибающий момент при гибке.

Тема 11. Технологические расчеты операции гибки.

Определение размеров заготовки при гибке. Выбор параметров гибочных штампов. Упругое пружинение при гибке. Усилие гибки.

Тема 12. Однооперационная вытяжка.

Виды вытяжки. Напряженно – деформированное состояние.

Тема 13. Напряжения и деформации при вытяжке. Усилие.

Определение напряжений и деформаций при вытяжке. Усилие вытяжки. Усилие прижима. Влияние геометрических факторов на процесс вытяжки.

Тема 14. Технологические расчеты операции вытяжки.

Определение размеров и формы заготовки для вытяжки полых тел вращения. Определение размеров и формы заготовки при вытяжке квадратных и прямоугольных коробок. Определение числа операций и их последовательности при вытяжке.

Тема 15. Многооперационная вытяжка.

Формоизменение заготовки. Расчет количества операций, геометрических параметров заготовки и инструмента.

Тема 16. Технологические расчеты многооперационной вытяжки.

Расчет силовых параметров. Точность изделий получаемых многооперационной вытяжкой.

Тема 17. Другие виды вытяжки.

Вытяжка в ленте. Предельные коэффициенты вытяжки в ленте. Вытяжка тел вращения сложной формы. Вытяжка конических деталей. Вытяжка тел ступенчатой формы. Вытяжка полых деталей с подогревом фланца.

Тема 18. Вытяжка с утонением стенки.

Вытяжка с утонением стенки. Напряжения и усилия вытяжки с утонением стенки. Предельная степень вытяжки. Определение числа переходов.

Тема 19. Специальные виды вытяжки.

Ротационная вытяжка. Комбинированная вытяжка. Реверсивная вытяжка. Вытяжка жестким пуансоном в эластичной – резиновой или жидкостной матрице. Вытяжка эластичным - резиновым или жидкостным пуансоном в жесткой матрице. Вытяжка и формовка методом растяжения.

Тема 20. Прочие формоизменяющие операции.

Отбортовка. Напряжения и деформации. Коэффициент отбортовки. Размеры отверстия под отбортовку и борта. Обжим. Напряжения и деформации при обжиге. Усилие обжима. Правка (рихтовка). Чеканка.

Тема 21. Холодное выдавливание (объемная штамповка).

Холодное выдавливание.

Тема 22. Беспрессовая штамповка.

Взрывная штамповка. Штамповка горючими газовыми смесями. Штамповка сжиженными газами. Электрогидравлическая штамповка. Магнитно-импульсная штамповка. Накатка резьбы.

Тема 23. Штамповка листовых пластмасс.

Особенности штамповки листовых пластмасс. Переработка пластмасс. Резка и вырубка. Гибка и формовка. Вытяжка.

Тема 24. Штампы для листовой штамповки.

Штампы и их детали. Классификация деталей штампов. Детали штампов. Стойкость штампов.

Тема 25. Проектирование штампов листовой штамповки.

Порядок проектирования штампов. Определение центра давления штампа. Автоматизированное проектирование штампов. Техника безопасности при листовой штамповке.

Тема 26. Механизация и автоматизация процессов листовой штамповки.

Подача материала и заготовок. Удаление деталей и отходов. Листоштамповочные комплексы. Конструкция комплексов

## 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, тема	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение. Операции листовой штамповки.	2						экзамен
2	Материалы применяемые в листовой штамповке и их контроль.	2			2			экзамен, устный опрос
3	Отрезка листового материала на ножницах с параллельными и наклонными ножами.	4	2		2			экзамен, устный опрос
4	Отрезка листового материала на дисковых ножницах и штампах.	4						экзамен
5	Разделительные операции.	4	2		2			экзамен, устный опрос
6	Вырубка и пробивка резиной. Зачистка. Чистовая вырубка.	2						экзамен
7	Технологические расчеты штамповки.	6	4					экзамен
8	Раскрой материала.	4	4					экзамен
9	Формоизменяющие операции. Гибка.	4	4		2			экзамен, устный опрос
10	Упрочнение материала и его сопротивление при гибке.	4	2		2			экзамен, устный опрос
11	Технологические расчеты операции гибки.	6	2		2			экзамен, устный опрос
12	Однооперационная вытяжка.	2	4		2			экзамен
13	Напряжения и деформации при вытяжке. Усилие.	4	4					экзамен
14	Технологические расчеты операции вытяжки.	4						экзамен
15	Многооперационная вытяжка.	2	2					экзамен
16	Технологические расчеты многооперационной вытяжки.	2			3			экзамен, устный опрос
17	Другие виды вытяжки.	2	2					экзамен
18	Вытяжка с утонением стенки.	2						экзамен
19	Специальные виды вытяжки.	4						экзамен
20	Прочие формоизменяющие операции.	2	2					экзамен

21	Холодное выдавливание (объемная штамповка).	2						экзамен
22	Беспрессовая штамповка.	2						зачёт
23	Штамповка листовых пластмасс.	4						зачёт
24	Штампы для листовой штамповки.	4	4					
25	Проектирование штампов листовой штамповки.	4	10					зачёт
26	Механизация и автоматизация процессов листовой штамповки.	3	3					зачёт

Библиотека ГГТУ им.П.О.Семякина

## 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. Овчиникова.-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 необхо-

димым применение мультимедийных, информационно-коммуникационных технологий 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

В соответствии с п. 17 Положения «О текущей аттестации» от 11.11.2013 № 29 студенты допускаются к сдаче экзамена по учебной дисциплине «Технология листовой штамповки» при условии выполнения ими всех видов занятий, предусмотренных учебным планом и настоящей учебной программой.

#### Критерии оценок результатов учебной деятельности

При оценке знаний обучающихся отметками в баллах по десятибалльной шкале применяются критерии оценки результатов учебной деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (Письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. № 09-10/53- ПО).

#### 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 вырубки (пробивки).

Технологический расчёт штампов для гибки.

Технологический расчёт штампов для вытяжки.

Расчёт деталей штампов на прочность.

#### Организация самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- подготовка рефератов по индивидуальным темам, в том числе с использованием патентных материалов;

- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических и лабораторных занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием занятий;

- самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения расчётно-графических работ по индивидуальным заданиям с консультациями у преподавателя;

- выполнение курсового проекта и подготовка к его защите;

- подготовка к сдаче экзамена

Преподаватель должен стимулировать и поощрять самостоятельную работу студентов, привлекать студентов к решению прикладных задач в рамках НИРС, к исследовательской работе на ведущей и выпускной кафедрах.

При изучении дисциплины рекомендуется не все вопросы программ выносить на лекции. В целях развития у студентов навыков работы с учебной и научной литературой можно предложить им часть разделов описательного характера изучить самостоятельно по литературе, указанной в программе. вопросы для самостоятельного изучения рекомендуется включить в перечень вопросов к экзамену.

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

#### Примерный перечень вопросов для самостоятельной работы студентов

1. Роль листовой штамповки в машиностроении.
2. Принцип штамповки. Основные операции листовой штамповки.
3. Требования к материалам применяемым для листовой штамповки.
4. Материалы применяемые для листовой штамповки и их характеристики.
5. Сортамент материалов применяемых для листовой штамповки.
6. Испытания материалов перед запуском в производство.
7. Типы ножниц и область их применения.
8. Схема отрезки на ножницах с параллельными режущими кромками.

9. Зазор между ножами.
10. Усилие резания и подбор ножниц.
11. Работа резания. Мощность резания.
12. Резание на ножницах с наклонной режущей кромкой.
13. Минимальный угол створа и ход ножей.
14. Усилие и работа отрезки на ножницах с наклонной режущей кромкой.
15. Схема резания на дисковых ножницах. Усилие резки.
16. Геометрия ножей на дисковых ножницах.
17. Перекрытие ножей, угол створа, диаметр роликов на дисковых ножницах.
18. Типы дисковых ножниц.
19. Резание вибрационными ножницами.
20. Отрезка на штампах.
21. Вырубка и пробивка листового материала на штампах.
22. Усилие при вырубке, пробивке.
23. Способы снижения усилий вырубки (пробивки).
24. Минимальный диаметр пробиваемого (вырезаемого) контура.
25. Зазор между матрицей и пуансоном.
26. Конструкция режущих частей матриц и пуансонов.
27. Вырезание и пробивание резиной.
28. Зачистка (калибровка).
29. Чистовая вырезка и пробивка.
30. Определение исполнительных размеров инструмента при вырезании и пробивке.
31. Определение размеров инструмента при вырезании и пробивании сложного контура.
32. Раскрой материала.
33. Определение величины перемычки при раскрое материала.
34. Определение наиболее выгодного раскроя, шага подачи и ширины полосы.
35. Раскрой листа на полосы.
36. Графоаналитический способ определения оптимального раскроя.
37. Гибка. Виды и способы гибки. Схема напряженного состояния.
38. Величина напряжений при гибке.
39. Положение нейтрального слоя.
40. Определение минимального допустимого радиусагиба.
41. Влияние упрочнения на величину напряжений при гибке и момент сопротивления.
42. Изгибающий момент при гибке.
43. Определение размеров заготовки при гибке.
44. Выбор параметров гибочных штампов.
45. Упругое пружинение при гибке.
46. Усилие гибки.
47. Виды вытяжки.
48. Напряженно – деформированное состояние при вытяжке.
49. Коэффициент вытяжки и его зависимость от условий штамповки.

50. Складкообразование и его устранение.
51. Определение напряжений и деформаций при вытяжке.
52. Усилие вытяжки.
53. Усилие прижима.
54. Влияние геометрических факторов на процесс вытяжки.
55. Определение размеров и формы заготовки для вытяжки полых тел вращения.
56. Определение размеров и формы заготовки при вытяжке квадратных и прямоугольных коробок.
57. Определение числа операций и их последовательности при вытяжке.
58. Многооперационная вытяжка.
59. Расчет количества операций, геометрических параметров заготовки и инструмента.
60. Расчет силовых параметров при многооперационной вытяжке.
61. Точность изделий получаемых многооперационной вытяжкой.
62. Вытяжка в ленте.
63. Предельные коэффициенты вытяжки в ленте.
64. Вытяжка тел вращения сложной формы.
65. Вытяжка конических деталей.
66. Вытяжка тел ступенчатой формы.
67. Вытяжка полых деталей с подогревом фланца.
68. Вытяжка с утонением стенки.
69. Напряжения и усилия вытяжки с утонением стенки.
70. Предельная степень вытяжки с утонением.
71. Определение числа переходов при вытяжке с утонением.
72. Ротационная вытяжка.
73. Комбинированная вытяжка.
74. Реверсивная вытяжка.
75. Вытяжка жестким пуансоном в эластичной – резиновой или жидкостной матрице.
76. Вытяжка эластичным - резиновым или жидкостным пуансоном в жесткой матрице.
77. Вытяжка и формовка методом растяжения.
78. Отбортовка.
79. Напряжения и деформации при отбортовке.
80. Коэффициент отбортовки.
81. Размеры отверстия под отбортовку и борта.
82. Обжим. Напряжения и деформации при обжиге. Усилие обжима.
83. Правка (рихтовка).
84. Чеканка.
85. Холодное выдавливание.
86. Взрывная штамповка.
87. Штамповка горючими газовыми смесями.
88. Штамповка сжиженными газами.



89. Электрогидравлическая штамповка.
90. Магнитно-импульсная штамповка.
91. Накатка резьбы.
92. Особенности штамповки листовых пластмасс.
93. Переработка пластмасс.
94. Резка и вырубка пластмасс.
95. Гибка и формовка пластмасс.
96. Вытяжка пластмасс.
97. Штампы и их детали.
98. Классификация деталей штампов для листовой штамповки.
99. Плиты штампов для листовой штамповки.
100. Хвостовики штампов для листовой штамповки.
101. Прокладки (упорные пластины) штампов для листовой штамповки.
102. Пуансонодержатели штампов для листовой штамповки.
103. Пуансоны штампов для листовой штамповки.
104. Ловители штампов для листовой штамповки.
105. Матрицы штампов для листовой штамповки.
106. Расчет на прочность цельных матриц.
107. Расчет прочности крепления матриц (пуансонов) из составных секций.
108. Упоры штампов для листовой штамповки.
109. Направляющие линейки и лотки штампов для листовой штамповки.
110. Направляющие устройства в штампах.
111. Направляющие плиты штампов для листовой штамповки.
112. Направляющие колонки и втулки штампов для листовой штамповки.
113. Крепежные детали штампов для листовой штамповки.
114. Пружины для штампов для листовой штамповки.
115. Стойкость штампов для листовой штамповки.
116. Порядок проектирования штампов.
117. Определение центра давления штампа.
118. Автоматизированное проектирование штампов.
119. Техника безопасности при листовой штамповке.
120. Подача материала и заготовок.
121. Удаление деталей и отходов.
122. Листоштамповочные комплексы.
123. Конструкция комплексов.

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)
САПР технологических процессов и оснастки	МиТОМ	Нет  Бобарикин Ю.Л.	

Библиотека ГГТУ им. П.О.Семанова