

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

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

ГГТУ им. П.О.Сухого

 О.Д.Асенчик

27.06. 2018

Регистрационный № УД-31-14/уг.

СВАРКА И ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка
(по направлениям)»

Направление

1-42 01 01-01 «Металлургическое производство и материалобработка
(металлургия)»

Специализация

1-42 01 01-01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов»

2018 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО: 1-42 01 01-2013, специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)».

Учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»:
№ I 42-1-16/уч. от 17.09.2013
№ I 42-1-15.1/уч. от 11.02.2016

СОСТАВИТЕЛЬ:

И.Н.Степанкин, заведующий кафедрой «Материаловедение в машиностроении» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого», кандидат технических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТ:

Ю.Л. Бобарикин, заведующий кафедрой «Металлургия и технология обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого», кандидат технических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Материаловедение в машиностроении» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 4 от 24.04.2018);

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

(протокол № 8 от 15.05.2018);

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

(протокол № 5 от 26.06.2018).

Регистрационный номер МТФ УД 045-4/уч. 05.15.2018

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель и задачи учебной дисциплины

Дисциплина «Сварка и обработка металлов резанием», изучающая современные способы получения сварных соединений и методы обработки заготовок лезвийным и абразивным инструментом, является важным источником информации для изучения технологических дисциплин при подготовке инженеров в области металлургии.

Основными технологиями обучения являются: преподавание с использованием компьютерной техники, технологии сквозного обучения, использование информации на электронных носителях.

Цель дисциплины – дать будущим специалистам знания, которые позволят успешно назначать и применять экономически обоснованные технологические методы получения и обработки заготовок деталей машин, обеспечивать высокое качество изделий.

Основные задачи дисциплины – изучение технологий сварочного производства и обработки заготовок резанием, физических основ процессов, технико-экономических характеристик, областей применения и основ устройств, технологических и технико-экономических характеристик типового оборудования, инструмента и приспособлений.

«Сварка и обработка резанием» изучается после дисциплин «Инженерная графика» (используется умение студента читать чертеж детали), «Физика» (используется знание законов об агрегатном состоянии вещества и фазовых превращениях, о теплоте и теплопередаче, электричестве, растворах, основных физических свойствах металлов в твердом и жидком состояниях), «Прикладная механика» (используются знания о процессах упругой и пластической деформации металлов под воздействием нагрузок).

Классификация процессов и способов сварки. Сварка плавлением. Сварка давлением. Специальные способы сварки. Термическая резка. Физические основы резания. Инструментальные материалы. Металлорежущие станки и их классификация. Отделочная обработка поверхностей. Электрофизические и электрохимические методы обработки.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- физическую сущность процессов обработки резанием, характер явлений и процессов, протекающих в поверхностном слое изделия;
- основные способы сварки и их технологические параметры;
- принципы разработки технологического процесса обработки резанием наиболее распространенных видов изделий;
- необходимый режущий инструмент для обработки конкретной детали;
- физическую сущность процесса сварки;

уметь:

- выбрать метод обработки резанием конкретной детали исходя из требований к ней;
- подобрать инструмент для ее обработки и назначить режимы резания;
- выбрать метод сварки и назначить технологические и энергетические параметры процесса сварки;
- пользоваться справочной литературой, стандартами на технологическое оборудование и инструмент.

В соответствии с требованиями образовательного стандарта ОСВО: 1-42 01 01-2013, специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка» после изучения дисциплины «Сварка и обработка металлов резанием», студент должен обладать определенными компетенциями.

Академические:

- 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-5. Быть способным порождать новые идеи.

Социально-личностные:

- СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.
- СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.
- СЛК-6. Уметь работать в коллективе.

Профессиональные:

- ПК-11. Выбирать оптимальные варианты обрубки и очистки заготовок.
- ПК-17. Осуществлять оперативный контроль за функционированием основного технологического оборудования и режима его работы.
- ПК-18. Разрабатывать технологическую документацию, принимать участие в создании стандартов и нормативов в составе группы специалистов.
- ПК-28. Работать с научной литературой, словарями, справочными материалами, рационально использовать справочную литературу по выбору материалов, технологий их обработки, обеспечивающие необходимые показатели свойств.
- ПК-38. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.
- ПК-40. Понимать сущность и социальную значимость своей профессии, проблемы в конкретной своей деятельности.
- ПК-43. Определять цели инноваций и способы их достижения.
- ПК-44. Работать с научной, технической и патентной литературой.

Общее количество аудиторных часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Сварка и обработка металлов резанием» в соответствии с учебным планом специализации 1-42 01 01-01 02 «Электрометаллургия черных и цветных металлов» - 120 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет – 3 зачетные единицы.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

	Дневная форма
Курс	4
Семестр	7
Лекции (час)	32
Лабораторные занятия (час)	16
Всего аудиторных (час)	48

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине

	Дневная форма
Экзамен, семестр	7

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА ДНЕВНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Задачи и значение дисциплины «Сварка и обработка металлов резанием». Роль отечественных и советских ученых в создании и развитии сварочного производства и технологических методов обработки металлов резанием. Пути интенсификации процессов обработки материалов резанием.

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

1.1. Физические основы получения сварных соединений

Общая характеристика сварочного производства. Классификация способов сварки. Физические основы получения сварных соединений. Свариваемость материалов. Зоны термического влияния и основные превращения, происходящие в сварном шве. Горячие и холодные трещины.

1.2. Сварка плавлением

Особенности сварки плавлением. Виды электродуговой сварки. Электрическая дуга и ее свойства. Виды сварочной дуги, тепловая мощность и источники питания сварочной дуги. Основные металлургические процессы, протекающие в сварочной ванне. Материалы, применяемые для электродов. Виды сварных соединений и сварных швов.

Ручная дуговая сварка (РДС). Виды РДС. Сварочные электроды и режимы сварки. Производительность процесса сварки и области применения.

Автоматическая сварка под флюсом. Особенности технологического процесса. Преимущества и недостатки. Области применения.

Дуговая сварка в среде защитных газов. Аргонодуговая сварка и сварка в среде CO_2 . Режимы сварки и используемые электроды. Особенности сварки толстолистовых и тонколистовых материалов.

Электрошлаковая сварка. Особенности технологического процесса, достоинства и недостатки, области применения.

Плазменная сварка. Плазмотроны прямой и косвенной дуги. Области применения.

Лучевые способы сварки. Электронно-лучевая сварка. Особенности и области применения. Лазерная сварка. Особенности и области применения.

Газовая сварка. Аппаратное обеспечение. Влияние соотношения ацетилена и кислорода на вид пламени. Особенности сварки толстолистовых и тонколистовых материалов.

1.3. Термическая резка металлов

Газокислородная резка, резка кислородным кошем, воздушно-кислородная и плазменная резки. Особенности технологических процессов и области их применения.

1.4. Термомеханическая и механическая сварки.

Контактная сварка. Способы контактной сварки: стыковая (сопротивлением и оплавлением), точечная, шовная и рельефная. Режимы сварки, виды сварных швов и аппаратное обеспечение. Области применения.

Высокочастотная сварка. Конденсаторная сварка. Особенности аппаратного обеспечения и области применения.

1.5. Специальные виды сварки

Холодная сварка. Сварка трением. Ультразвуковая сварка. Особенности технологических процессов и области применения.

1.6. Дефекты сварных швов и контроль их качества

Сварочные напряжения и методы их снижения. Технологичность сварных соединений. Особенности сварки различных материалов. Дефекты сварных соединений и методы контроля качества сварных швов. Механизация, автоматизация и роботизация процессов сварки металлов. Техника безопасности и охрана природы при проведении сварочных работ.

1.7. Наплавка и напыление

Методы наплавки. Наплавочные материалы. Области применения.

Методы напыления (газопламенное, дуговая металлизация, плазменное и электроимпульсное напыление). Области применения.

1.8. Пайка металлов и сплавов

Методы пайки металлов и сплавов на их основе. Подготовка деталей к пайке, выбор припоев и флюсов. Технологические особенности процессов пайки.

1.9. Техника безопасности и охрана природы при сварке.

РАЗДЕЛ 2. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ

2.1. Физико-механические основы обработки резанием

Классификация движений в металлорежущих станках. Виды обработки резанием. Элементы лезвийного режущего инструмента. Физическая сущность процесса резания. Силовые взаимодействия инструмента и заготовки, тепловые явления при резании.

2.2. Инструментальные материалы

Особенности износа режущего инструмента. Стойкость режущего инструмента. Металлические и неметаллические материалы, используемые для изготовления режущего лезвийного инструмента.

2.3. Металлорежущие станки

Классификация металлорежущих станков и их обозначение. Общие сведения об агрегатных станках и автоматических линиях, обрабатывающих центрах и промышленных роботах. Основные понятия о гибких автоматизированных производствах и участках производства.

2.4. Обработка заготовок на станках токарной группы

Типы станков токарной группы. Виды технологических операций, выполняемых на этих станках. Режущий инструмент и технологическая

оснастка токарных станков, приспособления для крепления заготовок. Технологические требования к конструкции обрабатываемых деталей.

2.5. Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы

Технологические операции, выполняемые на станках этой группы. Типы сверлильных и расточных станков. Особенности режущего инструмента и его крепления. Методы крепления заготовок на столе. Технологические требования к обрабатываемым деталям.

2.6. Обработка заготовок на фрезерных станках

Классификация и технологические возможности фрезерных станков. Режимы резания при фрезеровании. Основные типы фрез и методы их крепления. Технологические требования к заготовкам, обрабатываемым фрезерованием.

2.7. Обработка заготовок на протяжных и зубообрабатывающих станках

Назначение и технологические возможности протяжных, долбежных и строгальных станков. Особенности конструкции инструментов. Технологические требования к конструкциям изготавливаемых деталей.

Обработка заготовок на зубообрабатывающих станках. Особенности изготовления зубчатых колес методами копирования и обкатки. Режущий инструмент и точность получаемых изделий. Шевенгование. Технологические требования к конструкции зубчатых колес.

2.8. Обработка заготовок на шлифовальных станках

Основные схемы шлифования. Абразивный инструмент, износ и правка шлифовальных кругов. Обработка на круглошлифовальных станках. Обработка заготовок на плоскошлифовальных станках. Технологические требования к конструкциям обрабатываемых заготовок. Обработка заготовок эластичным абразивным инструментом.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(Дневная форма получения образования)

1-42 01 01-0102 «Электротехнология черных и цветных металлов»

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов на УСП	Форма контроля знаний
		лекции	практические (семинарские)	занятия	лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
7. Семестр								
1.	Раздел 1. Основы сварочного производства							
1.1	Физические основы получения сварных соединений	2						Т,Э
1.2	Сварка плавлением	2			4			О,ЗЛР,Т,Э
1.3	Термическая резка металлов	1						Т,Э
1.4	Термомеханическая и механическая сварки	3			2			О,ЗЛР,Т,Э
1.5	Специальные виды сварки	2						Т,Э
1.6	Дефекты и контроль качества сварных швов	2			2			О,ЗЛР,Т,Э
1.7	Наплавка и напыление	2						Т,Э
1.8	Пайка металлов и сплавов	1						Т,Э
1.9	Техника безопасности и охрана природы при сварке	1						Т,Э
2.	Раздел 2. Основы технологии обработки металлов резанием							
2.1	Физико-механические основы обработки металлов резанием	4						Т,Э
2.2	Инструментальные материалы	1						Т,Э
2.3	Металлорежущие станки, классификация и обозначение	1						Т,Э

2.4	Обработка заготовок на станках токарной группы	2			2			О,ЗЛР,Т,Э
2.5	Обработка заготовок на станках сверлильно-расточной группы	2			2			О,ЗЛР,Т,Э
2.6	Обработка заготовок на фрезерных станках	2			2			О,ЗЛР,Т,Э
2.7	Обработка заготовок на протяжных и зубофрезерных станках	2						Т,Э
2.8	Обработка заготовок на шлифовальных станках	2			2			О,ЗЛР,Т,Э
	Всего	32			16			

Принятые обозначения (форма контроля знаний):

О – отчет по лабораторной работе,

ЗЛР – защита лабораторной работы,

Э – экзамен

Т – тестирование

Библиотека ГГТУ

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Материаловедение: учебное пособие для вузов / И.М.Жарский [и др.]. – Минск : Высшая школа, 2015. – 557 с.
2. Металловедение и технология металлов: учебник для вузов /- под науч. ред. Ю.П.Солнцева. – Москва: Металлургия, 1988.- 511 с.
3. Технология конструкционных материалов / А.М.Дальский [и др.] под ред. А.М.Дальского.- 2-е изд. - Москва: Машиностроение, 1985.- 448 с.
4. Технология металлов и материаловедение / Б.Б.Кнорозов [и др.]; под ред. Л.Ф.Усовой.- Москва: Металлургия, 1987.- 800 с.

Дополнительная литература

1. Комаров О.С. и др. Технология конструкционных материалов.- Минск.: Дизайн ПРО, 2005.-559 с.
2. Технология конструкционных материалов: учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. 6-е изд., испр. и доп./ А.М.Дальский, Т.М.Барсуков, А.Ф.Вязов и др. – Москва.: Машиностроение, 2005.- 592 с.
3. Технология конструкционных материалов : учебник/ О.С.Комаров, В.Н.Ковалевский, Л.Ф.Керженцева и др.; под общ. ред. О.С.Комарова.- 2-е изд., испр.- Минск: Новое знание, 2005.- 559 с.
4. Технология металлов и материаловедение / Б.Б.Кнорозов. [и др.]; под ред. Л.Ф.Усовой. - Москва: Металлургия, 1987.- 800 с.

Электронный учебно-методический комплекс

Рыженко, М. М. Сварка и обработка металлов резанием : электронный учебно-методический комплекс дисциплины для студ. спец. 1-42 01 01 «Металлургия пр-во и материалооб.»(по направл.); 1-42 01 0102 «Электрометаллургия черн. и цв. Металлов» ; М. М. Рыженко, И.Н. Степанкин, Е. Н. Поздняков ; кафедра «Материаловедение в машиностроении». – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2014. – 1 папка + 1 электрон. опт.диск.

1. Технология материалов практическое пособие к лабораторным работам по одноименному курсу для студентов машиностроительных специальностей / М.М.Рыженко, И.Н.Степанкин; кафедра «Материаловедение в машиностроении».- Гомель: ГГТУ, 2003.- 96 с.
2. Технология материалов» практическое пособие к лабораторным занятиям по одноименному курсу для студентов машиностроительных специальностей / М.М.Рыженко, И.Н.Степанкин; кафедра «Материаловедение в машиностроении».- Гомель: ГГТУ, 2005.- 48 с.
3. Обработка материалов резанием лабораторный практикум курсу «Технология материалов» для студентов машиностроительных специальностей дневной формы обучения / И.Н.Степанкин, М.М.Рыженко; кафедра «Материаловедение в машиностроении».- Гомель: ГГТУ, 2007.- 41 с.

Список литературы сверст (Киселева М.В.)

Примерный перечень тем лабораторных работ

1. Изучение технологии ручной дуговой сварки.
2. Изучение технологии полуавтоматической сварки в среде CO₂.
3. Изучение процесса точечной сварки.
4. Изучение сварочных напряжений и деформаций.
5. Общие сведения об обработке металлов резанием.
6. Обработка заготовок на токарно-винторезных станках.
7. Обработка заготовок на вертикально-сверлильных станках.
8. Обработка заготовок на фрезерных станках.
9. Обработка заготовок на плоскошлифовальных станках.

Основными методами обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

–элементы проблемного обучения (проблемное изложение), реализуемые на лекционных занятиях;

–элементы учебно-исследовательской деятельности, реализуемые на лабораторных занятиях и при самостоятельной работе;

–коммуникативные технологии (дискуссии, учебные дебаты), реализуемые на лабораторных занятиях и конференциях.

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

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

– самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных заданий с консультациями у преподавателя, а также выполнение тестовых заданий путем обращения к заданиям размещенным в электронном курсе дисциплины

Учебно-методическое обеспечение ориентировано на освоение студентами основ инновационных технологий, умение работать с научной и технической литературой. Изучение каждой темы помимо приведенных в учебной программе литературных источников предполагает использование материалов тематической печати, а также информационных ресурсов Internet.

Самостоятельная работа обучающегося складывается из следующих элементов:

- проработка прослушанного лекционного материала;
- подготовка к промежуточному контролю и выполнение тестирования по итогам изучения учебных модулей;
- подготовка к слушанию очередной лекции;
- подготовка к выполнению лабораторной работы;
- подготовка к защите лабораторной работы;
- подготовка к экзамену.

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 вопросов для самостоятельной работы студентов

1. Основы сварочного производства. Классификация и характеристика способов сварки. Сущность процесса сварки.
2. Физические основы сварки. Основные виды сварных соединений и швов. Строение сварного шва. Сварочные напряжения и деформации.
3. Дуговая сварка электрическая сварочная дуга и ее свойства. Источники питания сварочной дуги.
4. Ручная электродуговая сварка покрытым электродом.
5. Сварка порошковой проволокой и под слоем флюса.
6. Автоматическая и полуавтоматическая сварка в среде защитных газов, аргона углекислого газа СО.
7. Электрошлаковая сварка электродной проволокой
8. Сварка и резка плазменной струей.
9. Лучевые виды сварки - электронным лучом в вакууме, лазером.
10. Газовая сварка металлов. Газы, применяемые при сварке. Газосварочные горелки. Газосварочное пламя.
11. Газовая резка металлов, газокислородная резка металлов.
12. Контактная сварка стыковая, точечная и многоточечная, шовная. Оборудование для сварки давлением с оплавлением.
13. Сварка аккумулялирование энергией (конденсаторная), высокочастотная сварка.
14. Новые способы сварки давлением без оплавления: холодная сварка, сварка трением.
15. Новые способы сварки давлением без оплавления: ультразвуковая сварка, сварка взрывом, диффузионная сварка.
16. Нанесение износостойких и жаростойких покрытий. Наплавочные работы. Материалы для наплавочных работ.
17. Технология сварки различных металлов и сплавов. Свариваемость металлов и сплавов: углеродистых, легированных (высокохромистых, ферритных, аустенитных, хромоникелевых), сталей, чугуна.
18. Пайка металлов и их сплавов. Способы пайки и материалы для пайки. Контроль качества сварных и пайных соединений.
19. Сварка меди, алюминия и их сплавов. Сварка тугоплавких металлов и их сплавов.

20. Технологичность сварных соединений, заготовок, узлов. Понятие о технологичности, выбор материала, выбор типа сварного соединения. Формы свариваемых элементов.
21. Контроль качества сварных швов. Охрана труда и ТБ в сварочном производстве.
22. Основы обработки металлов резанием. Схемы обработки резанием. Методы формообразования поверхностей. Элементы резания и геометрия срезаемого слоя материала.
23. Основные узлы и элементы режущей части токарного резца.
24. Физические основы процесса резания: явление пластической деформации, виды стружек (сливная, скалывания и надлома), их усадка, силы резания, наростообразование, упрочнения и тепловые явления. Трение, износ, стойкость режущего инструмента, охлаждение и смазка, вибрация, точность, качество, выбор режимов резания и повышение производительности
25. Инструментальные материалы: инструментальные стали, металлокерамические твердые сплавы, минералокерамика, абразивные материалы, алмазный инструмент.
26. Основные сведения о металлорежущих станках. Классификация металлорежущих станков. Автоматы и полуавтоматы.
27. Обработка заготовок на станках токарной группы. Методы точения, токарные резцы и приспособления для обработки деталей. Обработка заготовок на токарно-винторезных станках.
28. Обработка заготовок на многорезцовых, карусельных, револьверных, одно- и многшпindelных полуавтоматах и автоматах. Технологические требования к конструкциям деталей.
29. Обработка заготовок на строгальных и долбежных станках. Характеристика метода строгания. Строгальные и долбежные резцы.
30. Характеристика методов сверления для обработки заготовок на сверлильных станках.
31. Обработка поверхностей заготовок на вертикальных, агрегатных и радиально-сверлильных станках. Сверление глубоких отверстий и технологические требования к конструкциям деталей машин при их обработке.
32. Характеристика метода растачивания. Режим резания, режущий инструмент и приспособления для обработки заготовок на расточных станках.
33. Обработка заготовок на протяжных станках. Характеристика метода протягивания к обрабатываемым деталям.
34. Характеристика метода фрезерования. Режим резания и силы резания. Типы фрез и приспособления для обработки деталей.
35. Фрезерование поверхностей и технологические требования к заготовкам, обрабатываемым на горизонтально-, вертикально-, продольно-, копировально-фрезерных станках.

36. Формообразование профилей зубьев зубчатых колес методом копирования и обкатки. Режущий инструмент для нарезания зубчатых колес по методу копирования и обкатки.
37. Характеристика метода шлифования. Режим резания и силы резания. Основные схемы шлифования. Абразивный инструмент, износ, правка, балансировка.
38. Обработка заготовок на круглошлифовальных, бесцентровошлифовальных, плоскошлифовальных, внутришлифованных и заточных станках. Технологические требования к заготовкам.
39. Методы отделочной обработки поверхностей заготовки: чистовыми резцами и шлифовальными кругами, полированием, притиркой, абразивно-жидкостной отделкой, хонингованием.
40. Методы обработки заготовок без снятия стружки: обкатывание, раскатывание, алмазное выглаживание, калибрование, винтонакатывание, накатывание резьб, шлицевых валов, зубчатых колес, рифлений. Упрочняющая обработка.
41. Электрофизические методы обработки. Анодно-механическая и химическая обработка.
42. Основные направления автоматизации производства механических цехов – Использование сквозной 3D технологии. 4-х и 5-ти координатные обрабатывающие центры.

