



## 1. Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «**Технологические основы физико-химической обработки материалов**» следует отнести:

– формирование знаний и практических навыков проектирования и использования технологических процессов электроэрозионной, электрохимической и др. видов обработки наукоемких изделий современного машиностроения;

– подготовка студентов к практической деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по данному направлению, в том числе формирование умений по совершенствованию существующих и разработке новых, наукоемких технологий изготовления изделий.

К **основным задачам** освоения дисциплины «**Технологические основы физико-химической обработки материалов**» следует отнести:

– освоение методологии и методик анализа, выбора и обоснования необходимости применения наиболее эффективного в данных производственных условиях метода физико-химической обработки и технологии на его основе, обеспечивающей высокую технико-экономическую эффективность производства новой техники;

– формирование умений и навыков по обоснованному выбору существующего или создания новых высокоэффективных средств технологического оснащения для реализации технологий электро-физико-химической обработки (ЭФХО) материалов;

– освоение методики назначения параметров режима технологий ЭФХО изделий;

– освоение практических навыков и методик разработки и использования технологической документации в области технологий ЭФХО изделий.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «**Технологические основы физико-химической обработки материалов**» относится к числу профессиональных учебных дисциплин по выбору базового цикла (Б.1) основной образовательной программы бакалавриата.

«**Технологические основы физико-химической обработки материалов**» логически и содержательно-методически взаимосвязана со следующими дисциплинами и практиками ООП:

*В вариативной части базового цикла (Б1):*

- «Основы технологии машиностроения»;
- «Технология машиностроения»;
- «Основы теории резания, станки и инструмент»;
- «Материаловедение»;
- «Физические основы КПЭ»;
- «Теоретические основы физико-химической обработки».

*В разделе дисциплин по выбору базового цикла (Б.1):*

- «Основы проектирования технологической оснастки в машиностроении»;
- «Новые конструкционные материалы и особенности их обработки»;
- «Неразрушающие методы контроля изделий».

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-13	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования, умением осваивать вновь вводимое оборудование.	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методику выбора средств технологического оснащения для технологических процессов электроэрозионной и электрохимической обработки изделий;</li> <li>• особенности и требования по размещению технологического оборудования в производственных условиях;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• рассчитывать или назначать параметры режима обработки и нормировать операции ЭФХО;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками оформления документации по планировке размещения технологического оборудования.</li> </ul>
ПК-17	умением выбирать основные и вспомогательные материалы, формы организации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации средств технологического оснащения при изготовлении изделий машиностроения	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• технологические возможности электроэрозионной и электрохимической обработки материалов, их преимущества и недостатки по отношению к прочим технологиям механической и физико-химической обработки;</li> <li>• методику разработки соответствующих технологических процессов (ТП), выбора средств технологического оснащения (СТО);</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <p>выбрать и обосновать оптимальный метод обработки изделия, подобрать СТО для конкретных производственных условий;</p> <p><b>владеть:</b></p> <p>навыками оформления технологической документации.</p>

### 4. Структура и содержание дисциплины

#### 5.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы, т.е. 216 академических часов (из них 108 часов – самостоятельная работа студентов).

Дисциплина читается на третьем и четвертом курсах.

В 6 семестре: лекции - 2 часа в неделю (36 часов), лабораторные работы – 2 час в неделю (36 часов), практические занятия – 1 час в неделю (18 часов). Форма промежуточной аттестации – экзамен.

В 7 семестре: практические занятия – 1 час в неделю (18 часов). Форма промежуточной аттестации – зачет

Структура и содержание дисциплины по срокам и видам работы отражены в приложении 1.

## **Содержание разделов дисциплины.**

### **4.1 Цели и задачи освоения курса, его роль и место в ряду специальных дисциплин. Понятийный аппарат курса.**

Обзор и классификация методов, способов и технологий электро- физико-химической обработки (ЭФХО) деталей машин. Понятийный аппарат этой области технологических знаний. Место и роль технологий электроэрозионной и электрохимической и других видов обработки в машиностроительном производстве. Технологии ЭФХО, как ключевые технологии современной технологии машиностроения.

### **4.2 Технологические основы электроэрозионной обработки**

Явление электрической эрозии токопроводящих материалов. Механизм разрушения материала и удаления припуска. Энергетический, тепловой, гидродинамический, термомеханический и термохимический аспекты процесса электроэрозионного разрушения материалов.

Методика оценки основных технологических характеристик процесса электроэрозионного разрушения. Влияние параметров режима на эти характеристики. Методика назначения и расчета параметров режима. Основные технологические операции и их характеристика. Средства технологического оснащения и особенности их проектирования. Основы нормирования операций электроэрозионной обработки и технико-экономическая оценка их эффективности. Применение электроэрозионных технологий в современном производстве.

### **4.3 Технологические основы электрохимической обработки**

Основы кинетики электродных процессов при электрохимической обработке изделий. Основные сведения о кинематике химических процессов. Основное уравнение диффузной кинетики. Электродные процессы на границе раздела фаз.

Способы электрохимической размерной обработки (ЭХРО). Технологические операции ЭХРО. Особенности формообразования. Технологические характеристики операций ЭХРО (производительность, удельная энергоемкость процесса, точность обработки и качество поверхностного слоя). Технологическое оборудование. Области эффективного применения технологий ЭХРО. Основы унификации технологических процессов ЭХРО.

### **4.4. Технологические основы нанесения гальванических покрытий**

Общая характеристика гальванических технологий. Особенности технологий гальванического осаждения металлов и сплавов. Нанесение композиционных покрытий. Электрохимическое оксидирование и фосфатирование. Электрохимические полимерные и металлополимерные покрытия. Электролитическое формование (гальванопластика). Средства

технологического оснащения гальванического производства. БЖД и экологическая безопасность. Применение гальванических покрытий в современных технологиях.

#### **4.5. Техничко-экономическое обоснование и анализ эффективности внедрения ЭФХО изделий.**

Оценка и анализ уровня качества технологий. Методика и особенности технико-экономического обоснования ЭФХО. Сфера эффективного технологического применения методов ЭФХО.

### **5. Образовательные технологии**

Методика преподавания дисциплины «**Технологические основы физико-химической обработки материалов**» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих форм проведения групповых, индивидуальных и аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка к выполнению практических и лабораторных работ, индивидуальное обсуждение выполняемых расчетов и защита работ;
- проведение тестирования по отдельным разделам дисциплины (включая темы для самостоятельного изучения).

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «**Технологические основы физико-химической обработки материалов**» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий.

### **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- подготовка к выполнению лабораторных и практических работ и их защита.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защита лабораторных и практических работ.

Контрольные вопросы для проведения текущего контроля, образцы экзаменационных билетов, тестовые задания приведены в приложении.

#### **6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

##### **6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.**

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

<b>Код компетенции</b>	<b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать</b>
ПК-13	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования, умением осваивать вводимое оборудование
ПК-17	Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

### **6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания**

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

<b>ПК-13 - Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования, умением осваивать вводимое оборудование</b>				
<b>Показатель</b>	<b>Критерии оценивания</b>			
	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методику выбора средств технологического оснащения для технологических процессов ЭФХО изделий;</li> <li>• особенности и требования по размещению технологического оборудования в производственных условиях;</li> <li>• расчет или назначение параметров</li> </ul>	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующим знаниям: - методики выбора оборудования и оснастки, - требований по размещению технологического оборудования в производственных условиях, • –методик расчета или назначения параметров режима обработки и нормирования операций ЭФХО.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующим знаниям: методики выбора оборудования и оснастки, -требований по размещению технологического оборудования в производственных условиях, • – методик расчета или назначения параметров режима обработки и нормирования операций ЭФХО; Допускаются значительные ошибки, проявляется	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующим знаниям: методики выбора оборудования и оснастки, требований по размещению технологического оборудования в производственных условиях, методик расчета или назначения параметров режима обработки и нормирования операций ЭФХО; Но при этом допускаются незначительные	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующим знаниям: методики выбора оборудования и оснастки, требований по размещению технологического оборудования в производственных условиях, методик расчета или назначения

режима обработки и нормирование операций ЭФХО.		недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	ошибки, неточности, затруднения.	параметров режима обработки и нормирования операций ЭФХО; Свободно ориентируется в приобретенных знаниях.
<b>уметь:</b> • рассчитывать или назначать параметры режима обработки и нормировать операции ЭФХО ;	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет рассчитывать или назначать параметры режима обработки и нормировать операции ЭФХО.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующим умениям: назначать параметры режима обработки и нормировать операции ЭФХО. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующим умениям: назначать параметры режима обработки и нормировать операции ЭФХО. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующим умениям: рассчитывать и назначать параметры режима обработки и нормировать операции ЭФХО. Свободно оперирует приобретенным и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
<b>владеть:</b> навыками оформления документации по планировке размещения технологического оборудования	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками оформления планировки размещения технологического оборудования	Обучающийся владеет навыками оформления планировки размещения технологического оборудования в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет навыками оформления планировки размещения технологического оборудования. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками оформления планировки размещения технологического оборудования, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

**ПК-17** - умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения

<p><b>знать:</b> технологические возможности ЭФХО материалов, их преимущества и недостатки по отношению к прочим технологиям механической и физико-химической обработки;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методику разработки соответствующих их технологических процессов (ТП), выбора средств технологического оснащения (СТО);</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующим знаниям: технологические возможности ЭФХО материалов, их преимущества и недостатки; методика разработки соответствующих технологических процессов (ТП), выбора средств технологического оснащения (СТО);</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующим знаниям: технологические возможности ЭФХО материалов, их преимущества и недостатки; методика разработки соответствующих технологических процессов (ТП), выбора средств технологического оснащения (СТО); Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующим знаниям: технологические возможности ЭФХО материалов, их преимущества и недостатки; методика разработки соответствующих технологических процессов (ТП), выбора средств технологического оснащения (СТО), но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующим знаниям: технологические возможности ЭФХО материалов, их преимущества и недостатки; методика разработки соответствующих технологических процессов (ТП), выбора средств технологического оснащения (СТО), свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p><b>уметь:</b> выбрать и обосновать оптимальный метод обработки изделия, подобрать СТО для конкретных производственных условий;</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выбрать и обосновать оптимальный метод обработки изделия, подобрать СТО для конкретных производственных условий;</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующим умениям: выбрать и обосновать оптимальный метод обработки изделия, подобрать СТО для конкретных производственных условий; Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующим умениям: выбрать и обосновать оптимальный метод обработки изделия, подобрать СТО для конкретных производственных условий; Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующим умениям: выбрать и обосновать оптимальный метод обработки изделия, подобрать СТО для конкретных</p>



		при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.		производственных условий; Свободно оперирует приобретенными умениями.
<b>владеть:</b> навыками оформления технологической документации.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками оформления технологической документации.	Обучающийся владеет навыками оформления технологической документации в неполном объеме. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет навыками оформления технологической документации. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками оформления технологической документации.

### 6.1.3. Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

#### **Форма промежуточной аттестации: экзамен**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

*К промежуточной аттестации студенты должны выполнить следующие виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Технологические основы физико-химической обработки материалов» (выполнение и защита лабораторных и практических работ, выполнение заданий на самостоятельную подготовку).*

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Описание</b>
Отлично	<i>Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки,</i>

	<i>неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.</i>
<i>Хорошо</i>	<i><u>Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины.</u> Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.</i>
<i>Удовлетворительно</i>	<i><u>Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины.</u> Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.</i>
<i>Неудовлетворительно</i>	<i><u>Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины.</u> Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.</i>

Фонды оценочных средств, представлены в приложении 2 к рабочей программе.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Научно-технические технологии машиностроительного производства: Физико-химические методы и технологии: учебное пособие / Ю.А.Моргунов, Д.В.Панов, Б.П.Саушкин, С.Б.Саушкин; под ред. Б.П.Саушкина. – М.: Издательство «Форум», 2013. – 928 с.: ил. – (Высшее образование)

### **б) дополнительная литература:**

1. Маталин А.А Технология машиностроения: учебник / А. А. Маталин. – 2-е изд., испр. – СПб. и др.: Лань. - 2008. - 512 с.
2. Саушкин Б.П., Моргунов Ю.А., Хомякова Н.В. Физико-химические методы и технологии обработки. Учеб. пособие. М.: Изд-во Московский Политех, 2018. 108с.

### **в) методические указания для проведения практических работ:**

1. Саушкин Б.П., Моргунов Ю.А., Хомякова Н.В. Физико-химические методы и технологии обработки. Практикум. М.: Изд-во Московский Политех, 2018. 40с.:  
 ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1 Изучение средств технологического оснащения операции электрохимической размерной обработки;  
 ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2 Изучение средств технологического оснащения операции электроэрозионной размерной обработки.  
 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 "Влияние режима обработки и конструкции катода на технологические характеристики электрохимической прошивки отверстий"  
 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 "Изучение технологических показателей электрохимической обработки изделий"  
 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 "Изучение относительного износа электродов при электроэрозионной обработке"

2. Моргунов Ю.А., Филиппов В.В. Размерообразование и качество поверхности при микродуговом оксидировании. Методические указания к лабораторной работе №1. – М.: МГТУ «МАМИ», 2011. (№2574).

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционные аудитории кафедры «Технологии и оборудование машиностроения» (АВ1502, АВ1510, АВ1508), оснащенные мультимедийными проекторами для показа видеофильмов, слайдов, презентаций. Для проведения практических работ по дисциплине в лабораториях кафедры (АВ1104, АВ1104а, АВ2109) имеется следующее оборудование: установка для электрохимической обработки длинномерных изделий, копировально-прошивочный и проволоочно-вырезной электроэрозионные станки, металлорежущие станки для изготовления образцов, инструмента и оснастки, средствами и пр.

## **9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов разработки технологических процессов поверхностного упрочнения изделий с помощью методов и технологий физико-химической обработки.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия

### **Задачи самостоятельной работы студента:**

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету и экзамену.

### **Виды внеаудиторной самостоятельной работы:**

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным и практическим занятиям;
- выполнение домашних заданий по закреплению тем;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

## **Вопросы, выносимые на самостоятельную работу**

1. Проводники второго рода. Зависимости удельной электропроводности от температуры, концентрации растворенного вещества, вида растворителя содержания примесей (ПК-17).
2. Механизм переноса заряда в жидких электролитах (ПК-17).
3. Катодные процессы на электродах. Осаждение металлических покрытий (ПК-13)
4. Аналитическое решение задач электрохимического формообразования. Вывод расчетных формул для случая стационарного и нестационарного электролиза в плоско-параллельном канале, в зазоре между коаксиальными цилиндрами (ПК-17)
5. Утилизация и регенерация электролитов для электрохимической размерной обработки (ПК-13).
6. Влияние электрохимической обработки на параметры качества поверхностного слоя деталей машин (ПК-13).
7. Комбинированные методы с применением электрохимической обработки (ПК-17).
8. Классификация оборудования для ЭХО (ПК-13).
9. Классификация оборудования для ЭЭО (ПК-13).
10. Технологии электрохимического маркирования (ПК-17).
11. Технологии электроэрозионного гравирования (ПК-17).
12. Способы эвакуации продуктов разряда при электроэрозионной обработке (ПК-17).
13. Первичные погрешности обработки при электрохимическом формообразовании (ПК-17).
14. Первичные погрешности обработки при электроэрозионном формообразовании (ПК-13).
15. Пятикоординатные проволочно-вырезные электроэрозионные станки (ПК-13).
16. Электроискровое легирование и модификация поверхностного слоя (ПК-17).
17. Электроэрозионное аддитивное формообразование (ПК-17).
18. Комбинированные процессы с применением электроэрозионного метода. (ПК-17).
19. Принципы оценки экономической эффективности операций ЭФХО (ПК-17).
20. Общая классификация методов и технологий ЭФХО материалов (ПК-17).
21. Методика оценки уровня качества технологий ЭФХО (ПК-17).
22. Физическая сущность процесса микродугового оксидирования (МДО)
23. Особенности процесса МДО и область его применения.

## 10. Методические рекомендации для преподавателя

Основное внимание при изучении дисциплины «**Технологические основы физико-химической обработки материалов**» следует уделять изучению основных методов и технологий физико-химической обработки изделий, определению рациональной области их применения. Внимание следует уделять вопросам выбора оптимального метода формообразования изделия в зависимости от конкретных условий и требований по точности и качеству, необходимости назначения вспомогательных операций, определению места операции ЭФХО в разрабатываемом технологическом маршруте. Уделить внимание оформлению технологической документации при проектировании технологических процессов, выбору оборудования и средств технологического оснащения, методикам выбора параметров режима обработки и нормированию разрабатываемых операций.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций и практических работ.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники и учебные пособия, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация;
- разработанные презентации по различным разделам курса;

- видеоматериалы для закрепления полученной на лекциях информации;
- методические указания для выполнения лабораторных и практических работ.

**Структура и содержание дисциплины «Технологические основы физико-химической обработки материалов»**

по направлению подготовки **15.03.01 «Машиностроение»**  
*профиль «Машины и технологии высокоэффективных процессов обработки»*  
 (очное, 2020)

№ п/п	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.
	<b>бсеместр</b>								
1.	Обзор и классификация методов, способов и технологий ЭФХО. Понятийный аппарат этой области технологических знаний. Место и роль технологий электроэрозионной и электрохимической и других видов обработки в машиностроительном производстве.	6	1-2	4	1пр 2час	№1л 4час	10		
2.	Основные характеристики ЭЭ разрушения. Влияние параметров режима на эти характеристики. Основные технологические операции и их характеристика. СТО и особенности их проектирования. Основы нормирования операций ЭЭО и ТЭО их эффективности. Применение электроэрозионных технологий в современном производстве.	6	3-7	10	1пр 5час	№1л 6час  №2л 4час	25		
3	Основы кинетики электродных процессов при электрохимической обработке изделий. Основные сведения о кинематике химических процессов. Основное уравнение диффузной кинетики. Электродные процессы на границе раздела фаз. Способы электрохимической размерной обработки (ЭХРО). Технологические операции ЭХРО. Особенности формообразования. Технологические характеристики операций ЭХРО (производительность, удельная энергоемкость процесса, точность обработки и качество поверхностного слоя). Технологическое оборудование. Области эффективного применения технологий ЭХРО. Основы унификации технологических процессов ЭХРО.	6	8- 12	10	1пр 2час          2пр 3час	№2л 6час  №3л 4час	25		
4.	Общая характеристика гальванических технологий. Особенности технологий гальванического осаждения металлов и сплавов. Нанесение композиционных покрытий.	6	13- 15	6	2пр 3час	№3л 6час	15		

	Электрохимическое оксидирование и фосфатирование. Электрохимические полимерные и металло-полимерные покрытия. Электролитическое формование (гальванопластика). Средства технологического оснащения гальванического производства. БЖД и экологическая безопасность. Применение в гальванических покрытиях современных технологиях.								
5	Оценка и анализ уровня качества технологий. Методика и особенности технико-экономического обоснования ЭФХО. Сфера эффективного технологического применения методов ЭФХО.	6	16-17	4	2пр 2час	№4л 4час	10		
9	Обзорные занятия	6	18	2	2пр 1час	№4л 2час	5		
	<b>Форма аттестации</b>		19-21						
	<b>Всего часов в семестре</b>			<b>36</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>90</b>		
	<b>7 семестр</b>								
1.	<b>Технологические основы электроэрозионной обработки</b>	7	1-9		№1п 9час		9		
2.	<b>Технологические основы электрохимической обработки</b>	7	10-18		№2п 9час		9		
	<b>Форма аттестации</b>		19						
	<b>Всего часов в 7 семестре</b>				<b>18</b>		<b>18</b>		
	<b>Всего часов по дисциплине</b>			<b>54</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>108</b>		

# **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Технологические основы физико-химической обработки материалов»**

по направлению подготовки **15.03.01 «Машиностроение»**.  
Профиль «Машины и технологии высокоэффективных процессов обработки»  
(очное -2020)

## **1. Цели и задачи дисциплины**

К **основным целям** освоения дисциплины «Технологические основы физико-химической обработки материалов» следует отнести:

- формирование знаний и практических навыков проектирования и использования технологических процессов электроэрозионной, электрохимической и др. видов обработки наукоемких изделий современного машиностроения;
- подготовка студентов к практической деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по данному направлению, в том числе формирование умений по совершенствованию существующих и разработке новых, наукоемких технологий изготовления изделий.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Технологические основы физико-химической обработки материалов» следует отнести:

- освоение методологии и методик анализа, выбора и обоснования необходимости применения наиболее эффективного в данных производственных условиях метода физико-химической обработки и технологии на его основе, обеспечивающей высокую технико-экономическую эффективность производства новой техники;
- формирование умений и навыков по обоснованному выбору существующего или создания новых высокоэффективных средств технологического оснащения для реализации технологий электро-физико-химической обработки (ЭФХО) материалов;
- освоение методики назначения параметров режима технологий электроэрозионной и электрохимической и других видов обработки изделий;
- освоение практических навыков и методик разработки и использования технологической документации в области технологий ЭФХО изделий

## **2. Место дисциплины в структуре ОП**

Дисциплина «Технологические основы физико-химической обработки материалов» относится к числу профессиональных учебных дисциплин по выбору базового цикла (Б.1) основной образовательной программы бакалавриата.

«Технологические основы физико-химической обработки материалов» логически и содержательно-методически взаимосвязана со следующими дисциплинами и практиками ООП:

*В вариативной части базового цикла (Б1):*

- «Основы технологии машиностроения»;
- «Технология машиностроения»;
- «Основы теории резания, станки и инструмент»;
- «Материаловедение»;
- «Физические основы КПЭ»;
- «Теоретические основы физико-химической обработки».



В разделе дисциплин по выбору базового цикла (Б.1):

- «Основы проектирования технологической оснастки в машиностроении»;
- «Новые конструкционные материалы и особенности их обработки»;
- «Неразрушающие методы контроля изделий».

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины

#### Знать:

- методику выбора средств технологического оснащения для технологических процессов электроэрозионной и электрохимической обработки изделий;
- особенности и требования по размещению технологического оборудования в производственных условиях;
- технологические возможности электроэрозионной и электрохимической обработки материалов, их преимущества и недостатки по отношению к прочим технологиям механической и физико-химической обработки;
- методику разработки соответствующих технологических процессов (ТП), выбора средств технологического оснащения (СТО);

#### Уметь:

- рассчитывать или назначать параметры режима обработки и нормировать операции ЭФХО;
- выбрать и обосновать оптимальный метод обработки изделия, подобрать СТО для конкретных производственных условий;

#### Владеть:

- навыками оформления документации по планировке размещения технологического оборудования.;
- навыками оформления технологической документации.

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	6 семестр	7 семестр
Общая трудоемкость	216 (63.е.)	180	36
Аудиторные занятия (всего)	108	90	18
В том числе			
Лекции	36	36	-
Практические занятия	36	36	18
Лабораторные занятия	18	18	-
Самостоятельная работа	126	126	18
Курсовая работа	нет	нет	нет
Курсовой проект	нет	нет	нет
Вид промежуточной аттестации	экзамен/зачет	экзамен	зачет

#### Составители программы:

Д.т.н., профессор кафедры «Технологии и оборудование машиностроения»

Б.П. Саушкин

К.т.н., профессор кафедры «Технологии и оборудование машиностроения»

Ю.А. Моргунов

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки: 15.03.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ  
ОП (профиль): «Машины и технологии высокоэффективных процессов обработки»  
Форма обучения: **очная** (2020)  
Вид профессиональной деятельности: (В соответствии с ФГОС ВО)  
производственно-технологическая

Кафедра: Технологии и оборудование машиностроения"

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **"Технологические основы физико-химической обработки материалов"**

- Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств  
2. Описание оценочных средств:

**Составители:**  
**Моргунов Ю.А., Саушкин Б.П.**

Москва, 2020г.

**ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ**

<b>Технологические основы физико-химической материалов</b>					
ФГОС ВО 15.03.01 «Машиностроение». Профиль «Машины и технологии высокоэффективных процессов обработки» (очное, 2019)					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:					
<b>КОМПЕТЕНЦИИ</b>		<b>Перечень компонентов</b>	<b>Технология формирования компетенций</b>	<b>Форма оценочного средства**</b>	<b>Степени уровней освоения компетенций</b>
<b>ИН-ДЕКС</b>	<b>ФОРМУЛИРОВКА</b>				
<b>ПК-13</b>	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования, умением осваивать вводимое оборудование	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>методику выбора средств технологического оснащения для технологических процессов электроэрозионной и электрохимической обработки изделий;</li> <li>особенности и требования по размещению технологического оборудования в производственных условиях;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>рассчитывать или назначать параметры режима обработки и нормировать операции ЭФХО;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>навыками оформления документации по планировке размещения технологического оборудования.</li> </ul>	лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы, практические занятия.	УО, Т	<p><b>Базовый уровень:</b></p> <p>воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля и при выполнении курсового проекта.</p> <p><b>Повышенный уровень:</b></p> <p>практическое применение полученных знаний в процессе оформления планировок участков с размещением там как основного, так и вспомогательного оборудования и синхронизация их работы.</p>

ПК-17	<p>умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения</p>	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• технологические возможности электроэрозионной и электрохимической обработки материалов, их преимущества и недостатки по отношению к прочим технологиям механической и физико-химической обработки;</li> <li>• методику разработки соответствующих технологических процессов (ТП), выбора средств технологического оснащения (СТО);</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <p>выбрать и обосновать оптимальный метод обработки изделия, подобрать СТО для конкретных производственных условий;</p> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками оформления технологической документации.</li> </ul>	<p>лекция, самостоятельная работа, практические занятия, лабораторные работы</p>	УО, Т	<p><b>Базовый уровень</b></p> <p>- знание основных методов и технологий ФХО, способность разработать ТП изготовления изделия с выбором СТО и подготовить комплект КТД с учетом соответствующих стандартов и нормативной документации для стандартных изделий не высокой сложности.</p> <p><b>Повышенный уровень</b></p> <p>- знание основных методов и технологий ФХО, способность разработать ТП изготовления изделия с выбором СТО и подготовить комплект КТД с соблюдением соответствующих стандартов и нормативной документации для стандартных изделий высокой сложности.</p>
-------	--	---	--	-------	--

\*\* - Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 3 к РП.

Примечание. Студенты, освоившие повышенный уровень компетенций, на экзамене претендуют на оценку «хорошо» и «отлично» в зависимости от качества их ответов.

Студенты, освоившие базовый уровень компетенций, на экзамене претендуют на оценку «удовлетворительно».

## Перечень оценочных средств по дисциплине

### «Технологические основы физико-химической обработки материалов»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Тесты (Т)	Средство контроля знаний, проводимое, как правило, с использованием компьютеров, после изучения отдельных разделов изучаемой дисциплины.	Комплект тестовых вопросов

### Вариант экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет Машиностроения, кафедра «Технологии и оборудование машиностроения»

Дисциплина «Технологические основы физико-химической обработки материалов»

Образовательная программа 15.03.01 Машиностроение

Курс 3, семестр 6

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №3

1. Классификация методов, способов и технологий ЭФХО по воздействию на материалы.
2. Нормирование операций ЭХРО.
3. Методика и особенности технико-экономического обоснования ЭФХО.

Утверждено на заседании кафедры «\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г., протокол №\_\_.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

## Перечень вопросов на экзамен

Вопросы к экзамену	Код компетенции
Классификация методов, способов и технологий ЭФЭХ воздействия на материалы.	ПК-17
Понятийный аппарат электроэрозионной обработки. Основные операции и их характеристики.	ПК-17
Понятийный аппарат электрохимической обработки. Основные операции и их характеристики.	ПК-17
Физическая модель разрушения материала и съема припуска при ЭЭО.	ПК-17
Физическая модель разрушения материала и съема припуска при ЭХРО.	ПК-17
Законы Фарадея и Лапласа. Описание процесса электрохимического растворения материалов в плоско-параллельном канале.	ПК-17
Роль тепло- и газовыделения в процессах ЭХРО.	ПК-17
Электрохимические процессы на электродах при ЭХРО.	ПК-17
Процессы переноса в электролитах. Основные стадии суммарной электродной реакции.	ПК-17
Эволюция анодной поверхности в процессе электрохимического растворения. Обработка в плоско-параллельном МЭП, обработка в коаксиальном МЭП.	ПК-17
Явление электрической эрозии материалов. Электроэрозионная обрабатываемость и стойкость материалов. Критерий Палатника.	ПК-17
Низковольтный электрический разряд в жидких диэлектриках. Физическая модель процесса.	ПК-17
Тепловой механизм разрушения материала при ЭЭО. Формирование единичной электроэрозионной лунки.	ПК-17
Механизм выброса материала из микрованны расплава в МЭП.	ПК-17
Гидромеханические процессы в МЭП при ЭЭО.	ПК-17
Термомеханические процессы в материале электрода при ЭЭО.	ПК-17
Инверсия съема материала. Влияние полярности подключения электродов на скорость разрушения материалов.	ПК-17
Основные операции ЭЭО и их характеристика.	ПК-13
Основные операции ЭХРО и их характеристика.	ПК-13
Оценка основных технологических показателей ЭЭО.	ПК-13
Оценка основных технологических показателей ЭХРО.	ПК-13
Основные требования к рабочим жидкостям для ЭЭО.	ПК-13
Основные требования к рабочим жидкостям для ЭХРО.	ПК-13
Технологическое оборудование для МДО. Виды оборудования и характеристики.	ПК-13
Технологическое оборудование для ЭЭС. Виды оборудования и характеристики.	ПК-13
Основные требования к рабочим жидкостям для МДО.	ПК-13
Формирование поверхностного слоя деталей машин при ЭЭС.	ПК-17
Формирование поверхностного слоя деталей машин при МДО.	ПК-17
Технологическое оборудование для ЭЭО. Виды оборудования и характеристика.	ПК-13
Технологическое оборудование для ЭХРО. Виды оборудования и характеристика.	ПК-13
Методика назначения параметров режима обработки для операций ЭЭО.	ПК-17
Методика назначения параметров режима обработки для операций ЭХРО.	ПК-17
Нормирование операций ЭХРО и ЭЭО.	ПК-13
Технико-экономическая оценка эффективности операций ЭЭО и ЭХРО.	ПК-13

Эффективные области применения и перспективы развития технологий электроэрозионной и электрохимической обработки.	ПК-13
Общая характеристика гальванических технологий	ПК-17
Особенности технологий гальванического осаждения металлов и сплавов	ПК-13
Нанесение композиционных покрытий с помощью гальванических технологий	ПК-17
Электролитическое формование (гальванопластика).	ПК-13
Основные технологические процессы гальваники, их характеристика и область рационального применения.	ПК-13
БЖД и экологическая безопасность при использовании гальванических технологий	ПК-13
Применение гальванических покрытий в современных технологиях	ПК-17
Общая классификация методов и технологий физико-химической обработки материалов	ПК-17
Методика оценки уровня качества гальванических технологий	ПК-17
Принципы оценки экономической эффективности при использовании гальванических технологий.	ПК-17
Комбинированные процессы с применением электроэрозионного метода.	ПК-17
Электроэрозионное аддитивное формообразование	ПК-17
Электроискровое легирование и модификация поверхностного слоя	ПК-17
Первичные погрешности обработки при ЭЭО	ПК-17
Оценка производительности и техническое нормирование при ЭХРО	ПК-17
Оценка производительности и техническое нормирование при ЭЭО	ПК-13
Первичные погрешности обработки при электрохимическом формообразовании	ПК-17
ЭЭ микрообработка и гравирование	ПК-17
Комбинированные методы с применением электрохимической обработки	ПК-17
Влияние электрохимической обработки на параметры качества поверхностного слоя деталей машин	ПК-13
Утилизация и регенерация электролитов для электрохимической размерной обработки	ПК-13

**Примеры тестовых заданий по курсу  
«Технологические основы физико-химической обработки материалов»  
(раздел 4.2)**

1. Что называют физико-техническим (химико-техническим) эффектом?
  - а) эффективность технической или технологической системы;
  - б) результат протекания какого-либо физического или химического процесса, который используется или может быть использован в технике или технологии для достижения определенных целей;
  - в) результат интенсификации физических (химических) процессов в данной технической или технологической системе.
  
2. Какое понятие является более общим – метод или способ обработки материалов?
  - а) способ представляет собой совокупность методов;
  - б) метод представляет собой совокупность способов;
  - в) эти понятия являются равнозначными.

3. В XX веке появились новые методы обработки: электроэрозионная, электрохимическая и лазерная. Выберите вариант таблицы с правильным указанием дат (год) их появления.

Вариант ответа	Метод обработки		
	Лазерная обработка	Электроэрозионная обработка	Электрохимическая обработка
а)	1943	1928	1960
б)	1960	1943	1928
в)	1928	1960	1943

4. Что собой представляет канал электрического разряда в диэлектрической среде?

- а) поток электронов;
- б) плазменное образование;
- в) поток ионов.

5. Какой процесс лежит в основе лавинообразного развития стриммера при электрическом разряде?

- а) термоэлектронная эмиссия;
- б) ударная ионизация;
- в) введение носителей заряда из внешней среды.

6. Каким образом влияет загрязнение диэлектрической жидкости на напряжение пробоя?

- а) возрастание концентрации загрязнений (посторонних включений) приводит к увеличению напряжения пробоя;
- б) возрастание концентрации загрязнений (посторонних включений) приводит к снижению напряжения пробоя;
- в) загрязнения не влияют на диэлектрические свойства среды.

7. В чем физическая причина развития электрического разряда в жидкой диэлектрической среде при достижении некоторой критической напряженности  $E_{кр}$  электрического поля?

- а) кинетическая энергия электронов становится достаточной для ударной ионизации частиц среды;
- б) при данной напряженности поля начинается самопроизвольная ионизация частиц среды;
- в) носители заряда вырываются из кристаллической решетки материала электродов силами электрического поля.

8. Какова физическая причина разрушения твердого тела при низковольтном электрическом разряде в жидкой диэлектрической среде?

- а) фазовые переходы «твердое тело – жидкость - пар» при нагреве материала;
- б) охрупчивание материала и разрушение в результате действия внутренних напряжений;
- в) разрушение кристаллической решетки в результате действия мощных электромагнитных полей.



9. В каком виде материал электрода переносится в межэлектродный промежуток?

- а) в виде фрагментов кристаллической решетки твердого тела;
- б) в виде паров;
- в) в капельно-жидком и парообразном состоянии.

10. Что происходит с каплями расплава после выброса в МЭП?

- а) переносятся на поверхность противэлектрода и осаждаются на ней;
- б) испаряются;
- в) остывают, кристаллизуются и остаются в рабочей жидкости в виде твердых сферических частиц.

11. Что происходит с газо-паровым пузырем в течение разряда?

- а) находится в стационарном состоянии;
- б) схлопывается;
- в) расширяется.

12. За счет каких сил происходит эвакуация твердых продуктов разрушения материала из межэлектродного промежутка в объем рабочей жидкости?

- а) электродинамических;
- б) гидромеханических;
- в) сил поверхностного натяжения.

13. Какой технический прием применяется для интенсификации эвакуации продуктов эрозии из МЭП?

- а) наложение внешнего магнитного поля;
- б) введение газа в МЭП;
- в) прокачка рабочей жидкости через МЭП.

14. В чем заключается электрогидравлический эффект?

- а) появление и распространение в жидкой фазе ударной волны;
- б) появление разности потенциалов на электродах при прокачке между ними диэлектрической среды;
- в) появление носителей зарядов в потоке диэлектрической жидкости.

15. Каков механизм распространения тепла в теле электрода при электрическом разряде?

- а) конвективный; б) механизм теплопроводности; в) механизм лучеиспускания.

16. Какова зависимость объема единичной лунки от энергии разрядного импульса?

- а) параболическая; б) гиперболическая; в) близкая к линейной.

17. Элементом какой геометрической фигурой описывается единичная эрозионная лунка?

- а) конус; б) прямоугольный параллелепипед; в) сфера.

18. В чем проявляются коллективные эффекты при наложении на МЭП серии разрядных импульсов?

- а) в появлении холостых импульсов, не приводящих к эрозии электрода или снижающих ее величину;
- б) в усилении эрозионного действия каждого последующего импульса по отношению к предыдущему;
- в) в появлении резонансных явлений.

19. В чем причина инверсии съема при изменении длительности разрядного импульса?

- а) в инерционности процессов нагрева материала электродов;
- б) в различии между массами носителей зарядов – электронов и ионов;
- в) в инерционности процесса роста и схлопывания газо-парового пузыря.

20. Какая физическая характеристика материала наиболее значима при оценке эрозионной стойкости материалов по критерию Палатника?

- а) теплопроводность; б) теплоемкость; в) температура плавления.

21. Какой параметр в наибольшей степени влияет на шероховатость поверхности при ЭЭО?

- а) длительность импульса; б) длительность паузы; в) энергия импульса.

22. Что представляет собой коэффициент относительного износа?

- а) отношение масс электродов, удаленных в результате эрозии в процессе обработки;
- б) отношение соответствующих объемов материала электродов;
- в) отношение плотностей материала электродов.

23. Какой глагол используется в технологических картах при описании электроэрозионной копировально-прошивочной операции?

- а) прожечь отверстие;
- б) протянуть отверстие;
- в) прошить отверстие.

24. Почему при осуществлении электрического разряда между электродами, погруженными в легковоспламеняющуюся жидкость, не происходит ее возгорание?

- а) недостаточно высокая температура в области разряда;
- б) отсутствие паров жидкости;
- в) отсутствие окислителя.

25. Какой материал используется обычно для изготовления проволоки к проволочно-вырезным электроэрозионным станкам?

- а) медь;
- б) вольфрам;
- в) латунь.

26. Какая рабочая жидкость используется в большинстве случаев в электроэрозионных станках?

- а) водный раствор каустической соды;
- б) смесь ортофосфорной и фтористоводородной кислот;

в) смесь продуктов перегонки нефти.

27. Как необходимо изменить скорость перемотки проволоки на электроэрозионном станке, если при прочих равных условиях увеличилась толщина разрезаемой заготовки?

- а) снизить;
- б) увеличить;
- в) сохранить без изменения.

28. На какую эксплуатационную характеристику детали в наибольшей степени влияют микротрещины в дефектном слое, образующиеся при ЭЭО?

- а) усталостная прочность;
- б) контактная прочность;
- в) коррозионная стойкость.

29. Что представляет собой электроискровое легирование?

- а) способ электроэрозионного упрочнения поверхности
- б) способ электроэрозионного наращивания поверхности;
- в) способ контроля качества поверхностного слоя.

30. Какими достоинствами обладает ЭЭО по отношению к обработке резанием?

- а) более высокая производительность при обработке основных конструкционных материалов;
- б) более высокая точность формообразования;
- в) возможность обработки любых токопроводящих материалов вне зависимости от их механических свойств.

31. Какого рода остаточные напряжения появляются в поверхностном слое при ЭЭО?

- а) Растягивающие
- б) Сжимающие
- в) Остаточные напряжения не возникают