

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

М. Б. Лещинский

**ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ
В МАШИНОСТРОЕНИИ**

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,
обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
15.03.01 Машиностроение

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

УДК 631.3.004.067

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры инжиниринга технологического оборудования ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» И. А. Соколова

Лещинский, М. Б.

Физико-технические методы обработки в машиностроении: учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов, обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение / М. Б. Лещинский. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 30 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Физико-технические методы обработки в машиностроении» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса и практическим занятиям, отражены рекомендации для выполнения контрольной работы для направления подготовки 15.03.01 Машиностроение, форма обучения заочная.

Табл. 4, список лит. – 11 наименований

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой инжиниринга технологического оборудования 18 января 2023 г., протокол № 4

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 27 февраля 2023 г., протокол № 2

УДК 631.3.004.067

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2022 г.
© Лещинский М. Б., 2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ.....	20
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	29
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	32
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	33

ВВЕДЕНИЕ

Электрохимические и электрофизические методы обработки материалов за последние годы все больше применяются как наиболее эффективные и экономичные, а нередко и как единственно возможные способы изготовления заготовок и деталей (особенно из современных высокопрочных и труднообрабатываемых металлических и неметаллических конструкционных материалов). Расширяется внедрение в промышленность так называемой совмещенной, или комбинированной, электрохимической и электрофизической обработки в тех случаях, когда традиционные методы формообразования (обработка резанием, штамповка и др.) дополняются электрохимическим или электрофизическим воздействием на обрабатываемый материал в целях интенсификации операций. В ряде случаев совмещают отдельные разновидности электрохимической и электрофизической обработки. Дальнейшее расширение практического применения этих методов будет способствовать ускорению научно-технического прогресса в машиностроении, приборостроении и других отраслях хозяйства.

Дисциплина «Физико-технические методы обработки в машиностроении» по учебному плану является дисциплиной профессионального цикла его вариативной (профильной) части и входит в модуль «Реновация в машиностроении».

При изучении дисциплины используются знания и навыки, полученные в ходе знакомства с основными положениями соответствующих разделов физики, химии, материаловедения, технологии конструкционных материалов, сопротивления материалов, электротехники, основ технологии машиностроения и др.

При реализации дисциплины «Физико-технические методы обработки в машиностроении» организуется практическая подготовка путем проведения практических и лабораторных работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Целью освоения дисциплины «Физико-технические методы обработки в машиностроении» является совершенствование знаний, получаемых студентами по методам обработки деталей из современных труднообрабатываемых материалов, которые повышают производительность труда, точность обработки и ее экономические показатели, а также формирование компетенций с учетом требований ФГОС ВПО.

Задачами, поставленными при изучении дисциплины, являются отработка навыков по использованию перспективных физико-технических методов обработки применительно к новым материалам, которые позволят при проектировании технологических процессов обработки деталей быстрее определять возможные методы для целей конкретного практического применения.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основные способы обработки деталей, при которых непосредственно используется механическая, электрическая, тепловая и химическая энергия;
- наиболее перспективные эффективные методы комбинированной обработки;

уметь:

- предложить применение тех или иных методов физико-технической обработки при реновации оборудования размерной обработкой;

владеть:

- навыками по разработке технических условий при использовании специальных методов обработки.

Для успешного освоения дисциплины «Физико-технические методы обработки в машиностроении», студент должен активно работать на лекционных, практических занятиях и качественно выполнять лабораторные работы, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущий контроль) предусмотрены тестовые задания. Тестирование и решение практических задач, обучающихся проводится на практических занятиях после изучения соответствующих тем. Тестовое задание предусматривает выбор правильного ответа на поставленный вопрос из предлагаемых вариантов ответа. Перед проведением тестирования преподаватель знакомит студентов с вопросами теста, а после проведения тестирования проводит анализ его работы. Перечень примерных тестовых и практических заданий представлен в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена, к которому допускаются студенты, освоившие темы курса и имеющие положительные оценки.

Для успешного освоения дисциплины «Физико-технические методы обработки в машиностроении» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень ключевых вопросов для подготовки и организации самостоятельной работы студентов. Материал пособия содержит рекомендации по написанию контрольной работы для студентов заочной формы обучения.

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100-балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (таблица 1).

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
Критерий				
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задаче данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи

Система оценок	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
Критерий				
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

При необходимости для обучающихся-инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс «Физико-технические методы обработки в машиностроении», студент должен научиться работать на лекциях, практических занятиях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность. В начале лекции необходимо уяснить цель, которую лектор ставит перед собой и студентами. Важно внимательно слушать, отмечать наиболее существенную информацию и кратко ее конспектировать; сравнивать то, что услышано на лекции с прочитанным и усвоенным ранее материалом в области применения различных материалов, укладывать новую информацию в собственную, уже имеющуюся, систему знаний. По ходу лекции необходимо подчеркивать новые термины, определения, устанавливать их взаимосвязь с изученными ранее понятиями.

Основными видами учебной деятельности в ходе изучения курса являются лекции и практические занятия.

При разработке образовательной технологии организации учебного процесса основной упор сделан на соединение активной и интерактивной форм обучения. Интерактивная форма позволяет студентам проявить самостоятельность в освоении теоретического материала и овладении практическими навыками, формирует интерес и позитивную мотивацию к учебе.

При чтении лекций преподаватель имеет право самостоятельно выбирать формы и методы изложения материала, которые будут способствовать качественному его усвоению. При этом преподаватель в установленном порядке может использовать технические средства обучения, имеющиеся на кафедре и в университете.

Вместе с тем всякий лекционный курс является в определенной мере авторским, представляет собой творческую переработку материала и неизбежно отражает личную точку зрения лектора на предмет и методы его преподавания. В этой связи представляется целесообразным привести некоторые общие методические рекомендации по построению лекционного курса и формам его преподавания.

Лекции составляют основу теоретической подготовки и посвящены наиболее важным моментам при изучении курса «Специальные технологии сварки и пайки». При проведении лекций необходимо использовать технические средства обучения, ЭИОС, применять методы, способствующие активизации познавательной деятельности слушателей. На лекциях целесообразно теоретический материал иллюстрировать рассмотрением различных примеров и конкретных задач. Имеет смысл привлекать студентов к обсуждению как рассматриваемого вопроса в целом, так и отдельных моментов рассуждений и доказательств. Необходимо также использовать возможности проблемного изложения, дискуссии с целью активизации деятельности студентов.

Практические занятия проводятся для закрепления основных теоретических положений курса и реализации их в практических расчетах, формирования и развития у студентов мышления в рамках будущей профессии.

На практических занятиях следует добиваться точного и адекватного владения теоретическим материалом и его применения для решения задач.

Важным звеном во всей системе обучения является самостоятельная работа обучающихся. В широком смысле под ней следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности студентов как в отсутствие преподавателя, так и в контакте с ним. Она является одним из основных методов поиска и приобретения новых знаний, работы с литературой, а также выполнения предложенных заданий. Преподаватель призван оказывать в этом методическую помощь студентам и осуществлять руководство их самостоятельной работой.

Необходимо контролировать степень усвоения студентами текущего материала, а также уровень остаточных знаний по уже изученным темам.

При изучении курса предусмотрены следующие формы текущего контроля:

- опросы по теоретическому материалу;
- контроль на практических занятиях.

Промежуточный контроль осуществляется в форме сдачи экзамена и имеет целью определить степень достижения учебных целей по дисциплине.

С целью формирования мотивации и повышения интереса к предмету особое внимание при чтении курса необходимо обратить на темы, которые можно проиллюстрировать примерами из практической сферы, связывая

теоретические положения с будущей профессиональной деятельностью студентов. Тематический план лекционных занятий представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ЛЗ

Номер темы	Содержание лекционного занятия	Кол-во часов ЛЗ	
		очная форма	заочная форма
1	Введение. Электрофизические и электрохимические методы.	2	0,5
2	Электроэрозионная обработка металлов	2	0,5
3	Размерная электрохимическая обработка	2	0,5
4	Ультразвуковая обработка материалов	4	0,5
5	Электроннолучевая обработка материалов	2	0,5
6	Светолучевая обработка материалов	2	0,5
7	Плазменная обработка	2	0,5
8	Электровзрывная обработка	2	0,5
9	Магнитно-импульсное формообразование	2	-
10	Комбинированные методы обработки	2	-
Итого		22	4

Если на лекции студент не получил ответа на возникшие у него вопросы, он может в конце лекции задать эти вопросы лектору курса дисциплины.

Тема 1. Введение. Электрофизические и электрохимические методы

Ключевые вопросы темы

1. Обработка конструкционных материалов, имеющих низкую обрабатываемость лезвийным и абразивными инструментами, в том числе высоколегированных сталей, твердых сплавов, ферритов, керамики, полупроводников, ситалла и др.
2. Обработка деталей сложной геометрической формы из труднообрабатываемых материалов (пресс-формы, детали лопаток турбин и т. п.).
3. Обработка миниатюрных тонкостенных нежестких деталей, а также деталей сложной формы с пазами и отверстиями.

Ключевые понятия: для осуществления размерной обработки заготовок электрофизическими и электрохимическими (ЭФЭХ) методами используют электрическую, химическую, звуковую, световую, лучевую и другие виды энергии.

Литература: [7, с. 8–13]

Методические рекомендации

В машиностроении часто возникают технологические проблемы, связанные с обработкой материалов и деталей, форму и состояние поверхностного слоя которых трудно получить механическими методами. К таким проблемам относится обработка весьма прочных, очень вязких, хрупких и неметаллических материалов, тонкостенных нежестких деталей, пазов и отверстий, имеющих размеры в несколько микрометров, поверхностей деталей с малой шероховатостью или малой толщиной дефектного поверхностного слоя. Подобные проблемы решаются применением электрофизических и электрохимических (ЭФЭХ) методов обработки.

К ЭФЭХ методам размерной обработки материалов относят методы, обеспечивающие съем обрабатываемого материала в результате физико-химических процессов.

Стали и сплавы с особыми физико-механическими свойствами, среди которых, прежде всего, следует отметить жаропрочность, коррозионную стойкость, прочность, в настоящее время являются важнейшими современными материалами.

Обработка деталей из новых материалов резанием крайне затруднена, а в ряде случаев вообще невозможна. По этой причине при конструировании новых машин зачастую используют менее совершенные по эксплуатационным характеристикам, но обладающие удовлетворительными технологическими свойствами материалы. Это снижает рабочие параметры машин и ухудшает их качественные характеристики. Поэтому наряду с получением новых видов материалов проводится интенсивный поиск качественно новых способов их обработки.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие технологические проблемы возникают в современном машиностроении?
2. Каковы достоинства электрофизических и электрохимических методов обработки?
3. Кто основоположник электроэрозионного способа обработки?
4. Кто разработал основы электрохимического метода обработки?
5. Каковы основные направления в обработке труднообрабатываемых материалов?
6. Как классифицируются физико-химические способы обработки материалов?
7. Каковы преимущества физико-химических методов обработки перед процессами резания?

Тема 2. Электроэрозионная обработка металлов

Ключевые вопросы темы

1. Прошивание – удаление металла из полостей, углублений, отверстий, пазов, с наружных поверхностей.
2. Электроэрозионное шлифование.
3. Разрезание профильным или непрофилированным инструментом.
4. Электроэрозионное упрочнение.

Ключевые понятия: удаление металла с заготовки происходит в среде диэлектрика за счет микроразрядов расплавляющих часть металла, первой стадией эрозионного процесса является пробой межэлектродного промежутка, второй стадией является образование около канала проводимости газового пузыря из паров жидкости и металлов, третьей стадией будет прекращение тока, отрыв ударной волны от газового пузыря и продолжение его расширения по инерции.

Литература: [7, с. 92–154]

Методические рекомендации

При электроэрозионной обработке для разрушения металла, снимаемого на данной операции, используется электрический разряд, возникающий при прохождении электрического тока через диэлектрическую среду.

Сопутствующее электрическому разряду физическое явление, заключающееся в переносе материала электродов и приводящее к разрушению поверхности одного них – токопроводящего обрабатываемого, называется электрической эрозией.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое электроэрозионная обработка?
2. Кто был основоположником метода?
3. Какие технологические схемы ЭЭО применяются в промышленности?
4. В чем принципиальное отличие электроимпульсной установки от электроискрового станка?
5. Какие физические явления происходят на электродах при ЭЭО?
6. Перечислите стадии протекания процесса при ЭЭО?
7. От чего зависит производительность процесса ЭЭО и качество поверхности?
8. Какие диапазоны напряжения используют при ЭЭО?
9. Какое влияние на производительность процесса ЭЭО оказывает площадь обрабатываемой поверхности и глубина внедрения электрода-инструмента в заготовку?
10. Какие среды используют при ЭЭО?

Тема 3. Размерная электрохимическая обработка

Ключевые вопросы темы

1. Отсутствует износ электрода-инструмента (так как фактически при ЭХО инструментом является раствор электролита).
2. Возможность формообразования сложнофасонных поверхностей при поступательном перемещении электрода-инструмента.
3. Обработка материалов с высокой производительностью независимо от их физико-механических свойств.
4. Отсутствие не только силового, но и температурного воздействия на заготовку в зоне обработки.
5. Уменьшение шероховатости обработанной поверхности и глубины дефектного слоя.
6. Простота автоматизации процессов обработки.

Ключевые понятия: электрическая ячейка состоит в основном из двух не контактирующих электродов, погруженных в электролит, между которыми имеется разность потенциалов. При ЭХО образующиеся при подключении обрабатываемой детали к положительному полюсу источника питания, положительно заряженные ионы металла отводятся от поверхности анода под действием электрического поля.

Литература: [7, с. 53–85]

Методические рекомендации

Основой электрохимической обработки является процесс локального анодного растворения, происходящий при высокой плотности постоянного тока в проточном электролите. При съеме металла происходит изменение конфигурации межэлектродного зазора, что вызывает перераспределение плотности электрического тока, изменение гидродинамических условий и как следствие этого – копирование профиля катода. Интенсивное движение жидкости обеспечивает стабильный и высокопроизводительный процесс анодного растворения, вынос продуктов растворения из рабочего зазора и отвод теплоты, возникающей во время обработки.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие технологические схемы используются при ЭХО деталей?
2. Какие классические законы используют при описании процесса ЭХО?
3. Какие химические реакции протекают на электроде-инструменте и заготовке в процессе ЭХО?
4. Каковы требования при подборе электролита?
5. Как определяют необходимую скорость прокачки электролита?
6. Как выбрать напряжение на электродах?
7. Каковы пути снижения погрешности обработки?

8. Как влияет плотность тока на шероховатость поверхности?
9. Как влияет качество поверхности после ЭХО на механические свойства материалов?
10. Каковы основные пути повышения механических свойств деталей после ЭХО?

Тема 4. Ультразвуковая обработка материалов

Ключевые вопросы темы

1. Размерная обработка заготовок из твердых хрупких материалов абразивными зёрнами, движущимися за счет действия УЗ инструмента.
2. Интенсификация процессов резания при сообщении вынужденных УЗ колебаний металлическим или абразивным режущим инструментом.
3. Очистка шлифовальных кругов.
4. Ультразвуковое упрочнение поверхности.
5. Обработка мелких деталей свободным абразивом.

Ключевые понятия: производительность уз размерной обработки зависит в первую очередь от амплитуды колебаний инструмента, физико-механических свойств обрабатываемого материала, состава и свойств абразивной суспензии и способа ее подвода, силы подачи, площади поперечного сечения инструмента, глубины обработки.

Литература: [7, с. 198–263]

Методические рекомендации

Ультразвуковые колебания могут применяться как основное воздействие для снятия материала (например, размерная ультразвуковая обработка) или в сочетании с другими видами воздействия (механическими, электрическими, химическими) как средство интенсификации обработки. К последним относятся, например, механические или электрохимические и другие виды обработки с наложением вибраций ультразвуковой частоты на инструмент.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем заключается эффект магнитострикции?
2. Какие существуют типы УЗ волн?
3. Назовите основные схемы УЗО.
4. Каков механизм разрушения материала при УЗ размерной обработке свободным абразивом?
5. Для каких материалов целесообразно применение УЗ размерной обработки?
6. Как влияют УЗ колебания на упрочняюще-чистовую обработку?
7. Из каких элементов состоит УЗ колебательная система?

8. Чем ограничена максимальная амплитуда колебаний концентратора и рабочего инструмента при УЗО?

Тема 5. Электроннолучевая обработка материалов

Ключевые вопросы темы

1. Возможность за счет фокусировки луча плавно изменять в широких пределах удельную энергию в зоне нагрева.
2. Большая мощность (от десятков ватт до мегаватт).
3. Сравнительная простота управления пространственным положением луча с помощью магнитной системы и возможность модулирования луча по мощности.
4. Наличие вакуума как рабочей среды.
5. Возможность получения малоразмерной (прецизионной) зоны воздействия электронного луча на обрабатываемый материал.

Ключевые понятия: Формирование электронного луча для технологических целей можно представить состоящим из следующих основных стадий:

- получение свободных электронов;
- ускорение электронов электростатическим или магнитным полем и формирование электронного пучка;
- изменение поперечного сечения электронного пучка (чаще для его фокусирования на обрабатываемой поверхности);
- отклонение электронного луча и обеспечение требуемой траектории перемещения точки его встречи с обрабатываемой поверхностью.

Литература: [7, с. 253–287]

Методические рекомендации

Электронный луч как технологический инструмент позволяет осуществлять нагрев, плавку и испарение практически всех материалов, сварку и размерную обработку, нанесение покрытий и запись информации. Такая универсальность электронного луча дает возможность использовать одно и то же оборудование для различных технологических целей и совмещать в одном цикле обработки различные технологические процессы.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие основные этапы формирования электронного луча?
2. Требования к катодам электронных пушек.
3. Принцип ускорения электронов в... пушках.
4. Каким образом можно управлять положением электронного луча в пространстве?

5. Какова роль вакуума в электроннолучевой технологии и какова должна быть его величина?
6. В чем особенности взаимодействия луча с веществом?
7. Для каких целей используется электроннолучевой нагрев поверхности?
8. В каких областях применяют электроннолучевую плавку?
9. В чем основные особенности электроннолучевой сварки?

Тема 6. Светолучевая обработка материалов

Ключевые вопросы темы

1. Рабочее тело (вещество), состоящее из ансамбля атомов и молекул, для которых может быть создана инверсия населенности (неравновесное состояние вещества).
2. Система, позволяющую осуществлять инверсию.
3. Оптический резонатор (струна, стержень), который служит для осуществления взаимодействия излучения с рабочим веществом и в котором происходит отбор энергии от ансамбля генерирующих излучение частиц.
4. Устройство для вывода энергии из резонатора.
5. Система управления концентрацией энергии и пространственным положением полученного пучка света.

Ключевые понятия: для инверсии населенности в ОКГ применяют следующие виды накачки:

- оптическую накачку за счет облучения вещества мощным световым потоком;
- электрическую накачку (прохождение через вещество электрического тока);
- химическую накачку, когда инверсия возникает за счет химической реакции, в которой принимает участие рабочее вещество.

Литература: [7, с. 167–183]

Методические рекомендации

Сразу после создания лазеры стали широко применяться в различных технологиях по передаче информации и связи, для измерения расстояний с большой точностью. Особое место занимает лазерная технология – группа процессов, использующих мощное излучение ОКГ для нагрева, плавления, испарения, сварки и резки материалов. В настоящее время ОКГ рассматривается как один из наиболее перспективных лучевых источников энергии.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем состоят основные достоинства и недостатки полихроматического света как источника энергии для технологических целей?

2. Какие основные физические принципы положены в основу работы ОКГ?
3. Как получают когерентное излучение с помощью ОКГ?
4. Какие вещества используются в лазерах для генерации излучения?
5. Как осуществляется накачка энергией в твердотельных, газовых и полупроводниковых ОКГ?
6. Как производится вывод излучения из ОКГ?
7. Как осуществляется фокусирование излучения лазера в зависимости от длины волны?
8. Каковы основные особенности взаимодействия светового излучения с веществом?
9. Где наиболее целесообразно технологическое применение лазерного излучения?
10. Назовите основные достоинства и недостатки обработки материалов с помощью излучения ОКГ.

Тема 7. Плазменная обработка

Ключевые вопросы темы

1. Плазменный нагрев.
2. Плавление вещества.
3. Сварка и наплавка.
4. Напыление.
5. Резка.

Ключевые понятия: плазму получают в электродуговом разряде, в высокочастотном электрическом поле, с помощью энергии лазерного излучения, физические свойства плазмы – высокие значения температур, энтальпия и электропроводность.

Литература: [7, с. 156–167]

Методические рекомендации

Технологическое применение плазма нашла прежде всего в процессах, требующих высокотемпературного концентрированного нагрева (металлургия, сварочные процессы). В промышленности широко используется плазменная резка различных металлов и неметаллических материалов, плазменное нанесение покрытий из тугоплавких металлов, оксидов, карбидов и нитридов. Как правило, для технологических целей используют так называемую «низкотемпературную» плазму, представляющую собой частично ионизированный газ.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое плазма?

2. Чем отличается плазменная дуга от свободно горящей электрической дуги?
3. Каковы основные физические характеристики плазмы?
4. Каковы основные физико-химические эффекты при взаимодействии плазмы с веществом?
5. Основные схемы плазмотронов.
6. Какой эффект дает плазменная обработка при упрочнении поверхности?
7. В чем сущность процессов плазменной резки и строжки?
8. В каких случаях целесообразно применять плазменный прогрев при обработке металлов резанием?
9. Для каких изделий применяется плазменное формование поверхностей?
10. В каких случаях целесообразно применение плазменной строжки?

Тема 8. Электровзрывная обработка

Ключевые вопросы темы

1. Высоковольтный разряд при пробое диэлектрической жидкости, которая используется как испаряемое вещество, а также для передачи механических усилий к заготовке.
2. Электрический взрыв проводникового испаряемого вещества, помещенного в жидкость, которая служит передатчиком усилий к заготовке.

Ключевые понятия: простота оснастки, равномерность нагружения заготовки, сохранение исходного качества поверхности листовой заготовки, возможность изготовления разнообразных деталей из заготовок одного вида, не нужны дополнительные операции, оборудование легко встраивается в автоматические линии.

Литература: [7, с. 265-278].

Методические рекомендации

Электровзрывную обработку применяют как для формоизменения, так и для разделения заготовки, например для штамповки, гибки, чеканки, вытяжки, раздачи, а также для дробления хрупких материалов, очистки крупных отливок от пригара, резки, развальцовки труб. Известны две основные разновидности электровзрывного формообразования, в которых применяют: высоковольтный разряд при пробое диэлектрической жидкости, которая используется как испаряемое вещество, а также для передачи механических усилий заготовке, и электрический взрыв проводникового испаряемого вещества, помещенного в жидкость, которая необходима только для передачи усилий к заготовке.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите две основные разновидности электровзрывного формообразования.

2. Опишите принцип электрогидравлического формообразования при электрическом разряде в жидкости.
3. В чем принцип электрогидравлического формообразования?
4. Опишите принцип нанесения покрытий электрическим взрывом проводников.
5. Объясните принцип электрогидравлической штамповки и укажите особенности данной операции.
6. Объясните механизм электрогидравлической очистки заготовок и особенности данной операции.
7. Опишите процесс электрогидравлического дробления материалов и особенности данной операции.

Тема 9. Магнитно-импульсное формообразование

Ключевые вопросы темы

1. Электродинамический способ – при взаимодействии токов в возбудителе и заготовке, включенной в цепь разряда конденсаторов.
2. Индукционный способ – при взаимодействии импульсного магнитного поля, которое создается возбудителем, с токами, наведенными в заготовке самим же полем; при этом заготовку не включают в электрическую цепь.

Ключевые понятия: простота: оборудования, отсутствие инструмента, возможность получения деталей сложной конфигурации, отсутствие движущихся узлов, простота автоматизации процесса, отсутствие рабочей среды, нет необходимости герметизировать рабочее пространство, формообразование можно проводить через непроводящую оболочку.

Литература: [7, с. 280–297]

Методические рекомендации

Магнитно-импульсное формообразование относится к методам обработки давлением. По технологическим параметрам этот вид обработки близок к электровзрывному формообразованию. Сила, вызывающая деформацию, создается за счет электромагнитных эффектов непосредственно в самой заготовке, выполненной из электропроводного материала. В данном случае никаких промежуточных рабочих сред для передачи механических воздействий на заготовку не требуется.

Вопросы для самоконтроля

1. Объясните принцип действия установок для магнитно-импульсного формообразования индукционным и электродинамическим способами.
2. Можно ли непосредственно использовать магнитно-импульсное формообразование для изготовления деталей из неэлектропроводных материалов?

3. Почему невозможно магнитно-импульсное формирование очень тонких заготовок?
4. Почему нельзя беспредельно сокращать время зарядки конденсатора с целью повышения производительности установки?

Тема 10. Комбинированные методы обработки

Ключевые вопросы темы

1. Высокая точность ЭЭО.
2. Большая производительность электрохимической размерной обработки.
3. Хорошее качество поверхности, получаемой ультразвуковым методом.

Ключевые понятия: стали оптимизировать процессы путем комбинации известных методов, усиливая их положительные черты. К технологическим показателям комбинированных методов обработки материалов относятся: точность обработки, качество поверхности, производительность, режим обработки, износ инструмента.

Литература: [7, с. 299–380]

Методические рекомендации

Электрофизические и электрохимические методы изготовления деталей имеют ряд существенных преимуществ перед традиционными способами. К ним можно отнести высокую точность электроэрозионной обработки и большую производительность электрохимической размерной обработки, хорошее качество поверхности, получаемой ультразвуковым методом. Однако технологи хотели бы, чтобы существовали методы обработки, сочетающие все вышеперечисленные достоинства. С этой целью стали оптимизировать процессы, путем комбинации известных методов, усиливая их положительные черты.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое комбинированные методы обработки?
2. Охарактеризуйте анодно-абразивную обработку.
3. Поясните способ электро-абразивного шлифования электронейтральным инструментом.
4. Какие факторы влияют на съём металла при использовании свободного абразива или наполнителя?
5. В чем сущность электроэрозионно-химической обработки?
6. Какое влияние на технологические показатели процесса УЗО оказывает анодное растворение металла?
7. Как влияет световой луч на процесс ЭХО?
8. Какие технологические показатели имеет электроэрозионно-химическая обработка по сравнению с ЭЭО и ЭХО?

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Посещаемость практических занятий и выполнение индивидуального задания отмечается в учетной карточке, которую ведет преподаватель. Отчет о проработке каждой темы оформляется студентом индивидуально, включает в себя краткий конспект изучаемой проблемы и предъявляется преподавателю в конце занятия. Преподаватель, по завершению занятия, подводит итоги по изучаемой теме. Группа разбивается на бригады по два студента, которые получив задание и дополнительно проработав соответствующую тематику самостоятельно, в начале следующего занятия раскрывают её для всей группы более углублённо.

Самостоятельная работа студентов. В период обучения студенты должны самостоятельно контролировать усвоение материала лекций, разделов программы, выносимых на самостоятельную проработку, а также предполагает подготовку к лабораторным занятиям и экзамену.

В ходе самостоятельной подготовки студентов к занятию необходимо не только воспользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, но и проявить самостоятельность в отыскании новых источников, интересных фактов, статистических данных, связанных с изучаемой проблематикой семинарского занятия.

Тематический план практических (ПЗ) занятий представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ПЗ

Номер темы	Содержание практического занятия	Кол-во часов ЛЗ	
		очная форма	заочная форма
1	Вибродуговая наплавка деталей	2	-
2	Нанесение покрытий в вакууме	2	-
3	Электрошлаковая наплавка	2	-
4	Восстановление деталей детонационным напылением	2	1
5	Гидрорежущее оборудование	2	1
6	Магнитно-импульсная обработка металлов	2	1
7	Электромеханическая обработка деталей	2	1
8	Электроконтактная наплавка деталей	2	-
9	Анодно-механическая обработка металлов	2	-
10	Газодинамический метод нанесения покрытий	2	1
11	Процесс магнитно-абразивного полирования	2	1
Итого		22	6

Практическое занятие №1 **Вибродуговая наплавка деталей**

Цель: получить знания, навыки и умения по возможности восстановления деталей автоматической вибродуговой наплавкой с последующим повышением качества наплавленного металла.

Задание по практической работе:

Дать подробное описание процессов, происходящих на каждом этапе сопроводив соответствующими эскизами.

1. Двухэлектродная наплавка с колебаниями электродов, смещенных по фазе.
2. Наплавка ленточным электродом.
3. Термомеханическая обработка статическим нагружением.
4. Динамическое упрочнение (проковка бойком).
5. Обработка ультразвуком.

Методические рекомендации:

Вибродуговая наплавка – разновидность автоматической электродуговой наплавки. Она ведется колеблющимся электродом, и в течение всего процесса происходит возбуждение и прерывание электрической дуги между электродом и деталью.

Вопросы для самопроверки

1. В чем состоит сущность процесса автоматической вибродуговой наплавки?
2. Какие детали можно восстанавливать автоматической вибродуговой наплавкой?
3. Какие недостатки присущи процессу вибродуговой наплавки?
4. Поясните суть термомеханической обработки статическим нагружением.
5. Как проводится операция динамического упрочнения?

Практическое занятие № 2 **Нанесение покрытий в вакууме**

Цель: получить знания, навыки и умения по методам нанесения покрытий – вакуумной металлизацией на различные материалы.

Задание по практической работе:

Дать подробное описание процессов, происходящих на каждом этапе сопроводив соответствующими эскизами.

1. Катодное распыление.
2. Термическое напыление.
3. Ионное осаждение.

Методические рекомендации:

Методы нанесения покрытий в условиях разрежения (вакуума), в зависимости от особенностей, превращения материала покрытия в парообразное состояние с последующей конденсацией на защищаемой поверхности, часто называемой подложкой, можно разделить на три вида: катодное распыление, термическое напыление и ионное осаждение.

Вопросы для самопроверки

1. На какие три вида можно разделить методы нанесения покрытий в вакууме?
2. В чем состоит суть катодного распыления и какие схемы этого метода нашли применение в промышленности?
3. Поясните суть метода термического распыления в вакууме.
4. Каковы особенности ионного осаждения?
5. Проведите сравнительный анализ наиболее распространенных методов нанесения покрытий в вакууме.

Практическое занятие № 3 Электрошлаковая наплавка деталей

Цель: получить знания, навыки и умения по технологии восстановления деталей с большими величинами износов методом электрошлаковой сварки и наплавки.

Задание по практической работе:

Дать подробное описание процессов, происходящих на каждом этапе сопроводив соответствующими эскизами.

1. Электрошлаковая сварка
2. Технология восстановления изношенных деталей электрошлаковой наплавкой.
3. Восстановление опорных катков электрошлаковой наплавкой.

Методические рекомендации:

Электрошлаковая сварка представляет собой способ электросварки, позволяющий сваривать металлы практически неограниченной толщины с исключительно высокой производительностью и хорошим качеством. По общей технологической схеме электрошлаковая сварка сходна со сваркой под слоем флюса.

Вопросы для самопроверки

1. Поясните сущность процесса электрошлаковой сварки и её особенности.
2. Назовите области применения электрошлаковой сварки.
3. Каким требованиям должны удовлетворять флюсы?

4. Поясните в каком случае при ремонтной практике целесообразно использование электрошлаковой сварки.

5. Какие конструктивные элементы включает в себя технологическое оборудование для электрошлаковой сварки и наплавки.

Практическое занятие № 4 Восстановление деталей детонационным напылением

Цель: получить знания, навыки и умения о принципах, заложенных в технологический процесс восстановления изношенных поверхностей деталей детонационными покрытиями.

Задание по практической работе:

Дать подробное описание процессов, происходящих на каждом этапе сопроводив соответствующими эскизами.

1. Оборудование для детонационного напыления.
2. Технология нанесения покрытий.
3. Свойства напыленных детонацией поверхностей.

Методические рекомендации:

Процесс детонационного нанесения покрытий основан на использовании энергии детонационной волны, образующейся в результате взрыва смеси горючих газов, обеспечивающей нагрев и ускорение напыляемого порошка.

Вопросы для самопроверки

1. На чем основан процесс детонационного напыления?
2. Какие элементы входят в типовую схему детонационной установки?
3. Какие виды взаимодействий обеспечивают адгезию напыляемого порошка и подложки?
4. Поясните, что такое эффект горячего ударного прессования?
5. Поясните, что такое эффект абразивного отделения?

Практическое занятие № 5 Гидрорежущее оборудование

Цель: получить знания, навыки и умения о возможностях использования гидрорежущего оборудования для резки различных материалов, в том числе и для утилизации отслужившей свой срок техники.

Задание по практической работе:

Дать подробное описание процессов, происходящих на каждом этапе сопроводив соответствующими эскизами.

1. Резка чистой водяной струей.
2. Резка водяной струей с абразивом.
3. Область применения гидрорежущего оборудования.

4. Состав гидрорежущего оборудования.

Методические рекомендации:

В соревновании за экономические показатели производства резка водяной струей часто занимает лидирующее положение. Кроме того, что данный метод резки очень сильно снижает себестоимость производства, он еще очень универсален и быстро совершенствуется. Резка водяной струей широко используется в различных отраслях промышленности во всем мире. Во время резки не выделяются вредные газы или жидкости, окружающая среда не засоряется вредными веществами или запахами. В области прореза материал не подвергается термическому воздействию или влиянию повышенных внутренних напряжений. Это действительно универсальный и эффективный метод резки. Резка водяной струей может использоваться там, где другие способы резки зачастую нельзя применять.

Принцип данной технологии очень прост – вода течет по трубам от насоса к рабочей головке, и образованная струя режет материал. Однако для создания такого оборудования используются современные материалы, сложные технологии и конструкции. Получить и контролировать давление до 600 МПа можно только при наличии знаний о таких технологиях.

Существуют два вида резки водяной струей: 1) чистой водой и 2) абразивная резка.

Вопросы для самопроверки

1. Поясните принцип резки чистой водяной струей.
2. Поясните принцип резки водяной струей с абразивом.
3. Каково назначение мультипликатора?
4. Поясните принцип работы ресивера, установленного между гидравлическим насосом и мультипликатором.
5. Из каких материалов изготавливаются рабочие сопла?

Практическое занятие № 6 Магнитно-импульсная обработка металлов

Цель: получить знания, навыки и умения по технологическим возможностям магнитно-импульсной обработки металлов.

Задание по практической работе:

Дать подробное описание процессов, происходящих на каждом этапе сопроводив соответствующими эскизами.

1. Для радиального сжатия трубы.
2. Для радиальной раздачи трубы.
3. Плоский спиральный индуктор для деформирования плоских листовых заготовок.

Методические рекомендации:

Магнитно-импульсная обработка металлов – метод пластического деформирования металлов и сплавов, основанный на непосредственном преобразовании предварительно накопленной электрической энергии в механическую работу деформации.

Один из основных способов деформирования металлических заготовок энергией магнитного поля основан на взаимодействии проводника с изменяющимся магнитным полем индуктора.

Вопросы для самопроверки

1. На каком принципе основан метод магнитно-импульсной обработки металлов?
2. Какие операции можно осуществлять с использованием метода магнитно-импульсной обработки металлов?
3. Какие типы индукторов применяются для магнитно-импульсной обработки металлов?
4. Охарактеризуйте достоинства метода магнитно-импульсной обработки металлов.
5. Охарактеризуйте недостатки метода магнитно-импульсной обработки металлов.

Практическое занятие № 7 Электромеханическая обработка деталей

Цель: получить знания, навыки и умения по восстановлению деталей пластическим деформированием с одновременным нагревом электрическим током.

Задание по практической работе:

Дать подробное описание процессов, происходящих на каждом этапе сопроводив соответствующими эскизами.

1. Под давлением инструмента происходит высадка (выпучивание) нагретого металла.
2. Под давлением инструмента происходит сглаживание нагретого металла.
3. Пружинная державка с пластинчатым инструментом.

Методические рекомендации:

Электромеханическая обработка применяется для восстановления неподвижных сопряжений деталей с износом менее 0,35 мм (посадочные поверхности под подшипники, шкивы и др.). Этот способ по сравнению с наплавкой имеет ряд преимуществ: повышает производительность, снижает расход электроэнергии и себестоимость восстановления, исключает коробление деталей, не требуются электроды. К недостаткам следует отнести трудность

получения сплошного контакта инструмента с поверхностью и ограниченность применения способа, поскольку он используется при восстановлении деталей с износом менее 0,35 мм.

Вопросы для самопроверки

1. Для чего применяется электромеханическая обработка?
2. В чем состоит сущность электромеханического способа обработки?
3. Как можно восстанавливать детали с большими износами?
4. Какое преимущество имеет державка с вращающимся роликом?
5. Как можно уменьшить вероятность схватывания?

Практическое занятие № 8 Электроконтактная наплавка деталей

Цель: получить знания, навыки и умения по восстановлению деталей электромеханическим способом с последующим введением добавочного металла.

Задание по практической работе:

Дать подробное описание процессов, происходящих на каждом этапе сопроводив соответствующими эскизами.

1. Восстановление деталей с введением наполнителей.
2. Восстановление деталей привариванием добавочного металла.
3. Восстановления деталей электроконтактной наплавкой импульсным током.

Методические рекомендации:

В практике ремонта имеется немало деталей, имеющих повышенный или односторонний износ. Для таких деталей и предназначаются следующие способы электромеханического восстановления: с введением наполнителей; путем закатывания добавочного металла; привариванием добавочного металла. Эти приемы расширяют возможности электромеханического способа.

Вопросы для самопроверки

1. Как можно расширить возможности способа электромеханического восстановления?
2. Из каких операций состоит процесс электромеханического восстановления деталей?
3. Почему в основе способа лежит сварка металлов под давлением?
4. Когда применяется наплавка деталей импульсным током?
5. Какие преимущества имеет электроконтактная наплавка?

Практическое занятие № 9 **Анодно-механическая обработка металлов**

Цель: получить знания, навыки и умения по использованию процесса анодно-механического воздействия при обработке металлических заготовок, имеющих высокую твердость.

Задание по практической работе:

Дать подробное описание процессов, происходящих на каждом этапе сопроводив соответствующими эскизами.

1. Черновая анодно-механическая обработка.
2. Чистовая анодно-механическая обработка.
3. Обработка металлических и металлокерамических материалов любой твердости.

Методические рекомендации:

Анодно-механическая обработка объединяет два различных процесса воздействия на металл, один из которых является сочетанием электрохимического растворения с механическим удалением продуктов растворения (так называемая «чистовая» анодно-механическая, электроабразивная, электро-алмазная обработка и т. п.), другой – сочетанием электроэрозионного разрушения с механическим удалением продуктов разрушения и механической генерацией импульсов тока, оказывающих тепловое действие на металл («черновая» анодно-механическая обработка).

По приемам проведения, оборудованию и условиям протекания эти процессы близки и могут переходить из одного в другой только лишь изменением режимов.

Принципиально анодно-механический метод может заменить почти все операции обработки металлов резанием. Однако практически применять ее целесообразно лишь в тех случаях, когда обработать резанием металлы и сплавы с высокими показателями механических свойств трудно или невозможно.

Наибольшее распространение получили резка и чистовая анодно-механическая обработка.

Вопросы для самопроверки

1. Какие материалы целесообразно обрабатывать анодно-механическим способом?
2. Что такое «чистовая» анодно-механическая обработка?
3. Что такое «черновая» анодно-механическая обработка?
4. Сформулируйте особенности анодно-механической обработки.
5. От каких параметров электрических и механических зависит процесс анодно-механической обработки?

Практическое занятие № 10 Газодинамический метод нанесения покрытий

Цель: получить знания, навыки и умения по методам и возможным путям применения газодинамического нанесения покрытий для реновации деталей машин и оборудования.

Задание по практической работе:

Дать подробное описание процессов, происходящих на каждом этапе сопроводив соответствующими эскизами.

1. Восстановление утраченных объемов металла.
2. Герметизация течей жидкостей и газов.
3. Нанесение электропроводящих покрытий.
4. Антикоррозионная защита.

Методические рекомендации:

Технология нанесения металлов на поверхность деталей и изделий, реализуемая на специальное оборудование, использующим газодинамический метод нанесения покрытий основана на эффекте закрепления твердых частиц, движущихся со сверхзвуковой скоростью, на поверхности при соударении с ней.

Вопросы для самопроверки

1. Какие процессы включает в себя технология газодинамического напыления?
2. Какие технологические операции предшествуют нанесению покрытий методом газодинамического напыления?
3. Назовите преимущества метода газодинамического напыления.
4. Назовите области применения газодинамического напыления.
5. Какими свойствами обладают покрытия, полученные методом газодинамического напыления?

Практическое занятие № 11 Процесс магнитно-абразивного полирования

Цель: получить знания, навыки и умения по использованию энергии магнитного поля в отделочных технологических процессах.

Задание по практической работе:

Дать подробное описание процессов, происходящих на каждом этапе сопроводив соответствующими эскизами.

1. Магнитное поле формирует из порошковой ферромагнитной абразивной массы своеобразный режущий инструмент и создает необходимые силы резания. Движение резания обрабатываемой детали сообщается обычным электромеханическим приводом.

2. Магнитное поле формирует из порошковой магнитно-абразивной массы режущий инструмент, создает силы резания и передает режущему инструменту движение резания от перемещающихся полюсов магнитного индуктора.

3. Магнитное поле создает силы резания и сообщает несформированной ферромагнитной абразивной массе движения, необходимые для резания.

4. Магнитное поле сообщает необходимые для резания движения непосредственно обрабатываемой детали или абразивному инструменту.

5. Наложение магнитного поля в существующих абразивных процессах производится с целью их интенсификации.

Методические рекомендации:

Способность магнитного поля воздействовать на ферромагнитные тела с силой, величина которой достаточна для осуществления тонкого абразивного воздействия, привела к созданию таких процессов отделочной обработки, при которых энергия магнитного поля превращается в механическую работу резания непосредственно в зоне обработки без каких-либо промежуточных механизмов-преобразователей. Появление большого количества различных схем магнитно-абразивного процесса объясняется многообразием геометрических форм поверхностей, требующих отделочной обработки, и широкими возможностями магнитных полей, способных выполнять в процессе абразивной обработки различные функции.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы предпосылки для разработки метода магнитно-абразивной полировки.

2. Охарактеризуйте существующие схемы процесса магнитно-абразивной полировки.

3. Какие процессы и среды интенсифицируют процесс магнитно-абразивной полировки

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Согласно учебному плану дисциплины «Физико-технические методы обработки в машиностроении» направления подготовки 15.03.01 Машиностроение, студенты заочной формы обучения закрепляют изучаемый материал, самостоятельно в виде выполнения контрольной работы.

При выполнении контрольной работы студенты отвечают на два вопроса. Варианты вопросов определяется по таблице 4 в зависимости от двух последних цифр студенческого шифра (номера студенческого билета и зачетной книжки). В таблице по горизонтали Б размещены цифры от 0 до 9, каждая из которых последняя цифра шифра студента. По вертикали А также размещены цифры от 0 до 9, каждая из которых – предпоследняя цифра шифра студента. Пересечение

горизонтальной и вертикальной линий определяет клетку с номерами вариантов контрольной работы. Перечень вопросов для выполнения контрольной работы представлен в Приложении А.

Таблица 4 – Варианты заданий

Б		Последняя цифра шифра									
А		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предпоследняя цифра шифра	0	1,8	2,9	3,10	4,11	5,12	6,13	7,14	8,15	9,16	10,17
	1	11,18	12,19	13,20	14,21	15,22	16,23	17,24	18,25	19,26	20,26
	2	21,1	2,22	3,23	4,24	5,25	6,26	1,7	8,2	9,3	10,4
	3	11,5	12,6	13,7	14,8	15,9	16,10	17,11	18,12	19,13	20,14
	4	15,25	16,26	17,1	18,2	19,3	20,4	25,5	26,6	27,1	2,3
	5	4,5	6,7	8,9	10,11	12,13	14,15	16,17	17,18	19,20	21,22
	6	23,24	25,26	1,10	2,11	3,12	4,13	5,14	6,15	7,16	8,17
	7	9,18	10,19	11,20	12,21	13,22	14,23	15,24	16,25	17,26	17,1
	8	18,2	19,3	20,4	21,5	22,6	23,7	24,8	25,9	26,10	1,11
	9	2,12	3,13	4,14	5,15	6,16	7,17	8,18	9,19	10,20	11,21

Ответы на рассматриваемые вопросы должны излагаться по существу, быть четкими, полными, ясными и содержать элементы анализа.

При ответе на вопросы студент должен использовать не только учебную литературу, но и статьи, публикуемые в периодической печати, указывая в работе источники информации. Текстовая часть работы может быть иллюстрирована рисунками, схемами, таблицами. В конце приводится список использованных источников (не менее 10 источников).

Работа должна быть выполнена на листах формата А4 с одной стороны листа, в печатном варианте. Шрифт текстовой части размер – 12 (для заголовков – 14), вид шрифта – Times New Roman, интервал 1,5. Поля страницы: левое 3 см, правое 1,5 см, верхнее и нижнее 2 см. Нумерация страниц внизу справа.

Структура контрольной работы:

- титульный лист (Приложение Б)
- содержание
- текстовая часть (каждый вопрос начинать с нового листа)
- список используемой литературы оформляется в соответствии с ГОСТ 7.0.100-2018, ГОСТ 7.82-2001.

В текстовой части не допускается сокращение слов. Объем выполненной работы не должен превышать 15 листов А4.

Контрольная работа должна быть оформлена в соответствии с общими требованиями, предъявляемыми к контрольным работам:

- текст должен быть отпечатан на компьютере;

- основной текст подразделяется на озаглавленные части в соответствии с содержанием работы. Заглавия не подчеркиваются, в конце заголовка точка не ставится, переносы допускаются;

- страницы текста пронумерованы арабскими цифрами в правом верхнем углу без точек. Титульный лист считается первым и не нумеруется;

- на каждой странице оставлены поля для замечаний рецензента;

- список использованных источников оформляются по соответствующим требованиям.

Стиль и язык изложения материала контрольной работы должны быть четкими, ясными и грамотными. Грамматические и синтаксические ошибки недопустимы. Выполненная контрольная работа представляется для регистрации на кафедре, затем поступает на рецензирование преподавателю.

Положительная оценка («зачтено») выставляется в зависимости от полноты раскрытия вопроса и объема предоставленного материала в контрольной работе, а также степени его усвоения, которая выявляется при ее защите (умение использовать при ответе на вопросы научную терминологию, лингвистически и логически правильно отвечать на вопросы по проработанному материалу). Студент, получивший контрольную работу с оценкой «зачтено», знакомится с рецензией и с учетом замечаний преподавателя дорабатывает отдельные вопросы с целью углубления своих знаний.

Контрольная работа с оценкой «не зачтено» возвращается студенту с рецензией, выполняется студентом вновь и сдается вместе с не зачтенной работой на проверку преподавателю. Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, возвращается без проверки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Маталин, А. А. Технология машиностроения: учеб. / А. А. Маталин. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010. – 512 с.
2. Лысаков, А. А. Электротехнология: курс лекций / А. А. Лысаков. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2013. – 124 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277459> (дата обращения: 08.07.2020). – Текст: электронный.
3. Технология конструкционных материалов: учеб. пособие / ред. М. А. Шатерин. – Санкт-Петербург: Политехника, 2012. – 599 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=129582> (дата обращения: 08.07.2020). – Текст: электронный.
4. Ярушин, С. Г. Технологические процессы в машиностроении: учеб. / С. Г. Ярушин. – Москва: Юрайт, 2011. – 564 с.
5. Технология конструкционных материалов: учеб. / Т. М. Барсукова, А. Ф. Вязов; ред. А. М. Дальский. – 6-е изд., испр. и доп. – Москва: Машиностроение, 2005. – 592 с.
6. Хейфец, М. Л. Проектирование процессов комбинированной обработки / М. Л. Хейфец; ред. Ю. С. Степанов. – Москва: Машиностроение, 2005. – 272 с.
7. Попилов, Л. Я. Электрофизическая и электрохимическая обработка материалов: справочник / Л. Я. Попилов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1982. – 399 с.
8. Физическое материаловедение: учебник для вузов: в 5 т. / ред. Б. А. Калинин. – Москва: МИФИ, 2008. – Т. 5: Материалы с заданными свойствами. – 672 с. [Эл. ресурс ЭБС iqlib]
9. Ермолаев, В. А. Технологические процессы в машиностроении: конспект лекций / В. А. Ермолаев. – Москва: МИФИ, 2011. – 264 с. [Эл. ресурс ЭБС iqlib]
10. Технология конструкционных материалов: учеб. / ред. А. М. Дальский. – 6-е изд., испр. и доп. – Москва: Машиностроение, 2005. – 592 с.
11. Кузнецов, Г. Д. Элионная технология в микро- и наноиндустрии. Курс лекций / Г. Д. Кузнецов, А. Р. Кушхов, Б. А. Билалов. – Москва: МИСиС, 2008. – 156 с. [Эл. ресурс ЭБС iqlib]

ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Классификация методов физико-технической обработки.
2. Особенности методов физико-технической обработки (их преимущества).
Недостатки методов.
3. Электрохимические методы обработки.
4. Электроэрозионные методы обработки.
5. Электротермические методы обработки.
6. Электромеханические методы обработки.
7. Электроконтактная наплавка деталей.
8. Автоматическая вибродуговая наплавка деталей.
9. Анодно-механическая обработка металлов.
10. Нанесение покрытий в вакууме.
11. Газодинамический метод нанесения покрытий.
12. Процесс магнитно-абразивного полирования.
13. Магнитно-импульсная обработка металлов.
14. Дистанционное возбуждение электрической дуги.
15. Плазменная обработка деталей.
16. Электроискровая обработка деталей.
17. Электровзрывная обработка.
18. Индукционный нагрев.
19. Восстановление деталей электронатирированием.
20. Физические основы и классификация разновидностей ультразвуковой обработки.
21. Технологическое оборудование и инструмент для ультразвуковой обработки.
22. Технологические особенности разновидностей процессов ультразвуковой обработки.
23. Сочетание различных способов электрохимической и электроэрозионной обработки с механической обработкой резанием.
24. Использование ультразвуковых колебаний для интенсификации обработки резанием и давлением.
25. Типовые операции и основные технологические характеристики лазерной обработки.
26. Физические основы и классификация методов лучевой обработки.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»

Институт агроинженерии и пищевых систем

Кафедра _____
наименование кафедры

Контрольная работа
допущена к защите
Руководитель: _____
(уч. степень, звание, должность)
_____ И.О. Фамилия
« ____ » _____ 202__ г.

Контрольная работа
защищена
Руководитель: _____
(уч. степень, звание, должность)
_____ И.О. Фамилия
« ____ » _____ 202__ г.

Контрольная работа № _____
(указывается, если по дисциплине более одной работы)
по дисциплине
«Наименование дисциплины»

Шифр студента _____
Вариант № _____

Работу выполнил:
студент гр. _____
_____ И.О. Фамилия
« ____ » _____ 202__ г.

Калининград
202__

Локальный электронный методический материал

Марк Борисович Лещинский

**ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ
В МАШИНОСТРОЕНИИ**

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 2,3. Печ. л. 2,2

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1