

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра "Технология машиностроения"

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО КУРСУ

«СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ»

Донецк - 2006

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра «Технология машиностроения»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**ПО КУРСУ
«СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ»**

(для магистрантов всех форм обучения
специальности 8.090.202 «Технология машиностроения», 8.090.203 «Метал-
лорежущие станки и системы», 8.090.218 «Металлургическое
оборудование»)

Рассмотрено на заседании
кафедры «Технология машиностроения».
Протокол №2 от 26.09.2006г.

Утверждено на заседании
Учебно-издательского совета ДонНТУ
Протокол № от .04.2006 г.

Донецк – 2006

Методические указания по курсу «Специальные технологии машиностроения» (для магистрантов всех форм обучения специальностей 8.090.202 «Технология машиностроения», 8.090.203 «Металлорежущие станки и системы», 8.090218 «Металлургическое оборудование») / Михайлов А.Н. - Донецк: ДонНТУ, 2006. - 20 с.

В методических указаниях представлены основные данные по изучению курса «Специальные технологии машиностроения», приведены цель и задачи курса, даны некоторые указания к изучению разделов курса. Представлены основные направления развития машиностроения. Рассмотрены некоторые вопросы развития нетрадиционных и специальных технологий машиностроения.

Составители

А.Н. Михайлов, проф.

Отв. за выпуск

А.Н. Михайлов, проф.

© ДонНТУ, 2006 г.

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСА	4
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСА	4
3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА	13
4. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	16
5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	17
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	18

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСА

Целью изучения курса «Специальные технологии машиностроения» является овладение магистрантами методов и практических навыков использования новых нетрадиционных и специальных технологий машиностроения необходимого качества и количества с наименьшими приведенными затратами.

Основной задачей данной дисциплины является формирование у магистрантов комплекса знаний о новых закономерностях и тенденциях развития современного машиностроительного производства. Эта дисциплина является специальной, дополняющей основной цикл технологических дисциплин. Она опирается на теоретических, обще технических и специальных знаниях, способствует углублению и расширению знаний, необходимых при выполнении магистерских работ и расширении общетехнического кругозора в области машиностроения.

В результате изучения курса необходимо усвоить:

- основные понятия и положения специальных технологий машиностроения;
- основные направления развития технологии машиностроения;
- основные принципы и методы моделирования специальных технологий машиностроения;
- основы анализа и синтеза новых способов обработки изделий машиностроения;
- основные методы разработки специальных технологий машиностроения;
- методы повышения качества обработки изделий при применении специальных технологий машиностроения.

В процессе изучения данного курса магистранты должны уметь:

- проектировать новые, прогрессивные и нетрадиционные технологические процессы изготовления изделий;
- выявлять особенности качества обработанных деталей;
- применять на практике новые прогрессивные и нетрадиционные технологии.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСА

1. Введение. Основные направления и перспективы развития технологий машиностроения.

При освоении темы необходимо изучить задачи, стоящие перед машиностроительной отраслью, сопоставить их с конкретными условиями на предприятиях по месту работы или практики студента.

Необходимо ознакомиться с историей машиностроительного производства, основными этапами развития технологии машиностроения, ролью конкретных учёных в формировании и развитии технологии машиностроения, направлениями дальнейшего развития.

А также необходимо рассмотреть краткий исторический обзор процесса развития технологий и технологических систем, в том числе и специальных технологий. Необходимо изучить общие тенденции развития современных технологий машиностроения и основные требования к проектированию специальных технологических процессов.

Рекомендуемая литература: [1, 2, 10, 11].

2. Закономерности эволюционного процесса развития технологий машиностроения. Особенности моделирования при создании технологий. Основные характеристики прогрессивных технологий нового поколения.

При изучении этой темы необходимо рассмотреть общую структурную модель макросистемы верхнего уровня абстрагирования и иерархическую структуру макросистемы, а также структурную модель континуума объектов техносферы. Кроме того, следует рассмотреть модель системы технологических преобразований (базовая модель технологии), модель технологического процесса и операции, модель технологической системы и основные характеристики прогрессивных технологий нового поколения.

Технологии машиностроения относятся к сложным системам, которые могут быть представлены совокупностью хорошо структурированных и взаимосвязанных объектов, подчиняющихся действию как общих, так и частных законов техники.

Сложные системы, к которым относятся современные технологии, не просто иерархичны. Их уровни иерархии отражают различные уровни абстракции, вытекающие друг из друга и обладающие при этом определенной степенью автономности. Для каждой конкретной практической задачи рассматривается соответствующий уровень абстрагирования. Например, рассмотрение проблемы и факторов эволюционного процесса развития технологий следует начинать на верхних иерархических уровнях абстрагирования и при этом использовать соответствующие модели.

На рис. 1 показана общая структурная модель макросистемы с внешними и внутренними отношениями (связями) верхнего иерархического уровня абстрагирования, содержащая следующие объекты или сферы (элементы): 1 – общество, 2 – экономика, 3 – наука и техника. Объекты этой системы взаимодействуют между собой посредством внешних отношений F_i^j , где i – номер объекта оператора, а j – номер объекта операнда. Каждый объект макросистемы является одновременно – оператором, когда он действует на соседние объекты, и – операндом, когда на него действуют соседние объекты. Петли на каждом объекте макросистемы определяют отношения F_i^i , где i – номер объекта оператора и операнда, и обеспечивают поддержание состояния и внутреннее развитие данного объекта на рассматриваемом уровне иерархии.

При исследовании процесса развития технологий следует иметь в виду, что общество, экономика, наука и техника развиваются взаимосвязано. Ком-

плекс этих объектов и динамика отношений между ними определяют процесс эволюции макросистемы (рис. 1), который находится под влиянием трех главных факторов: технического уровня, экономического потенциала и заинтересованности. При этом развитие современных технологий базируется на определенных целях общества, вытекающих из них задачах и возникающих в данный период времени t_k запросах $A(t_k)$. С развитием цивилизации эти цели и задачи постоянно изменяются, а запросы возрастают.

Одновременно с развитием общества происходит развитие науки и техники, появляются знания, которые позволяют применять новые материалы, технологическое оборудование и технические решения. Техника создает возможности $B_3(t_k)$ для получения требуемого продукта или изделий. Прогресс техники обуславливает

повышение возможностей $B_3(t_k)$ в создании нового продукта (изделий). Наука реализует поступательное развитие техники, которое в свою очередь ведет к прогрессу науки. В этом случае, технологии служат средством для изготовления продукта или изделий. Причем для создания нового продукта необходимы качественно новые технологии. Здесь важным условием является наличие новой информации о прогрессе науки и техники, а также приемлемая степень риска и полет фантазии.

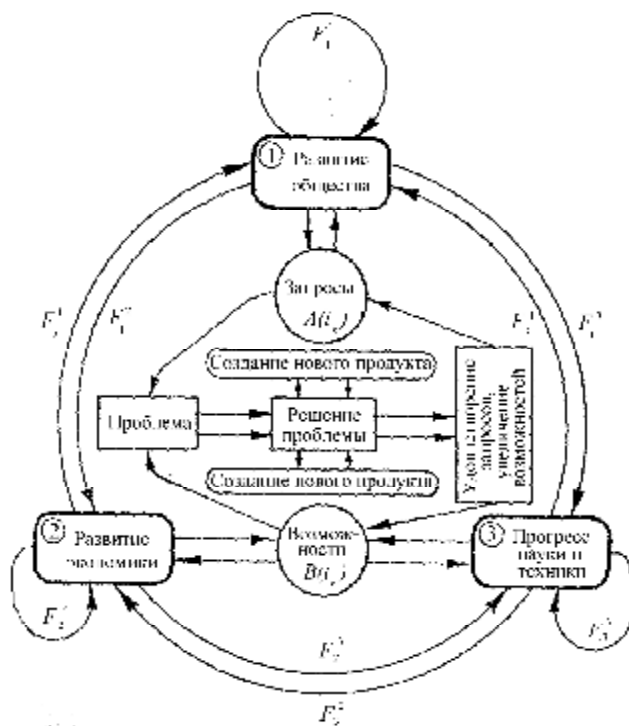


Рис. 1. Общая структурная модель макросистемы верхнего уровня абстрагирования

для разработки прогрессивных технологий непрерывно возрастает. Это создает предпосылки к реализации качественно новых технологий, имеющих новые свойства или, обеспечивает возможность повышения качества существующих, при общем уменьшении трудовых затрат. Для этого должны широко использоваться опыт проектирования прогрессивных технологий, накопленный в передовых технологических и проектно-конструкторских организациях в отношении применения оправдавших себя на практике технологий, нетрадиционных методов изготовления изделий, новых орудий и средств обработки.

Рекомендуемая литература: [2, 16, 17].

3. Общая методология создания сложных нетрадиционных технологий нового поколения. Основы создания комплексных и интегрированных технологий.

При изучении данной темы следует рассмотреть общие условия создания сложных нетрадиционных технологий нового поколения. А также основные задачи, решаемые при создании сложных нетрадиционных технологий нового поколения. Процесс изучения создания новых технологий следует вести с помощью поясняющих диаграмм создания новых принципов проектирования нетрадиционных технологий. При этом необходимо изучить основные принципы создания сложных нетрадиционных технологий нового поколения, этапы жизненного цикла создаваемых технологий, диаграммы общей методологии проектирования новых технологий.

Рекомендуемая литература: [2, 16, 17, 18].

4. Автоматизация производственных процессов - основное направление научно-технического прогресса.

В процессе освоения этой темы следует рассмотреть уровни автоматизации производственных процессов, типы автоматических систем машин, их классификацию и структуру.

Можно отметить, что уровни автоматизации технологий различаются степенью охвата основных и вспомогательных операций технологического процесса. В связи с этим процесс автоматизации технологических процессов подразделяется на **четыре уровня**.

Первый уровень автоматизации технологических процессов характеризуется автоматизацией только рабочего цикла отдельной технологической машины (модуля), то есть созданием и использованием отдельных полуавтоматов и автоматов непрерывного действия. На этом уровне автоматизируется одна технологическая операция обработки, контроля, сборки или другого типа технологического воздействия, а также вспомогательные процессы, непосредственно связанные с выполнением основных технологических операций.

На первом уровне автоматизации технологические полуавтоматы и автоматы образуют отдельные независимые модули, и объединение их в технологические системы не представляется возможным. При этом межмодульное транспортирование ПО, накопление заделов, разделение или соединение потоков изделий при их передаче на очередную операцию обработки, контроля, сборки или другого типа технологического воздействия, осуществляется вручную или с помощью средств механизации. Обычно отсутствует единая транспортная и информационная система для управления качеством продукции и работой отдельных автоматов непрерывного действия.

Второй уровень – характеризуется созданием автоматических технологических систем для выполнения всего технологического процесса. Конструктивным признаком автоматической технологической системы является наличие встроенного автоматически действующего технологического оборудования, вспомогательных устройств для выполнения межагрегатных функ-

ций и системы управления, которые обеспечивают выполнение заданного алгоритма реализации технологических и вспомогательных функций.

Третий уровень – заключается в комплексной автоматизации технологических систем, созданием автоматизированных и автоматических участков, цехов и заводов. На этом уровне автоматизация охватывает совокупность технологических процессов на участке или в цехе с соответствующим усложнением функций транспортирования и складирования изделий, подачи к автоматическим линиям запасных инструментов и обновления обрабатывающих сред, удаления отходов производства и особенно автоматического управления и регулирования.

Четвертый уровень - характеризуется переводом комплексных автоматизированных производств на интегрированные технологии. В основе интегрированных технологий лежат комплексные технологии, которые создаются на всех этапах на базе предельного критерия качества и эффективности. В результате выпускаемые изделия имеют качественно новую совокупность свойств и меру полезности.

Рекомендуемая литература: [2, 11, 12, 14, 15, 19].

5. Композиция в технике - основа создания современных технологий. Методы повышения качества и эффективности технологий машиностроения.

В процессе изучения этой темы необходимо рассмотреть структуру теории композиции в технике и ее применение при создании технологий и технологических систем. Здесь следует изучить основные категории композиции, свойства, качества и средства композиции.

А также необходимо изучить основные методы повышения качества и эффективности технологий машиностроения.

Рекомендуемая литература: [2, 4, 13, 19].

6. Функционально-ориентированные технологии. Проектирование последовательности и алгоритмов синтеза интегрированных технологий машиностроения.

При изучении этой темы следует рассмотреть вопросы, связанные с созданием функционально-ориентированных технологий, изучить основные принципы создания этих технологий, их методологию и методику проектирования. Здесь следует изучить методы направленного поиска синтеза оптимальных вариантов технологий.

Функционально-ориентированная технология изготовления изделия машиностроения это специальная технология, которая основана на точной топологически ориентированной реализации необходимого множества алгоритмов технологического воздействия орудий и средств обработки в необходимые микро, макро зоны и участки изделия, которые функционально соответствуют условиям их эксплуатации в каждой отдельной его зоне. При этом их вид, тип, вариант, количество, качество и алгоритм технологического воздействия целенаправленно определяются, а также топологически, функцио-

нально и количественно ориентируются при их реализации в отдельные зоны изделия в зависимости от заданных функциональных особенностей их эксплуатации. Применение функционально-ориентированных технологий для изделий машиностроения позволяет максимально повысить их общие эксплуатационные параметры за счет местного увеличения технических возможностей и свойств отдельных элементов, поверхностей и/или зон изделия в зависимости от функциональных местных особенностей их эксплуатации. При этом изделия машиностроения, изготавливаемые по предлагаемым технологиям, максимально адаптируются по своим свойствам к особенностям их эксплуатации и проявляют свой полный потенциал возможностей в машине. Следует отметить, что предлагаемый новый класс технологий усложняет процесс изготовления изделий, но в целом обеспечивает качественно новую совокупность свойств и меру полезности изделий машиностроения при эксплуатации. Это дает возможность существенно повысить технико-экономические показатели эксплуатации и использования машин и технических систем.

Кроме того, здесь необходимо изучить схемы технологического воздействия, особенности выбора материала, заготовки и технологии изготовления изделий.

Рекомендуемая литература: [2, 5, 6, 14, 17, 19].

7. Технологии термической и химико-термической обработки изделий.

При изучении данной темы необходимо рассмотреть общую классификацию основных видов термической обработки. Термическая обработка подразделяется:

- собственно термическая,
- химико-термическая,
- деформационно-термическая.

При изучении вопросов химико-термической обработки изделий особое внимание следует уделить следующим методам обработки: цементация, нитроцементация, цианирование, азотирование, борирование, силицирование, диффузионное насыщение стали металлами и неметаллами. А также необходимо рассмотреть технологии упрочнения изделий поверхностной закалкой.

Рекомендуемая литература: [4, 5, 6, 7].

8. Основы анализа и синтеза новых способов механической обработки изделий.

При изучении данной темы следует особое внимание уделить вопросам связанных с изучением основных методов получения производящих линий. А также необходимо изучить математическую модель отображения кинематических функций.

При рассмотрении основ анализа и синтеза новых способов обработки изделий необходимо рассмотреть основные понятия и определения. Разработка новых способов обработки изделий следует вести на базе следующего:

- универсальных кинематических схем движений,
- математических символьных моделей состава кинематики,
- универсальных морфологических матриц.

Рекомендуемая литература: [2, 19].

9. Прогрессивные технологии упрочнения изделий пластическим деформированием.

В процессе изучения этой темы необходимо рассмотреть следующие методы:

- дробеструйный и центробежно-шариковый наклеп,
- обкатка роликами и пружинящими шариками,
- чеканка и точение,
- термомеханическая обработка.

Рекомендуемая литература: [3].

10. Технологии ультразвуковой обработки изделий. Подготовка поверхностного слоя изделия для последующей обработки.

В процессе изучения этой темы необходимо рассмотреть сущность и классификацию процессов. Здесь следует изучить следующие методы:

- ультразвуковую абразивную обработку,
- ультразвуковую механическую обработку резанием,
- ультразвуковую обработку давлением,
- ультразвуковое соединение материалов и металлизацию,
- ультразвуковую очистку.

Рекомендуемая литература: [3].

11. Вакуумное ионно-плазменное напыление сверхпрочных покрытий.

При изучении этой темы следует рассмотреть метод конденсации и ионной бомбардировки (КИБ).

Эффективными и относительно простыми являются устройства, основанные на процессах испарения генерирующего материала катодным пятном вакуумной дуги - сильноточным низковольтным разрядом, который развивается исключительно в парах материала электродов.

Широкое распространение получил метод конденсации в вакууме на поверхность инструмента вещества из плазменной фазы с ионной бомбардировкой - метод КИБ. Этот метод дает возможность наносить высокопрочные

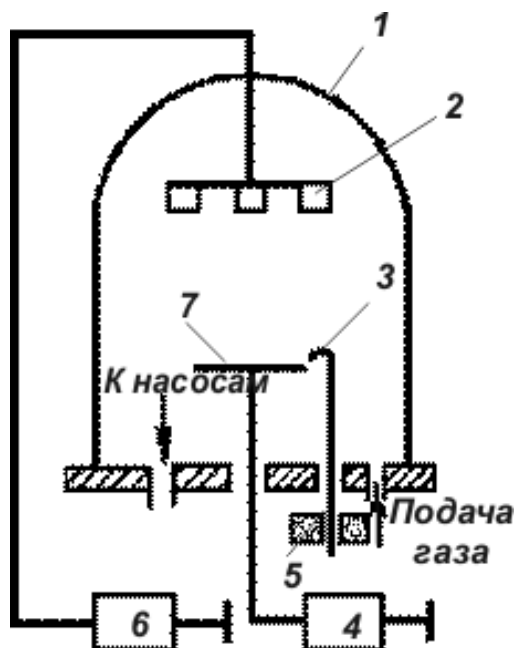


Рис. 2. Схема нанесения покрытий из плазмы электродугового разряда с холодным катодом (метод КИБ)

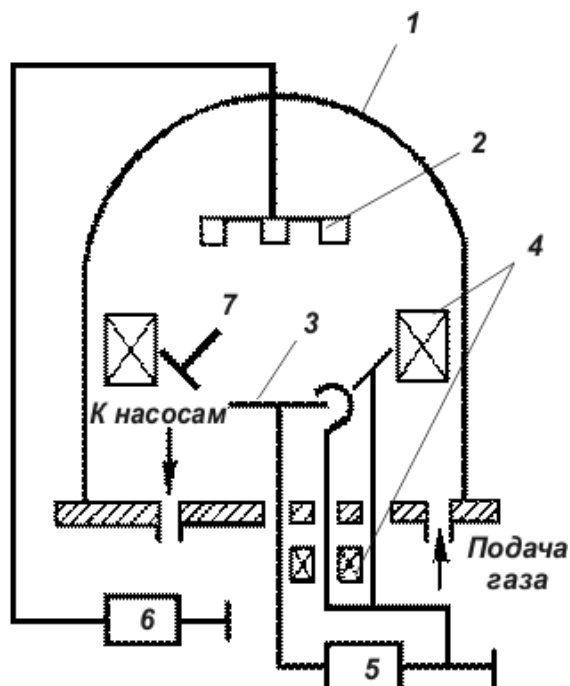


Рис. 3. Схема нанесения покрытий из плазмы электродугового разряда с холодным катодом и плазмооптической системой

и износостойчивые покрытия на рабочие поверхности изделий. Метод реализуется на разных установках обычного типа, схематическая структура которых представлена на рис. 2, на котором 1 – корпус вакуумной камеры; 2 – обрабатываемые детали; 3 – электромеханический поджог дуги; 4 – источник питания дуги; 5 – электромагнит; 6 – источник питания для подачи отрицательного потенциала на подложку; 7 – напыленный материал (катод). А также существуют установки с плазменнооптической системой управления плазменным потоком (холовским ускорителем). Их структурная схема представлена на рис. 3, где 1 - корпус вакуумной камеры; 2 - обрабатываемые детали; 3 - напыленный материал (катод); 4 - электромагниты; 5 - источник питания дуги; 6 - источник питания для подачи отрицательного потенциала к изделиям; 7 - водоохлаждающий анод.

Метод КИБ основан на том, что плазменный поток металла, который образуется с помощью вакуумной дуги с холодным катодом, ускоряется путем прибавления отрицательного потенциала к напыленному изделию с последующей конденсацией на его поверхность ионов и нейтральных атомов при одновременном прохождении плазменохимической реакции их с реактивным газом. Подавая в вакуумную камеру газ-реагент во время электродугового испарения тугоплавкого металла, можно получить покрытия на осно-

ве нитридов, карбидов и других соединений металлов IV – VI групп Периодической системы элементов.

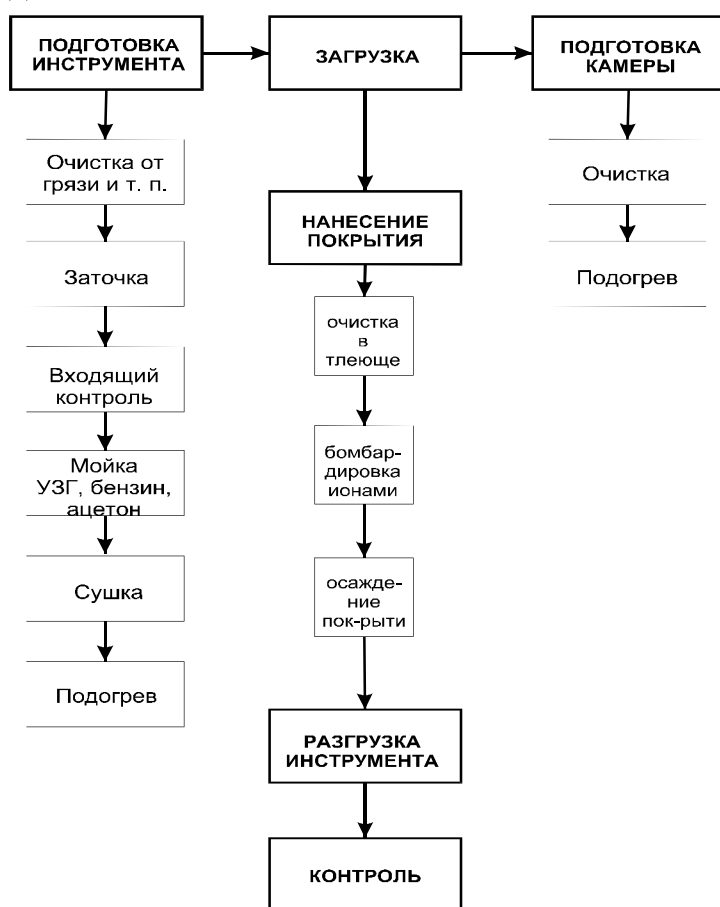


Рис. 4. Универсальная структурная схема алгоритма технологического процесса нанесения покрытий

Важной особенностью данного метода есть возможность проведения эффективного ионного очищения поверхности изделия путем интенсивной бомбардировки его ускоренными ионами распыленного вещества, которое создает условия для высокой адгезии покрытия к подложке. При высоком потенциале подложки ускоренными ионами распыляется не только осаждаемый металл, но и частично поверхностный слой подложки. Так осуществляется ионное травление подложки, которая обеспечивает очищения поверхности. Одновременно ускоренные ионы внедряются в подложку и насыщают тонкий поверхностный слой. Глубина проникновения ионов в этом случае оказывается

достаточной для обеспечения надежной адгезии покрытия.

Рекомендуемая литература: [8].

12. Детонационные покрытия и технологии обработки взрывом.

В процессе освоения данной темы следует изучить сущность и классификацию процессов, технологические параметры, закономерности и рабочие среды, средства технологического оснащения, типовые операции и примеры применения

Рекомендуемая литература: [9].

13. Нетрадиционные технологии нанесения специальных видов покрытий на поверхности изделий.

В процессе изучения этой темы необходимо рассмотреть следующие методы нанесения покрытий на рабочие поверхности деталей:

- хромирование и осталивание,
- твердое никелирование и борирование,
- оксидирование и фосфатирование,

- химические способы нанесения покрытий,
- электроискровой способ упрочнения, эмалирование,
- лакокрасочные покрытия,
- покрытия деталей пластмассами,
- очистка и консервация деталей.

Рекомендуемая литература: [4].

14. Магнитно-абразивная обработка.

При изучении данной темы необходимо освоить сущность, классификацию и кинематику процессов МАО. Здесь следует изучить технологические параметры и закономерности МАО, рабочие среды и СОТС, средства технологического оснащения.

Рекомендуемая литература: [3].

15. Электрохимическая, электроэрозионная и электроконтактная обработка.

В процессе изучения данной темы необходимо освоить сущность, классификацию и кинематику процессов:

- электрохимической обработки,
- электроэрозионной обработки,
- электроконтактной обработки.

Здесь следует дополнительно рассмотреть вопросы, связанные с рабочими жидкостями и средами, технологические параметры процессов, средствами технологического оснащения.

Рекомендуемая литература: [3].

16. Электронно-лучевая, светолучевая и плазменная обработка.

В процессе освоения данной темы следует изучить сущность и классификацию процессов, технологические параметры, закономерности и рабочие среды, средства технологического оснащения, типовые операции и примеры применения

Рекомендуемая литература: [3].

3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Изучение процесса и технологии нанесения нитрид-титанового покрытия на изделия машиностроения методом КИБ на вакуумных ионно-плазменных установках

Цель работы: Изучение особенностей и технологии нанесения покрытий методом КИБ на базе установки Булат – 6.

Задачи работы: 1. Подготовить образцы деталей для выполнения процесса напыления покрытий.

2. Произвести замеры параметров шероховатости поверхности образцов деталей.

3. Подготовить образцы к процессу нанесения покрытий.

4. Ознакомиться с особенностями и характеристиками работы установки Булат – 6.

5. Произвести процесс нанесения нитрид-титанового покрытия.

6. Произвести замеры параметров шероховатости поверхности образцов после нанесения покрытия.

7. Составить структуру общего технологического процесса нанесения нитрид-титанового покрытия на поверхности образцов.

8. Составить реферативный отчет о выполненной работе.

Реферативный отчет о лабораторной работе должен содержать следующее:

1. Описание особенностей и принципа работы установки Булат -6.

2. Описание принципиальной схемы установки Булат – 6. Здесь необходимо привести принципиальную схему установки и основные габаритные размеры вакуумной камеры. Основные габаритные размеры вакуумной камеры установки Булат – 6 необходимо представить в табл. 1.

Таблица 1. Основные габаритные размеры вакуумной камеры.

№ п/п	Параметры вакуумной камеры	Размеры, мм
1	Диаметр камеры, D	
2	Длина камеры, L	

3. Выполнить изготовление образцов для нанесения нитрид-титанового покрытия. Изготовление образцов изделий выполнить из расчета одного образца на 4-5 магистрантов.

Поверхности образцов, на которые будет нанесено нитрид-титановое покрытие, обработать в следующем порядке:

- механическая обработка поверхности образца (шлифовка) до нанесения покрытия,

- механическая обработка поверхности образца (полировка) до нанесения покрытия,

- механическая обработка поверхности образца (полировка) после нанесения покрытия.

Результаты замеров основных геометрических параметров образцов каждой группы магистрантов необходимо занести в табл. 2

Таблица 2. Основные геометрические параметры образцов изделий.

№ п/п	Основные геометрические параметры образцов	Размеры, мм
1	Длина образца, l	
2	Ширина образца, b	
3	Толщина образца, h	

Результаты измерения параметров шероховатости поверхности образца изделия необходимо свести в табл. 3. Процесс измерения параметра шероховатости R_a выполнить для следующих случаев:

- для образцов до полировки перед нанесением покрытия,
- для образцов после полировки перед нанесением покрытия,
- для образцов после нанесения покрытия до полировки,
- для образцов после нанесения покрытия после полировки.

Таблица 3. Параметры шероховатости поверхности образца до и после нанесения покрытия.

№ п/п	Параметр шероховатости поверхности образца	Измерение							Среднее значение
		1	2	3	4	5	6	7	
1	До полировки до нанесения покрытия, R_a								
2	После полировки до нанесения покрытия, R_a								
3	После нанесения покрытия, R_a								
4	После полировки после нанесения покрытия, R_a								

4. Произвести обезжиривание и химическую обработку поверхности образцов.

Этот процесс необходимо выполнить по следующему алгоритму:

- промывка поверхностей образцов бензином (специальный бензин - калоша, бязь);
- промывка поверхностей образцов ацетоном (ацетон, бязь);
- промывка поверхностей образцов спиртом (технический спирт, бязь);
- сушка поверхностей образцов (сушильный шкаф);
- при необходимости произвести предварительный нагрев изделия (сушильный шкаф, муфельная печь).

5. Произвести процесс нанесения композиционного нитрид-титанового покрытия на образцы изделий.

При напылении нитрид титановых покрытий применяются материалы, представленные в табл. 4.

Таблица 4. Материалы, применяемые при напылении покрытий на установке Булат – 6

№ п/п	Наименование	Параметры
1	Материал катода	Титан
2	Марка материала	<i>BT – 1.0</i>
3	Реакционный газ	Азот
4	Химические формула соединения	<i>TiN, TiN₂</i>

Процесс нанесения композиционного нитрид-титанового покрытия выполнить в соответствии со следующим алгоритмом:

- очистка поверхности образцов в тлеющем разряде,
- прогрев изделий и ионная бомбардировка поверхности образцов,
- металлизация поверхности образцов,
- нанесение нитрид-титанового покрытия,
- охлаждение образцов.

Результаты замеров времени выполнения каждой операции в процессе нанесения покрытия занести в табл. 5.

Таблица 5. Длительность выполнения операций

№ п/п	Наименование операции	Длительность, с
1	Очистка поверхности образцов в тлеющем разряде	
2	Прогрев изделий и ионная бомбардировка	
3	Металлизация поверхности образцов	
4	Нанесение нитрид-титанового покрытия	
5	Охлаждение образцов	

6. После нанесения нитрид-титанового покрытия произвести замеры параметров шероховатости поверхности R_a и выполнить полировку поверхностей, а также произвести замеры параметров шероховатости поверхности R_a . Результаты исследований занести в табл. 3.

7. С помощью графов технологических процессов представить общий структурный граф комплексного технологического процесса нанесения покрытия, включающий процессы до нанесения покрытия, процесс нанесения покрытия и процессы после нанесения покрытия.

8. Составить реферативный отчет лабораторной работы.

4. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РОБОТА СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа магистрантов предусматривает:

- систематическое посещение аудиторных занятий, ведение конспекта лекций;

- регулярное изучение лекционного материала и содержания рекомендованной литературы;

- самостоятельное изучение специализированной литературы.

Реферативная лабораторная работа после рецензирования преподавателем подлежит индивидуальной защите магистрантами, во время которой проверяются знания основных теоретических положений в данном направлении.

Самостоятельная работа магистрантов и качество усвоения учебного материала проверяется во время зачета.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные направления и перспективы развития технологий машиностроения.

2. Закономерности эволюционного процесса развития технологий машиностроения.

3. Особенности моделирования при создании технологий.

4. Основные характеристики прогрессивных технологий нового поколения.

5. Общая методология создания сложных нетрадиционных технологий нового поколения.

6. Основы создания комплексных и интегрированных технологий.

7. Автоматизация производственных процессов - основное направление научно-технического прогресса.

8. Уровни автоматизации технологических процессов.

9. Композиция в технике - основа создания современных технологий.

10. Методы повышения качества и эффективности технологий машиностроения.

11. Функционально-ориентированные технологии.

12. Проектирование последовательности и алгоритмов синтеза интегрированных технологий машиностроения.

13. Общая классификация основных видов термической обработки.

14. Основы анализа и синтеза новых способов механической обработки изделий. Универсальные кинематические схемы движений.

15. Основы анализа и синтеза новых способов механической обработки изделий. Математические символьные модели состава кинематики.

16. Основы анализа и синтеза новых способов механической обработки изделий. Универсальные морфологические матрицы.

17. Прогрессивные технологии упрочнения изделий пластическим деформированием. Дробеструйный и центробежно-шариковый наклеп.

18. Прогрессивные технологии упрочнения изделий пластическим деформированием. Обкатка роликами и пружинящими шариками.

19. Прогрессивные технологии упрочнения изделий пластическим деформированием. Чеканка и точение,

20. Прогрессивные технологии упрочнения изделий пластическим деформированием. Термомеханическая обработка.
21. Ультразвуковую абразивную обработку,
22. Ультразвуковую механическую обработку резанием,
23. Ультразвуковую обработку давлением,
24. Ультразвуковое соединение материалов и металлизацию,
25. Ультразвуковая очистка.
26. Вакуумное ионно-плазменное напыление сверхпрочных покрытий.
27. Детонационные покрытия и технологии обработки взрывом.
28. Нетрадиционные технологии нанесения специальных видов покрытий на поверхности изделий.
29. Хромирование и осталивание.
30. Твердое никелирование и борирование.
31. Оксидирование и фосфатирование.
32. Химические способы нанесения покрытий.
33. Электроискровой способ упрочнения, эмалирование.
34. Лакокрасочные покрытия.
35. Покрытия деталей пластмассами.
36. Очистка и консервация деталей.
37. Магнитно-абразивная обработка.
38. Технологии электрохимической обработки.
39. Технологии электроэрозионной обработки.
40. Технологии электроконтактной обработки.
41. Электронно-лучевая.
42. Светолучевая и плазменная обработка.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руденко П.А. Проектирование технологических процессов в машиностроении. - К: Вища школа, 1985.- 255с.
2. Михайлов А.Н. Основы синтеза поточно-пространственных технологических систем непрерывного действия. – Донецк: ДонНТУ, 2002. – 379 с.
3. Справочник по электрохимическим и электрофизическим методам обработки // Г.Л. Амитан, И.А. Байсунов, Ю.М. Барон и др.; Под общ. ред. В.А. Волосатова. - Л.: Машиностроение, 1988. - 719 с.
4. Елизаветин М.А., Сатель Э.Л. Технологические способы повышения долговечности машин. - М.: Машиностроение, 1969. - 400 с.
5. Волховитинов Н.Ф. Металловедение и термическая обработка. - М.: Машиностроение, 1965. - 503 с.
6. Термическая обработка в машиностроении: Справочник / Под ред. Ю.М. Лахтина, А.Г. Рахштадта. - М.: Машиностроение, 1980. - 783 с.
7. Краткий справочник металлиста / Под общ. ред. П.Н. Орлова, Е.А. Скороходова. - М.: Машиностроение, 1986. - 960 с.

8. Нанесение износостойких покрытий на быстрорежущий инструмент / Ю.Н. Внуков, А.А. Марков, Л.В. Лаврова, Н.Ю. Бердышев. – К.: Техника, 1992. – 143 с.
9. Бартенев С.С., Федько Ю.П., Григоров А.И. Детонационные покрытия в машиностроении. - Л.: Машиностроение, 1982. - 215 с.
10. Качество машин: Справочник. В 2-х т. Т. 1, Т. 2. / А.Г. Суслов, Э.Д. Браун, Н.А. Виткевич и др. - М.: Машиностроение, 1995. - 256 с., - 430 с.
11. Справочник технолога - машиностроителя: В 2-х т. Т. 1, Т. 2. / Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1985. - 656 с., - 496 с.
12. Автоматизация процессов машиностроения: Учеб. пособие для машиностр. спец. вузов / Я. Буда, В. Гановски, В.С. Вихман и др.; Под ред. А.И. Дащенко. - М.: Высш. шк., 1991. - 480 с.
13. Сомов Ю.С. Композиция в технике. - М.: Машиностроение, 1987. - 288 с.
14. Технология машиностроения (специальная часть). Учебник для машиностроительных специальностей вузов./А.Л. Гусев, Е.Р. Ковальчук, И.М. Колесов и др.- М.: Машиностроение, 1986. - 480с.
15. Технология машиностроения (специальная часть)/ Беспалов Б.Л., Глейзер Л.А., Колесов И.М. и др. – М.: Машиностроение, 1973. – 448 с.
16. Базров Б.М. Модульные технологии. – М.: Машиностроение, 2000. – 368 с.
17. Михайлов А.Н. Общий подход в создании функционально-ориентированных и интегрированных технологий машиностроения // Машиностроение и техносфера XXI века. Сборник трудов XII международной научно-технической конференции в г. Севастополе 12-17 сентября 2005 г. В 5-ти томах. – Донецк: ДонНТУ, 2005. Т. 2. С. 261-275.
18. DeGarmo E.P., Black J.T., Kohser R.A. Materials and Processes in Manufacturing.- New York: John Wiley & Sons, Inc., 1999. – 1259 p.
19. Михайлов А.Н. Основы проектирования и автоматизации производственных процессов на базе технологий непрерывного действия. – Донецк: ДонНТУ, 2006. – 421 с.

**Методические указания по курсу
«Специальные технологии машиностроения»**

Составитель:

А.Н. Михайлов, проф.