

Особенности преподавания курса «Инженерия поверхности» студентам по направлению «Материаловедение и технологии материалов»

09, сентябрь 2015

Пахомова С. А., к.т.н., доцент

УДК: 371.38

Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

pahom_sv@mail.ru

Введение

Преподавание курса «Инженерия поверхности» в МГТУ им. Н.Э. Баумана ведет кафедра «Материаловедение» в течение 3-х лет. Сущность учения об инженерии поверхности деталей заключается в разработке теории научно обоснованного определения свойств рабочих поверхностей, обеспечивающих экономически целесообразную долговечность, а также в технологическом создании таких поверхностей, их контроле, испытании, ремонте, восстановлении и утилизации [1].

Основной целью изучения дисциплины является формирование у студентов знаний, умений и навыков в области современных представлений об особенностях структуры и свойств поверхностных слоев материалов, включая внутренние поверхности раздела, а также инженерных методов изменения структуры поверхностей для получения заданных свойств материалов и изделий.

Основным акцентом при формировании структуры курса «Инженерия поверхности» являлось получение знаний студентами-материаловедами (как специалистами, так и бакалаврами) о закономерностях формирования структуры и свойств поверхности деталей. Как известно, управление структурой и свойствами поверхности деталей осуществляются путем применения эффективных технологий ее обработки. Научные представления и инженерный метод обеспечивают комплексный подход к разработке и применению современных методов формирования поверхностных слоев. В настоящее время новые материалы с новыми принципами организации структуры обеспечивают получение в одном материале трудно сочетаемых физических и механических свойств.

Настоящая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования с учетом требований к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы по специальности «Материаловедение» и соответствует компетенциям по направлению подготовки специалитета 150100.65 «Материаловедение и технологии материалов».

Дисциплина входит в часть профессионального цикла по выбору и преподается в течение одного семестра. Программа рассчитана на 36 часов, из которых 24 – лекции, остальное – самостоятельная работа, направленная на проработку курса, выполнение домашнего задания, подготовку к контрольной работе и к зачету.

Освоение дисциплины предусматривает наличие у студентов знаний и умений по следующим дисциплинам: «Физика» (молекулярная физика, физика твердого тела, строение твердых тел, магнетизм, электричество, механические, тепловые, магнитные и электрические свойства твердых тел); «Химия» (виды химической связи, зависимость свойств от положения элементов в периодической системе элементов, элементы электрохимии, химии полимеров, диэлектриков и полупроводников); «Информационные технологии» (методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации); «Основы термодинамики» (термодинамические процессы и циклы, теплота и работа, энтакпия, энтропия).

В свою очередь, знания, полученные студентами в данном курсе, используются при выполнении курсовых проектов и выпускной квалификационной работы, а также в курсах по теории и практике обработки материалов, трибологии и химико-термической обработке.

Применяемый в МГТУ им. Н.Э. Баумана рейтинго-модульный принцип организации преподавания дисциплин используется в методике преподавания курса «Инженерия поверхности». Весь курс разбивается на два модуля. Первый включает изучение инженерии поверхности деталей на этапах их жизненного цикла, а второй – осуществление инженерии поверхности деталей машиностроения различными способами. Структура и содержание курса, с указанием временных затрат на изучение отдельных тем модулей, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Структура и содержание дисциплины

№ п/п	Модули	Лекции, ч	Семинары, ч	Лабораторные работы, ч	Самостоятель- ная работа, ч	Литература
	Модуль 1. Инженерия поверхности деталей на этапах жиз- ненного цикла	12			6	[1-6, 14- 16]
1.1	Лекции					
1.2	Контрольная работа №1					
	Модуль 2. Инженерия поверхности деталей машинострое- ния различными способами	12			6	[7-19]
2.1	Лекции					
2.2	Домашнее задание. Презентация доклада на тему «Способ обработки поверхности детали»					
2.3.	Контрольная работа №2					
	Итого:	24			12	

Ниже более подробно приведены содержание лекций, семинаров, лабораторных работ, домашних заданий и структуры оценок по каждой из тем модулей.

Лекционный курс

Лекционный курс 1-го модуля включает следующие темы:

1. Проектирование (исходя из функционального назначения детали с наибольшей долговечностью и наименьшими затратами при изготовлении, контроле, эксплуатации, ремонте, восстановлении и утилизации).
2. Технологическая подготовка производства (разработка технологий, обеспечивающих требуемые эксплуатационные свойства при наименьшей себестоимости: на основе САПР ТП и с учетом новейших технологий: электронных, ионных, плазменных).
3. Изготовление деталей. Причем формирование поверхности начинается с получения заготовки и заканчивается окончательной чистовой обработкой. При этом нужно учитывать каждый последующий вид обработки, используя науку о технологической наследственности.
4. Контроль и испытания после каждого вида обработки, а также обработка экспериментальных данных на базе автоматизированных систем, что предполагает объединение в единый комплекс измерительных, регистрирующих и управляющих приборов.
5. Эксплуатация. Происходит изменение геометрических и физико-механических параметров под действием нормальных и касательных нагрузок особенно в агрессивной среде. Возможны следующие эффекты: упругая и пластическая деформация, корродирование, растрескивание, износ.
6. Ремонт: замена или восстановление деталей в следствие износа и коррозии их рабочих поверхностей или наличия на них микротрещин, которые могут привести к разрушению машин при дальнейшей эксплуатации. Определяется себестоимостью процессов. Замена целесообразна, если детали несложные и изготовлены в условиях массового производства. Когда детали сложные и дорогие, то экономически выгодно при ремонте восстанавливать их изношенные поверхности.
7. Утилизация. Утилизации могут подвергаться дорогостоящие (позолоченные, серебряные или платиновые) или экологически вредные для здоровья (радиационные, химически активные) поверхностные слои деталей, которые могут сниматься с детали химически или механически.

Лекционный курс 2-го модуля включает следующие темы:

8. Основные показатели качества машин: надежность и КПД, которые преимущественно определяются свойствами поверхностных слоев деталей и соединений (пределом выносливости, коррозионной стойкостью, износостойкостью, коэффициентом трения, контактной жесткостью, прочностью посадок, герметичностью соединения и др.).
9. Работа детали машин и устройств в контакте с окружающей или эксплуатационной средой (воздух, вакуум, морская вода, почва и пр.); с технологическими средами, применяемыми в производственном процессе в качестве исходных и конечных материалов при изготовлении веществ и изделий (химические элементы, соединения и их растворы в различных агрегатных состояниях); со средами, используемыми для осуществления

рабочего цикла (например, в энергетических установках — топливо и теплоносители, в узлах трения — смазочные материалы и т. д.).

10. Различные виды поверхностной обработки для устранения или торможения процессов, протекающих на границе среда — металл, негативно воздействующих на работоспособность материалов. Необходимость при разработке изделий и технологии их производства использовать достижения современной инженерии поверхности.

11. Методы направленного изменения физико-химических свойств поверхностных слоев материалов путем деформирования, модифицирования, нанесения пленок, покрытий и защитных слоев различными способами.

12. Нанотехнология в инженерии поверхности. Примеры использования нанотехнологий для целенаправленного изменения свойств поверхности изделий. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Технология тонких пленок. Нанокompозитные и наноструктурированные упрочняющие покрытия.

Самостоятельная работа

Модуль 1 «Инженерия поверхности деталей на этапах жизненного цикла» включает самостоятельную проработку курса лекций (по конспектам) и методических материалов в рамках подготовки к рейтинговому контролю по материалам модуля в виде контрольной работы №1. Используются конспекты лекций и литература [1-6, 14-16].

Модуль 2 «Инженерия поверхности деталей машиностроения различными способами» включает выполнение домашнего задания «Способ обработки поверхности детали» и самостоятельную проработку курса лекций с целью подготовки к рейтинговому контролю №2 по материалам модуля 2 и к сдаче зачета. Используются конспекты лекций и предлагаемая литература [7-19]. В связи с тем, что домашнее задание должно быть выполнено на современном уровне развития науки и техники, студенты много времени уделяют анализу информации различных интернет-ресурсов.

Выполнение домашнего задания: реферата и презентации доклада

В реферате рассматриваются различные способы поверхностной обработки деталей. С обязательным отражением следующих пунктов: Цель, способы проведения. Обрабатываемые материалы. Изменение свойств и влияние на эксплуатационные свойства. Комбинирование с другими видами обработки. Применение (детали, изделия). В реферате должны быть подробно объяснены теоретические аспекты изменения свойств и структуры поверхности.

Реферат содержит 10-12 страниц текста формата А4 (включая рисунки, титульный лист и список использованной литературы) и 10-12 листов презентации доклада с использованием мультимедиа.

Выполненное задание представляется в виде публичного доклада (презентации) в сроки, предусмотренные графиком учебных занятий. Защита доклада проводится устно, при этом студент должен продемонстрировать понимание сущности изменения структуры и

свойств, происходящих на каждом этапе обработки поверхности.

Методическое и техническое обеспечение дисциплины

Курс лекций читается в лекционных аудиториях кафедры МТ8, с возможностью использования программных продуктов и мультимедиа представления материала. На первом занятии студенты получают следующие материалы:

- 1) набор электронных презентаций в электронном виде по темам лекционного курса для использования в аудиторных занятиях;
- 2) вопросы для подготовки к контрольной работе по модулю 1;
- 3) примерные темы домашнего задания;
- 4) вопросы к зачету, проводимому после обучения по модулю 2;
- 5) список основной и дополнительной литературы (приведен ниже).

Используемое на лекциях оборудование: интерактивные электронные средства. В том числе: компьютер, проектор, мультимедийная доска.

В курсе «Инженерия поверхности» реализована лично ориентированная технология образования, сочетающая два равноправных аспекта этого процесса: обучение и учение. С учетом этого, учебные материалы модуля включают информацию нескольких типов:

- информацию, отражающую мировой, постоянно обновляющийся опыт в области инженерии поверхности;
- информацию справочного характера, излагающую факты и связи между ключевыми положениями инженерии поверхности и естественно-научными и общепрофессиональными дисциплинами;
- информацию, помогающую самообразованию. Это - имеющиеся в лекционном разделе модуля текстовые пояснения, указания, примечания, комментарии, смысловые таблицы, приложения, облегчающие самостоятельную обработку текста, его понимание.

Деятельностный подход при освоении дисциплины реализуется через анализ и решение учебных задач. При изучении дисциплины предусмотрены следующие активные формы проведения занятий: 1) просмотр и обсуждение видео фрагментов лекционного раздела модуля; 2) работа в команде при подготовке аналитических обзоров и презентаций по полученным результатам; 3) активное обсуждение презентаций студентов по результатам рефератов на семинарских занятиях.

Итоговая рейтинговая система контроля знаний

При изучении дисциплины используется рейтинговая система, включающая постоянный контроль знаний студентов в течении семестра. Система позволяет активизировать работу студентов в ходе лекционного курса, способствует повторению изученного и усвоению нового материала. Объектами оценивания результатов обучения являются знания, умения, навыки и личностные качества — компетенции, сформированные в ходе изучения

дисциплины.

Основными видами контроля уровня учебных достижений студентов являются:

- **по модулю 1:** написание контрольной работы №1 (зачетные баллы 20...30);
- **по модулю 2:** контроль за выполнением реферата; публичная защита реферата, представляемого в виде доклада (презентации) (зачетные баллы 20...30);
- написание зачетной контрольной работы №2 (зачетные баллы 20...30).

Дополнительные баллы. Студент может получить дополнительные аттестационные баллы, если он выполняет учебную работу, не предусмотренную календарным учебным планом: занимается научной работой на кафедре, участвуя в студенческих научных конференциях (с подготовкой и представлением доклада, реферата или презентации) и т.п. (до 10 баллов).

Максимальная сумма баллов по дисциплине за семестр равна 100 баллов. Зачет по дисциплине выставляется при накоплении от 60 до 100 баллов.

Заключение

После освоения дисциплины «Инженерия поверхности» студент должен приобрести следующие знания, умения и владение навыками, соответствующие компетенциям основной образовательной программы специалитета, реализуемой ВУЗом по направлению подготовки 150100.65 «Материаловедение и технологии материалов».

Знания:

- закономерности управления структурой и свойствами поверхностных слоев деталей путем изменения химического состава и применения различных способов их обработки;
- особенности строения внешних и внутренних поверхностей раздела в материалах;
- основные термодинамические закономерности поверхностных явлений;
- основные научные представления о строении диффузионных слоев и покрытий.

Умения:

- определять рациональный способ обработки материалов, приводящий к получению требуемых свойств;
- осуществлять выбор тепловых параметров термической модификации поверхности на основе требований чертежа и характеристик теплового источника;
- выбирать методы исследования структуры и состава поверхностных слоев для управления свойствами материалов;
- работать со стандартами и справочной литературой по материалам.

Владение навыками:

- самостоятельно работать с учебной и справочной литературой;
- по выбору материала и технологии его упрочнения по требуемым конструкционным, технологическим и экономическим параметрам;
- по применению оборудования и приборов для определения структуры и свойств поверхности деталей.

Список литературы

- [1]. Суслов А.Г. Инженерия поверхности деталей. М.: Машиностроение. 2008. 320 с.
- [2]. Тушинский Л.И., Плохов А.В., Токарев О.А., Синдеев В.И. Методы исследования материалов. Структура, свойства и процессы нанесения неорганических покрытий. М.: Мир. 2004. 384 с.
- [3]. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки: Учеб. пособие для вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2006. 664 с.
- [4]. Приходько В.М., Петрова Л.Г., Чудина О.В. Металлофизические основы разработки упрочняющих технологий. М.: Машиностроение. 2003. 384 с.
- [5]. Зинченко В.М. Инженерия поверхности зубчатых колес методами химико-термической обработки. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2001. 303 с.
- [6]. Рыкалин Н.Н., Углов А.А., Зуев И.В., Кокора А.Н. Лазерная и электронно-лучевая обработка материалов: Справочник. М.: Машиностроение. 1985. 496 с.
- [7]. Бабичев А.П. Вибрационная обработка деталей: научное издание. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение. 1974. 134 с.
- [8]. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения: учеб. пособие для студ. и асп. вузов / пер. с англ. К. Н. Золотовой, Д. О. Чаркина; под ред. В.П. Зломанова. (Серия: Лучший зарубежный учебник). М.: БИНОМ, Лаборатория знаний. 2009. 400 с. [Gottstein G. Physical foundations of materials science. Berlin: Springer, 2004. – 400 p.].
- [9]. Зандерна А. Методы анализа поверхностей. 2-е изд. / пер. с англ. под ред. В.В. Кораблева и Н.Н. Петрова. М.: Мир. 1979. 582 с. [Methods of Surface Analysis, A.W. Czanderna, ed., New York: Elsevier Science Publishing Co., 1975. – 500 p.].
- [10]. Троян В.И., Пушкин М.А., Борман В.Д., Тронин В.Н. Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела / Под. ред. В.Д. Бормана: Учебное пособие. М.: МИФИ. 2008. 260 с.
- [11]. Kittel C. Introduction to solid state physics. 8th Edition. New York: Wiley/ 2004. 325 p.
- [12]. Ashby M., Shercliff H., Cebon D. Materials: engineering, science, processing and design. 1st. ed. Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sydney, Tokyo: Butterworth-Heinemann is an imprint of Elsevier. 2007. 527 p.
- [13]. Donald R. Askeland, Pradeep P. Phulé. The Science & Engineering of Materials. 5th edition. Toronto, Ontario, Canada: Nelson, a division of Thomson Canada Limited. 2005. 896 p.
- [14]. Сайт кафедры МТ8 МГТУ им. Н.Э. Баумана. Режим доступа: <http://hoster.bmstu.ru/~mt8/> (дата обращения 01.05.2015).
- [15]. Федеральный интернет-портал Нанотехнологии и наноматериалы. Режим доступа: <http://www.portalnano.ru/> (дата обращения 01.05.2015).

- [16]. Сайт по тематике материаловедения и термической обработки // Zaochnik.com. Образовательный ресурс. Режим доступа: <http://www.materialscience.ru/> (дата обращения 01.05.2015).
- [17]. Сайт по тематике «Модифицирование сплавов»: разработка, внедрение, технический аудит. Металловедение. Металлургия. // Исследовательский центр Модификатор. Режим доступа: <http://www.modificator.ru/>
- [18]. The Top One Hundred Candidates // The Greatest Moments in Materials Science and Engineering inspired. The Minerals, Metals & Materials Society (TMS). Режим доступа: <http://www.materialmoments.org/top100.html> (дата обращения 01.03.2015).
- [19]. Materials science // Каталог DMOZ. Режим доступа: <https://www.dmoz.org/Science/Technology/Materials> (дата обращения 01.03.2015).