



Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана

Методические рекомендации

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ
НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ
И ИХ ОТРАЖЕНИЕ
В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ
СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ “ТЕХНОЛОГИЯ
МАШИНОСТРОЕНИЯ”,
“МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ
И ИНСТРУМЕНТЫ”**

Издательство МГТУ имени Н.Э. Баумана

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Н.Э. БАУМАНА

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ
И ИХ ОТРАЖЕНИЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ
СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ «ТЕХНОЛОГИЯ
МАШИНОСТРОЕНИЯ», «МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ
СТАНКИ И ИНСТРУМЕНТЫ»

Методические рекомендации

Под редакцией А.С. Проņикова

Москва

Издательство МГТУ имени Н.Э. Баумана

2001

УДК 621.9:658.512:378.147
ББК 34.5:34.63
П26

Рецензент д-р техн. наук, проф. Е.И. Сычев

Авторы: Г.Н. Васильев, С.В. Грубый, А.М. Дальский, Б.М. Дмитриев,
А.Е. Древаль, В.Л. Киселев, В.К. Москвин, А.В. Мухин,
Е.Г. Нахапетян, А.С. Проников, И.Б. Ставицкий, В.М. Утенков

П26 Перспективные научные направления и их отражение в учебном процессе специальностей «Технология машиностроения», «Металлорежущие станки и инструменты»: Методические рекомендации / Г.Н. Васильев, С.В. Грубый, А.М. Дальский и др.; Под ред. А.С. Проникова. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. — 32 с.

ISBN 5-7038-1706-4

Очерчен круг перспективных направлений развития машиностроительных технологий: теоретическая технология; автоматизированное проектирование, диагностика и информационные технологии; надежность; физико-химические методы обработки; нанотехнология; триботехника; мехатроника и др. Для каждого направления приведены основные вопросы, а также примеры их использования в учебном процессе.

Для преподавателей и студентов старших курсов специальностей «Технология машиностроения», «Металлорежущие станки и инструменты».

Библиогр. 41 назв.

УДК 621.9:658.512:378.147
ББК 34.5:34.63

ISBN 5-7038-1706-4

© МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2001

Содержание

Предисловие	4
1. Автоматизированное проектирование оборудования (Г.Н. Васильев)	5
2. Автоматизированное проектирование режущего инструмента (А.Е. Древаль, С.В. Грубый)	8
3. Автоматизированное проектирование технологии (А.В. Мухин)	11
4. Основы теоретической технологии (А.В. Мухин)	13
5. Параметрическая надежность машин (А.С. Проников)	15
6. Физико-химические методы обработки (А.Е. Древаль, И.Б. Ставицкий)	17
7. Диагностика и мониторинг (Е.Г. Нахапетян)	20
8. Трибология (А.С. Проников, В.М. Утенков)	22
9. Информационные системы и базы данных (В.Л. Киселев)	24
10. Маркетинг оборудования и инструмента (Б.М. Дмитриев)	26
11. Нанотехнология (А.М. Дальский)	28
12. Мехатроника и микропроцессорная техника (Г.Н. Васильев, В.К. Москвин)	30

Предисловие

Учебный процесс в техническом университете должен опираться на передовые научные направления и разработки. При организации учебного процесса для любой специальности необходимо учитывать, что многие научные идеи, которые пока еще только разрабатываются или нашли недостаточное применение, будут в ближайшем будущем реализованы в практической инженерной деятельности. Поэтому, чтобы молодой специалист был бы не только адаптирован к передовым технологиям, но и стал бы проводником нововведений, ему необходимо опираться на перспективные научные направления, которые должны быть осознаны и усвоены им еще в процессе обучения.

При модернизации читаемых курсов, введении новых специализаций, курсов, лабораторных и студенческих исследовательских работ, а также при выборе тем для курсового и дипломного проектирования необходимо постоянно держать под контролем то, насколько в каждом конкретном случае отражаются и доводятся до студента основные положения и идеи перспективных научных направлений. Для этого в рамках каждой специальности или для группы однородных специальностей необходимо сформулировать перечень основных научных направлений, обосновать их перспективность, указать главные вопросы и проблемы, которые решает каждое направление, найти им конкретное применение в учебном процессе.

Результаты такой работы применительно к специальностям «Технология машиностроения» и «Металлорежущие станки и инструменты» представлены в предлагаемом издании. Авторы надеются, что данные рекомендации будут использованы не только при подготовке специалистов-технологов указанного профиля, но и послужат примером для других специальностей по разработке аналогичных материалов.

Председатель учебно-методического совета
по специальностям «Технология машиностроения»
и «Металлорежущие станки и инструменты»

Д-р техн. наук, проф. А.С. Проников

1. Автоматизированное проектирование оборудования

Проф., д-р техн. наук Г.Н. Васильев

Системы автоматизированного проектирования (САПР) оборудования должны решать задачи синтеза и анализа конструкций на различных этапах и уровнях проектирования. Наибольшую трудность представляют задачи структурного синтеза конструкций, особенно на ранних стадиях проектирования. Кроме того, ошибочные решения, принимаемые на начальных этапах проектирования, приводят к значительным потерям трудовых и материальных ресурсов, что связано с необходимостью доработки конструкции.

Основные вопросы данного направления:

- декомпозиция проектируемого оборудования на подсистемы и узлы, иерархия проектируемого объекта, критерии качества при проектировании оборудования, двухуровневые модели синтеза станочного оборудования и производственных систем;
- моделирование узлов оборудования, алгебраические модели станочных узлов, методы интерполяции при описании характеристик узлов и деталей, регрессионный анализ моделей узлов, метод статистических испытаний при моделировании процессов функционирования оборудования, динамические модели станочных узлов и систем управления, методы конечных элементов для анализа упругих и тепловых деформаций станков, универсальные пакеты программ моделирования, специальные системы моделирования процессов функционирования оборудования;
- синтез отдельных узлов оборудования, программы автоматизированного проектирования шпиндельных узлов, автоматизированный расчет корпусных деталей и узлов привода, программы

синтеза следящих приводов, синтез структуры и параметров систем управления станками, структурно-параметрический синтез станочных конструкций;

– двухуровневый синтез конструкций, построение вариантных наборов конструкций узлов, функционал качества, назначение технических требований методами двухуровневого синтеза конструкций, оптимизация конструкций узлов в составе несущей системы станка, синтез параметров структуры автоматических линий, расчет оптимальной загрузки станочной системы, расчет оптимального технического уровня станков станочной системы;

– системы графической поддержки проектных работ, банки данных и базы знаний по станкам и станочным узлам, интегрированные пакеты программ CAD/CAM/CAE.

Примерами включения вопросов автоматизированного проектирования станочного оборудования в учебный процесс могут служить:

- а) автоматизированный расчет шпиндельного узла в курсе «Автоматизированное проектирование станков»;
- б) оптимизация конструкции узлов в составе несущей системы станка в курсе «Автоматизированное проектирование станков»;
- в) оптимальная оценка конкурентоспособности станочной системы в курсе «Методы анализа и оптимизации технического уровня станков».

Список рекомендуемой литературы

Норенков И.П., Маничев В.Б. Системы автоматизированного проектирования электронной и вычислительной аппаратуры. — М.: Высш. шк., 1983.

Системы автоматизированного проектирования: Учебное пособие для вузов: В 9 кн. / Под ред. И.П. Норенкова. — М.: Высш. шк., 1985–1987.

Васильев Г.Н. Автоматизация проектирования металлорежущих станков. — М.: Машиностроение, 1987.

Васильев Г.Н. Оптимизация вариантного конструирования металлорежущих станков и станочных систем // Вестник МГТУ. Сер. Машиностроение. — 1996. — №2.

Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник. В 3 т. Т.1: Проектирование станков / А.С. Проников, О.И. Аверьянов, Ю.С.Апполонов и др.; Под общ. ред. А.С. Проникова. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана; Машиностроение, 1994.

Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник. В 3 т. Т.3: Проектирование станочных систем / А.С. Проников, Г.Н. Васильев, В.Ф. Горнев и др.; Под общ. ред. А.С. Проникова. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана; Изд-во МГТУ «Станкин», 2000.

2. Автоматизированное проектирование режущего инструмента

*Проф., д-р техн. наук А.Е. Древаль;
доц., канд. техн. наук С.В. Грубый*

Существенный прогресс в развитии средств вычислительной техники позволяет использовать ЭВМ при проектировании режущего инструмента на качественно новом уровне. Автоматизированное проектирование позволяет решать комплексные задачи по анализу и моделированию физических процессов резания и изнашивания инструментов, проектированию режущего инструмента как сложного пространственного объекта, оптимизации режимов и выбору условий эксплуатации инструментальных систем, анализу результатов производственных испытаний и научных исследований. В ходе организации учебного процесса автоматизированное проектирование должно рассматриваться в рамках общей компьютеризированной системы со сквозным безбумажным циклом проектирования объектов инструментальной техники и технологии. При этом поставлена общая цель обучения студентов профессиональному инженерингу как механизму реализации научно-технических проектов в инструментальном деле.

Анализ современных программных продуктов показывает, что из всего их многообразия можно выделить набор средств, учитывающий специфику расчета и проектирования режущего инструмента. Это алгоритмические языки высокого уровня; графические пакеты; средства расчета, анализа, описания и оформления баз данных. Стандартные программные продукты дополняются прикладными программами, учитывающими авторские алгоритмы расчета и проектирования отдельных видов инструментов.

Автоматизированное проектирование режущего инструмента включает ряд этапов.

На первом этапе выполняется анализ исходных данных, определяющих условия работы инструмента: эскиз операции, вид и размеры заготовки, физико-механические свойства обрабатываемого материала, припуск, технические характеристики станка, режимы обработки, требуемая производительность, показатели качества обработки и др. Итогом проектирования на первом этапе является установление вида инструмента. Этот этап носит в основном информационно-справочный характер, что требует использования систем управления базами данных, средств создания отчетов, комплектации выборок и фильтрации данных.

Второй этап — расчет инструмента. Здесь объектами расчета являются конструктивные размеры, геометрические параметры режущей части, профиль инструмента, параметры прочности, точности и др. Математические модели для аналитического расчета основных видов режущих инструментов общего применения достаточно разработаны и требуют знаний аналитической геометрии, тригонометрии, сопротивления материалов, теплофизики, расчета размерных цепей и предельных отклонений. Для реализации этого этапа необходимо проводить анализ задачи на уровне ее декомпозиции, разрабатывать расчетные алгоритмы и программы, а при использовании графических систем — выполнять точные геометрические построения на плоскости и в пространстве.

Третий этап — конструирование — предусматривает выбор вида конструкции (цельная, составная, сборная), выполнение эскизного и рабочего чертежей. В условиях автоматизированного проектирования представляется целесообразным автоматическое выполнение чертежей на основе расчетов и моделей, разработанных на втором этапе.

Последующие этапы предусматривают проверку конструкции на технологичность и ее доработку по результатам испытаний и

эксплуатации инструмента. Методической основой этих этапов может служить принцип многоуровневой оптимизации, когда каждое решение принимается на основе частного критерия оптимальности, вытекающего из общего критерия, например минимальной себестоимости операции, и не противоречащего ему. Автоматизированное проектирование позволяет выработать наиболее эффективное решение по конструкции и эксплуатации режущего инструмента на основе принципа оптимальности.

Примерами включения вопросов автоматизированного проектирования в учебный процесс являются:

- разработка отдельных конструкций режущего инструмента, в том числе фасонного, зуборезного и др., в курсовом и дипломном проектировании;
- выполнение лабораторных работ и домашних заданий по курсам «Основы проектирования режущего инструмента», «САПР режущего инструмента».

Список рекомендуемой литературы

Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов / С.Н. Корчак, А.А. Кошин, А.Г. Ракович, Б.И. Силицын; Под ред. С.Н. Корчака. — М.: Машиностроение, 1988.

Проектирование и расчет металлорежущего инструмента на ЭВМ / О.В. Таратынов, Г.Г. Земсков, Ю.П. Тарамыкин и др.; Под ред. О.В. Таратынова, Ю.П. Тарамыкина. — М.: Высш. шк., 1991.

3. Автоматизированное проектирование технологии

Проф., д-р техн. наук А.В. Мухин

Автоматизированное проектирование технологии (технологических процессов) — научное направление, стремительно развивающееся на стыке таких дисциплин, как общая теория систем, теория принятия решений, информатика и др. В приложении к технологии это научное направление имеет свою специфику, определяемую особенностями предметной области.

Несмотря на огромное разнообразие имеющихся систем автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП), ведутся интенсивные научные исследования по их совершенствованию, так как предметная область технологии машиностроения (ПОТМ) по разнообразию объектов и взаимосвязей между ними намного шире возможностей имеющихся САПР ТП.

Выделяют два основных направления научных исследований в области САПР ТП.

Первое направление связано с классификацией системообразующих элементов, ориентированных на ПОТМ с целью повышения эффективности использования имеющегося методического, математического, информационного, лингвистического, технического обеспечения САПР. В качестве результатов исследований здесь можно выделить разработанные математические модели, отражающие структурную и параметрическую компоненты технологических процессов, языки представления конструкторской и технологической информации и др.

Второе направление связано с реорганизацией самой ПОТМ в методическом плане с целью приведения ее в соответствие с направлением развития вычислительных сред, систем искусствен-

ного интеллекта и т.п. Результатами исследований в этом направлении являются новые языки представления технологических знаний, структуры взаимосвязанных единством математического описания технологических задач.

Примерами включения вопросов САПР ТП в учебный процесс могут служить:

- а) структура и содержание курса «Автоматизация проектирования технологических процессов»;
- б) представление технологических знаний в формально-логическом виде в курсе «Проектирование и эксплуатация систем искусственного технологического интеллекта»;
- в) алгоритмы выбора решений в курсе «Автоматизация принятия технологических решений».

Список рекомендуемой литературы

Норенков И.П. Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем. — М.: Машиностроение, 1986.

Автоматизация проектирования технологических процессов в машиностроении / Под общ. ред. Н.М. Капустина. — М.: Машиностроение, 1985.

Лорьер Ж. Системы искусственного интеллекта: Пер. с франц. — М.: Мир, 1990.

4. Основы теоретической технологии

Проф., д-р техн. наук А.В. Мухин

Теоретическая технология как наука изучает общие закономерности развития производства и представляет их в формально-логическом виде.

Назначением теоретической технологии является использование общих закономерностей развития производства для решения любых частных технологических задач в виде доказательных (выводимых) заключений. Особую актуальность это направление приобретает в связи с широкой компьютеризацией всех видов деятельности.

Теоретическая технология является самостоятельной научной дисциплиной, содержащей структурно следующие разделы:

- 1) описание общих закономерностей производства на формально-логическом уровне;
- 2) построение и использование языка теоретической технологии;
- 3) алгоритмизация решения частных технологических задач на основе общих закономерностей производства.

По первому разделу предметом научных исследований является анализ и сопоставление различных подходов к структурным моделям производственных систем. Учитывая важность прикладных задач теории принятия решений в технологии, большое место в научных исследованиях занимает анализ различных форм мышления человека в процессе принятия решений, анализ общих закономерностей процессов преобразования трудовой деятельности человека, обоснование аксиоматического подхода в процедурах принятия технологических решений.

Не менее важным является второй раздел. Исследования здесь сводятся к анализу различных форм искусственного технологи-

ческого языка, формированию тезауруса понятий предметной области технологии машиностроения.

Для третьего раздела характерны исследования, направленные на обеспечение методического, математического, информационного единства решения разнообразных частных технологических задач в условиях расширяющейся компьютеризации. Исследования проводятся в направлении поиска максимальной степени обобщения не только аксиом эффективности производства, но и описания физических запретов в явлениях и эффектах, составляющих сущность технологических процессов.

Примерами включения вопросов теоретической технологии в учебный процесс могут служить:

- а) разработка алгоритмов выбора оборудования, инструмента, заготовок в курсе «Автоматизированные системы проектирования технологических процессов»;
- б) оптимизация технологического процесса в курсе «Основы проектирования технологических процессов»;
- в) оптимизация структуры производственных систем в курсе «Проектирование участков и цехов».

Список рекомендуемой литературы

Поспелов Д.А. Логико-лингвистические модели в системах управления. — М.: Энергоатомиздат, 1981.

Попов Э.В. Экспертные системы: Решение задач в диалоге с ЭВМ. — М.: Наука, 1987.

Искусственный интеллект: Применение в интегрированных производственных системах / Под ред. Л. Кьюсиака. — М.: Машиностроение, 1992.

5. Параметрическая надежность машин

Проф., д-р техн. наук А.С. Проников

Параметрическая надежность как свойство длительно сохранять во времени технические характеристики машины является одним из основных показателей ее качества. Это свойство необходимо обеспечить у технологического оборудования и в первую очередь у металлорежущих станков для сохранения достигнутых показателей точности в течение заданного периода эксплуатации. Более традиционно надежность изучают в связи с отказами функционирования, когда происходит разрушение изделия, например в результате развития усталостных трещин. В то же время для многих машин и технологического оборудования наиболее характерны параметрические отказы, которые и определяют их ресурс.

Основные вопросы данного направления:

- методы оценки параметрической надежности различных изделий, в том числе сложных технических и технологических систем;
- выходные параметры машины как характеристики ее технического уровня;
- процессы старения и главным образом изнашивание как основная причина потери изделием работоспособности;
- статистические и физико-вероятностные модели параметрических отказов, влияние износа на выходные параметры машины;
- прогнозирование параметрической надежности технологического оборудования, статистическое моделирование процесса деградации выходного параметра, универсальная структура алгоритма прогнозирования параметрической надежности машины;
- программные испытания технологических машин на параметрическую надежность;

– роль технологии в обеспечении надежности машин, обеспечение надежности при эксплуатации технологического оборудования;

– основные пути повышения надежности машин.

Примерами включения в учебный процесс этих вопросов могут служить:

а) создание специального курса «Надежность станков»;

б) включение раздела «Надежность станков» в курс «Теоретические основы расчета и проектирования станков».

Список рекомендуемой литературы

Надежность технических систем: Справочник / Ю.К. Беляев, В.А. Богатырев, В.В. Болотин и др.; Под ред. И.А. Ушакова. — М.: Радио и связь, 1985.

Проников А.С. Надежность машин. — М.: Машиностроение, 1978.

Проников А.С. Программный метод испытания металлорежущих станков. — М.: Машиностроение, 1985.

Проников А.С. Структура автоматизированных расчетов параметрической надежности машин // Проблемы машиностроения и надежности машин. — 1995. — № 3.

6. Физико-химические методы обработки

*Проф., д-р техн. наук А.Е. Древаль;
доц., канд. техн. наук И.Б. Ставицкий*

В настоящее время среди процессов обработки материалов все большее место занимают физико-химические методы: электроэрозионная, электрохимическая, ультразвуковая, лучевые обработки. Изучение фундаментальных физических законов и явлений, лежащих в основе этих методов, позволяет развить целостное представление об основных закономерностях процессов формообразования, физических и химических особенностях процессов обработки; дает возможность обоснованного выбора и назначения режимов.

Основные вопросы, рассматриваемые при изучении электроэрозионного метода обработки материалов:

– постановка и решение тепловой задачи о перемещении границы фазового превращения материала под действием плоского теплового источника;

– определение плотностей и длительностей тепловых потоков, необходимых для формообразования деталей из различных материалов и назначения рациональных режимов обработки (энергии импульсов и их длительности);

– оценка обрабатываемости различных материалов;

– определение параметров формируемой поверхности в зависимости от энергетических параметров обработки;

– определение условий, позволяющих формировать поверхности, не требующие последующей доводки и обладающие специальными свойствами (высокая твердость, низкая шероховатость, специальные декоративные свойства и т.д.);

– конструктивные особенности оборудования и способы реализации метода;

– алгоритмы расчета геометрии электродов-инструментов;

– методики и алгоритмы расчета производительности обработки, износа электрода-инструмента в зависимости от энергетических параметров и технологических схем обработки.

Основные вопросы, рассматриваемые при изучении электрохимического метода обработки материалов:

– общие схемы и алгоритмы расчета геометрии электродов-инструментов при формообразовании сложных трехмерных поверхностей;

– вопросы точности формообразования и пути ее повышения;

– определение необходимых свойств электролита в зависимости от обрабатываемого материала и условий обработки;

– методика определения скорости анодного растворения в зависимости от режимов обработки, состава электролита, обрабатываемого материала и другие факторы;

– конструктивные особенности оборудования и способы реализации метода.

Основные вопросы, рассматриваемые при изучении ультразвукового метода обработки материалов:

– явление магнитострикции и его реализация в ультразвуковых генераторах, магнитострикционные материалы;

– колебательная система и конструктивные особенности ультразвуковых станков.

Примерами включения этих вопросов в учебный процесс могут служить:

а) проведение лабораторного практикума по курсу «Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов», направленного на углубление знаний о физических процес-

сах, происходящих при электроэрозионной, электрохимической, ультразвуковой и других методах обработки;

б) рассмотрение различных технологических схем, реализующих электроэрозионный и электрохимический методы обработки в курсе «Производство штампов и пресс-форм»;

в) выполнение домашнего задания по расчету рациональных режимов электроэрозионной обработки и геометрических размеров электродов-инструментов для изготовления заданной поверхности детали в курсе «Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов»;

г) выполнение домашнего задания по разработке технологического процесса изготовления пуансона (матрицы) штампа с применением электрофизических и электрохимических методов обработки в курсе «Производство штампов и пресс-форм»;

д) определение необходимых для электроэрозионной или лучевых обработок плотностей тепловых потоков и их длительностей на основе численного решения тепловой задачи о перемещении границы фазового превращения материала под действием теплового источника.

Список рекомендуемой литературы

Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов: Учеб. пособие: В 2 т. / Б.А. Артамонов, Ю.С. Волков, В.И. Дрожалова и др.; Под ред. В.П. Смоленцева. — М.: Высш. шк., 1983.

Золотых Б.Н. Физические основы электрофизических и электрохимических методов обработки. — М.: МИЭМ, 1975.

7. Диагностика и мониторинг

Проф., д-р техн. наук Е.Г. Нахапетян

В технической диагностике разрабатываются теория, методы и средства обнаружения и поиска дефектов технической природы. Мониторинг является одним из способов получения диагностической информации и используется для контроля за параметрами механизмов, привода, системы управления и технологического процесса в работе машин. Техническое диагностирование — это определение технического состояния объекта. Основное назначение технической диагностики — обеспечить безопасность и надежность объектов на этапах их производства, эксплуатации и хранения.

Основные вопросы данного направления:

- определение диагностических параметров (показателей, признаков), характеризующих правильное функционирование объекта при его применении по назначению; назначение допусков на эти параметры с использованием квалиметрических методов обработки информации; оценка неисправностей, нарушающих работоспособность или правильность функционирования всего объекта или его составных частей; разработка методов диагностирования; разработка или подбор аппаратурных или программных средств диагностирования; выбор тестовой, рабочей (функциональной) или комбинированной системы диагностирования;
- разработка алгоритма диагностирования — определение совокупности и последовательности элементарных проверок объекта, правил анализа результатов этих проверок и постановки диагноза;
- разработка процесса проектирования систем диагностирования, который предусматривает параллельную во времени разра-

ботку объекта и технических средств диагностирования с учетом деятельности оператора; разработка диагностической модели, т.е. формализованного описания, отражающего изменения, которые происходят в состоянии объекта в процессе его функционирования или хранения, и диагностического обеспечения — комплекса взаимосвязанных правил, методов, алгоритмов и средств, необходимых для осуществления диагностирования на всех этапах жизненного цикла объекта.

Примерами включения диагностических методов и мониторинга в учебном процессе являются:

- а) испытательно-диагностический комплекс для программного испытания станков и диагностические процедуры для оценки состояния станка в курсе «Надежность станков»;
- б) компьютеризированный комплекс по анализу параметров процесса резания в лабораторном практикуме по курсам «Теория резания» и «Резание и инструмент».

Список рекомендуемой литературы

- Машиностроение*: Энциклопедия: В 40 т. Т. III-7: Измерения, контроль, испытания и диагностика / Под ред. В.В. Клюева. — М.: Машиностроение. 1996.
- Нахапетян Е.Г.* Контроль и диагностирование автоматического оборудования. — М.: Наука, 1990.
- Пархоменко П.П., Сагомонян Е.С.* Основы технической диагностики. — М.: Энергоиздат, 1981.
- Гуляев В.А., Мозгалецкий А.В., Костанди Г.Г.* Методические рекомендации по диагностическому обеспечению технических объектов / АН УССР. Институт проблем моделирования в энергетике. — Киев: Наук. думка, 1981.

8. Трибология

*Проф., д-р техн. наук А.С. Проников,
проф., д-р техн. наук В.М. Утенков*

Трибология как наука, изучающая явления на контактных поверхностях трущихся тел, направлена на создание работоспособных, надежных и эффективных машин. Основные трибологические факторы — трение, износ и смазка учитываются при проектировании и эксплуатации технологического оборудования. Поэтому необходимо изучать физико-химические процессы, протекающие в зоне контакта, а также методы расчета и проектирования ответственных пар трения.

Основные вопросы данного направления:

- строение поверхностей и свойства тел при их контакте; явления, происходящие при трении и износе твердых тел, смазка и смазочное действие, основные виды и закономерности процессов изнашивания; антифрикционные и фрикционные материалы; технологические методы обработки и упрочнения поверхностей;
- условия контакта поверхностей для различных пар трения, влияние конструктивных факторов на эпюру контактных напряжений и на условия изнашивания; макротрибологические параметры изношенного сопряжения;
- расчеты на износ и моделирование процессов изнашивания сопряжений различных конструктивных форм с учетом жесткости системы и периода процесса макроприработки;
- установление предельного износа, общая схема и алгоритмы расчета на износ основных сопряжений технологического оборудования;
- основные методы повышения износостойкости машин, связь триботехнических вопросов с проблемой надежности.

Примерами включения вопросов трибологии в учебный процесс могут служить:

- а) расчет на износ направляющих металлорежущих станков в курсе «Теоретические основы расчета и проектирования станков»;
- б) моделирование процесса изнашивания при прогнозировании параметрической надежности станка в курсе «Надежность станков».

Список рекомендуемой литературы

Основы трибологии: Учебник для технических вузов / Э.Д. Браун, Н.А. Буше, И.А. Буяновский и др.; Под ред. А.В. Чичинадзе. — М.: Центр «Наука и техника», 1995.

Крагельский М.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. — М.: Машиностроение, 1977.

Проников А.С. Надежность машин. — М.: Машиностроение, 1978.

Проников А.С. Макротрибология и ее задачи // Трение и износ. — 1998. — № 2.

9. Информационные системы и базы данных

Доц., канд. техн. наук В.Л. Киселев

Успешная деятельность человека все в большей степени зависит от эффективной организации обмена информацией. Перерабатывать большие объемы информации в заданные сроки без специальных средств обработки практически невозможно. В перспективе машинный способ хранения и представления информации профессионалам будет основным. В ЭВМ могут храниться не только печатные тексты, но и чертежи, фотографии, запись голоса и т.д. Информационные системы (ИС) предназначены для регистрации, хранения и переработки информации с целью поиска и выдачи ответов на запросы пользователей.

Основные вопросы данного направления:

– состав ИС: информационно-справочный фонд (архив, библиотека данных, язык системы); комплекс моделей и программ, обеспечивающих функционирование ИС; комплекс технических средств, выполняющих функции ИС;

– классы ИС: информационно-справочные, информационно-поисковые, информационно-логические и др.; входные языки описания моделей информационных систем; методы поиска решений по справочно-нормативным таблицам, таблицам соответствия и другим способам организации и хранения информации на основе формальных моделей; банк данных — автоматизированная информационная система, содержащая комплекс специальных методов и средств (математических, информационных, программных, языковых, организационных и технических) для поддержания динамической модели информации о предметной области; состав банка данных: вычислительная система, база дан-

ных, словарь данных, система управления базой данных, обслуживающий персонал;

– методы построения баз данных для создания моделей данных в банках данных (модель «сущность — связь», модель локального представления, операции агрегации и обобщения); особенности технологии проектирования баз данных в условиях САПР БД; методы обеспечения защиты и целостности данных в базе; модели представления знаний: семантические сети, фреймы, логика предикатов, система продукций.

Примерами включения вопросов информационных систем в учебный процесс являются:

а) модели проектирования технологических процессов на базе ИС в курсе САПР ТП и оснастки для специальности «Технология машиностроения»;

б) методика создания экспертных систем в курсе «Проектирование и эксплуатация экспертных систем технологического назначения».

Список рекомендуемой литературы

Применение ЭВМ в технологической подготовке серийного производства / С.П. Митрофанов, Ю.А. Гульнов, Д.А. Куликов, Б.С. Падун. — М.: Машиностроение, 1981.

Ревунков Г.Н., Самохвалов Э.Н., Чистов В.В. Базы и банки данных и знаний / Под ред. В.Н. Четверикова. — М.: Высш. шк., 1992.

Любарский Ю.Я. Интеллектуальные информационные системы. — М.: Наука, 1990.

10. Маркетинг оборудования и инструмента

Доц., канд. техн. наук Б.М. Дмитриев

Современный рынок характеризуется как «рынок потребителя», так как он управляется диктатом покупателя, в отличие от «рынка производителя», где превалирует диктат производителя. В условиях жесткой конкуренции на рынке товаров производитель должен предусмотреть потребности покупателя. В этой ситуации мало иметь высокое качество, низкие цены, прекрасный дизайн, но требуется еще правильно выбрать производимую продукцию. Это обеспечивает система маркетинга.

Маркетинг — это направление хозяйственной деятельности, философия которой состоит в том, что надо производить тот товар, который можно продать, вместо того, чтобы продавать то, что можно производить. Маркетинг — комплексная система управления разработкой, производством, сбытом с последующей утилизацией продукции, ориентированная на удовлетворение нужд конкретных потребителей и получение прибыли.

Современный рынок — это место, где встречаются и подвергаются «проверке» не столько товары как таковые, сколько система планирования, способность фирмы делать правильные выводы из всего массива информации и в зависимости от этого принимать взвешенные решения.

Условно рынок товаров можно разделить на две части: рынок товаров повседневного спроса и рынок товаров промышленного назначения, к которому относятся станочные и инструментальные системы. Следует заметить, что эти рынки взаимосвязаны, причем товары первого уровня определяют спрос на товары второго уровня. В свою очередь, товары промышленного назначения отличаются от товаров широкого назначения. На рынке товаров

станочного оборудования меньше покупателей. Эти немногочисленные покупатели крупнее, они сконцентрированы географически. Спрос на инструментальные и станочные системы определяется спросом на товары широкого назначения.

Основные вопросы маркетинга, которые должны быть отражены в учебном процессе, можно сформулировать так:

- анализ тенденции спроса на станочное оборудование;
- принципы и методы осуществления неординарных решений;
- методы борьбы с конкурентами;
- методы и способы сбыта (предпродажная подготовка, сервис, утилизация и т.д.).

Из этого перечня следует, что первые три вопроса непосредственно касаются разработчиков, конструкторов станочных и инструментальных систем.

Примерами включения вопросов рассматриваемого направления в учебный процесс являются: управление маркетингом, система маркетинговых исследований и маркетинговой информации, маркетинговая среда, продвижение товаров (реклама, стимулирование сбыта, пропаганда) в курсах «Инструментообеспечение машиностроительных предприятий», «Прогнозирование потребностей рынка станков».

Список рекомендуемой литературы

- Котляр Ф.* Основы маркетинга. — М.: Прогресс, 1990.
- Северук М.А.* Система маркетинга. — М.: Изд-во МГУ, 1992.

11. Нанотехнология

Проф., д-р техн. наук А.М. Дальский

Подготовка специалистов по нанотехнологии охватывает серию вопросов, связанных с прецизионным машиностроением. Характерные детали прецизионных машин средних размеров имеют высокую (до долей микрометров) точность размера, формы и расположения поверхностей.

Возможность изготовления качественных прецизионных изделий является своеобразным критерием совершенства технологического уровня государства. В мировой практике точностные характеристики в истекающем столетии ужесточились в 2000 раз. При этом понятие «точность» относится не только к геометрическим, но и к физико-механическим параметрам. Объектами нанотехнологии являются турбодетандеры, отдельные образцы металлорежущего оборудования, гироскопы, системы наведения и слежения, объекты лазерной техники и др. Все связи между прецизионными объектами представляются как в качественном, так и в количественном виде.

В рамках данного направления разрабатываются технологические проблемы с углубленным анализом связей между объектами производства и анализом функционирования технологических сред. Глубокой проработке проблемы способствует использование закономерностей технологической наследственности, которая предполагает передачу свойств от предшествующих технологических операций к последующим, сохранение полезных и подавление вредных свойств объектов. Своеобразными носителями наследственной информации являются поверхностный слой заготовок и деталей, а также свойства собственно материалов объектов труда и технологической среды.

Особое внимание уделяется операциям сборки, так как точность прецизионных деталей, достигнутая в ходе их изготовления, будет снижаться из-за силовых воздействий в собранном прецизионном изделии. Эта часть общей проблемы решается на основе теории упругости и ее технологического приложения.

Основные вопросы, рассматриваемые в данном направлении:

- теоретические основы достижения точности;
- проблемы базирования заготовок и их закрепления;
- трансформирование производственных погрешностей в условиях влияния технологической среды, сборки, а также сохранение заданных свойств в условиях эксплуатации.

Примерами включения в учебный процесс вопросов данного направления могут служить технологические решения и рекомендации, освещаемые в курсах по технологии и разрабатываемые на примерах производства скоростных прецизионных приводов (шпинделей) и турбодетандеров.

Список рекомендуемой литературы

- Технология машиностроения: Учебник для вузов. В 2 т. Т 1. / Под ред. А.М. Дальского. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1997.*
- Дальский А.М., Кулешова З.Г. Сборка высокоточных соединений в машиностроении. — М.: Машиностроение, 1988.*
- Технологические основы обеспечения качества машин / К.С. Колесников, Г.Ф. Баландин, А.М. Дальский и др.; Под ред. К.С. Колесникова. — М.: Машиностроение, 1990.*
- Технологическая наследственность // Вестник МГТУ. Сер. Машиностроение. — 1994. — № 4.*
- Наследственность // Вестник МГТУ. Сер. Машиностроение. — 1996. — № 3.*

12. Мехатроника и микропроцессорная техника

*Проф., д-р техн. наук Г.Н. Васильев;
доц., канд. техн. наук В.К. Москвин*

Развитие микропроцессорных систем управления, приводной и измерительной техники послужило основой для создания прецизионных мехатронных узлов станков, например линейных приводов подач и мотор-шпинделей на магнитных опорах. На их основе в настоящее время разрабатываются станки нового поколения — технологические машины на базе структуры параллельных конструкций (гексаподы). Эти станки позволяют в несколько раз повысить точность и производительность обработки вследствие увеличения жесткости конструкции станка, а также повышения в три-пять раз скорости холостых и рабочих ходов при одновременном увеличении частоты вращения шпинделя до ста тысяч оборотов в минуту и выше.

Основные вопросы данного направления:

– аналоговые интегральные микросхемы (ИМС); операционные усилители; компараторы; устройства, реализующие нелинейные функции; корректирующие фильтры станочных систем управления;

– цифровые и логические ИМС, реализующие операции И, ИЛИ, НЕ и их комбинации; триггеры; счетчики; регистры; шифраторы и дешифраторы; преобразователи кодов; примеры проектирования комбинационных логических схем в станках;

– упрощенная схема микропроцессора, структурная схема микропроцессорной системы (МПС), интерфейс МПС; аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи, программируемые контроллеры в станках, контроллеры станочных приводов, линейные электродвигатели, система управления мотор-шпинделем на электромагнитных опорах;

– обобщенная схема микроЭВМ и микропроцессорные системы управления станками, интерфейс систем ЧПУ, программное и аппаратное обеспечение систем ЧПУ на основе IBM PC-совместимых персональных компьютеров;

– технологическое оборудование на базе структуры параллельных конструкций, компоновочные схемы, повышение производительности и точности станков.

Примерами включения вопросов мехатроники и микропроцессорной техники в учебный процесс могут служить:

а) конструктивная схема мотор-шпинделя на электромагнитных опорах в курсе «Основы проектирования станков»;

б) аппаратное обеспечение систем ЧПУ на основе IBM PC-совместимых персональных компьютеров в курсе «Системы программного управления станков»;

в) использование линейных электродвигателей в станочных приводах в курсе «Приводы станков».

Список рекомендуемой литературы

Бушуев В.В. Мехатронные системы в станках // СТИН. — 1998. — № 9, 10.

Мехатронные линейные приводные узлы станков с параллельной кинематикой // Приводная техника. — 1998. — № 5.

Васильев Г.Н., Москвин В.К. Выбор приводов подач рабочих станков с ЧПУ // Приводная техника. — 1997. — № 6.

Герман Николаевич Васильев, Сергей Витальевич Грубый,
Антон Михайлович Дальский, Борис Михайлович Дмитриев,
Алексей Евгеньевич Древаль, Владимир Леонидович Киселев,
Валерий Константинович Москвин, Александр Васильевич Мухин,
Евгений Григорьевич НахАПетян, Александр Сергеевич Проников,
Иван Борисович Ставицкий, Владимир Михайлович Утенков

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ
И ИХ ОТРАЖЕНИЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ
СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»,
«МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЕ СТАНКИ И ИНСТРУМЕНТЫ»**

Редактор *Е.Н. Ставицкая*

Изд. лиц. № 020523 от 25.04.97.

Подписано в печать 20.12.2000. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.

Печ. л. 2,0. Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,72.

Тираж 50 экз. Заказ 24

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана,
107005, Москва, 2-я Бауманская, 5.