

В кадре показан механизм 1-го класса (начальное звено со стойкой) и 5 нулевых структурных групп 2-го класса. Имеется возможность выбора с помощью клавиш управления курсором

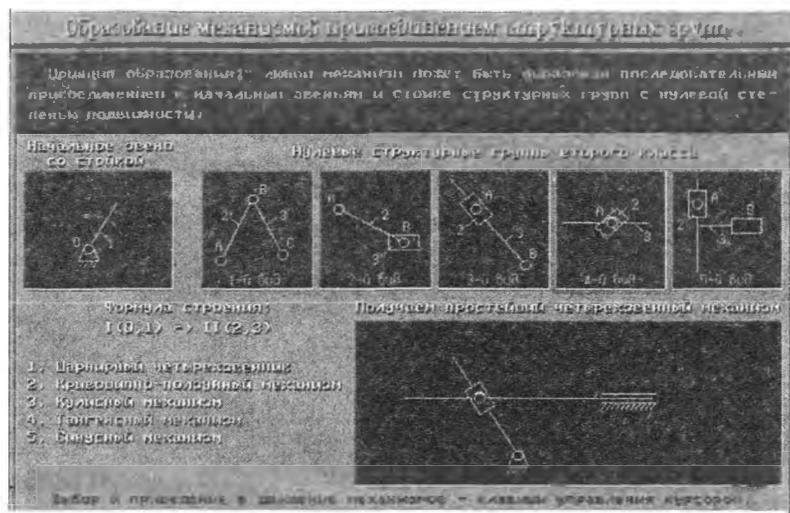


Рис.3. Образование механизмов присоединением структурных групп

одной из групп, в результате происходит сборка начального звена со стойкой и структурной группы в четырехзвенный механизм, появляющийся в демонстрационном окне, наименование механизма высвечивается желтым цветом. Клавишами «вверх» и «вниз» предлагается задать движение механизма.

Контролирующая программа по структуре механизмов, увлекает студентов и вызывает живой интерес. Студенты без принуждения со стороны преподавателя стараются разобраться в теоретическом материале и получить более высокую рейтинговую оценку.

Использование инновационных технологий в учебном процессе позволяет значительно повысить научность курса и привести его в соответствие с современным уровнем науки и техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1988. - 640 с.
2. Артоболевский И. И., Эдельштейн Б. В. Сборник задач по теории механизмов и машин. - М. : Наука, 1975. - 256 с.
3. Теория механизмов и машин / Под ред. К. В. Фролова. - М. : Высш. шк., 1987. - 496 с.
4. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин / Под общ. ред. Г. Н. Девойно. - Мн. : Высш. шк., 1986. - 285 с.
5. Лабораторные работы по теории механизмов и машин / Под общ. ред. Е. А. Камцева. - Мн. : Высш. шк., 1976. - 176 с.

УДК 621.01(076.5)

Анципорович П.П., Акулич В.К., Дубовская Е.М.

ОСОБЕННОСТИ ИЗЛОЖЕНИЯ РАЗДЕЛА «СИНТЕЗ ЗУБЧАТЫХ ЗАЦЕПЛЕНИЙ» В КУРСЕ ТЕОРИИ МЕХАНИЗМОВ, МАШИН И МАНИПУЛЯТОРОВ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Одним из основных разделов в курсе «Теория механизмов, машин и манипуляторов» является раздел «Синтез зубчатых зацеплений и передач». Сведения, полученные студентами при изучении его, используются, в частности, в курсе «Детали машин» при изложении методики расчетов зубчатых передач на прочность, а также в специальных курсах при рассмотрении вопросов конструирования зубчатых передаточных механизмов, коробок скоростей и т.д.

В соответствии с учебной программой курса, утвержденной Министерством образования РБ, на изучение основных положений синтеза зубчатых зацеплений отводится 10 часов лекционных занятий. При этом излагаются следующие вопросы:

- 1) основная теорема зацепления;
- 2) геометрические параметры зубчатых колес;
- 3) свойства, характеристики и качественные показатели эвольвентного зацепления цилиндрических зубчатых колес;
- 4) основные методы нарезания зубчатых колес;

- 5) станочное зацепление, колеса без смещения и со смещением исходного контура;
- 6) подрезание зубьев и его устранение;
- 7) общие сведения о косозубых колесах, неэвольвентных зацеплениях, конических и червячных передачах.

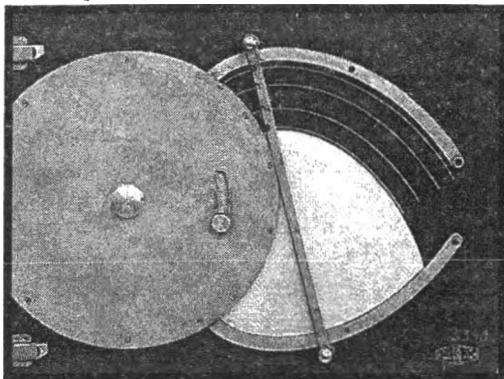


Рисунок 1. Макет, имитирующий образование эвольвенты.

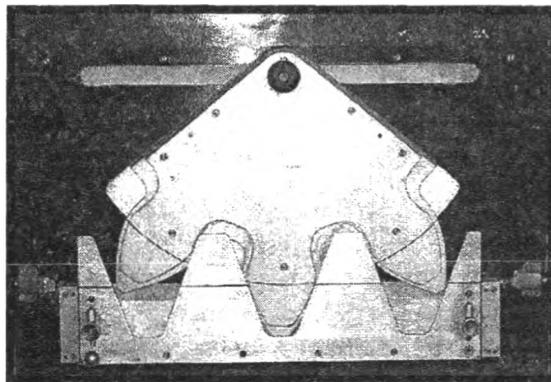


Рисунок 2. Макет, демонстрирующий явление подрезания зубьев.

Изложение ряда вопросов, связанных с геометрическими и др. расчетами зубчатых передач, должно быть увязано с особенностями технологий и методами нарезания зубчатых колес. Но, поскольку лекционный курс «Теория механизмов, машин и манипуляторов» приходится на четвертый семестр обучения, когда студенты еще не имеют должного представления о формообразовании зубьев на зуборезных станках, возникают определенные трудности при преподавании и усвоении студентами программных вопросов. Это вызывает необходимость постоянного совершенствования методики обучения, разработки наглядных пособий, макетов, плакатов, чтобы, используя различный наглядный материал, дать возможность студентам чисто визуально представить некоторые абстрактные понятия, необходимые для усвоения излагаемого материала, и тем самым повысить качество и эффективность обучения.

К настоящему времени сотрудниками кафедры теории механизмов и машин спроектированы и изготовлены стенды «Виды зубчатых передач» и «Методы нарезания зубчатых колес», на которых представлены реальные зубчатые передачи с параллельными осями (цилиндрические), с пересекающимися осями (конические), со скрещивающимися осями (гипоидные, червячные, глобоидные), а также реальный зуборезный инструмент (фрезы, резцы и т.д.). Указанные стенды размещены в лабораториях кафедры.

На занятиях имеется возможность продемонстрировать студентам особенности различных способов изготовления зубчатых колес. Для этой же цели на лекциях используется достаточно большой набор плакатов.

Кафедра имеет макеты, дающие возможность показать в движении образование эвольвенты, как геометрической кривой (рис. 1), процесс зацепления пары цилиндрических колес с указанием основных геометрических характеристик зацепления, а также влияние смещения инструментальной рейки на формообразование зубьев (рис.2).

Очень важными в рассматриваемом разделе курса являются вопросы расчета параметров зубчатых колес, их нарезание и синтез зубчатого зацепления пары колес. Ранее эти вопросы основательно рассматривались в курсовом проектировании, где синтезу зубчатого зацепления был посвящен отдельный лист. В связи с сокращением объема курсового проекта появилась потребность компенсировать возникший пробел в обучении. Для этого была модернизирована лабораторная работа «Построение зубьев эвольвентного профиля методом обкатки», в которой имитируется процесс нарезания цилиндрических зубчатых колес методом обкатки с помощью ресчного инструмента. С этой целью используется учебный прибор ТММ-42 (рис.3), позволяющий моделировать нарезание как нулевых зубчатых колес с малым числом зубьев (что приводит к подрезанию зубьев), так и колес с положительным смещением, необходимым для устранения подрезания.

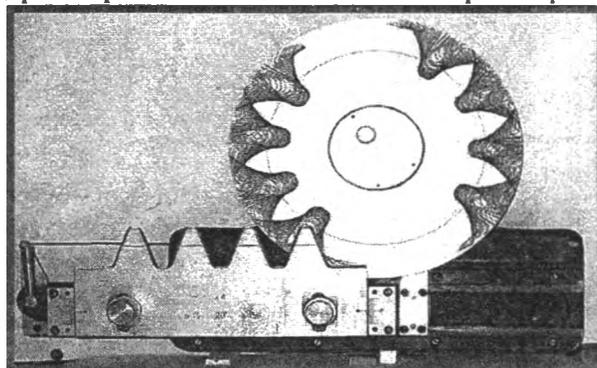


Рисунок 3. Прибор ТММ-42

Заготовкой нарезаемых колес служит картонный круг (рис. 4), а вырезание материала имитируется обводкой зубьев инструментальной рейки карандашом.

После нарезания и выполнения расчетов параметров колес на нарезанных колесах изображаются расчетные окружности и толщины зубьев. Анализ этого рисунка позволяет наглядно увидеть, в чем проявляется подрезание и как оно устраняется.

Лабораторный практикум был дополнен работой «Определение параметров и построение эвольвентного зацепления пары цилиндрических зубчатых колес», в которой производится построение картины эвольвентного зацепления двух зубчатых колес с положительным смещением, полу-

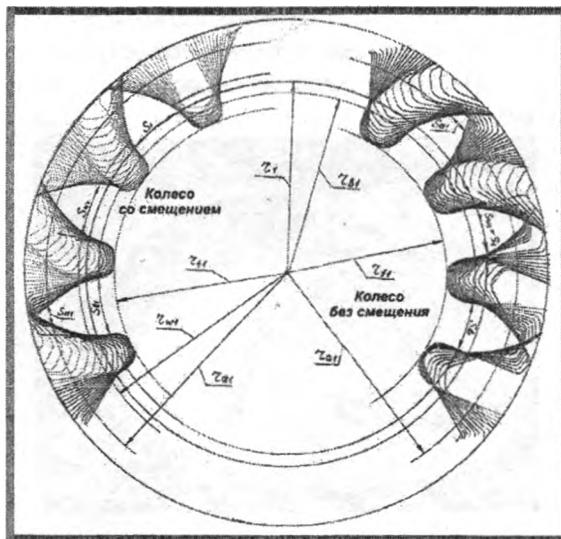


Рисунок 4. Зубчатые колеса, нарезанные на приборе ТММ-42.

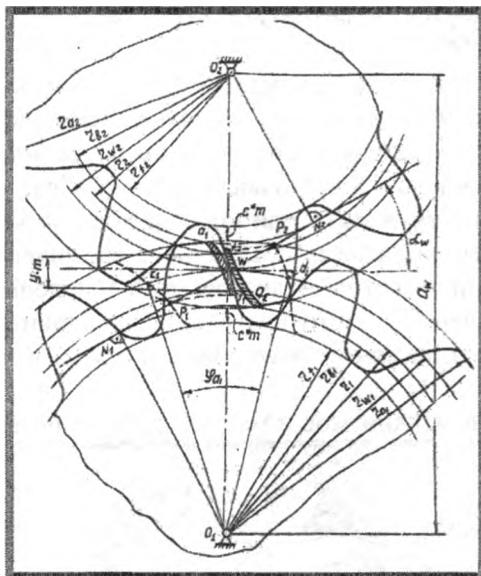


Рис.5. Картина зубчатого зацепления колес со смещением.

ченными в предыдущей

работе. На построенной картине зацепления (рис. 5) показываются основные геометрические характеристики зацепления (угол зацепления, активные профили зубьев, радиальные зазоры, воспринимаемое смещение т.д.). Таким путем удастся компенсировать пробелы курсового проектирования.

Для уменьшения объема вычислительной работы на кафедре разработано программное обеспечение, позволяющее определять параметры зубчатых колес и передачи во время лабораторного занятия.

Для облегчения самостоятельной работы студентов при подготовке к лабораторным работам подготовлено учебное пособие «Нарезание цилиндрических эвольвентных зубчатых колес и построение схемы зубчатого зацепления», в котором содержатся основные теоретические сведения по разделу «Синтез зубчатых зацеплений и передач», методика выполнения двух лабораторных работ, примеры типовых

расчетов геометрических и качественных параметров зацепления и оформления протоколов. В пособии приводится много иллюстративного материала, контрольные вопросы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акулич В.К., Мицкевич Н.И., Цитович О.Н. Зубчатые передачи: Текст лекций. - Мн.: БПИ, 1973. – 95 с.
2. Анципорович П.П. Нарезание цилиндрических эвольвентных зубчатых колес и построение схемы зубчатого зацепления: Лабораторные работы по курсу «Теория механизмов, машин и манипуляторов / П.П.Анципорович, В.К.Акулич, Е.М Дубовская. – Мн.: БНТУ, 2007. – 46 с.
3. ГОСТ 16532-70. Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет геометрии. – М.: Изд-во стандартов – 1971.
4. Теория механизмов, машин и манипуляторов. Учебная программа для высших учебных заведений по специальностям профиля 1. Рег. № ТД-246/тип 2002 г.