

менению припуска на обработку; неоднородность и неравномерность микроструктуры поковок после их термической обработки. Все эти факторы влияют также на наклеп поверхностного слоя деталей в результате обработки резанием.

Вторая составляющая деформации появляется во время транспортирования деталей на последующие операции в результате релаксации остаточных напряжений, возникших при резании (особенно это может быть заметно при изготовлении прецизионных нежестких деталей).

Третья составляющая деформации (ее измерить в производстве невозможно) появляется во время нагрева деталей при термической обработке из-за изменений фазового состава и структуры деталей (рекристаллизация, образование новых фаз и структурных составляющих, снятие остаточных напряжений). Причины, приводящие к возникновению деформации деталей на этой операции нельзя полностью отнести к термической обработке, так как кроме отклонений, вызванных термическим расширением, влияют также и факторы предыдущих стадий обработки, такие как изменения химического состава и прокаливаемости материала, неточность поковок, изменение припуска, величина и распределение остаточных напряжений.

Четвертая составляющая деформации появляется в процессе выдержки при нагреве в ходе термообработки деталей, когда они прогреваются по всему объему. Эта деформация связана с фазовыми и структурными превращениями, а при химико-термической обработке также и диффузионным насыщением различными элементами (углеродом, азотом, бором, хромом и др.), которое сопровождается образованием новых структур и фаз.

Пятая составляющая деформации – самая значительная для термической обработки – появляется в результате резкого охлаждения при закалке и образования при этом новых структур, отличающихся удельным объемом от исходных.

Кроме того, на окончательное значение деформации деталей влияют релаксация остаточных напряжений в процессе транспортировки и хранения деталей до сборки, а также технологические напряжения при сборке деталей в узлы и агрегаты.

Заключение

Изложенное в статье показывает, что в общем технологическом процессе изготовления деталей нет исключительного этапа, качественное выполнение которого всегда обеспечит, независимо от предыдущих и последующих этапов, высокую и стабильную точность деталей. Для достижения этой цели необходимо совершенствовать все этапы производства продукции, на которых происходит накопление деформации.

При этом величина и характер деформации готовых деталей являются мерой оптимальности и стабильности всего технологического процесса изготовления деталей, то есть мерой отрицательности технологической наследственности и мерой реализации условий эксплуатации, заданных конструкторами.

Литература:

1. Технологическая наследственность в машиностроительном производстве / А.М. Дальский, Б.М. Базров, А.С. Васильев и др./ под ред. А.М. Дальского / М.: Изд-во МАИ, 2003-364 с. илл.
2. Зинченко В.М. «Инженерия поверхности зубчатых колес методами химико-термической обработки – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001 – 303 с. илл.

Проектирование и моделирование многоскоростного зубчатого привода станков

к.т.н., проф. Михайлов В.А., Кузьминский Д.Л.
МГТУ «МАМИ»

Решение задачи автоматизации проектирования оптимальной конструкции МЗПС с использованием современных подходов является достаточно сложной задачей, требующей разработки программно-ориентированных средств и специальных алгоритмов.

Программное обеспечение включает следующие блоки: блок автоматизации построения и расчета кинематической структуры коробки скоростей; блок преобразования разрабо-

танной конструкции в вид, доступный для программы моделирования привода; блок моделирования МЗПС. Все разработанные блоки функционируют в интерактивном режиме, т.е. разработчик может изменять параметры, предлагаемые программой опираясь на свой опыт и интуицию. Максимальное количество валов в рассчитываемой коробке скоростей не должно превышать 9. Это ограничение связано только с удобством отображения на экране монитора структурной сетки и графика частот вращения (рис. 1).

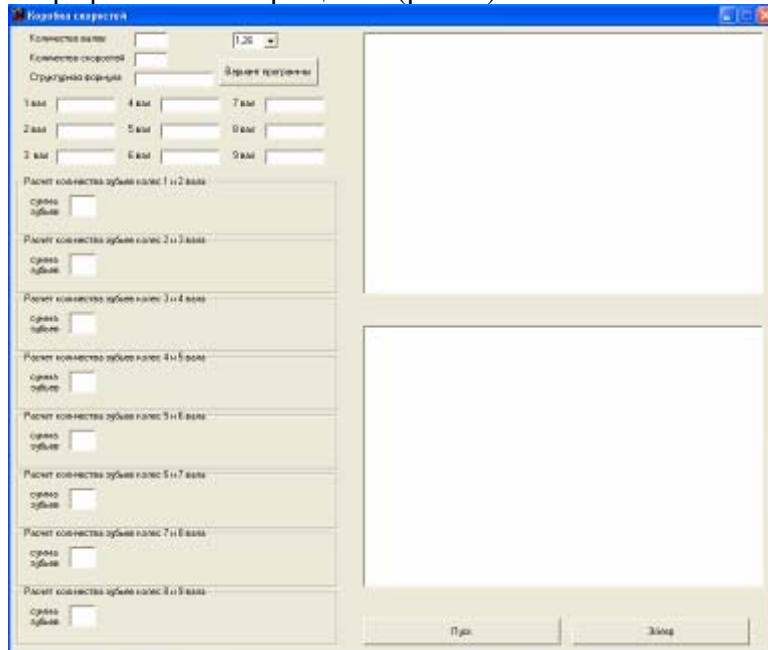


Рис. 1. Ввод исходной информации в первом блоке ПО.

Работу программы проектирования МЗПС можно разделить на несколько этапов. На первом этапе программы осуществляется ввод исходной информации: количество валов и количество скоростей, которые требуются в проектируемой коробке скоростей. На втором этапе необходимо ввести структурную формулу или воспользоваться командой «Вариант программы», тогда программа автоматически определит структурную формулу. По результатам ввода данных программа строит структурную сетку и график частот вращения. На третьем этапе выполняется ввод принятого значения суммы зубьев колес, входящих в зацепление между валами, остальные параметры зубчатых передач программа рассчитает автоматически. После окончательного определения всех данных программа выполняет проверку соответствия результатов нормативам, принятым в машиностроении (рис. 2).

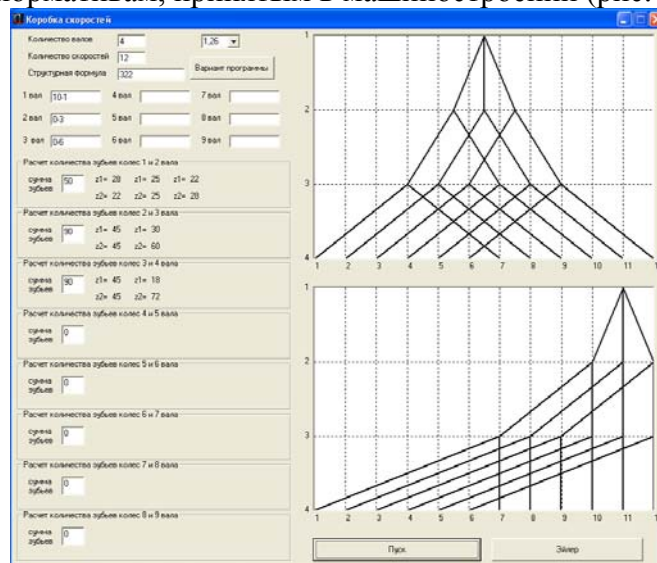


Рис.2. Структурная сетка МЗПС и график частот вращения

Во втором блоке данные в автоматическом режиме преобразуются в формат, доступ-

ный третьему блоку. Таким образом, после проведения расчетов в первом блоке программного комплекса и передачи полученных данных в программу «EULER» получают готовую геометрическую трехмерную модель кинематики коробки скоростей (рис. 3).

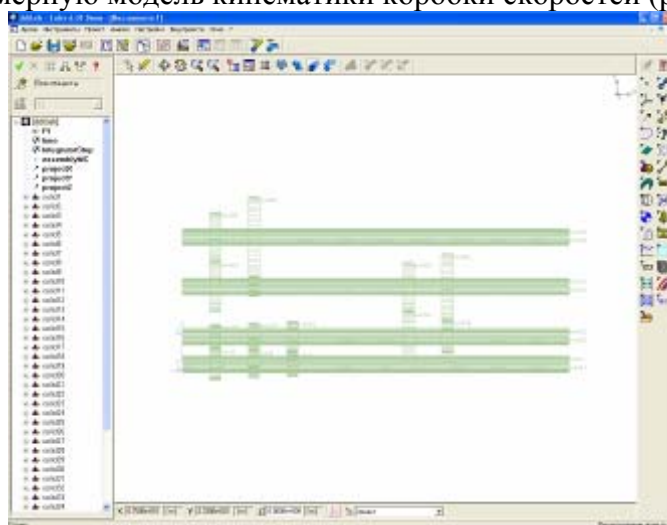


Рис. 3. Вид МЗПС в третьем блоке ПО после трансляции

Программный комплекс «EULER» предназначен для математического моделирования динамики многокомпонентных механических систем (ММС) в трехмерном пространстве. При работе допускается изменение структуры МЗПС. В частности, разрешается включение - выключение каналов управления и силовых элементов, удаление или заклинивание шарниров и т. д. При моделировании МЗПС в «EULER» точные в пределах классической механики уравнения движения формируются автоматически.

Процесс описания модели механической системы максимально приближен к традиционному конструированию. Пользователь может выполнять исследование движения механической системы «EULER» в соответствии с описанием модели. Это позволяет моделировать в достаточно точной постановке движение МЗПС, составные части которой совершают большие перемещения в пространстве относительно друг друга. Если в процессе моделирования МЗПС меняется ее структура, например, разрушаются или заклиниваются какие-то шарниры, то соответствующие уравнения будут автоматически изменены. Такая модификация уравнений происходит достаточно быстро и не вызывает заметных задержек в процессе моделирования.

При проведении исследований с помощью «EULER» можно получать данные об ускорениях, скоростях, расстояниях, углах и силах, возникающих в МЗПС в процессе движения. Программный комплекс позволяет выводить эти характеристики в виде графиков, таблиц или числовых значений. Силы, действующие в механической системе, могут отображаться в виде векторов. Эти векторы могут включаться в графическое представление механизма, то есть выводиться вместе с изображением внешнего вида МЗПС (рис. 4).

Разработанный подход к созданию МЗПС может применяться при проектировании, отработке, испытаниях и доводке конструкции, в научных и прикладных исследованиях, а также в процессе обучения.

Использование программного комплекса позволяет уже на ранних стадиях проектирования получить достоверную информацию о поведении и силовых нагрузках в создаваемых изделиях. Кроме того, «EULER» позволяет оперативно проводить исследования ситуаций, возникающих в процессе эксплуатации уже существующих систем.

С помощью математических моделей, без создания опытных образцов, можно определять характеристики работы новых систем, оптимизировать их параметры и проводить сравнительный анализ различных вариантов конструкции. В результате сокращаются сроки разработки, существенно уменьшается объем доводочных испытаний, повышается качество изделий и снижаются затраты на их создание.

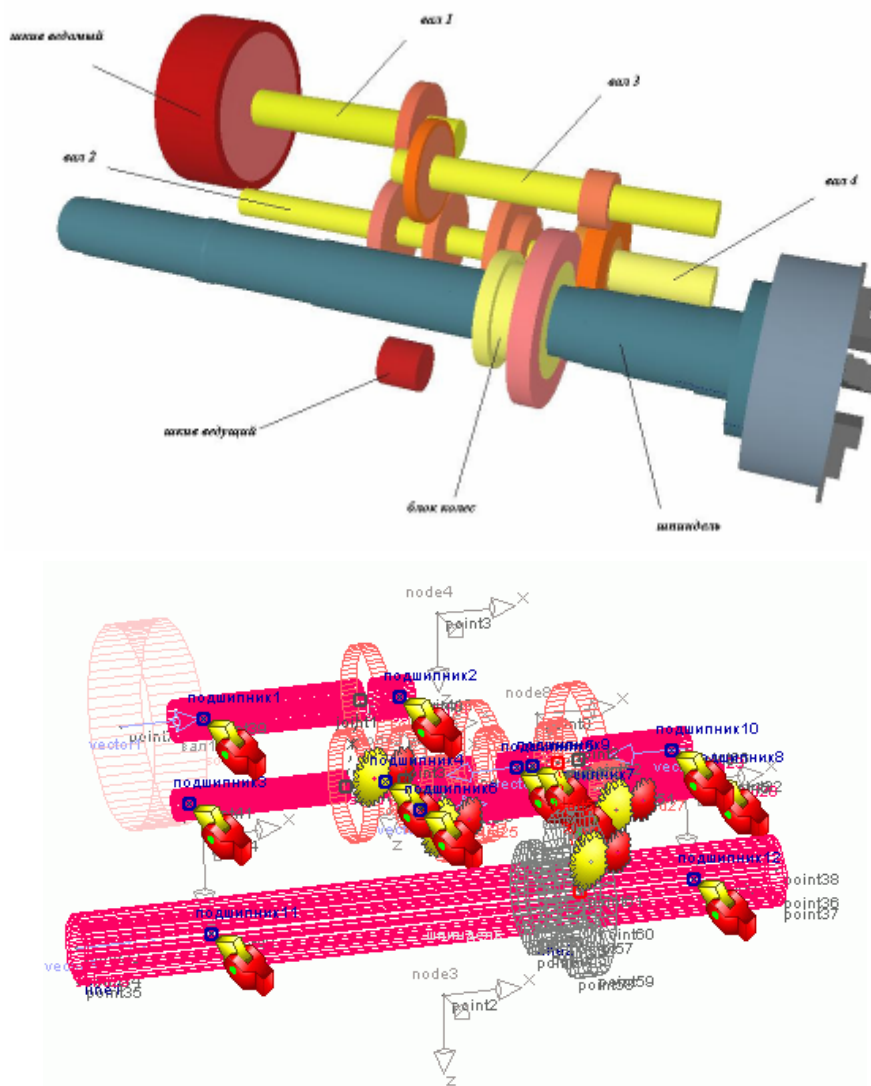


Рис. 4. Трехмерная модель МЗПС

Литература

1. Михайлов В. А. Системный подход к модульному автоматизированному проектированию гибких производственных комплексов. М. Московский Автомеханический Институт. 1985 г.
2. Михайлов В.А. Моделирование неоднородных технологических систем при композиционном проектировании. В сб. тезисов международного научного симпозиума, посвящённого 135-летию МГТУ МАМИ. Москва, МАМИ. 2000 г.
3. Программный комплекс "EULER". Примеры моделирования. 2000 г.
4. Проников А. С. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник. В 3-х т. Т. 1: Проектирование станков. М. Машиностроение. 1994 г.

Исследование влияния углерода на свойства литых сталей с 3% хрома

Ниткин Н.М., к.т.н., проф. Зуев В.М.
МГТУ «МАМИ»

Согласно [1, 2] содержание углерода в кованных штамповых сталях для горячего деформирования колеблется в пределах 0,2-0,7%.

Увеличение концентрации углерода способствует:

- повышению закаливаемости;
- росту износостойкости;
- в сложнлегированных сталях изменению типу карбидной фазы, а следовательно, повы-