

Модель механизма описывается как система твёрдых тел, шарниров и нагрузок. Данные для анализа автоматически берутся непосредственно от созданной в системе T-FLEX CAD геометрической модели. При моделировании используются обычные инструменты T-FLEX CAD, для задания связей между трёхмерными телами используются сопряжения и степени свободы. В системе также имеются средства моделирования контактов между любыми твёрдыми телами, способные обрабатывать одновременное контактное взаимодействие сотен и тысяч твёрдых тел произвольной формы.

В качестве нагрузок для тел задаются начальные линейные и угловые скорости, силы, моменты, пружины, гравитация и т.д. Для считывания результатов используются специальные элементы-датчики. В применяемом модуле результаты расчёта выдаются в виде графиков, динамических векторов-стрелок и в виде массива чисел (точки графика). Для анализа доступны многие величины: координаты, скорости, ускорения, силы реакций в шарнирах, усилия в пружинах и т.д. Непосредственно в процессе расчёта пользователь может наблюдать за поведением модели с любой точки. По готовым результатам динамического расчёта планируется создание анимационных роликов.

Динамический расчёт базируется на специальном объекте системы — задаче динамического анализа [2]. Задача объединяет в себе данные и элементы, необходимые для выполнения одного расчёта модели. Она содержит данные, задающие направление силы тяжести, свойства элементов задачи по умолчанию (свойства шарниров, силы трения, контактные свойства), временные характеристики моделируемого процесса, а также информацию об используемых телах, нагрузках, параметрах связей между отдельными компонентами и т. д. После выполнения вычислений задача также содержит результаты расчёта. Задача динамического анализа ассоциативно связана с трёхмерной моделью. При изменении параметров или состава модели автоматически происходят соответствующие изменения и в задаче.

Заключение

В результате исследований были разработаны параметрические модели шарнирных устройств, входящих в состав загрузочного манипулятора лушительного станка.

Смоделирован динамический процесс загрузки с учетом действующих нагрузок, сил гравитации и трения в сопрягаемых узлах.

На основе динамического анализа устройства загрузки определены основные временные характеристики точек и объектов движения, необходимые для разработки циклограммы работы комплекса.

Список источников

1. *Калугин, Ю. К.* Компьютерное моделирование процессов лушения шпона / Ю. К. Калугин, А. А. Янушкевич // сб. науч. тр. / БГТУ. — Минск, 2003. — Вып. XI. — Сер. II. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. — С. 170—173.
2. *Стрижев, Ю. Н.* Системы автоматического контроля и управления деревообрабатывающей промышленности: Обзор / Ю. Н. Стрижев. — М.: ВНИПИЭИлеспром, 1979.—52 с.

В. А. Пейганович

Научный руководитель — С. И. Русан
Барановичский государственный университет,
г. Барановичи, Республика Беларусь

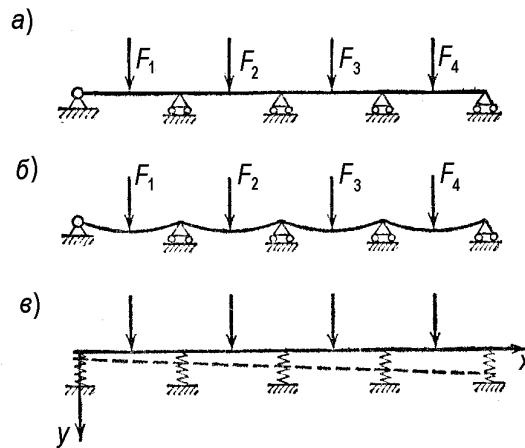
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКЦИЙ УПРУГИХ ОПОР ТВЕРДОГО ТЕЛА

Цель исследования — показать возможность распространения методов теоретической механики к анализу формально статически неопределимых систем.

Если твердое тело опирается на большое число опор, то задача определения реакции может оказаться статически неопределимой. Такова, например, балка, изображенная на рисунке 1, а. Очевидно, что трех уравнений равновесия недостаточно для определения пяти реакций, т. е. система статически неопределимая.

Задача определения реакций в таких системах выходит за рамки курса теоретической механики и чаще все требует использования методов сопротивления материалов. При этом приходится отказываться от предположения об абсолютной жесткости балки и исследовать ее изгиб под действием заданной нагрузки и неизвестных реакций (рис. 1, б).

Однако среди статически неопределимых задач встречаются такие, которые не требуют привлечения сложных соображений. Здесь мы имеем в виду такие системы, которые можно схематизировать в виде абсолютно твердых тел, покоящихся на упругих опорах. Примером может служить та же балка (в предположении ее абсолютной жесткости), лежащая на упругих опорах, показанных на рисунке 1, в.



a — жесткая балка на жестких опорах;
 b — упругая балка на жестких опорах;
 c — жесткая балка на упругих опорах

Рисунок 1 — Модели балок

В качестве дополнительного условия примем, что реакции опор пропорциональны их осадкам при одинаковом для всех опор коэффициенте жесткости; по-видимому, это условие приемлемо в тех случаях, когда физические свойства всех опор одинаковы. Как мы сейчас убедимся, это условие вместе с уравнениями равновесия позволяет легко найти все опорные реакции независимо от их числа. После приложения нагрузки опоры несколько осядут, а балка займет новое положение. Принимая координатные оси, как показано на рисунке 1, в, мы можем записать уравнение смещенной оси балки в виде $y = a + bx$.

Обоснованный выбор расчетной схемы в виде б) или в) определяется конкретными соотношениями жесткости балки и опор. Будем рассматривать случай в).

Обозначим соответственно осадки опор через y_j (рис. 2), причем $y_j = a + bx_j$, где x_j — абсцисса j -й опоры.

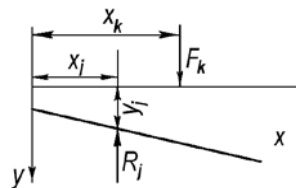


Рисунок 2 — Схема осадок упругих опор

По предположению, величины реакций опор пропорциональны осадкам:

$$R_j = ky_j = k(a + bx_j),$$

где k — коэффициент жесткости.

Введем неизвестные параметры $a_0 = ka$ и $b_0 = kb$, тогда реакции всех опор будут выражены через эти две неизвестные:

$$R_j = a_0 + b_0 x_j \quad (1)$$

Для их определения воспользуемся двумя уравнениями равновесия плоской системы параллельных сил (см. рис. 2):

$$\sum_{k=1}^n F_{ky} - \sum_{j=1}^m R_j = 0, \quad \sum_{k=1}^n x_k F_{ky} - \sum_{j=1}^m x_j R_j = 0, \quad (2)$$

где n — число заданных сил,
 m — число неизвестных реакций.

Подставляя выражение (1) в систему уравнений (2), получим

$$\sum_{k=1}^n F_{ky} - a_0 m - b_0 \sum_{j=1}^m x_j = 0, \quad \sum_{k=1}^n x_k F_{ky} - a_0 \sum_{j=1}^m x_j - b_0 \sum_{j=1}^m x_j^2 = 0.$$

Отсюда получим

$$a_0 = \frac{\sum_{j=1}^m b_0 x_j^2 \sum_{k=1}^n F_{ky} - \sum_{j=1}^m x_j \sum_{k=1}^n x_k F_{ky}}{m \sum_{j=1}^m x_j^2 - \left(\sum_{j=1}^m x_j \right)^2}, \quad b_0 = \frac{m \sum_{k=1}^n x_k F_{ky} - \sum_{j=1}^m x_j \sum_{k=1}^n F_{ky}}{m \sum_{j=1}^m x_j^2 - \left(\sum_{j=1}^m x_j \right)^2}.$$

Внося эти значения a_0 и b_0 в формулу (1), получим решение задачи.

Показано, что учет в расчетной модели реального соотношения жесткости балки и ее опор позволяет в некоторых случаях избежать громоздких вычислений, характерных для упругих моделей.

Список источников

1. Бутенин, Н. В. Курс теоретической механики : в 2 т. / Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. — М. : Наука, 1979. — Т. 2. — 272 с.

Е. Ф. Пунько

Научный руководитель — В. В. Цуран
Барановичский государственный университет,
г. Барановичи, Республика Беларусь

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ПОКРЫТИЯ, НАНЕСЕННОГО НА ПОВЕРХНОСТЬ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ

Введение

Развитие современного машиностроения характеризуется серийным и массовым производством машин с повышенным требованием к долговечности, прочности и эксплуатационной надежности машин при снижении трудоемкости и металлоемкости.

В этом отношении перспективным является процесс плазменного напыления износостойкого материала на рабочие поверхности трения.

Плазменное напыление имеет ряд преимуществ:

1. Незначительное проплавление основного металла.
2. Возможность наплавки мелких деталей сложной формы.
3. Снижение опасности возникновения трещин, поскольку процесс наплавки включает предварительный подогрев и последующее замедленное охлаждение изделия.

К основным недостаткам плазменного напыления относят:

1. Низкая производительность при наплавке массивных деталей, требующих продолжительного подогрева.
2. Высокая квалификация работника.

Рассмотрим один из «слабых» узлов автомобиля МАЗ рулевое управление, в частности, сочленение «шаровой палец-сухарь». Срок службы пары шаровой палец-сухарь составляет 80-90 тыс. км; в то время как пробег автомобиля до капремонта составляет 250 тыс. км. Кроме этого, так же наблюдается проворачивание сухарей в сочленении, подрезание сферической поверхности шарового пальца. Все это отрицательно сказывается на безопасности эксплуатации автомобиля. Плазменное покрытие повышает износостойкость шарового сочленения в 3 раза, что удовлетворяет условиям эксплуатации автомобилей.

Плазменное напыление в ТП состоит из 2-х основных переходов:

1. Подготовка детали к покрытию (мех. обработка) в данном случае дробеструйная обработка поверхности под напыление

2. Напыление сферической поверхности.

После нанесения покрытия возможны отрицательные явления, связанные со слабым прочностным сцеплением покрытия и основы.