

## Составление уравнений динамики жестких и упругих систем

В. К. Мичелев, ст. преподав.

(Белорусский аграрный технический университет)

Развитие автоматизированного машиностроения в первую очередь определяется состоянием общей теории машин, позволяющей рассчитывать и проектировать новые высокопроизводительные машины.

Увеличение энергонасыщенности и производительности машин требуют совершенствования конструкций на основе анализа их динамической нагруженности как в процессе проектирования, так и в условиях эксплуатации, что дает возможность определять рациональные параметры и оптимальные режимы работы агрегатов.

Если раньше при проектировании машин ограничивались применением кинестатических методов расчета, то теперь для более точных расчетов необходимо пользоваться и динамическими методами.

Появилась необходимость в разработке методов динамического исследования машинных агрегатов с учетом таких дополнительных условий, которыми раньше пренебрегали.

Возникает немало задач по исследованию механизмов с двумя и более степенями свободы. Динамика таких механизмов сложна и требуется дополнительная разработка методов их исследования.

Каждая машина выполняет свое назначение в процессе движения, поэтому основная задача изучения динамики машин состоит в исследовании движения машины, находящейся под действием приложенных сил, или в отыскании условий, при которых осуществляется заданный закон движения.

В реальных механизмах практически любое звено обладает той или иной жесткостью, находится под действием переменных нагрузок, неуравновешено - все это вызывает колебания. Причинами возникновения колебаний могут быть пуск и торможение двигателя.

В курсе ТММ вследствие ограничения времени не всегда есть возможность излагать элементы теории колебаний, но и в этом случае необходимо показать студентам, каким образом перейти от схемы реальной машины к динамической схеме, значительно упрощающей задачи теории колебаний.

Задачи динамики упругих систем заключаются в определении характера изменения динамических нагрузок звеньев, их максимальных значе-

ний, периодов и частот колебаний, условий резонансного состояния системы. Так как в большинстве случаев для системы в целом задачи динамики решить трудно, то рассматривается с требуемой точностью модель динамической схемы. Динамическую схему составляют в соответствии с кинематической схемой исследуемой машины. Параметрами схемы являются приведенные моменты инерции сосредоточенных масс, входящих в динамическую схему, а также жесткости всех валов и соединений механической передачи.

Выбор схемы зависит от степени ответственности предполагаемого динамического расчета, от достоверности исходной информации и параметров системы, а также и возможности аналитического решения системы уравнений.

При составлении уравнений движения упругих систем используются уравнения Лагранжа второго рода, известного из курса теоретической механики. Идея уравнения заключается в том, что движения исследуются в обобщенной системе координат. Число уравнений Лагранжа равно числу степеней свободы системы.

Уравнения Лагранжа дают возможность сравнительно просто из выражений для кинетической и потенциальной энергии составлять дифференцированные уравнения движения системы.

Решая систему уравнений, можно исследовать характер изменения упругих моментов в приводе при различных значениях входных параметров, глубже понять физическую сущность протекающих явлений, наиболее рационально выбрать размеры основных звеньев, что значительно сокращает количество необходимых экспериментов. Изменяя инерционные параметры, можно избежать резонанса.

Частота, при которой наступает резонанс, называется резонансной частотой. Несколько максимумов амплитудно-частотной характеристики и, следовательно, несколько резонансных частот наблюдаются в механизмах с несколькими степенями свободы.