

## **ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ АКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ КОЛЕБАНИЯМИ КОНСТРУКЦИЙ**

**Еремин А.Н., Палагушкина М.В.**

**научный руководитель канд. техн. наук. Палагушкин В.И.**

***Инженерно-строительный институт ФГАОУВПО Сибирского  
федерального университета***

В докладе изложена методология активного управления колебаниями конструкций основанная:

- на системном подходе к управляемой конструкции, т.е. на понимании ее как системы с притоком энергии и соответствующими источниками энергии;
- на принципе динамического противодействия;
- на синтезе механики колебаний упругих систем и теории автоматического управления;
- на использовании современных достижений в различных областях науки и техники (механики, кибернетики, теории автоматического управления, электроники, компьютерной и измерительной техники, в том числе на синтезе конструкций и механизмов и др.) и анализе накопленного опыта пассивных способов управления.

В традиционных конструкциях, используемых во многих областях техники, лишь учитывают и нормируют их деформируемость, т.е. стремятся преодолеть ее негативные последствия. Процессом деформирования конструкций на разных стадиях функционирования не управляли. Переход к управлению деформированием конструкций на современном этапе открывает новые возможности для инженерного конструирования.

Управляемые конструкции – это конструкции нового класса, представляющие собой деформируемые системы с переменными управляемыми параметрами. Управление деформированием и перестройкой конструкции осуществляется с применением управляющего модуля в цифровом, аналоговом, нейросетевом или механическом вариантах, измерительной аппаратуры и исполнительных устройств (актуаторов), реализующих прямую и обратную связи с управляемой конструкцией. В целом – это система автоматического управления напряжённо-деформированным состоянием (САУ НДС). Управляемые конструкции – это разновидность современных интеллектуальных систем

Отличительными особенностями активных способов управления колебаниями являются: *наличие устройств активного управления*, которые вместе с управляемой конструкцией представляют собой системы автоматического управления, т.е. содержат все элементы системы, включая управляемую конструкцию, прямую связь, управляющий модуль, обратную связь (актуатор) и приток энергии, необходимый для управления; *требование притока энергии*, осуществляемого из внешнего или внутреннего источников.

Применение принципа динамического противодействия весьма обширно и многообразно с позиций конструктивных и экспериментальных проявлений.

Простейший случай, когда частоты и амплитуды динамического противодействия совпадают с возмущающим процессом, но имеют противоположную фазу, с позиции управления колебаниями отражается только в правой части (свободном члене) уравнения колебаний системы.

Если же частота и амплитуда не совпадают, но близки друг к другу, то в результате интерференции двух таких гармонических процессов появляются биения. Тут имеют место и частичное гашение, и всплески в разные моменты времени.

Возможны случаи, когда виброоборудование и управляемый актуатор расположены на конструкции в разных местах, тогда удастся добиться снижения общего уровня колебаний или гашения их в одном месте при усилении (изменении) в других. Для достижения более полного эффекта управления необходимо прибегать к нескольким (многомерным) актуаторам или актуаторам, распределенным по длине конструкции. Такие технические решения возможны, например, с помощью пьезоэлектрических (прямых и обратных по эффекту) устройств.

Можно провести классификацию способов управления колебаниями в соответствии с членами дифференциального уравнения вынужденных колебаний:

$$M \frac{d^2 x}{dt^2} + c \frac{dx}{dt} + kx = F(t),$$

где  $M \frac{d^2 x}{dt^2}$  - изменение массы;  $c \frac{dx}{dt}$  - увеличение сопротивления (затухания);  $kx$  – изменение упругого сопротивления пружины;  $F(t)$  – внешний возбудитель.

Пассивные способы учитываются первыми тремя членами, входящими в левую часть дифференциального уравнения колебаний системы, активный же способ описывается свободным членом в правой части уравнения.

Активные и пассивные способы не противопоставляются друг другу: каждый из них имеет свою рациональную область применения. Возможно комбинированное их использование. Активные способы обладают качественно новыми возможностями по сравнению с пассивными. Поэтому развитие активных способов на современном уровне является актуальным. С этой целью целесообразно не только привлекать теорию автоматического управления и современную технику, но и критически проанализировать накопленный опыт применения пассивных способов. Стимулы развития активного управления, отражающие актуальность, проблемы и потребности в ее эффективном решении: обобщить и систематизировать различные известные частные приемы управления; расширить возможности управления, в том числе в сочетании с пассивными способами управления, динамики механических систем, измерительной и компьютерной техники и др.