

## Секція динаміки та міцності

Шала. Также выведены уравнения радиальных и угловых колебаний диска как твердого тела, используя соответственно теорему о движении центра масс и теорему об изменении момента количества движения системы относительно центра масс. Напомним формулировки этих теорем:

- центр масс движется как точка, в которой сосредоточена вся масса системы и к которой приложен главный вектор внешних сил, действующих на систему;

- производная по времени от главного момента количества движения системы (кинетического момента) относительно центра масс в ее движении относительно подвижной системы координат, движущейся поступательно вместе с центром масс, равна взятому относительно того же центра масс главному моменту внешних сил, приложенных к системе.

Следующим шагом является преобразование кинетического момента неуравновешенного ротора к неподвижной системе координат. Переход к неподвижной системе сводится к последовательному повороту системы на отрицательные (по часовой стрелке) углы. Параллельный перенос осей не влияет на величину проекций. В результате получены уравнения движения диска, в которые входят пока что не определенные силы и моменты, обусловленные изгибной жесткостью вала, внешним линейным сопротивлением и течением вязкой жидкости в кольцевых зазорах щелевых уплотнений.

Для определения восстанавливающих сил и моментов, обусловленных изгибной жесткостью, был использован метод сил. Упругие силы и моменты действуют на вал со стороны диска, а в уравнения движения диска нужно вносить силы и моменты, действующие на диск со стороны вала. Поэтому были изменены знаки на обратные в соответствии с третьим законом Ньютона. Коэффициенты влияния вычисляются методами сопротивления материалов.

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЩЕЛЕВЫХ УПЛОТНЕНИЙ НА ДИНАМИКУ РОТОРА

*Тарасевич Ю.Я., доц., канд. техн. наук, СумГУ*

*Коцур А.Ю., студент гр. ДМ-41, СумГУ*

Одной из наиболее важных и сложных проблем современного машиностроения является проблема герметизации роторов центробежных насосов и компрессоров, в которых перекачиваемая жидкая или газообразная среда находится под большим (до 50-100 МПа) давлением, при этом необходимо уменьшить ее протечки через неизбежные зазоры между вращающимся валом и неподвижным корпусом. Особенность центробежных машин состоит в том, что эти задачи взаимосвязаны и в большинстве случаев

## Секція динаміки та міцності

могут быть удовлетворительно решены за счет правильного выбора конструкций щелевых уплотнений, т.е. кольцевых дросселей.

Несмотря на видимую простоту щелевых уплотнений, гидродинамика кольцевых каналов реальных машин необычайно сложна. Наибольшую трудность представляет изучение силового взаимодействия между движущейся жидкостью и элементами ротора и статора, особенно в каналах сложной формы. Исследование гидродинамических сил в уплотнениях необходимо для анализа вибрационного состояния роторов, разработки эффективных способов их стабилизации, оценки динамических напряжений деталей машин.

В работе рассмотрена модель щелевого уплотнения. Путем интегрирования уравнения Рейнольдса получено распределение давления и составляющие гидродинамических сил. На основе решения уравнений радиальных колебаний одномассового симметричного ротора в щелевых уплотнениях оценено влияние параметров щелевого уплотнения на собственную частоту. Также получены вынужденные частоты. С помощью численных методов (метод начальных параметров и метод конечных элементов) определены частоты свободных и вынужденных колебаний. Проведен анализ результатов.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЛИННОГО ЩЕЛЕВОГО УПЛОТНЕНИЯ НА ДИНАМИКУ РОТОРА МНОГОСТУПЕНЧАТОГО НАСОСА

*Загорулько А.В., доц., канд. техн. наук, СумГУ*

*Герасимова Е.П., аспирант, СумГУ*

*Алтынцев Е.И., студент гр. ДМ-41, СумГУ*

Щелевые уплотнения являются наиболее распространенным типом уплотнений, которые применяются в центробежных насосах. Их характерной особенностью является возникновение при вращении ротора гидродинамических и гидростатических сил, которые позволяют использовать данные уплотнения в качестве гидростатических опор. В связи с этим, значительно увеличивается область задач, которые необходимо ставить при их расчете и проектировании. При этом для щелевых уплотнений – опор основным показателем является не уровень утечек, а жесткостные и демпфирующие свойства, и их влияние на динамику ротора. Эти характеристики находятся в прямой зависимости от геометрических параметров уплотнения.

Задача исследования изменения коэффициентов жесткости и демпфирования вследствие изменения гидродинамических и гидростатических сил и моментов, возникающих в длинном щелевом уплотнении, является очень важной при расчете динамики ротора