

**Моделирование метода натяжения статорных лопаток осевого компрессора в программе конечно-элементного моделирования**

**Научный руководитель – Седунин Вячеслав Алексеевич**

*Мелихов Игорь Владимирович*

*Студент (магистр)*

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина,  
Уральский энергетический институт, Екатеринбург, Россия

*E-mail: melikhovi@uk.com*

В данной работе напряженно-деформированное (НДС) и вибрационное состояние [1] преднатянутых направляющих лопаток исследовалось на широко распространенной модельной ступени осевого компрессора.

В современном турбостроении приоритетной задачей является повышение энергоэффективности газотурбинных установок и снижение удельных массогабаритных показателей [2]. Это возможно, в частности, за счет уменьшения толщины направляющих лопаток.

Исследование НДС выполнялось в программе конечно-элементного моделирования [3].

Разработана расчетная модель для исследования напряженно-деформированного состояния статорной лопатки компрессора, что позволило исследовать возможность снижения толщины лопаток при сохранении их собственных частот за счёт предварительного натяжения в бандажных кольцах (рис. 1).

Для обеспечения натяжения лопаток был предложен следующий механизм: хвостовик лопатки фиксируется в паз корпуса, а посадка в бандажное кольцо производится с зазором и обеспечивает лопаткам необходимое пространство для растяжения.

Регулировка натяга обеспечивается величиной растягивающей силы, приложенной к стержню, выполненному у как единое целое с профильной частью лопатки, что имитирует предложенную конструкцию.

При достижении максимального возможного натяга с обеспечением требуемого запаса прочности ( $n = 1,5$ ), собственная частота колебаний лопатки увеличивается в 1,8 раз. Это дает широкий диапазон настройки ЧСК, но оставляет высокую чувствительность к нагреву и дефектам во время эксплуатации.

Применение метода предварительного натяжения направляющей лопатки, позволяет регулировать ее ЧСК в широком диапазоне, что позволяет избегать резонанса.

Для того чтобы снизить толщину лопатки в 5 раз, и при этом оставить аналогичную частоту по первой форме колебаний, потребовалось натяжение в 13 кН, что вызывает предельно допустимые напряжения.

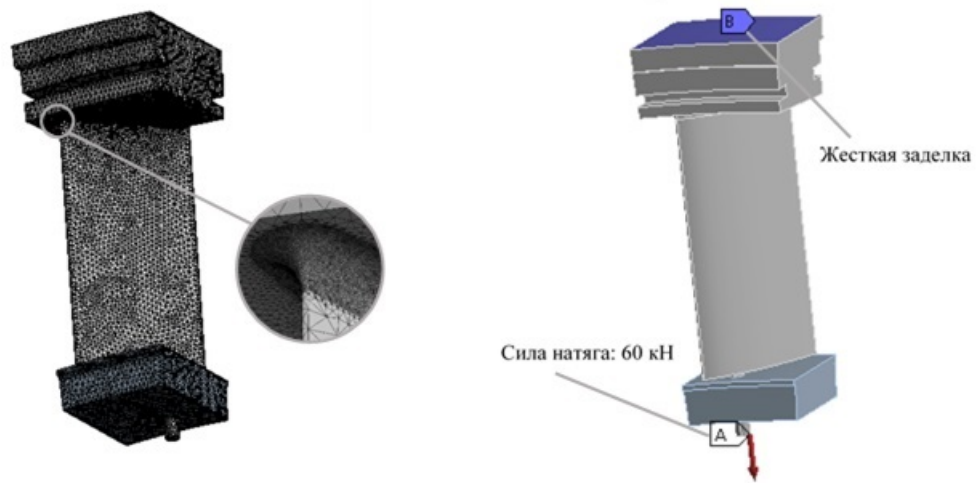
Сохранив лишь собственные частоты, мы не можем делать лопатку максимально тонкой, так как на направляющий аппарат действуют и другие нагрузки (осевые силы, крутящие моменты, силы от опор компрессора, термические напряжения). Поскольку предлагается значительное снижение толщины лопаток, то необходим более детальный учёт газодинамических усилий, особенно на переменных режимах работы компрессора.

**Источники и литература**

- 1) Костюк А.Г. Динамика и прочность турбомашин. М.: ИД МЭИ, 2007. С. 476.
- 2) Мигулин В.В., Медведев В.И., Мустель В.Р., Парыгин В.Н. Основы теории колебаний. М.: Наука, 1978.

- 3) Морозов Е.М., Никишков Г.П. Метод конечных элементов в механике разрушения. М.: Наука, 1980. С. 354.

### Иллюстрации



**Рис. 1.** Построение сетки конечных элементов и задание граничных условий лопатки в программе конечно-элементного моделирования