

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПРЕДНАТЯНУТЫХ НАПРАВЛЯЮЩИХ ЛОПАТОК ОСЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ

Мелихов И.В.¹

¹) Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия
E-mail: melikhovi@vk.com

SIMULATION OF THE STRESS-STRAIN STATE OF PRELOADED GUIDE VANES OF AXIAL COMPRESSORS

Melikhov I.V.¹

¹) Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin", Yekaterinburg, Russia

Discusses the effect of the stator blades tension in the compressor on their vibration and mechanical properties. Using the proposed mechanism, it is possible to increase the rigidity of the guide vanes, which makes it possible to reduce their thickness to improve aerodynamic characteristics.

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. Это возможно, в частности, за счет уменьшения толщины направляющих лопаток.

Исследование НДС выполнялось в программе конечно-элементного моделирования [2-3].

Разработана расчетная модель (рис. 1) 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.

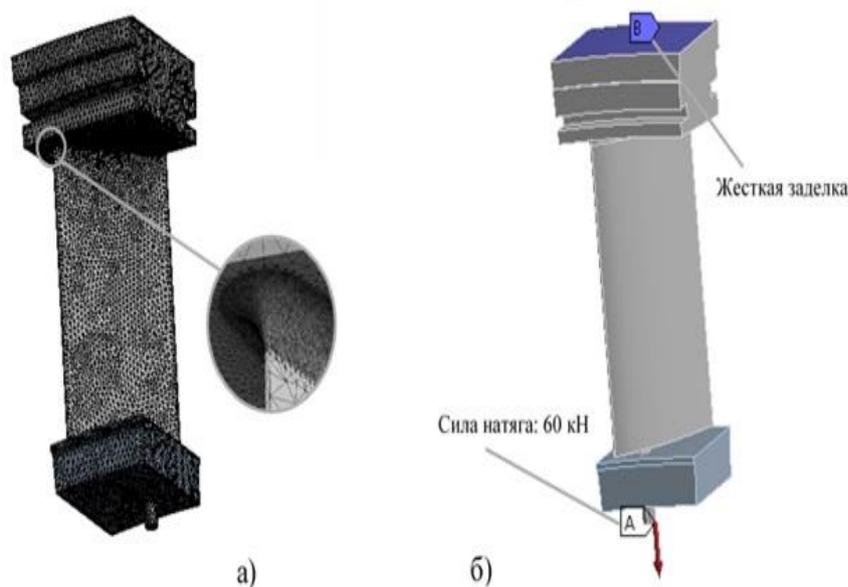


Рис. 1. Построение сетки конечных элементов и задание граничных условий лопатки в программе конечно-элементного моделирования

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 избежать 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.

1. Костюк А.Г. Динамика и прочность турбомашин. М.: ИД МЭИ, 2007. 476 с.
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. 354 с.