

ВЫНУЖДЕННЫЕ НЕЛИНЕЙНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПАКЕТА ТУРБИНЫХ ЛОПАТОК С УЧЁТОМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЁННОГО СОСТОЯНИЯ

Грицан С. А., Ларин А. А.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
г. Харьков*

Среди всевозможных отказов, происходящих в паровых турбинах, большое распространение имеют поломки, вызванные повышенными уровнями вибраций. При этом наиболее динамически нагруженным элементом являются лопаточные аппараты цилиндра низкого давления паровой турбины. В современном турбостроении для повышения жёсткости данных лопаток используются межлопаточные связи, которые представляют собой разъёмные соединения. Характеристики динамики и прочности этих конструкций существенно зависят от особенностей контактного взаимодействия в таком бандаже.

Большой практический интерес представляет решение задачи нелинейных колебаний с учётом статического напряжённого состояния, наличие которого приводит к достаточно плотному замыканию в бандажных разъёмных соединениях, и оказывает существенное влияние на динамическое поведение системы.

Особенностью рассматриваемой нелинейной конечно-элементной модели пакета лопаток является мультстабильность – наличие двух различных решений статической задачи при тех же значениях нагрузок, в зависимости от того, рассматривается мгновенное приложение нагрузок или постепенное (квазистатическое).

Для проверки устойчивости состояний равновесия системы проведен расчёт в два шага – на первом этапе система мгновенно выведена на статическое положение равновесия, на втором этапе включается учёт эффектов инерции (при этом нагрузки неизменны, колебания вызываются численными погрешностями алгоритма расчёта).

Расчёты вынужденных колебаний (где динамические нагрузки – пульсации давления пара, а статические нагрузки сохраняют свою величину) проводятся для обоих полученных положений равновесия.

Результаты расчёта для неустойчивого положения равновесия показывают, что после нестационарного процесса в начале расчётного интервала времени наступает почти установившийся режим колебаний в окрестности второго, устойчивого положения. Однако стоит отметить, что система получает дополнительную смену положения равновесия вследствие приложения динамической нагрузки.