

УДК 539.3

А.В.Гаев (асп., каф. МПУ), А.И.Боровков, к.т.н., проф.

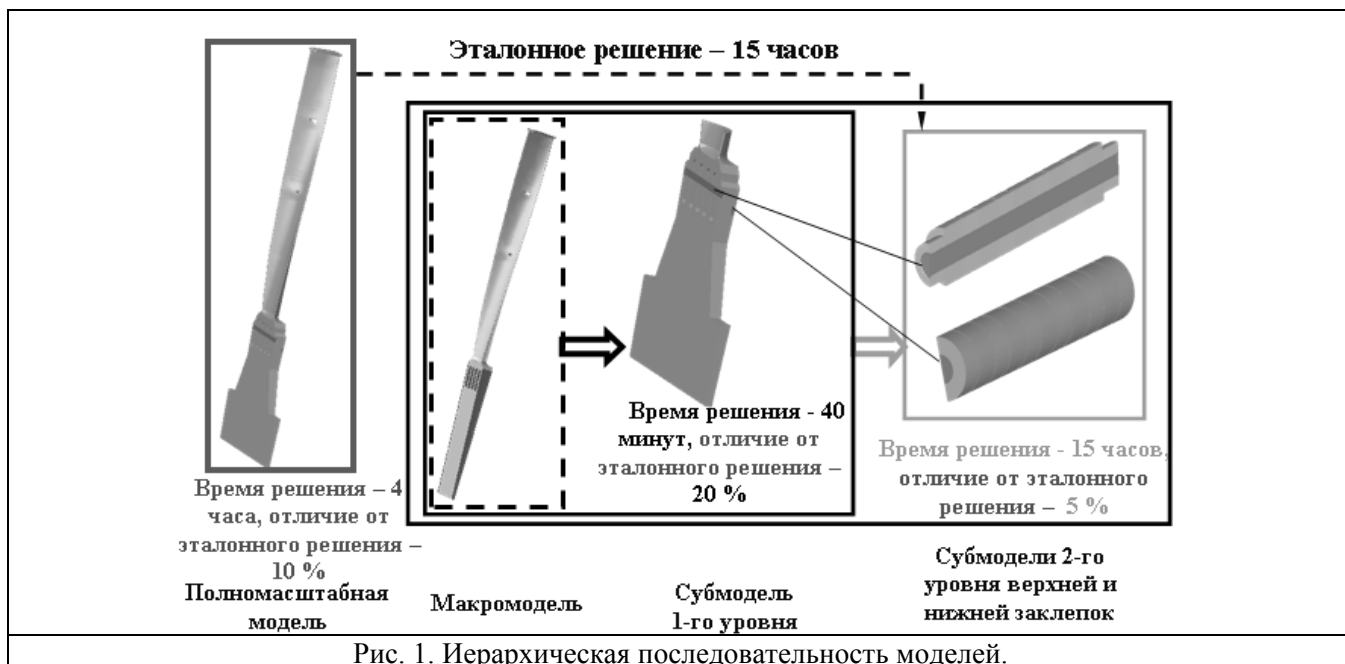
КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА НОВОЙ МЕТОДИКИ ИНЖЕНЕРНОГО РАСЧЕТА ПРОСТРАНСТВЕННОГО НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УЗЛА КРЕПЛЕНИЯ РАБОЧЕЙ ЛОПАТКИ ПОСЛЕДНЕЙ СТУПЕНИ МОЩНОЙ ПАРОВОЙ ТУРБИНЫ

В современных условиях при создании конкурентоспособной продукции необходимо использовать эффективные методы исследования напряженно-деформированного и вибрационного состояния, позволяющие моделировать и обосновывать любые конструктивные изменения, вносимые в объект для улучшения его характеристик при минимизации временных затрат на моделирование.

В настоящее время не существует единой эффективной инженерной методики расчета пространственного напряженно-деформированного и вибрационного состояния лопаток последних ступеней паровых турбомашин, которые являются во многом уникальными конструкциями. Существующие в настоящий момент расчетные методики [1,2] не позволяют проводить детального исследования напряженно-деформированного и вибрационного состояния таких элементов как демпферные связи и хвостовые соединения. Следовательно, проблема создания эффективной методики инженерного расчета пространственного напряженно-деформированного и вибрационного состояния лопаток последних ступеней современных паровых турбомашин является актуальной.

С целью детального исследования напряженно-деформированного состояния рабочих лопаток типовых конструкций, впервые в отечественной инженерной практике построены трехмерные геометрические модели рабочих лопаток с вильчатым и елочным хвостовым соединением, учитывающие все основные геометрические особенности конструкции (такие как отверстия под демпферные связи со скругленными кромками, галтели в корневых и периферийных сечениях).

Для детального исследования напряженного состояния элементов узла крепления рабочей лопатки с вильчатым хвостовым соединением разработана иерархическая последовательность КЭ моделей (рис. 1):



- Полномасштабная модель, включающая в себя лопатку с узлом крепления и диск, учитывающая контактное взаимодействие между заклепками, хвостовиком и диском;
- Макромодель, включающая в себя лопатку с узлом крепления и диск, не учитывающая контактное взаимодействие между заклепками, хвостовиком и диском;
- Субмодель 1-го уровня, включающая узел крепления лопатки и диск;
- Субмодель 2-го уровня, включающая элементы узла крепления лопатки и диска, находящиеся в контактном взаимодействии.

На основе созданных КЭ моделей и результатов выполненного КЭ исследования, разработана новая методика инженерного расчета напряженно-деформированного состояния пера рабочей лопатки последней ступени и узла крепления с вильчатым хвостовым соединением.

Разработанная методика позволяет проводить полный расчет напряженно-деформированного состояния для каждой из заклепок узла крепления за 40 минут с отличием от эталонного решения не более 10% при использовании макромодели и субмодели 1-го уровня.

Разработанная методика полностью автоматизирована и интегрирована в специализированные программы-оболочки для расчета рабочих лопаток типовых конструкций.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Костюк А.Г. Динамика и прочность турбомашин. – М.:МЭИ, 2000. – 480 с.
2. Малинин Н.Н. Прочность турбомашин. – М.: Машгиз, 1962. – 290 с.