# Фурсова Т. Н.

# К ВОПРОСУ О ПРЕДУПРЕЖДЕНИИ УСТАЛОСТНЫХ ПОЛОМОК РАБОЧИХ ЛОПАТОК

Под усталостью материала понимают процесс постепенного накопления повреждений под действием переменных во времени напряжений, приводящий к изменению свойств, образованию трещин, их развитию и разрушению детали.

Чаще всего в турбинных лопатках повреждения могут возникнуть в зонах максимальных напряжений, вызванных концентрацией напряжений: в галтелях перехода от пера лопатки к хвостовику, в отверстиях под проволочную связь, реже — на гладких поверхностях (чаще всего, на кромках лопатки) в зоне поверхностных дефектов (рисок, царапин, неметаллических включений).

Возможность появления трещины усталости и ее развития до критического значения определяется двумя основными факторами: накоплением повреждений в материале рабочей лопатки вследствие действия переменных напряжений и сопротивлением материала действию этих переменных напряжений. Усталостная поломка происходит тогда, когда резерв прочности материала исчерпывается. Отсюда следует, что имеется принципиально два различных способа борьбы с усталостными поломками:

1. Выбрать материал рабочих лопаток на стадии проектирования настолько прочным, чтобы гарантировать его неразрушение за срок эксплуатации.

2. Сконструировать турбину так и обеспечить такие режимы эксплуатации, чтобы исключить быстрое накопление повреждений и преждевременное разрушение материала, который выбран для изготовления ее лопаток.

Выбор материала для рабочих лопаток, способ его получения и термообработка определяются большим количеством требований. Материал должен обладать высокими статической прочностью, пластичностью, ударной вязкостью, сопротивлением эрозии, технологичностью и т.д. Требование высокой усталостной прочности является только одним из них. К тому же, многие из требований являются противоречивыми: например, повышение статической прочности приводит к снижению пластичности; мелкозернистая структура приводит к повышению статической прочности, но снижает сопротивление воздействиям при высокой температуре. Поэтому на практике при разработке материалов для рабочих лопаток приходится идти на компромисс. Именно этим объясняется ограниченное количество марок сталей для рабочих лопаток и медленный прогресс в их улучшении. Само собой разумеется, что при ремонтах недопустима замена материала рабочих лопаток.

Таким образом, реальным оказывается второй способ борьбы с усталостными поломками — снижением вибрационных напряжений в рабочих лопатках.

В современных конструкция рабочих лопаток, являющимися наиболее ответственными и дорогостоящими деталями паровых турбин, применяются цельнофрезерованные бандажи, которые, практически, полностью нейтрализуют действие знакопеременных напряжений.