

УДК 681.786

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ ВИДЕОЭНДОСКОПИРОВАНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ИЗНОСА ЛОПАТОК ПАРОВЫХ ТУРБИН НА ЗАКРЫТОМ ЦИЛИНДРЕ**

**Родикова Л. С.** (Университет ИТМО)

**Научный руководитель – д.т.н., профессор Коротаев В. В.**  
(Университет ИТМО)

В настоящей работе представлены результаты исследования влияния основных параметров оптико-электронной системы измерения эрозийного износа лопаток паровых турбин низкого давления на закрытом цилиндре. Определены оптимальные параметры оптической системы и конструкции рабочей части эндоскопа, для обеспечения нулевого виньетирования при снятии изображения исследуемой лопатки.

**Введение.** Для проведения периодического контроля состояния рабочих лопаток паровых турбин была разработана система видеоскопирования, которая позволяет выявить начало процесса их разрушения, произвести своевременный ремонт и предотвратить поломку турбины. Основной особенностью данной системы является возможность измерения величины износа на закрытом цилиндре в режиме валоповорота. Состояние износа рабочих лопаток в данном случае определяется по величине их хорды.

**Основная часть.** Сложность решаемой задачи в значительной степени определяется тем, что границы контролируемого элемента (входная и выходная кромки рабочей лопатки), находятся на разном расстоянии от оптической системы эндоскопа.

При цифровой обработке изображения следует учитывать, что границы исследуемого объекта могут быть размыты по краям. Это происходит из-за дополнительно возникающего скоростного смаза изображения, так как захват кадра производится в тот момент, когда объект находится в динамике при валоповороте.

Были исследованы возможности создания системы видеоскопирования рабочих лопаток с учётом ограниченности межлопаточного пространства и габаритов турбины. Данная система представляет собой совокупность нескольких составляющих, таких как видеоскоп, который включает в себя источник излучения, видеокамеру и элементы для излома оси; синхродатчик с контрольной меткой для определения номера измеряемой лопатки; блок согласования и персональный компьютер с видеомонитором. Рассчитаны параметры оптической системы рабочей части эндоскопа — основного и наиболее значимого элемента системы видеоскопирования, для оптимального определения величины хорды рабочих лопаток паровых турбин на закрытом цилиндре.

Разработана конструкция для создания оптимальных условий наблюдения рабочей части эндоскопа за лопатками. При измерении хорды необходимо учитывать большую глубину изображаемого пространства при относительно малой дистанции от видеокамеры до входной кромки лопатки. Для различных турбин это расстояние обусловлено технологическими возможностями прокладки каналов для осмотра и задаются проектировщиками турбин. В рамках данной работы рабочее расстояние системы находится в пределах 80-120мм. Величина хорды лопаток может достигать 250 мм для различных ступеней цилиндров низкого давления. Указанные параметры требуют обеспечивать большой угол обзора оптической системы при проектировании системы для того, чтобы даже при больших габаритах и маленьком расстоянии до объекта система имела возможность захватить полностью объект и резко видеть границы лопатки.

Для того, чтобы обеспечить наблюдение выходной кромки лопатки, без виньетирования необходимо чтобы лучи от выходной кромки контролируемой лопатки не экранировались входной кромкой следующей лопатки. Необходимо разработать конструкцию таким образом, чтобы не происходило виньетирование оптических лучей на входном окне эндоскопа с

защитным стеклом и на отражающем элементе в виде зеркала, расположенного под углом 45°.

**Выводы.** Рассчитаны требуемые параметры оптико-электронных компонентов и необходимые соотношения конструкции рабочей части видеэндоскопа — основной части системы эндоскопирования рабочих лопаток паровых турбин. Рассчитанные параметры и соотношения позволяют обеспечить наблюдение выходной кромки лопатки, без виньетирования в условиях ограниченного межлопаточного пространства. Учтены необходимая глубина изображаемого объекта и особое расположение зонда эндоскопа внутри турбины относительно контролируемого участка поверхности рабочей лопатки.

Родикова Л.С. (автор)

Подпись

Кортаев В.В. (научный руководитель)

Подпись