

УДК 621.311

ОПЕРАТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА ЭРОЗИОННОГО ИЗНОСА РАБОЧИХ ЛОПАТОК ПАРОВЫХ ТУРБИН

Кенум Е.Л.

Научный руководитель – старший преподаватель Нерезько А.В.

Рабочие лопатки последних ступеней ЦНД мощных паровых турбин работают в условиях высоких каплеударных нагрузок, что часто приводит к интенсивному эрозионному износу входных, а в некоторых случаях, и выходных кромок. Это предопределяет необходимость оперативного контроля и диагностики эрозионного состояния лопаток как одного из основных требований обеспечения надежности лопаточного аппарата.

Синхронизированная по положению ротора и каждой лопатки импульсная масштабированная фото- и видеорегистрация зон повреждений лишена основных недостатков указанных выше методов и в значительной мере дополняет их, поскольку, с одной стороны, позволяет проводить оперативный контроль на закрытом ЦНД в период кратковременных остановов турбины, когда включено валоповоротное устройство, а с другой стороны, устанавливать место расположения, качественный и количественный характер износа и появление других дефектов лопаток и демпферных связей.

Дальнейшее развитие технического решения в измерительном комплексе позволяет также с достаточной для практических задач точностью измерять хорду, следовательно, износ входных кромок в любом сечении изнашиваемого участка лопаток по принципу модуляции ими узкого лучевого пучка.

Применение такой системы дает возможность:

- повысить надежность лопаточного аппарата за счет предотвращения аварийных ситуаций в связи с появлением опасных уровней износа кромок и разрушением их стеллитовой защиты, значительного повреждения металла лопаток, а также демпферных связей;
- снизить интенсивность эрозионных повреждений лопаток за счет оптимизации режимов эксплуатации турбинного оборудования;
- планировать необходимый объем ремонтных работ по восстановлению или замене рабочих лопаток в период предстоящих ремонтных кампаний по фактическому состоянию входных и выходных кромок.

Принцип автоматических измерений хорд рабочих лопаток или эрозионного износа входных кромок как разности двух любых измерений хорд в одном сечении показан на рисунке 1. Он заключается в точном определении интервалов времени, образующихся в результате пересечения узкого светового пучка рабочими лопатками при включенном валоповоротном устройстве, и последующего расчета по этим интервалам хорд лопаток. Фронты временных импульсов, соответствующие не изнашиваемым на периферийном участке выходным кромок, после соответствующей обработки используются для синхронизации импульсной видеорегистрации входных кромок лопаток.

Система содержит сложные оптические и электронные компоненты, поэтому предусмотрено самодиагностирование измерительного комплекса. Оно выполняется в два этапа: перед введением измерительных зондов в проточную часть ЦНД и после установки их в рабочем состоянии. На первом этапе тестируются все компоненты, функционирование которых можно оценить визуально: работа источника светового излучения видеоканала в непрерывном и импульсном режимах, работа источников излучения лучевого канала, работа видеокамеры в непрерывном режиме, др. На втором этапе – правильность установки синхродатчика и юстировки зондов в различных сечениях по высоте лопатки. Если тестовый блок системы обнаруживает неисправность или ненадлежащую настройку какого-нибудь из узлов, он указывает оператору – какие необходимо принять меры для приведения комплекса в нормальное состояние.

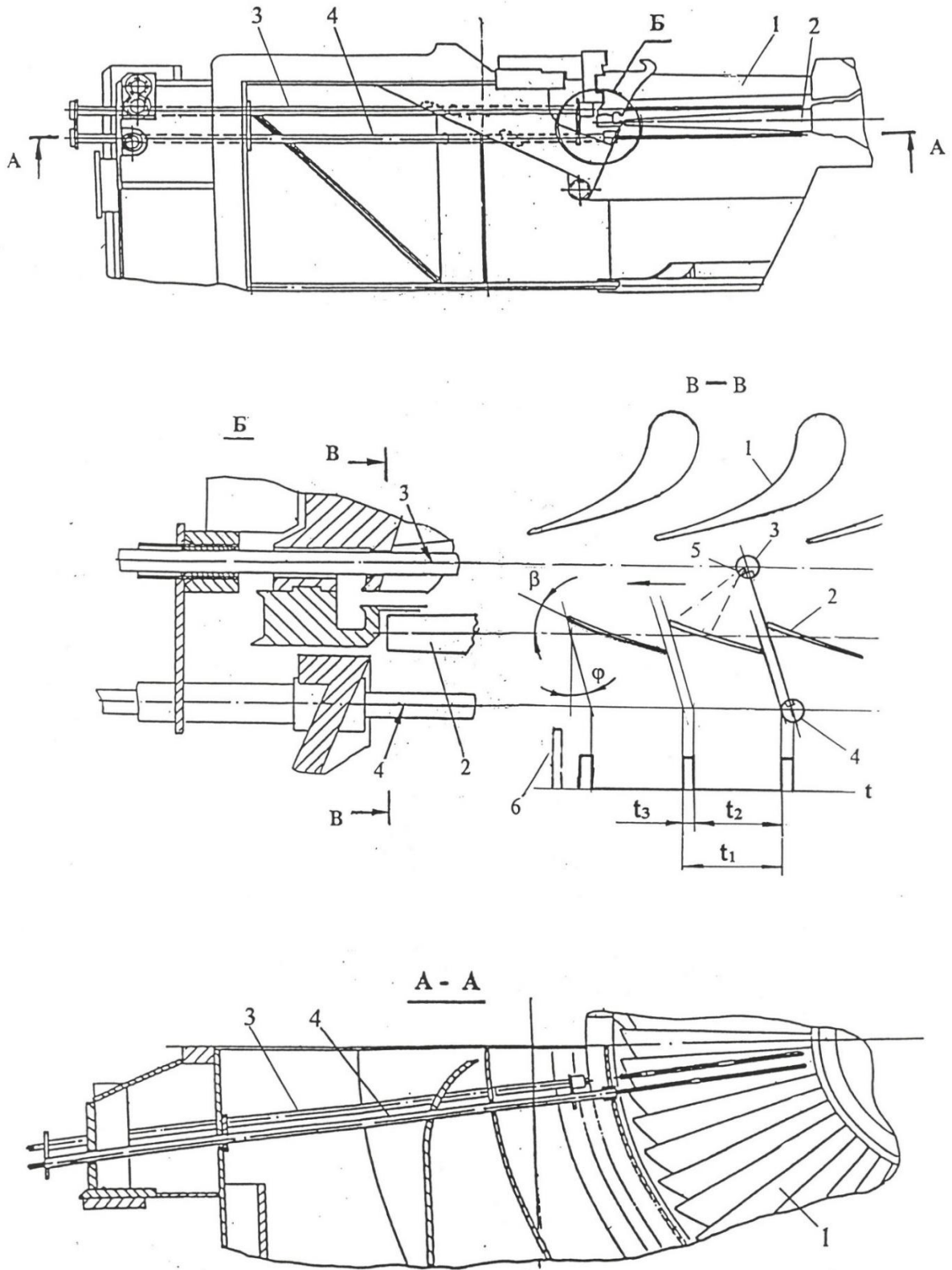


Рисунок 1 – Схема измерения хорды лопаток и видеорегистрации; на виде А-А рабочие лопатки не показаны; 1 – направляющие лопатки; 2 – рабочие лопатки; 3 – видеозонд; 4 – лучевой зонд; 5 – видеокамера; 6 – импульс синхронизации



Рисунок 2 – Фактический вид лопатки ЦНД

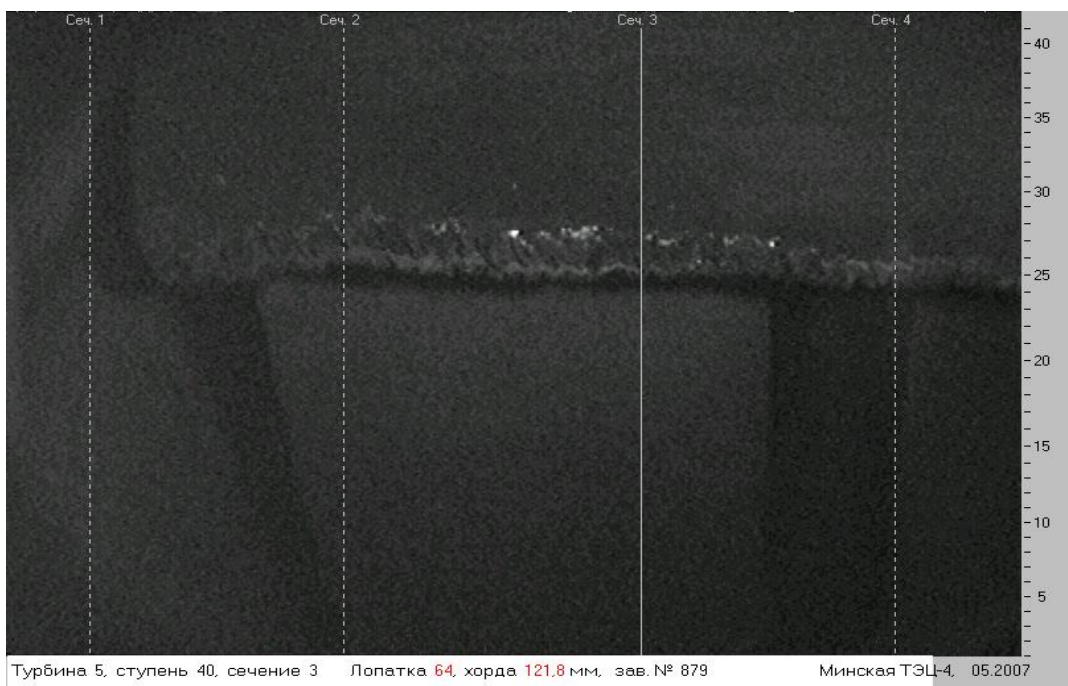


Рисунок 3 – Изображение, полученное с зондов

Литература

1. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ООО «ЭНЕРГОСЕРВИС» – ОАО «НПО ЦКТИ», 2003.
2. Хаимов, В.А. Внедрение системы оперативного контроля и диагностики эрозионного износа рабочих лопаток паровых турбин / В.А Хаимов, Е.И. Пузырев, Е.О. Воронов, В.А. Ганжин // Электрические станции. – 2006. – № 12. – С. 32–36.
3. Хаимов В.А., Ляпунов В.М., Рубинов А.М., Шелест С.О. Система оперативного контроля и диагностики эрозионного износа лопаточного аппарата паровых турбин. Труды ЦКТИ, 2003, вып. 292.