

**Снижение эрозионного износа цилиндра  
среднего давления паровых турбин,  
работающих на закритических параметрах**

КАЩЕЕВ В.П., ХАИМОВ В.А., ВОРОНОВ Е.О., КАЩЕЕВА О.З., СОРОКИН В.Н.  
Белорусский национальный технический университет  
АООТ «Научно-производственное объединение по исследованию  
и проектированию энергетического оборудования им. И.И. Ползунова»  
РУП «Минскэнерго», Минская ТЭЦ-4, Минская ТЭЦ-3  
Национальная Академия Наук Беларуси  
Объединённый институт энергетических и ядерных  
исследований «Сосны»

Исследование относится к области энергетического машиностроения и может быть использовано при конструировании и модернизации паровых турбин закритического давления, работающих с промежуточным перегревом пара.

На внутренней поверхности нагрева труб котлов сверхкритического давления при окислении их металла образуется оксидная плёнка. При изменении температуры у металла труб и плёнки происходит различное расширение (из-за разных коэффициентов температурного расширения), что ослабляет сцепление плёнки с металлом и при соответствующих условиях, зависящих, прежде всего от толщины плёнки и температурного изменения, может привести к её отслоению.

Рассмотрены причины, приводящие к эрозионному износу проточной части цилиндра среднего давления турбин, работающих на закритических параметрах пара. Предложены объяснение эрозионного износа проточной части ЦНД, подтверждаемое на практике, и пути его уменьшения.

Данное техническое решение, выполненное на уровне изобретения (патент РБ № 4.203 «Цилиндр среднего давления паровой турбины»), позволяет повысить работоспособность и экономичность паровой турбины за счёт:

– уменьшения затрат на поддержание в работоспособном состоянии лопаточного аппарата и надбандажных уплотнений из-за снижения их абразивного износа;

– повышения КПД турбины;

– повышения срока службы вала турбины.

Изобретение внедрено на трёх энергоблоках (№ 4, 5 и 6 с турбинами Т-250/300-240) Минской ТЭЦ-4 и успешно работает. Экономия топлива при его использовании составляет на одном энергоблоке около 2000 тонн условного топлива в год. При цене топлива 100 долларов за 1 т у.т. это составит 200000 долларов в год. Также уменьшились затраты на ремонты.

Экономия от уменьшения стоимости ремонтов проточной части ЦСД-1, повреждаемой абразивным износом, можно оценить следующим образом. До внедрения изобретения ремонт проводился 1 раз в 4-е года. После внедрения изобретения он стал не нужен. Стоимость ремонта составляет 35000–45000 долларов. Следовательно, снижение затрат составит ещё 10000 долларов.

Итого, суммарный экономический эффект составит порядка 210000 долларов в год на одном энергоблоке.

УДК 621.311

### **Пути совершенствования ядерной энергетики**

КАЩЕЕВ В.П., СОРОКИН В.В., СОРОКИН В.Н.  
Белорусский национальный технический университет  
Национальная Академия наук Беларуси  
Объединённый институт энергетических и ядерных исследований «Сосны»

В настоящее время нет структуры ядерной энергетики, адекватной требованиям её устойчивого развития:

- неограниченных запасов сырья для производства делящихся изотопов на многие сотни лет;
- безусловного выполнения требования нераспространения ядерного оружия;
- равенства добытой из Земли и искусственно произведённой радиоактивности и захороненной в Земле после выжигания делящихся и использования по назначению радиоактивных изотопов;
- естественной безопасности ядерных реакторов.

Эволюционное развитие современной ядерной энергетики не может решить эти проблемы за счёт совершенствования применяемого оборудования и топлива. Традиционная ядерная энергетика была создана для использования топлива на основе урана-235, причём топлива с небольшим обогащением по урану-235, т. е. с большим по урану-238. Однако сегодня в рамках уран-плутониевого топливного цикла разработано множество вариантов ядерных реакторов, обладающих повышенной безопасностью и экономичностью, в частности, при использовании микротвэлов в качестве тепловыделяющих элементов. Разрабатываются установки, использующие вместе с ураном-235 торий-232 для повышения безопасности и в качестве сырья для наработки урана-233.

Управление отводом тепловой энергии из активных зон требует инновационных подходов. Одним из таких подходов является использование в качестве тепловыделяющих элементов шаровых микротвэлов с диаметрами в пределах 1,5–2,0 мм.