

водогрейный котел – 600 кг/с. Мощность определялась как разность мощности турбины и питательного насоса. Для упрощения расчетов не учитывался расход пара на деаэрактор, конденсатный и подпиточный насосы.

Из расчетов следует, что мощность и удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении установки зависит от температуры воды за котлом и давления в расширителе, причем каждому значению температуры воды соответствует свое давление в расширителе.

Сделан анализ работы установки с увеличением числа расширителей до трех. При условии, что температура воды за котлом равна 150 °С, а давление – 1,5 МПа мощность установки в первом расширителе, к примеру, равном 0,29 МПа, составила 1750 кВт (схема с одним расширителем), 2800 кВт в случае схемы с двумя расширителями и 3400 кВт, соответственно, с тремя расширителями.

Удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении для вышеназванного примера соответственно составила 0,037; 0,039 и 0,040 МВт·ч/Гкал.

Увеличение числа расширителей приводит к росту мощности и удельной выработки электроэнергии, однако, введение каждого следующего расширителя повышает значение этих величин в меньшей степени. Следовательно, существует оптимальное количество расширителей в зависимости от цены на топливо, параметров воды на выходе из котла и капиталзатрат на расширители, трубопроводы и арматуру.

УДК 621

### **Прогнозы развития мировой энергетики до 2030 года**

Кулаков Г.Т., Веремейчик Е.Г.

Белорусский национальный технический университет

Мировое потребление первичных энергоресурсов (ПЭР) по большинству сценариев составит 16-17 млрд. т н.э. в 2030 году, что соответствует среднему значению в 16,5 млрд. т н.э., в том числе, нефть – 29,2 %, газ – 22 %, уголь – 25,8 %, ядерное топливо для АЭС – 6,4 %, возобновляемые источники энергии, включая гидроэнергетику – 16,1 %.

Численность населения мира с 2010 года по 2030 год по усредненным прогнозам экспертов увеличится в 1,2 раза и составит к 2030 г. 8,2 млрд. человек. За этот период суммарное потребление первичных энергоресурсов возрастает в 1,3 раза. Это приведет к росту мирового ВВП по паритету покупательной способности за этот период с 65000 млрд. долл. США до 97800 млрд. долл. США в 2030 г. Для обеспечения такого роста мирового ВВП производство электроэнергии должно возрасти с 20613,06 млрд.кВт·ч в 2010 г. до 33663 млрд.кВт·ч в 2030 году, т.е. увеличится в 1,63 раза.

Как показали проведенные исследования, среднегодовые темпы прироста мирового ВВП за период 2011–2020 гг. составят 3,4 %; с 2021 по 2030 г. – 3,2 %. При этом темпы потребления ПЭР соответственно – с 1,6 до 1,2 %. Причем в промышленно развитых странах темпы прироста ВВП будут меньше мировых и составят соответственно – 2,3 % за период 2011–2020 гг. и 2,15 % за следующее десятилетие, а потребление ПЭР соответственно – 0,6 и 0,4 %. В развивающихся странах за период 2011–2030 гг. ожидается снижение темпов экономического роста с 4,9 % до 4,1 % и темпов потребления ПЭР – с 2,6 до 2 %.

Наиболее высокий рост потребления ПЭР за период 2011–2031 гг. ожидается в развивающихся странах – 165%, а в КНР – 192%, что составит 10,3 млрд. т у.т. в 2030 году. По объему потребления развивающиеся страны превзойдут промышленно развитые страны, где рост составит лишь 12%, на 1050 млн. т у.т., что соответствует 9,8 млрд. т у.т. к 2030 году. В странах СНГ и Восточной Европы рост потребления ПЭР за 2010–2030 гг. ожидается на уровне 40% и достигнет к 2030 году 2,85 млрд. т у.т.

Традиционная модель количественного развития мировой энергетики уже себя исчерпала. Особое внимание в ближайшее время должно быть уделено созданию качественной энергетики, экономически доступной, технически реализуемой с использованием инновационных технологий.

УДК 681.51(075.8)

### **Повышение промышленной безопасности парогенераторов путем оптимизация системы управления уровнем воды в его барабане**

Кулаков Г.Т., Кулаков А.Т., Кухоренко А.Н.

Белорусский национальный технический университет,  
Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь

Поддержание заданного уровня воды в барабане парогенератора является важным технологическим параметром, от которого также зависит надежность, безопасность и экономичность работы технологического оборудования электростанции. Система регулирования уровнем воды в барабане парогенератора должна обеспечивать поддержание требуемого значения его уровня, а также обеспечивать формирование сигналов на регуляторы подачи питательной воды, защиты и блокировки. Ненадлежащая ее работа ведет к снижению экономичности работы, увеличивает расход электроэнергии на собственные нужды, а в крайних случаях к инцидентам и авариям.

Особая роль в решении данной задачи принадлежит разработке и внедрению эффективных систем управления уровнем воды в барабане парогенераторов при переменных режимах работы. При этом особое внимание