

Анализ протекания режима с ухудшением вакуума в турбоустановке вследствие отключения части циркуляционных насосов

Буров А. Л., Пташиц К. П., Пантелей Н. В.
Белорусский национальный технический университет

Поддержание оптимального давления в конденсаторе работающей турбоустановки является необходимым условием для экономичной выработки электроэнергии на тепловых и атомных электростанциях. Из опыта эксплуатации турбин известно, что при ухудшении вакуума в конденсаторе на 1 % против его оптимального значения расход пара турбоустановкой при той же мощности увеличивается на 1–2 %, и как следствие уменьшаются КПД энергоблока в целом.

В настоящей работе был проведен анализ протекания режима с ухудшением вакуума в турбогенераторе типа К-1000-60/3000-3. Исследования проводились с помощью аналитического тренажера турбинного отделения АЭС с реактором типа ВВЭР-1000.

Аварийный сценарий развивается следующим образом. В результате повреждения электрического двигателя циркуляционного насоса срабатывает электрическая защита с отключением 6 кВ выключателя. В результате отключения циркуляционного насоса происходит отключение одного циркуляционного насоса из 4-х работающих.

По сигналу отключения одного циркуляционного насоса начинается разгрузка турбогенератора до 800 МВт со скоростью 0,25–0,3 %/сек. БРУ-К в работу не вступают. В конденсаторе возникает прогрессирующий присос воздуха, увеличивающийся от 0 до 5 т/час.

Одновременно с снижением вакуума наблюдается рост температуры выхлопов турбины и снижение нагрузки турбогенератора при снижении давления в конденсаторе до $0,15 \text{ кгс/см}^2$ (абс).

Далее в соответствии с регламентом эксплуатации энергоблока производится разгрузка турбогенератора в «ручном» режиме и реакторной установки в режиме «Т», а именно действует защита на останов турбины с закрытием стопорно-регулирующих клапанов (СРК), вследствие чего закрываются СРК ЦВД и ЦНД, вступают в работу БРУ-К, срабатывает ускоренная разгрузка блока, включается режим разгрузки и ограничения мощности, в соответствии с которым РУ разгружается до 40% $N_{ном}$. После этого происходит отключение электрогенератора от сети.