

Модернизация систем оборотного водоснабжения электростанций

Гажев Д.Ю. (ТЭС-09м)*

Донецкий национальный технический университет

В Украине на ТЭС и АЭС в технологической цепочке оборотного водоснабжения уже несколько десятилетий используются башенные градирни.

В процессе длительной эксплуатации градирен происходит физический износ основных конструктивных и технологических элементов, а также их моральное старение, что негативно сказывается на надежности и эффективности работы систем оборотного водоснабжения.

Значимость циркуляционных систем и градирен иллюстрируют тепловые потери электростанции в них, достигающие 60% от общего теплового баланса. Для сравнения, потери с уходящими дымовыми газами составляют 10-12%, потери от излучения котельной установки – до 3%.

Для поддержания необходимой охлаждающей эффективности и надежности градирен восстановление конструктивных и технологических элементов в прежнем виде не всегда экономически оправданно. Это связано с тем, что в последнее время разработано много современных отечественных и зарубежных технологий, материалов, а также конструкций оросителей, водоуловителей и водоразбрызгивающих сопел, которые по надежности и эффективности значительно превышают применяемые ранее материалы.

В основу проектировочных расчетов и построения нормативных характеристик градирен по натурным данным положен принцип использования подобных критериальных зависимостей. Анализом уравнений тепло- и массообмена установлена определенная зависимость относительных безразмерных разностей энтальпий от подобных разностей температур. Независимо от гидродинамических условий процесса для любой градирни существует общая линейная функция между безразмерными инвариантами подобия:

$$\Theta_t - K_1 = K_2 \Theta_h$$

где: Θ_t – безразмерный температурный инвариант подобия; Θ_h – безразмерный энтальпийный инвариант подобия; K_1 , K_2 – константы преобразования, независящие от конструкции и размера градирни, а также от гидродинамических переменных величин.

* Руководитель – д.т.н., профессор кафедры ПТ Маркин А.Д.

От совершенства систем технического водоснабжения и градирен, при всех прочих равных условиях, зависят величины удельного расхода топлива и выбросов в окружающую среду вредных агрессивных газов. Чем эффективнее работают гидроохладители, тем меньше удельный расход топлива и выбросы CO_2 , NO_x , SO_2 .

Результаты многолетних исследований и технологических испытаний систем технического водоснабжения и градирен выявили, что охлаждение воды в системах хуже расчетных значений на 2–10 °С. Недостаток воды для обеспечения охлаждения расчетных объемов пара в конденсаторах турбин составляет 30–40%.

Как показывает практика, современным методом повышения эффективности работы башенных градирен является применение полимерных сетчатых оросителей в сочетании с блочными водоуловителями. Данный тип оросителя обеспечивает высокую охлаждающую способность градирни, его блоки имеют высокую пространственную жесткость и стойкость к воздействию внешних нагрузок. Водоуловители при незначительном аэродинамическом сопротивлении обеспечивают уменьшение капельного уноса воды из системы примерно в 25 раз.

В качестве примера комплексного подхода при реконструкции и модернизации градирен приводим материалы о реконструкции башенной градирни №2 Зуевской ТЭС. При проведении реконструкции градирни были использованы современные подходы по восстановлению строительных конструкций, выбраны современные материалы и применено высокоэффективное технологическое оборудование

На базе Зуевской ТЭС проведены испытания градирни №2 после реконструкции, в результате которой был установлен полимерный сеточный ороситель типа NC-20. По всей площади градирни ороситель установлен в два яруса.

Сравнение показателей работы градирни до и после модернизации показало, что в результате выполнения замены водоохлаждающего устройства градирни, обеспечено абсолютное снижение температуры циркуляционной воды более чем на 4°С, а также снижение потребления электроэнергии на привод циркуляционных насосов подачи воды на градирню в среднем на 2,6 МВт.

Расчеты показывают, что снижение температуры конденсации выходящего из турбины пара на 4 °С и связанное с этим углубление вакуума на 1,3% приводит к повышению термического КПД турбины на 0,6%, что равносильно увеличению мощности турбины примерно на 1,1% при том же расходе пара и топлива.

При хорошем состоянии и правильной эксплуатации градирни достигается лучший охлаждающий эффект при всех прочих равных условиях, что приводит к более низким температурам охлаждающей воды в системе циркуляции, обеспечивается более низкое абсолютное давление отработавшего пара и повышается экономичность паровой турбины, а следовательно энергоблока и электростанции в целом.