Раздел шестой

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

6.4. ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗДУШНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ В ЭНЕРГЕТИКЕ

*Введение**

Экологическая безопасность производства электроэнергии в значительной степени зависит от условий работы низкопотенциальной части электростанции, возможности создания глубокого вакуума в конденсаторе, возможности обеспечения надежной и экологически безопасной работы конденсационной установки.

В период, обозначившегося даже для России дефицита водных ресурсов, требуются нетрадиционные для энергетики решения в части организации процессов конденсации пара и использовании охлаждающей циркуляционной воды, потери которой при применении открытых систем охлаждения достигают 3,5…4 %.

В связи с возросшими требованиями по охране окружающей среды и рациональному использованию водных ресурсов дальнейшее применение традиционных систем охлаждения отработавшего в турбине пара становится проблематичным. В отличие от этого, использование воздушных систем охлаждения позволяет существенно снизить уровень экологической напряженности, практически полностью исключить безвозвратное водопотребление, устранить образование отложений в виде накипи и биообразований в теплообменном оборудовании и повысить его надежность.

При использовании воздушного конденсатора (ВК) отпадает необходимость в сооружении и эксплуатации водозаборных и очистных сооружений, строительстве градирен и других систем водоснабжения. В экологическом отношении ВК позволяют избежать насыщения атмосферного воздуха водяными парами, а также существенно сокращают изъятие водных ресурсов из природной среды.

При использовании ВК местоположение электростанции не зависит от источника водоснабжения, что является существенным положительным фактором, особенно для условий города при строительстве станций децентрализованного комбинированного производства тепловой и электрической энергии, а также для автономных электростанций, использующих тепловую энергию мусоросжигающих заводов, дизельных и парогазовых электростанций.

К сожалению, в энергетике нашей страны совершенно не применяются ВК, в то время как в Германии, США, Франции, Голландии , ЮАР и других странах они с каждым годом находят все более широкое применение. Наши научно-исследовательские и проектные институты даже в перспективе не рассматривают возможность применения ВК в отечественной энергетике.

Проблема использования воздушно-конденсационных установок электростанций ставится в связи с увеличивающимся дефицитом водных и земельных ресурсов, природоохранными требованиями, потребностями внутреннего и внешнего рынка. Для мало- и безводных районов остается единственная возможность — применение сухих систем охлаждения: прямой с ВК и косвенной с радиаторной градирней. Сухие системы имеют неоспоримые преимущества перед испарительными как с природоохранной точки зрения, так и по доступности воздуха как охлаждающей среды.

При прямой системе пар отдает тепло в поверхностном конденсаторе непосредственно воздуху, при косвенной системе в поверхностном или смешивающем конденсаторе пар отдает тепло промежуточному теплоносителю — воде, которая затем охлаждается воздухом в поверхностном теплообменнике радиаторной башни.

Прямая система проще косвенной, а ВК требует меньшей поверхности оребренных труб, чем теплообменники радиаторной башни при тех же параметрах пара и воздуха. Для ВК характерна взаимосвязь тепловых, гидродинамических и климатических условий.

Применяемые в настоящее время поверхностные конденсаторы, охлаждаемые атмосферным воздухом, имеют обычно оребренную наружную поверхность труб, внутри которых конденсируется пар.

В последние годы усилия исследователей были направлены на усовершенствование конструкции ВК. Появилась целая серия конденсаторов с различным профилем ребер и труб.

Следует отметить, что оборотная система с сухой охладительной башней вследствие наличия в ней дополнительного теплообменника (контактного конденсатора) более сложна и требует при тех же расчетных температурах отработавшего пара и наружного воздуха на 25…30 % большей поверхности теплообмена радиаторных элементов башни, чем поверхность ВК, или увеличения расхода охлаждающего воздуха.

Все выше изложенное повысило конкурентоспособность ВК по сравнению с предназначенными для ТЭС в маловодных районах оборотными системами водоснабжения с сухими (радиаторными) охладительными башнями, применяемыми взамен градирен (мокрых) с испарительным охлаждением циркуляционной воды.

Опыт эксплуатации ВК на электростанциях в США, Франции, Голландии, ЮАР и Германии показал нецелесообразность применения в оборотных системах контактных конденсаторов, приводящих к соединению между собой контуров питательной и охлаждающей воды и вызывающих наряду с эксплуатационными трудностями дополнительные затраты, связанные с установкой под контактными конденсаторами циркуляционных насосов, забирающих смесь охлаждающей воды с образовавшимся конденсатом из-под вакуума. Также не оправдало себя и применение в охладительных элементах башен алюминиевых труб, имеющих малый диаметр (14…15 мм) и небольшую толщину стенки (0,5…0,75 мм). Они оказались подверженными разрушению под действием достаточно резких переменных температурных режимов. В то же время применение цельносварной конструкции ВК с использованием при их изготовлении современной сварочной техники и современных методов контроля качества сварки позволяют обеспечить достаточно высокую плотность вакуумных систем. Кроме того, необходимо отметить следующие неоспоримые преимущества ВК по сравнению с испарительными башенными градирнями:

- независимость выбора площадки от источника водоснабжения;
- низкие капитальные вложения;
- экологически чистый процесс охлаждения.

Все выше перечисленное приводит к выводу о предпочтительности применения ВК, поэтому разработка и исследование аспектов использования ВК на электростанциях для улучшения экологических условий в районе

расположения станций весьма важная задача.

Конкурентом ВК могут быть прямоточная система водоснабжения или оборотная. Прямоточная система предполагает наличие естественных водоемов с большим запасом воды. Такая система является наиболее дешевой, так как не требует сооружения дорогостоящих объектов типа градирен или прудов-охладителей. Прямоточная система обеспечивает также более низкую температуру охлаждающей воды. Поэтому в тех случаях, когда ситуационный план электростанции и экологические условия позволяют, предпочтение должно быть отдано прямоточной системе водоснабжения. Однако реальное сочетание благоприятных географических и экологических факторов становится все более редким явлением, а с ростом экологических требований, вероятнее всего, станет исключительным явлением даже для конденсационных электростанций.

Что касается теплоэлектроцентралей, то в силу специфики производимой энергии они должны строиться вблизи потребителей тепловой энергии. Поэтому реальный конкурент ВК — оборотная система водоснабжения с градирнями или брызгательными бассейнами. В силу отсутствия отечественного опыта изготовления, монтажа и эксплуатации ВК оценки эффективности, надежности и экологической безопасности нами проведены по зарубежным данным.

По оценкам специалистов фирмы ГЭА (Германия), стоимость ВК составляет примерно 80…100 % стоимости оборотного водоснабжения с поверхностными конденсаторами; расходы электроэнергии на привод вентиляторов и циркуляционных насосов приблизительно равны.

Современное энергомашиностроение решает проблемы интенсификации тепломассообмена традиционными методами, для которых гидродинамическое сопротивление при течении теплоносителя пропорционально квадрату его скорости. При этом увеличение теплопередачи отстает от роста сопротивления. Это не обеспечивает дальнейшего повышения эффективности энерготехники. Поэтому важную роль в дальнейшем прогрессе в энергообмене и энергопреобразовании должны играть новые технические решения по организации как процесса конденсации, так и теплообмена со стороны охлаждающего воздуха. Для решения данной проблемы необходимо использовать принципиально новые формы компоновки поверхности теплообмена со стороны охлаждающего воздуха и новые способы организации процессов тепло- и массообмена со стороны конденсирующегося пара.

Попытки широкого внедрения ВК привели к созданию различных конструкций конденсаторов. В связи с этим необходимо провести анализ существующих конструкций ВК и сопоставить их теплоаэродинамические характеристики в целях выявления путей создания более совершенных аппаратов как по эффективности протекания процессов тепломассообмена при конденсации, так и по другим технико-экономическим и экологическим показателям.

-* При подготовке § 6.4 использованы материалы исследований по грантам РФФИ № 06-08-01537-а и № 05-08-50028-а.