

УДК 621.311.25

Возможности замены на АЭС брызгальных бассейнов сухими градирнями

Мелешко К.И.

Научный руководитель – к.т.н., доцент ЧИЖ В.А.

В связи с развитием мировой экономики возникает потребность в выработке все большего количества электроэнергии, в результате чего растет спрос на пресную воду для электростанций. При этом электрическим компаниям составляют конкуренцию общественное водопотребление, бытовые нужды, торговля, сельское хозяйство, промышленность. Кроме того существует необходимость прекратить или уменьшить использование воды рек и озер для достижения природоохранных, экологических и рекреационных целей, что еще более осложнит будущее распределение национальных пресноводных ресурсов. Таким образом, все больше внимания уделяется возможности адекватного использования пресной воды для производства электроэнергии и потенциальному влиянию работы электростанции на ее ресурсы и качество.

До конца 20 века в энергетике преобладали системы испарительного (мокрого) охлаждения. Например, пленочные градирни, брызгальные бассейны. Однако, в настоящее время наблюдается большой спрос на системы сухого охлаждения. Это связано не только с нехваткой воды, но и с рядом других причин, способствующих выбору систем сухого охлаждения:

- экологические требования в отношении экономии воды и повышения ее температуры в реках и морях;
- местные законодательства по ограничению вредных выбросов;
- рост цен за водопотребление;
- большая свобода в выборе места расположения станции, упрощение экспертизы и получения разрешения на строительство.

При работе АЭС в условиях нормальной эксплуатации и во время аварии тепловыделения в системе аварийного охлаждения реактора передаются активной системой отвода тепла через охлаждающее устройство конечному поглотителю – атмосфере.

Для отвода от оборудования теплоты с изменяющейся во времени мощностью требуется назначать производительность охлаждающего устройства с учетом ее максимального значения. Практически на всех АЭС охлаждающим устройством служат брызгальные бассейны.



Рисунок 1 – Общий вид брызгального бассейна

Брызгальный бассейн – это устройство для охлаждения воды разбрызгиванием ее в атмосферном воздухе. Данное устройство предназначено для понижения температуры воды, отводящей тепло от компрессоров, теплообменных аппаратов, трансформаторов в системах оборотного (циркуляционного) водоснабжения.

Охлаждение воды происходит за счет контакта с атмосферным воздухом, при этом вода разбрызгивается с помощью сопел, располагаемых над уровнем воды в бассейне.

Брызгальный бассейн содержит объем воды, который при быстром росте тепловыделений во время аварии аккумулирует тепло, что позволяет принять его производительность ниже значения максимального теплоотвода.

Нормально выполняя свою функцию по отводу тепла конечному поглотителю, брызгальный бассейн имеет свои недостатки:

- большая занимаемая площадь. В соответствии с нормами, брызгальный бассейн следует удалять от зданий на расстояние не менее 42 м, что вызывает необходимость увеличивать площадь промышленной площадки или располагать бассейн за ее пределами;
- большая протяженность водоводов с прокладкой по стесненной промышленной площадке;
- сложная конструкция защиты от смерча;
- двойная защита бассейна от проникновения воды в грунт. При этом значительный капельный вынос влаги ветром с обводнением прилегающей территории делает малозначимой такую защиту.

Недостатки брызгального бассейна вызывают целесообразность рассмотреть в качестве его альтернативы сухие градирни.

Радиаторная (сухая) градирня изобретена венгерскими инженерами Геллером и Фарго. Система Геллера – это схема оборотного охлаждения конденсаторов при помощи сухих градирен. Система Геллера представляет собой замкнутый и закрытый водяной контур охлаждения, включая сухую градирню с водо-воздушными теплообменниками. При классическом исполнении системы Геллера теплосъём производится без испарения, без продувки, практически отсутствуют потери воды, и связанные с ними нагрузки окружающей среды. Это даёт возможность на выбор площадки крупной электростанции независимо от значительных источников водоснабжения. Так, например, АЭС в случае протеста со стороны населения может быть построена далеко от населённого пункта. Вид тяги сухой градирни: искусственная или естественная. Материал вытяжной башни: металлоконструкция или железобетон. Тип тяги и конструкция башни выбирается всегда на базе местных условий. В данном случае только естественная тяга имеет место.

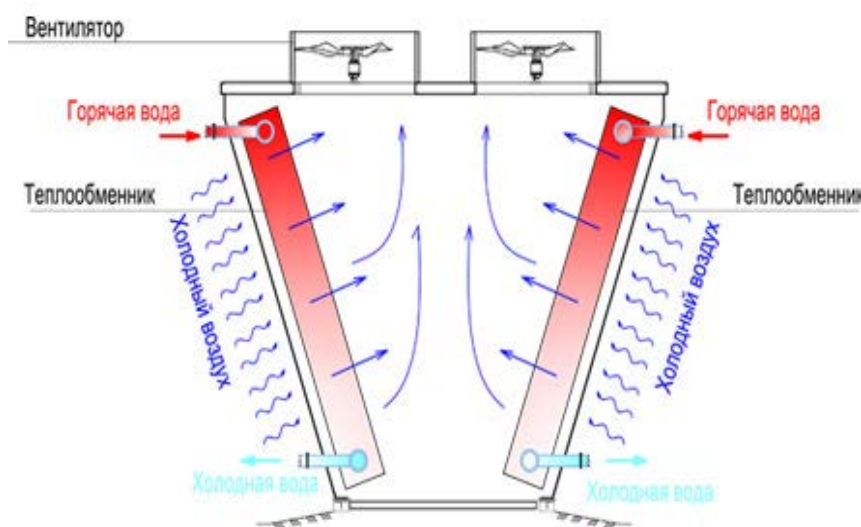


Рисунок 2 – Схема охлаждения воды в сухой градирне

Сухие градирни - это устройства, представляющие собой теплообменники, которые обеспечивают охлаждение поступающей в них жидкости-теплоносителя. Охлаждение происходит благодаря циркуляции через ребра теплообменника окружающего воздуха, нагнетаемого с помощью осевых вентиляторов или естественным путём обмена воздушного потока (конвекция).

Сухая градирня состоит из теплообменников, изготовленных из медных труб круглого или овального сечения и алюминиевого оребрения, корпуса (рама) выполненного из оцинкованной стали и покрытой порошковой краской.

Одна из проблем сухих градирен – загрязнение поверхности теплообмена продуктами производственного происхождения: отложения на ребрах, пылью и пухом при цветении растений и т.д. Во всех случаях необходима система очистки воздушных каналов водой под высоким давлением или сжатым воздухом.

Применение «сухих» градирен на АЭС-2006 при смешивающих конденсаторах приведет к удельному удорожанию системы охлаждения циркуляционной воды в 2 раза, при сокращении капитальных затрат по машинному залу на 0,9-1,0 млрд. российских рублей, т. е. суммарное увеличение капитальных затрат по энергоблоку составит около 0,5 млрд. российских рублей. Однако применение сухих градирен снимает все замечания по воздействию АЭС на окружающую среду, так как система воздушного охлаждения циркуляционной воды наиболее совместима с окружающей средой.

В некоторых регионах с высокими среднегодовыми температурами воздуха нашли применение гибридные системы охлаждения. Эффект состоит в том, что для работы при высоких наружных температурах в поток воздуха перед поверхностью теплообмена впрыскивается вода. Это, с одной стороны, снижает температуру воздуха, но с другой – повышает интенсивность отвода тепла из-за испарения капель воды, пропадающих на поверхность оребренных труб. Расчет и опыт показывают, что впрыск воды в количестве 0,2-0,4% массового расхода воздуха обеспечивает охлаждение воздуха на 5-6%. Так же гибридная градирня, не образующая парового шлейфа – наилучший вариант в том случае, когда действуют ограничения местных норм и правил, при которых присутствие парового шлейфа не допускается в нормальных условиях, в частности, вдоль автомагистралей, вблизи аэропортов, жилых районов.

На основании изложенного, можно сделать следующие выводы:

1. Применяемые в системе отвода тепла брызгальные бассейны уступают по экологическим и техническим параметрам сухим градирням.
2. Сухие градирни имеют значительно меньшие размеры, что позволяет сократить площадь, занимаемую АЭС, и протяженность коммуникаций.

Литература

1. Муровьев В.П. Аварийное охлаждение реактора АЭС с теплоотводом вентиляторной градирней // Электрические станции. 2016. №2.
2. Мильман О.О., Ананьев П.А. Сухие градирни и воздушно-конденсационные установки(обзор) // Теплоэнергетика. 2016. №3.