

С. К. Сосновский

ОПТИМАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РАБОТЫ ГРАДИРЕН

В статье обоснованы расчетные параметры работы градирен, отклонения от которых приводят к повышению затрат при эксплуатации

Ключевые слова: градирня, эффективность эксплуатации

1. Введение

Исследования, о которых идет речь в докладе, относятся к области энергетики. Системы оборотного водоснабжения (СОВ) являются важнейшим элементом технологического комплекса предприятий многих отраслей промышленности: теплоэнергетики, нефтехимии, металлургии, машиностроения и др. Снижение общего водооборота в СОВ уменьшает не только безвозвратные потери циркуляционной воды в градирне, но и затраты на ее перекачку. Повышение эффективности охлаждения воды в градирнях необходимо и для увеличения производительности технологических установок.

В настоящее время большинство СОВ находится в плохом состоянии. Часто после проведения реконструкции эффективность работы только ухудшается. Причиной часто становится сложность методов обоснования проведения, а также оценки результатов работ по реконструкции.

2. Постановка проблемы

Целью настоящей статьи является совершенствование методов обоснования и оценки результатов реконструкции оборудования.

3. Основная часть

3.1. Анализ литературных источников по теме исследования

Нормативными параметрами эксплуатации градирен являются: удельная тепловая нагрузка $Q_{уд}$, ккал/(м²·ч); перепад температур воды $\Delta t = t_1 - t_2$, °С; удельная гидравлическая нагрузка $G_{уд}$, м³/(м²·ч); разность температур охлажденной воды и воздуха по смоченному термометру, $\delta = t_2 - \tau$, °С.

С учетом опыта использования полимерного оборудования для градирен, нормативные параметры работы градирен должны быть уточнены [1].

В работе [2] приводится анализ используемых сегодня показателей эффективности работы градирен (ЭРГ): нормативные графики охлаждения, коэффициент массоотдачи, термический КПД гра-

дирни $\eta_T = \Delta t / (\Delta t + \delta)$, коэффициент эффективности $\eta_{эф} = (t_{2н} - \tau) / (t_{2ф} - \tau)$, где $t_{2н}$ и $t_{2ф}$ – нормативное и фактически измеренное значения температуры охлажденной воды, °С. На многочисленных примерах из практики показаны их недостатки. Предложен новый критерий определения ЭРГ: $K_{эрг} = \Delta t / t_2$.

В отличие от η_T и $\eta_{эф}$, коэффициент $K_{эрг}$ является интегральным показателем ЭРГ, учитывающим все условия эксплуатации градирен. Значение $K_{эрг}$ всегда меньше единицы.

Охлаждение воды в вентиляторных градирнях всегда сопровождается ее потерями из-за испарения и уноса капельной влаги. Рост стоимости циркуляционной воды в результате постоянного повышения требований к ее качеству делает сокращение ее безвозвратных потерь из-за капельного уноса $q_{ку}$ особенно актуальным. Внедрение полимерных решетчатых элементов для градирен по ТУ 38 Украины 00204458-002-92 (НПФ «Пластэнерго») на отечественных объектах подтвердило полное устранение капельного уноса [3].

Составляющие потерь из-за капельного уноса – через обшивку, через воздухоходные окна, через водоуловитель.

При полной герметичности обшивки капельный унос через нее не происходит. Через обшивку же из асбоцементных, стеклопластиковых или металлических профилированных листов практически всегда происходит каплеунос. Как правило, это бывает в тех случаях, когда циркуляционная вода из крайних водоразбрызгивающих сопел заливают обшивку градирни. Такое локальное орошение даже герметичной обшивки приводит при отрицательных температурах воздуха к возникновению в ней дополнительных температурных напряжений, нарушению герметичности и, в результате, к капельному уносу. Для предотвращения последнего предложено крайние ряды сопел устанавливать под углом к вертикали внутрь градирни:

$$\alpha = \arctg[(R_\phi - L) / H_\phi],$$

где R_ϕ и H_ϕ – радиус и высота факела при максимальной гидравлической нагрузке; L – расстояние крайнего ряда сопел до обшивки градирни.

Аналогично предотвращается капельный унос через межсекционные перегородки. Для ликвидации капельного уноса через воздухоходные окна необходимо добиться полной герметичности ветровых перегородок для воздушных потоков. Отсутствие каплеуноса через водоуловитель подтверждается тем, что верхняя поверхность водоуловителя в теплое время года при максимальной гидравлической нагрузке остается абсолютно сухой.

Реконструировать вентиляторные и башенные градирни необходимо только на основе увеличения термодинамического коэффициента эффективности их работы $K_{эрг}$, а также полной ликвидации каплеуноса.

Для обоснования реконструкции градирен предложен прямой метод расчёта экономии затрат [4], основанный на отклонениях характеристик работы градирни от проектных значений.

3.2. Результаты исследований

В рамках проведенных исследований было показано, что при работе изношенных градирен не выдерживаются такие важнейшие характеристики, как перепад температур Δt и теплосъем q . Для исправных градирен минимальные экономически целесообразные значения этих параметров должны составлять $9\text{ }^\circ\text{C}$ и $80\text{ Мкал}/(\text{м}^2\cdot\text{ч})$ соответственно. Величина q определяется двумя регулярно измеряемыми параметрами: перепадом температур в градирне Δt и удельной гидравлической нагрузкой $g=G/S$, $\text{м}^3/(\text{м}^2\cdot\text{ч})$, где G - общая гидравлическая нагрузка, $\text{м}^3/\text{ч}$, а S - охладительная площадь градирни, - по формуле $q = c\cdot g\cdot\Delta t$, где c - теплоемкость воды, $1000\text{ ккал}/(\text{м}^3\cdot\text{град})$.

Важно отметить, что значения Δt и g должны находиться в области вершины гиперболы постоянного удельного теплосъема (рис. 1).

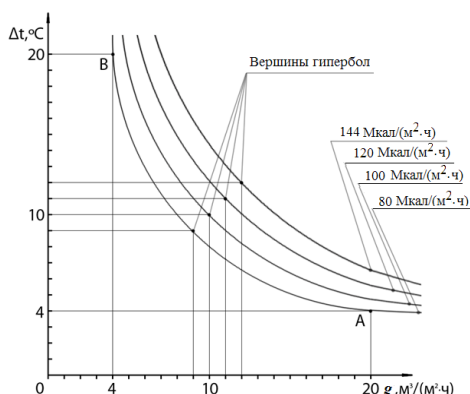


Рис.1. Гиперболы постоянного удельного теплосъема

Из графиков $q = \text{const}$ видно, что отклонение одного из параметров (g или Δt) от вершины гиперболы вызывает значительно большее отклонение другого. Так, снижение перепада темпера-

тур Δt до $4\text{ }^\circ\text{C}$ для $q=80\text{ Мкал}/(\text{м}^2\cdot\text{ч})$ (точка А) компенсируется удельной гидравлической нагрузкой $g=20\text{ м}^3/(\text{м}^2\cdot\text{ч})$, которая значительно выше пропускной способности любых промышленных градирен. С другой стороны, снижение гидравлической нагрузки до $4\text{ м}^3/(\text{м}^2\cdot\text{ч})$ (точка В) компенсируется перепадом температур $\Delta t=20\text{ }^\circ\text{C}$. Однако такой перепад температур может соответствовать только значительному увеличению потенциалов охлажденной и нагретой воды (t_2 и t_1). В обоих вариантах такие отклонения всегда приводят к росту потребности в дополнительных охладительных площадях.

Отсюда следует вывод, что градирня должна работать строго при проектных параметрах, отклонения от которых недопустимы.

Литература

1. Сосновский, С.К. Определение эффективности охлаждения циркуляционной воды в вентиляторных и башенных градирнях [Текст] / С.К. Сосновский, В.П. Кравченко // Энергетика и электрификация. – 2008. – № 3. – С. 37-41.
2. Сосновский, В.П. Основные показатели эффективности работы градирен [Текст] / С.К. Сосновский, В.П. Кравченко // Сб. статей Второй международной научно-практической конференции «Повышение безопасности и эффективности АЭС», Одесса, октябрь 2010. – Одесса : НПЦ «Энергоатом», 2011. – С. 102-109.
3. Сосновский, С.К. Каплеунос в вентиляторных градирнях [Текст] / С.К. Сосновский, В.П. Кравченко // Энергетика и электрификация. – 2001. – № 9. – С. 24-28.
4. Сосновский, С.К. Технико-экономические показатели реконструкции вентиляторных и башенных градирен [Текст] / С.К. Сосновский, В.П. Кравченко // Энергетика и электрификация. – 2011. – №3. – С.19-22.

ОПТИМАЛЬНІ ПАРАМЕТРИ РОБОТИ ГРАДИРЕН

С. К. Сосновський

У статті обґрунтовані розрахункові параметри роботи градирень, відхилення від яких приводить до підвищення витрат при експлуатації

Ключові слова: градирня, ефективність експлуатації

Сергій Костянтинівич Сосновський, старший викладач кафедри атомних електростанцій Одеського національного політехнічного університету, тел. (050) 550-33-52, e-mail: vpkprav@rambler.ru

OPTIMAL PARAMETERS OF COOLING TOWERS EXPLOITATION

S. Sosnovsky

The calculation parameters of work of cooling towers are reasonable, deviations from that result in the increase of expenses during exploitation.

Keywords: cooling tower, efficiency of exploitation

Sergey Sosnovsky, senior teacher of Department of Nuclear Power Plant, Odessa National Polytechnic University, tel. (050) 550-33-52, e-mail: vpkprav@rambler.ru