

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ ПРИ ЕЕ КАВИТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ В БРЫЗГАЛЬНЫХ БАСЕЙНАХ – ОХЛАДИТЕЛЯХ

В.И. Ушаков
НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

Задача увеличения эффективности охлаждения оборотной воды в брызгальных бассейнах-охладителях (БО) оборотной воды ТЭС или АЭС является достаточно актуальной. Охлаждение воды в (БО) обеспечивается процессами тепло-массообмена в парогазовой среде капельного потока в воздухе и является основным процессом, лимитирующим эффективность этих установок (теплопередача жидкость - воздух, фазовый переход жидкость – пар). Капельный поток воды создается путем применения центробежных сопел, имеющих при заданном напоре воды перед соплом оптимальную производительность и эффективность охлаждения. Эта оптимизация базируется на уравнении баланса тепла, теории подобия и теории течения жидкости в идеальной форсунке с привлечением ряда допущений касающихся тепло-массообмена капельного потока факела разбрызгивания в воздухе и уравнения баланса тепла массы воды, вытекающей из разбрызгивающего устройства (РУ) за единицу времени.

$$c(t_1^0 - t_2^0)\rho Q = [\alpha(t_1^0 - \vartheta^0) + r\rho q_e]F\tau \quad (1)$$

Предлагается увеличить эффективность работы БО модернизацией (РУ) путем создания в них условий для возникновения эффекта кавитации при вихревом движении жидкости. При этом, как известно, происходит дополнительный нагрев воды на Δt_k за счет возникновения и схлопывания кавитационных пузырьков, что приводит, с одной стороны, к интенсификации процесса тепло-массообмена, а с другой стороны, к последующему ее дополнительному охлаждению в бассейне в результате обратного фазового перехода через некоторое время релаксации (порядка 10^{-3} с) на величину Δt_k .

$$c[(t_1^0 + \Delta t_k) - (t_2^0 - \Delta t_k)]\rho Q = [\alpha(t_1^0 + \Delta t_k - \vartheta^0) + r\rho(q_e + \Delta q_k)]F\tau + \lambda\rho\Delta Q \quad (2),$$

где $\rho\Delta q_k$ - увеличение массы испарившейся воды в факеле разбрызгивания при увеличении температуры воды на Δt_k ; λ - удельная теплота фазового перехода; ΔQ - часть воды, перешедшая из фазового состояния V_1 в V_2 при кавитационном воздействии и при обратном фазовом переходе $V_2 \rightarrow V_1$. Оценить вклад в эффективность охлаждения δ каждой составляющей правой части уравнения (2) можно используя для сравнения величину $c(t_1^0 - t_2^0)\rho Q$. Оценку $\Delta Q/Q$ проводим в предположении, что в одном кубическом миллилитре воды возникает до 10^2 кавитационных пузырьков со средним диаметром около 10 мкм и она равна $\Delta Q/Q \approx 0.0005$.

Проведенная оценка показывает, что увеличение эффективности охлаждения лежит в пределах $\delta \approx 4 \div 5\%$ (при $\Delta t_k = 0.5^\circ C$ и $\Delta Q/Q \approx 0.005$) и вклад за счет теплопередачи составляет $\delta_1 \approx 2\%$, массоотдачи $\delta_2 \approx 1.5\%$ и за счет обратного фазового перехода $\delta_3 \approx 0.5\%$.

Таким образом, применение кавитационного эффекта, в разбрызгивающих устройствах при охлаждении оборотной воды в брызгальных бассейнах-охладителях может приводить к ее дополнительному охлаждению.