

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ КАПЕЛЬ ВОДЫ В ВАКУУМНОЙ ГРАДИРНЕ

А.И. Петручик, С. П. Фисенко

*Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова Национальной академии наук Беларуси,
г. Минск, Беларусь*

Охлаждение рабочих жидкостей – неотъемлемая часть многих технологических процессов в промышленности. Для этой цели применяется процесс испарительного охлаждения в вентиляторных градирнях [1], которые имеют целый ряд недостатков. В последние годы запрос на повышение эффективности испарительного охлаждения привлек внимание инженеров к разработки вакуумных градирен [2, 3].

Доклад посвящен математическому моделированию работы вакуумной градирни в стационарном режиме. Эскиз вакуумной градирни показан на рис. 1. В качестве рабочей жидкости мы рассматриваем воду, обобщение наших результатов на другие вещества очевидно. Предварительные результаты работы опубликованы в [3].

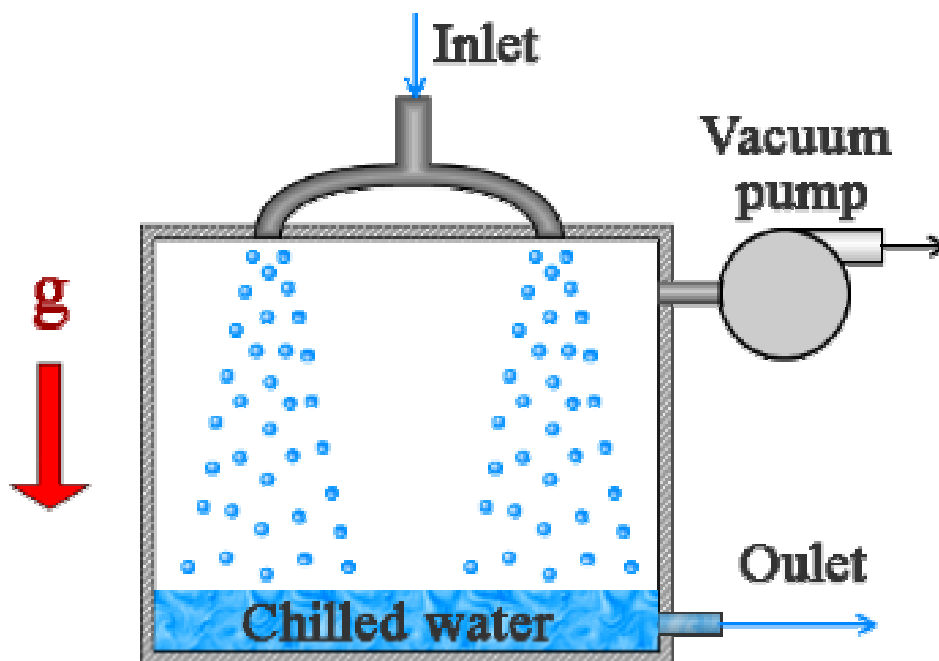


Рис.1 Эскиз вакуумной градирни

Используя подход к моделированию испарительного охлаждения каплей, развитый в [1], была разработана математическая модель работы вакуумной градирни. Математическая модель представляет собой систему обыкновенных уравнений. Ниже мы предполагаем, что P находится в интервале 10 - 100 Торр. Эффект существенного понижения температуры каплей при испарении при пониженном давлении был бесконтактным способом экспериментально проверен в работе [4].

На рис.2 представлена зависимость получаемого перепада температуры воды ΔT от давления P в градирни. Средний радиус каплей 0.5 мм и высота градирни 0.5 м.

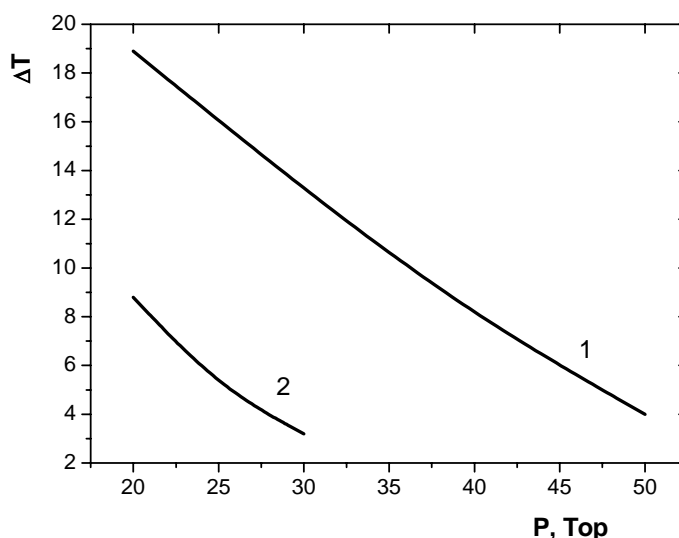


Рис.2 Перепад температуры воды от давления в градирне
1-входная температура 40°C, 2- 30°C.

Отметим, что использование традиционного теплового КПД градирни не приемлемо для описания работы вакуумной градирни. Предельная температура T_{lim} охлажденной воды определяется из условия

$$P = P_s(T_{lim}).$$

Так при давлении 30 Тор $T_{lim} \approx 27^\circ\text{C}$. Ясно, что управляя давлением в градирне, можно управлять значением температуры воды в бассейне градирни. Как показали расчеты, расход испаренной воды в вакуумной градирне составляет не менее 2% от расхода циркуляционной воды.

Обозначения

P_s – давление насыщенных паров воды.

Литература

1. **Fisenko S.P., Brin A.A., Petruchik A.I.** Evaporative cooling of water in a mechanical draft cooling tower//Int. J. Heat & Mass Transfer, 2004. **47**, Pp. 165-177.
2. [http://www.gea-wiegand.com/geawiegand/cmsresources.nsf/ filenames/P06russ-GJP-cooling.pdf/\\$file/P06russ-GJP-cooling.pdf](http://www.gea-wiegand.com/geawiegand/cmsresources.nsf/ filenames/P06russ-GJP-cooling.pdf/$file/P06russ-GJP-cooling.pdf).
3. **Petruchik A. I. Fisenko S.P.** Simulation of Low Air Pressure Cooling Tower //Proc. 15th IAHR Cooling Tower and Air-cooled Heat Exchanger Conference, China, 2011.
4. **Matsuoka H, Sekiguchi S, Nishizawa K, and Suzuki T.** Midinfrared Extinction Spectra of Submicron Carbohydrate Particles Generated by a Pneumatic Atomizer// J. Phys. Chem. A 2009, **113**, 4686 –4690