

Р. Г. Даутов, С. А. Вилохин

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ В ГРАДИРНЕЙ*Ключевые слова: градирня, процесс охлаждения, водоуловители, оросители, форсунки и вентиляторы.**Приведены данные сравнений оросителей ПР-50 и «косой дождь сетчатый». Обнаружено что при летний период времени, температура воды превышает предельное значение. Данные сравнений оросителей приведены в табл.1.**Keywords: cooler, cooling process, water catchers, sprinklers, nozzles and fans.**The data comparisons irrigators PR-50 and "slanting rain mesh" are presented. It's Found that when the summer time, the water temperature is above the limit. These comparisons are shown in the Table 1 of irrigators.*

Процессы теплообмена широко распространены в химической промышленности. В настоящее время наиболее дешевый способ отведения низкопотенциального тепла от технологического оборудования осуществляется при помощи градирен, при этом экономится значительное количество свежей воды.

На заводе поликарбонат ОАО «Казаньоргсинтез», для охлаждения технической воды используется градирня. Необходимость проведения данного процесса обусловлена поддержанием температурного диапазона технической воды. (25-28°C)

Градирни с площадью орошения 525м² укомплектованы капельно-пленочным оросителем комбинированного типа. Оросительное устройство градирни предназначено для увеличения площади поверхности соприкосновения между водой и воздухом, и следовательно, для ускорения процесса охлаждения. Обратная вода, поступающая на водораспределительные системы градирен от теплообменного оборудования технологических цехов производства поликарбонат с температурой 35 - 38°C, разбрызгивается и движется вертикально сверху вниз под действием силы тяжести. Воздух поступает через входные окна при помощи вентиляторов. Обратная вода в градирне охлаждается до 25 °C - 28 °C. При охлаждении воды в градирни часть тепла передается атмосферному воздуху за счет испарения воды, другая часть - за счет разницы в температурах между водой и воздухом. Количество тепла, отдаваемое обратной водой воздуху пропорционально поверхности теплообмена (общей поверхности всех капель и пленок воды, вступающих в соприкосновение с воздухом).

Эффективная работа градирен и их правильная эксплуатация значительно уменьшает использование природных ресурсов, энергопотребление и ощутимо ограничивает отрицательное влияние на окружающую среду. С развитием научно-технического прогресса представляется целесообразным выявление новых методов оптимизации процесса теплообмена в градирни. Для решения поставленной задачи перспективным направлением является замена старого элемента на более усовершенствованное.

Наиболее рациональным способом повышение эффективности градирни является модер-

низация таких элементов как водоуловители, оросители, форсунки и вентиляторы.

При модернизации этих элементов могут быть достигнуты следующие положительные эффекты:

- повышение охлаждающей способности градирни;
- снижение капельного уноса;
- исключение обледенения вентилятора.

Значительный вклад в разработку методов расчета градирен внесен Ф. Меркелем, Б.В. Проскуряковым, Л.Д. Берманом, И. Лихтенштейном и другими авторами. Монография Л. Д. Бермана до сегодняшнего дня является настольной книгой инженерно-технических работников, занимающихся проектированием, эксплуатацией и исследованием охлаждающих установок. Наиболее широкое распространение и общее признание в мире получил метод Меркеля.

В устройствах испарительного охлаждения, тепломассообмен в парогазовой среде является основным процессом, лимитирующим эффективность этих установок. Расчетная модель испарительной градирни впервые была предложена Меркелем (F.Merkel, 1925г.). Ввиду сложности процессов испарительного охлаждения Меркелем были приняты некоторые допущения и упрощения:

- предполагается, что потерей воды при испарении можно пренебречь;
- предполагается полная аналогия процессов тепло- и массообмена и постулируется пропорциональность теплового потока разности энтальпий влажного воздуха в двух характерных состояниях; значения коэффициента пропорциональности имеют чисто эмпирическое происхождение;
- предполагается, что воздух на выходе из градирни насыщен водяным паром, то есть $\phi=100\%$, и характеризуется только энтальпией.

Анализ публикаций показал, что модель Меркеля является основой для большинства современных методик расчета градирен. Несмотря на то, что работа Меркеля базируется на ряде существенных допущений, она долгое время использовалась и используется в настоящее время проектными организациями для расчета, благодаря относительно простой методике расчета.

В настоящее время на заводе поликарбонат ОАО «Казаньоргсинтез» в градирнях используются оросители марок ПР-50 (рис.1).

Эти оросители создают малое гидравлическое сопротивление при движении воздуха и соответственно температура воды превышает предельное значение. В следствии этого в летний период времени эффективность работы градирня уменьшается. Для решение данной проблемы предлагается установить более эффективный ороситель, ороситель «косой дождь сетчатый» (рис. 2). Данный ороситель обладает большой охлаждающей способностью, чем ороситель ПР-50 при одинаковой высоте и при приблизительно равном аэродинамическом сопротивлении. При правильном монтаже и эксплуатации ороситель «косой дождь сетчатый» позволяет повысить охлаждающую способность градирня на 30%. Данные сравнений оросителей ПР-50 и «косой дождь сетчатый» приведены в табл.1.

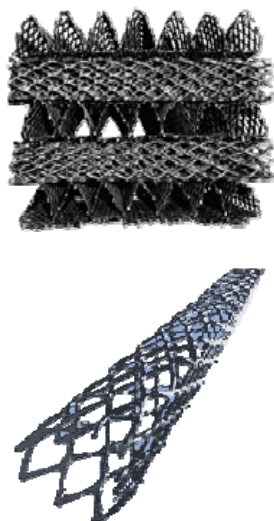


Рис. 1 - Ороситель ПР-50

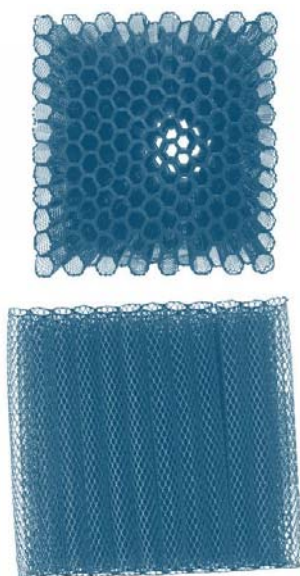


Рис. 2 - Ороситель «косой дождь сетчатый»

Таблица 1

Оросители	Расход охлаждающей воды	Температура обогретой воды °С	Частота вращения рабочего колеса вентилятора	Влажность воздуха (%)	Расход подпитки (м.куб./час)	Температура охлаждающей воды °С
При температуре окр. среды 25 °С						
ПР-50	5400	33,3	158,9	51-60	80-100	26,9
Косой дождь сетчатый	5400	33,2	123,5	51-60	80-100	25,3
При температуре окр. среды 27 °С						
ПР-50	5400	33,3	162,4	51-60	80-100	27
Косой дождь сетчатый	5400	33,2	127,1	51-60	80-100	25,3
При температуре окр. среды 30°С						
ПР-50	5400	33,5	172,9	51-60	85-100	27,2
Косой дождь сетчатый	5400	33,3	130,6	51-60	85-100	25,4
При температуре окр. среды 33 °С						
ПР-50	5400	33,5	176,5	51-60	90-110	27,3
Косой дождь сетчатый	5400	33,4	137,7	51-60	90-110	25,4
При температуре окр. среды 35 °С						
ПР-50	5400	33,5	176,5	51-60	90-110	27,4
Косой дождь сетчатый	5400	33,4	141,2	51-60	90-110	25,5
При температуре окр. среды 37 °С						
ПР-50	5400	33,7	176,5	51-60	110-120	27,6
Косой дождь сетчатый	5400	33,5	151,8	51-60	110-120	25,6
При температуре окр. среды 40 °С						
ПР-50	5400	34	176,5	51-60	110-120	28,4
Косой дождь сетчатый	5400	33,9	158,9	51-60	110-120	25,9

Литература

1. Берман Л.Д. Испарительное охлаждение циркуляционной воды. – М.: Госэнергоиздат, 1957. – 314 с.
2. Петручик А.И., Солодухин А.Д., Фисенко С.П. Математическое моделирование охлаждения капельных и пленочных течений воды в башенных испарительных градирнях // Инженерно-физический журнал. – 2001. – №1.
3. Пленочная тепло- и массообменная аппаратура (Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии) / Под ред. В.М. Олевского – М.: Химия, 1988. – 240с.
4. Пономаренко В.С., Арефьев Ю.И. Градирни промышленных и энергетических предприятий. Справочное пособие. М.: Энергоатомиздат, 1998
5. Руководство по проектированию градирен. М.: ЦИТП, 1980

6. Солодов А.П., Романенко А.Н., Егорова Н.В., Ежов Е.В. Дифференциальная модель тепломассообмена в испарительных градирнях. // Вестник МЭИ. – М.: Издательство МЭИ. – 2005. – №2. – С.43-53.
7. Дмитриева О.С., Дмитриев А.В., Николаев А.Н. Тепломассообменный аппарат с комбинированной схемой взаимодействия потоков газа и жидкости в системах

оборотного водоснабжения // Вестник Казан. технол. ун-та. 2012.-№11 с. 146-148

8. Макушина О.С., Дмитриев А.В., Николаев А.Н. Контактные устройства для охлаждения оборотной воды промышленных предприятий // Вестник Казан. технол. ун-та. 2011.-№3 с. 153-156.

© Р. Г. Даутов – студ. КНИТУ; С. А. Вилохин – к.т.н., доц. каф. машин и аппаратов химических производств КНИТУ, 22901015@gmail.com.