

С целью поддержания заданного режима работы градирен необходимо периодически проводить ремонты оросителя. Для их планирования важна оценка состояния оросителя. Динамику разрушения оросителя по годам и в период наибольшей скорости можно оценивать по ранее приведенной эмпирической формуле (1) или с помощью графической зависимости  $\bar{v}_{ор} = \varphi(\tau)$  (рис. 2).

Согласно проведенному обследованию, деревянные оросители через 7—10 лет эксплуатации требуют восстановления до 85 % объема, что связано со значительными материальными затратами. Применение более стойких материалов, например полимерных, позволит сократить затраты на изготовление оросителей и улучшить условия эксплуатации градирен. Из вышеизложенного вполне очевидно, что путь развития производства оросителей из материалов, более стойких к гниению, перспективнее по сравнению с поиском новых антисептиков для обработки элементов градирен.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева Н.А., Сенков Ф.В. Защита от гниения. — М., 1963. — 132 с.
2. Горшин В.Н., Черицов И.А. Полигонные испытания антисептиков. — М., 1966. — 89 с.
3. Соколов Д.В. Продление срока службы деревянных конструкций градирен. — Электрические станции, 1963, № 4, с. 43—46.
4. Соколов Д.В., Тарханова Р.Ю. Некоторые данные о защите древесины оросителей в градирях. — В кн.: Труды координационных совещаний по гидротехнике. Л., 1968, вып. 44, с. 87—98.
5. Барменков Р.А. Термические и аэродинамические исследования асбестоцементных и пластмассовых оросителей. — Там же, 1961, вып. 16, с. 79—87.

А.И.ЕРШОВ, д-р техн. наук (БТИ),  
А.Г.КОНДРАТЬЕВ (ПО "ПОЛИМИР")

### СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СЕТЧАТЫХ ОРОСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ГРАДИРЕН

Практикой установлено, что применение древесины для изготовления оросительных устройств градирен экономически невыгодно, так как срок их службы составляет всего 7—8 лет [1]. Это требует поиска новых материалов, более долговечных и позволяющих на протяжении длительного периода обеспечивать требуемый охлаждающий эффект оборотной воды.

В данной статье рассматриваются результаты исследований оросительных устройств, выполненных из стеклотканых сеток (рис. 1, г), в сравнении с капельными и капельно-пленочными деревянными оросителями (рис. 1, б, в), наиболее широко используемыми на практике в настоящее время. Оросители из сеток монтировались на металлическом каркасе таким образом, чтобы осуществлялся организованный переток жидкости по поверхности сеток.

Исследования проводились на лабораторной модели градири (рис. 1, а), включавшей верхнюю и нижнюю камеры, между которыми находилась контрольная колонка с пакетом оросителя поперечным сечением  $0,2 \times 0,2 \text{ м}^2$  и высотой 1 м. При работе на установке вода, подогретая в смесителе 12 до определенной температуры, подавалась в разбрызгивающее сопло 5 и расход ее контролировали с помощью расходомера 2. Охлажденная вода собиралась в водо-

сборник 10. Осевым вентилятором через опытную модель прокачивался воздух, температура которого на входе контролировалась при помощи сухого и влажного термометров 9, а расход — диафрагмой 8, спаренной с микроманометром 7. Параметры уходящего воздуха определялись сухим и влажным термометрами 4, перепад давления в потоке на оросителе — с помощью микроманометра 6.

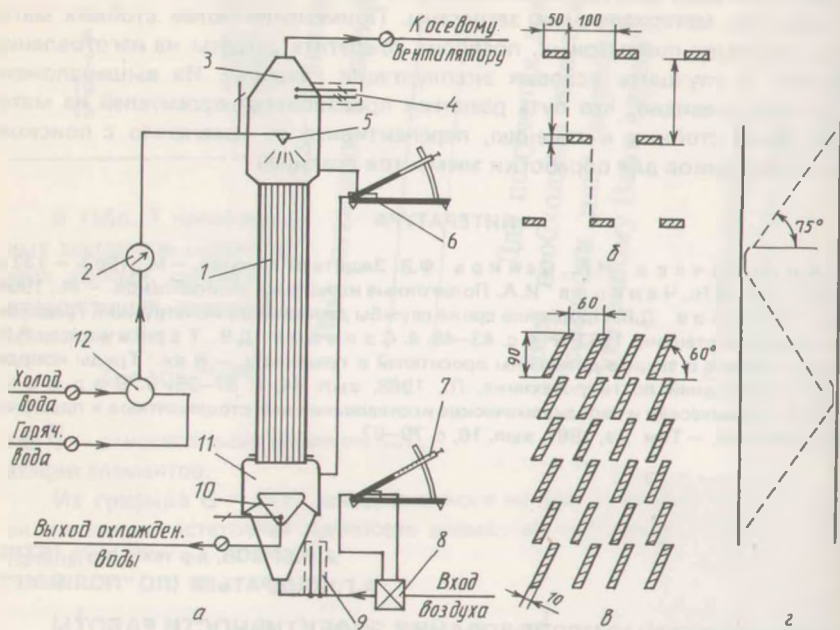


Рис. 1. а — принципиальная схема экспериментальной установки: 1 — пакет оросителя; 2 — расходомер; 3 — верхняя камера; 4, 9 — психрометры; 5 — сопло; 6, 7 — микроманометр; 8 — расходная диафрагма; 10 — водосборник; 11 — нижняя камера; 12 — смеситель; б — схема деревянного капельного оросителя; в — схема деревянного капельно-пленочного оросителя; г — схема сетчатого оросителя.

Во время опытов измерялись: расход воды на градирню  $G_w$ ; расход воздуха  $G_v$ ; температура наружного воздуха по сухому  $t_{\text{сух}}$  и влажному  $t_{\text{вл}}$  термометрам; барометрическое давление атмосферного воздуха  $P_0$  и перепад давления на оросителе  $\Delta P$ .

В ходе испытаний оросителей плотность орошения изменялась в пределах  $7,5 \div 15 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{ч}$ , температура охлаждаемой воды —  $30 \div 40 \text{ }^\circ\text{C}$ . Показания приборов снимались с интервалом в 2 мин в течение 30 мин после установлении заданного режима. На основании полученных данных в опытах рассчитывались значения коэффициентов массоотдачи при охлаждении воды на исследуемых оросителях.

Известно, что величина коэффициента массоотдачи находится в прямой зависимости от расхода воздуха и воды в градирне, а также от типа оросителя

2]. Эта зависимость может быть выражена в общем виде эмпирической формулой

$$\beta_{xv} = A q_{ж}^n q_{в}^m, \quad (1)$$

где  $\beta_{xv}$  — коэффициент массоотдачи, отнесенный к разности влагосодержания;  $q_{ж}$  — плотность орошения в градирне;  $q_{в}$  — массовая скорость воздуха в градирне.

Коэффициент  $A$  и показатели степени  $n$  и  $m$  характеризуют конструкцию оросителя. Многочисленными опытами подтверждено, что  $n \pm m \approx 1$ . Учитывая это, преобразуем выражение (1) следующим образом в (2):

$$\frac{\beta_{xv}}{q_{ж}} = A \left( \frac{1}{\lambda} \right)^{-m}, \quad (2)$$

где  $\lambda$  — отношение массовых расходов воздуха и воды.

Определение коэффициента массоотдачи из опытных данных произведем по формуле

$$\beta_{xv} = \frac{q_{ж} \Delta t C_{ж}}{R \Delta i_{ср}}$$

где  $\Delta t$  — перепад температур воды;  $C_{ж}$  — удельная теплоемкость воды;  $R$  — поправочный коэффициент в упрощенном уравнении теплового баланса;  $\Delta i_{ср}$  — средняя разность теплосодержаний воздуха.

Величину разности теплосодержания воздуха находили как среднюю логарифмическую по методу, предложенному Л.Д. Берманом [1].

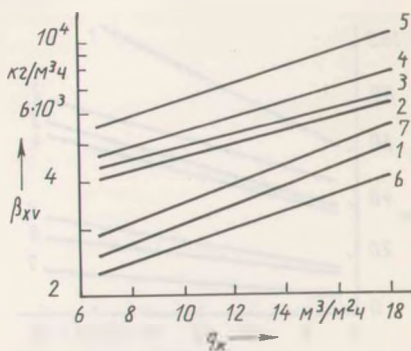


Рис. 2. Зависимость коэффициентов массоотдачи  $\beta_{xv}$  от плотности орошения  $q_{ж}$ . Ороситель сетчатый с ячейкой:

1 —  $2 \times 2$  мм<sup>2</sup>; 2 —  $2 \times 4$ ; 3 —  $2 \times 8$ ; 4 —  $4 \times 4$ ; 5 —  $4 \times 8$  мм<sup>2</sup>; 6, 7 — оросители деревянный каплеуловитель и деревянный каплеуловитель.

Согласно полученным результатам, изменение площади ячейки сетчатых оросителей ведет к изменению основных рабочих параметров, что объясняется изменением гидродинамического режима их работы. С увеличением размеров ячейки повышается доля провала жидкости на сетке, снижаются пленочный эффект и сопротивление оросителя. Для сопоставления охлаждающей способности оросителей определены значения коэффициентов массоотдачи при одинаковых расходах воздуха. На рис. 2 представлена зависимость  $\beta_{xv} = f(q_{ж})$ . Интенсивность теплообмена у большинства сетчатых оросителей оказалась выше, чем у деревянных.

Опытно-расчетные данные испытанных оросителей

Тип оросителя		A	m	$\xi_{\text{сух}}$	$K_{\text{ор}}$
Сетчатый с ячейкой	2x2 мм <sup>2</sup>	0,414	0,286	35,84	0,121
То же	2x4 мм <sup>2</sup>	0,557	0,181	26,87	0,125
—''—	2x8 мм <sup>2</sup>	0,630	0,127	17,99	0,183
—''—	4x4 мм <sup>2</sup>	0,706	0,326	17,22	0,183
—''—	4x8 мм <sup>2</sup>	0,802	0,383	6,02	0,280
Деревянный капельный		0,320	0,283	6,92	0,187
Деревянный капельно-плёночный		0,426	0,304	2,06	0,254

Аэродинамическое сопротивление исследуемых оросителей оценивалось коэффициентом сопротивления по формуле (3):

$$\xi_{\text{ж}} = \frac{2\Delta P}{\rho_{\text{в}} w^2}, \quad (3)$$

где  $\Delta P$  — перепад давления в оросителе;  $w$  — среднерасходная скорость воздуха в оросителе;  $\rho_{\text{в}}$  — плотность воздуха.

Величины аэродинамического сопротивления находились для 1 м каждого оросителя. По полученным результатам построены графические зависимости коэффициента сопротивления оросителей  $\xi_{\text{ж}}$  от плотности орошения  $q_{\text{ж}}$  (рис. 3). Поскольку зависимости представляют на графике прямые линии

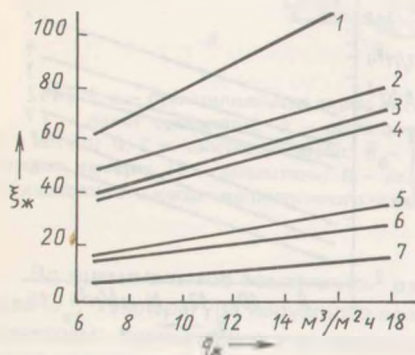


Рис. 3. Зависимость коэффициентов сопротивления 1 пог. м оросителя  $\xi_{\text{ж}}$  от плотности орошения  $q_{\text{ж}}$ . Обозначения см. на рис. 2.

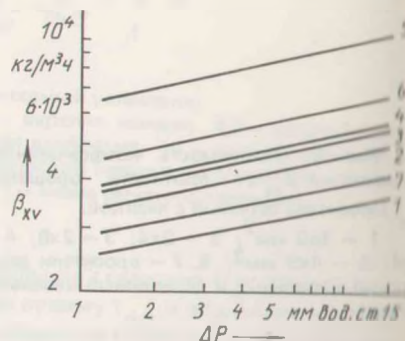


Рис. 4. Зависимость коэффициентов массотдачи  $\beta_{\text{хв}}$  от потери напора на 1 пог. м оросителя при  $q_{\text{ж}} = 12,5 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{ч}$ . Обозначения см. на рис. 2.

дальнейшая обработка позволила получить эмпирическое уравнение для расчета коэффициента сопротивления следующего вида:

$$\xi_{\text{ж}} = \xi_{\text{сух}} (1 + K_{\text{ор}} q_{\text{ж}}), \quad (н)$$

где  $\xi_{\text{сух}}$  — коэффициент сопротивления 1 м сухого оросителя;  $K_{\text{ор}}$  — коэффициент пропорциональности;  $q_{\text{ж}}$  — плотность орошения.

В результате проведенных расчетов получены данные (табл. 1), позволяющие оценивать работу сравниваемых оросительных устройств.

Для комплексной сравнительной оценки работы сетчатых оросителей построен график (рис. 4) зависимости коэффициента массоотдачи от сопротивления 1 м высоты оросителя при одинаковой плотности орошения. Из графика следует, что сетчатые оросители с преобладающим пленочно-капельным режимом более эффективны в работе, чем оросители из древесины.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Берман Л.Д. Испарительное охлаждение циркуляционной воды. — М., 1957. — 12 с.
2. Гладков В.А., Арефьев Ю.Н., Пономаренко В.С. Вентиляторные оросители. — М., 1976. — 130 с.