

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 градирни (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.

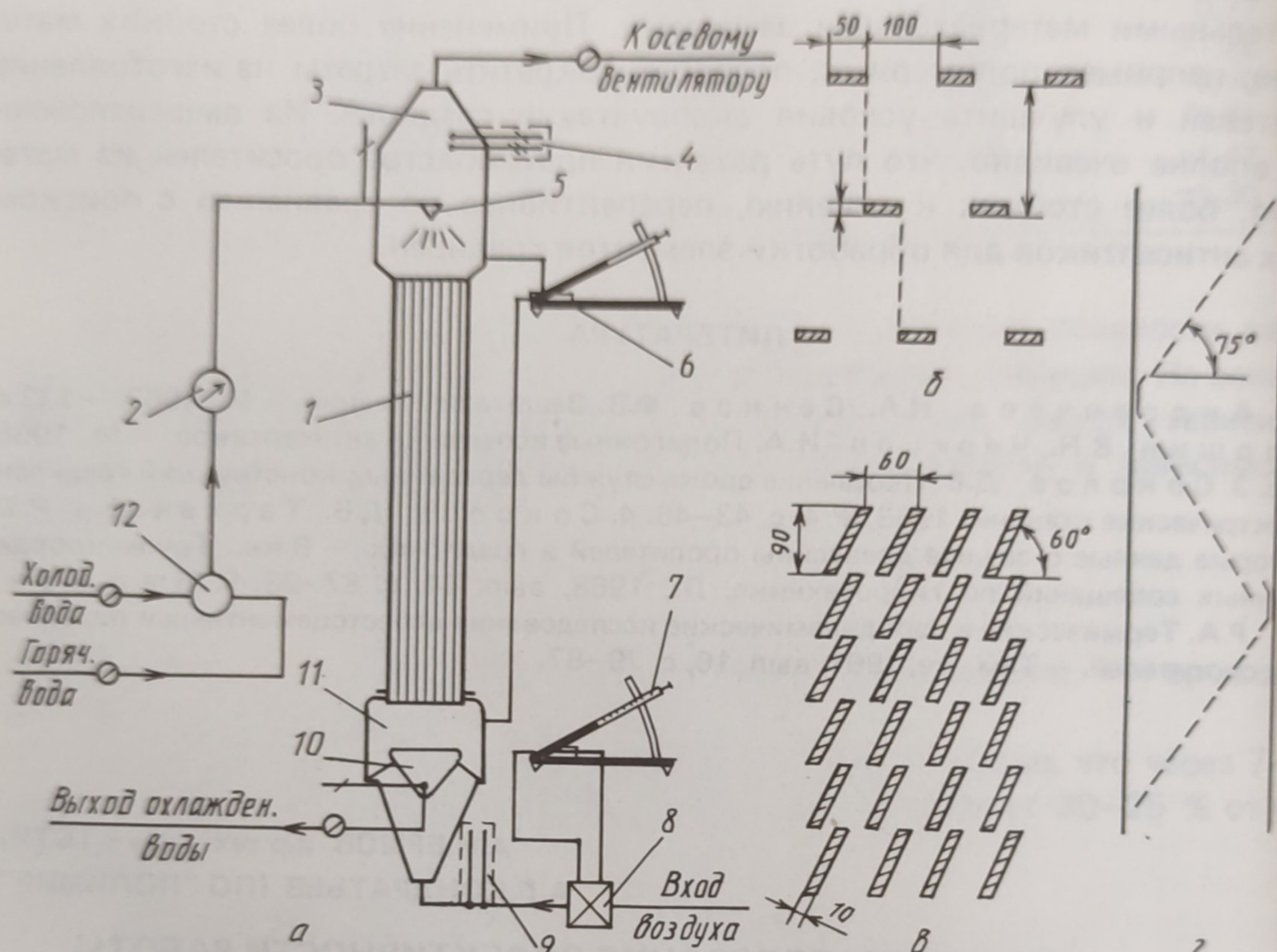


Рис. 1. а — принципиальная схема экспериментальной установки: 1 — пакет оросителя; 2 — расходомер; 3 — верхняя камера; 4, 9 — психрометры; 5 — сопло; 6, 7 — микроманометр; 8 — расходная диафрагма; 10 — водосборник; 11 — нижняя камера; 12 — смеситель; б — схема деревянного капельного оросителя; в — схема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

Во время опытов измерялись: расход воды на градирню $G_{\text{ж}}$; расход воздуха $G_{\text{в}}$; 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 ΔP .

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 — $30 \div 40^\circ \text{C}$. Показания приборов снимались с интервалом в 2 мин в течение 30 мин после установления 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

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

где β_{xv} — коэффициент массоотдачи, отнесенный к разности влагосодержания; $q_{ж}$ — плотность орошения в градирне; q_v — 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 λ — отношение массовых расходов воздуха и воды.

Определение коэффициента массоотдачи из опытных данных произведем по формуле

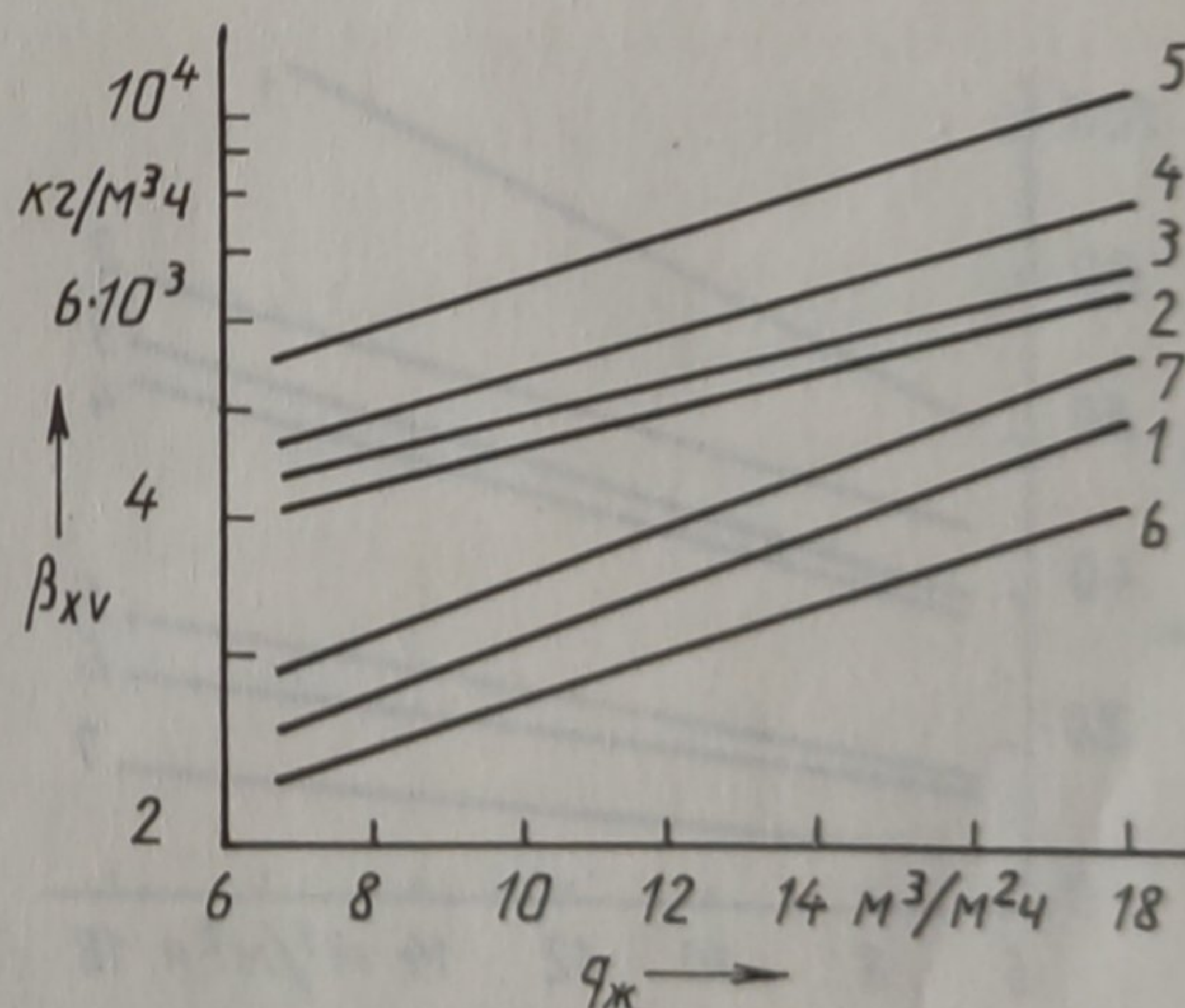
$$\beta_{xv} = \frac{q_{ж} \Delta t C_{ж}}{R \Delta i_{ср}},$$

где Δt — 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 β_{xv} от плотности орошения $q_{ж}$. Ороситель сетчатый с ячейкой:

1 — $2 \times 2 \text{ мм}^2$; 2 — 2×4 ; 3 — 2×8 ; 4 — 4×4 ; 5 — $4 \times 8 \text{ мм}^2$; 6, 7 — оросители деревянный капельный и деревянный капельно-пленочный.



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 одних и тех же расходах воздуха. На рис. 2 представлена зависимость $\beta_{xv} = f(q_{ж})$. Интенсивность тепломассообмена 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 ²	0,414	0,286	35,84	0,121
То же	2x4 мм ²	0,557	0,181	26,87	0,125
— " —	2x8 мм ²	0,630	0,127	17,99	0,183
— " —	4x4 мм ²	0,706	0,326	17,22	0,183
— " —	4x8 мм ²	0,802	0,383	6,02	0,260
Деревянный капельный		0,320	0,283	6,92	0,187
Деревянный капельно-пленочный		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 ΔP — 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,

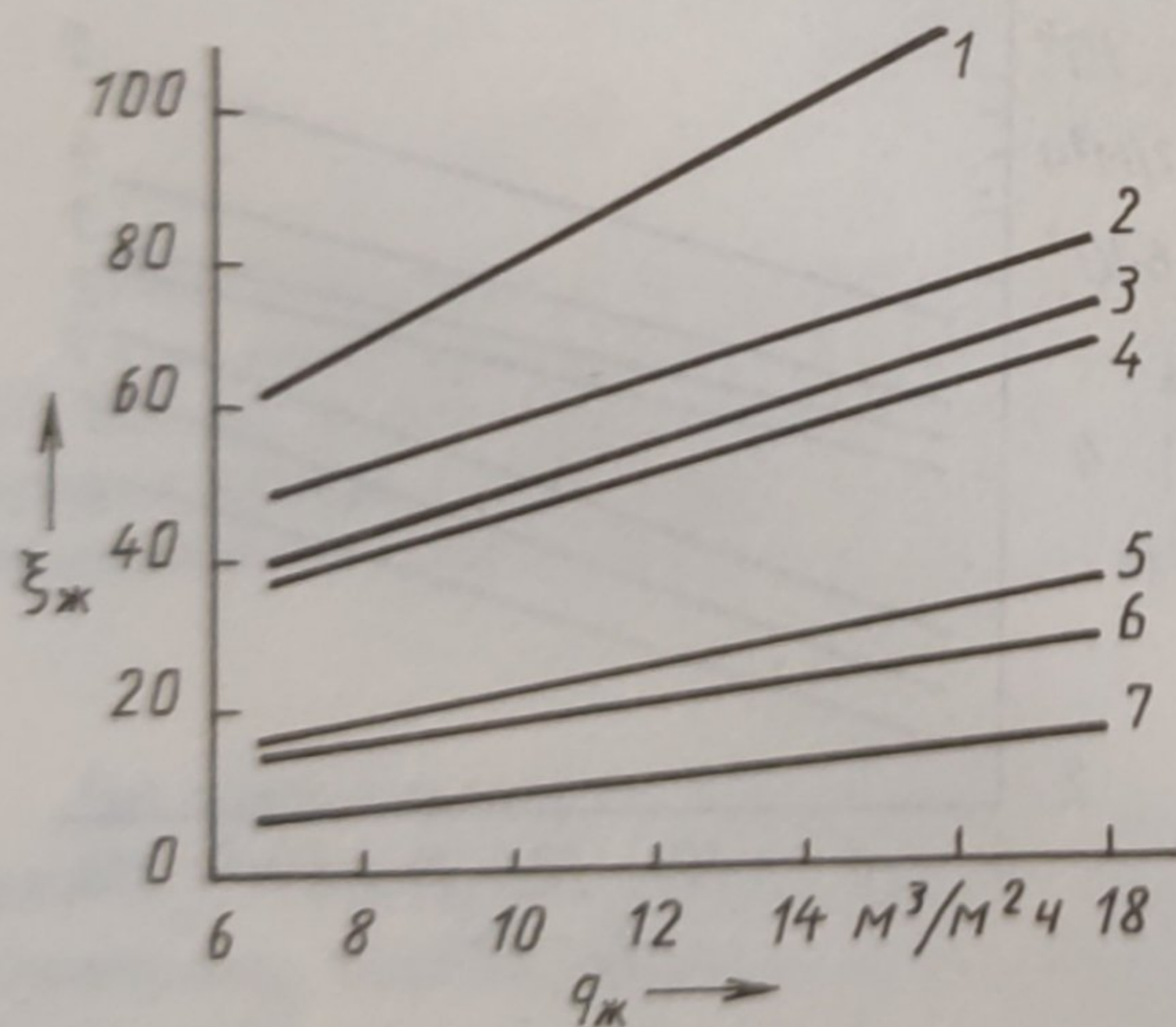


Рис. 3. Зависимость коэффициентов сопротивления 1 пог. м оросителя $\xi_{\text{ж}}$ от плотности орошения $q_{\text{ж}}$. Обозначения см. на рис. 2.

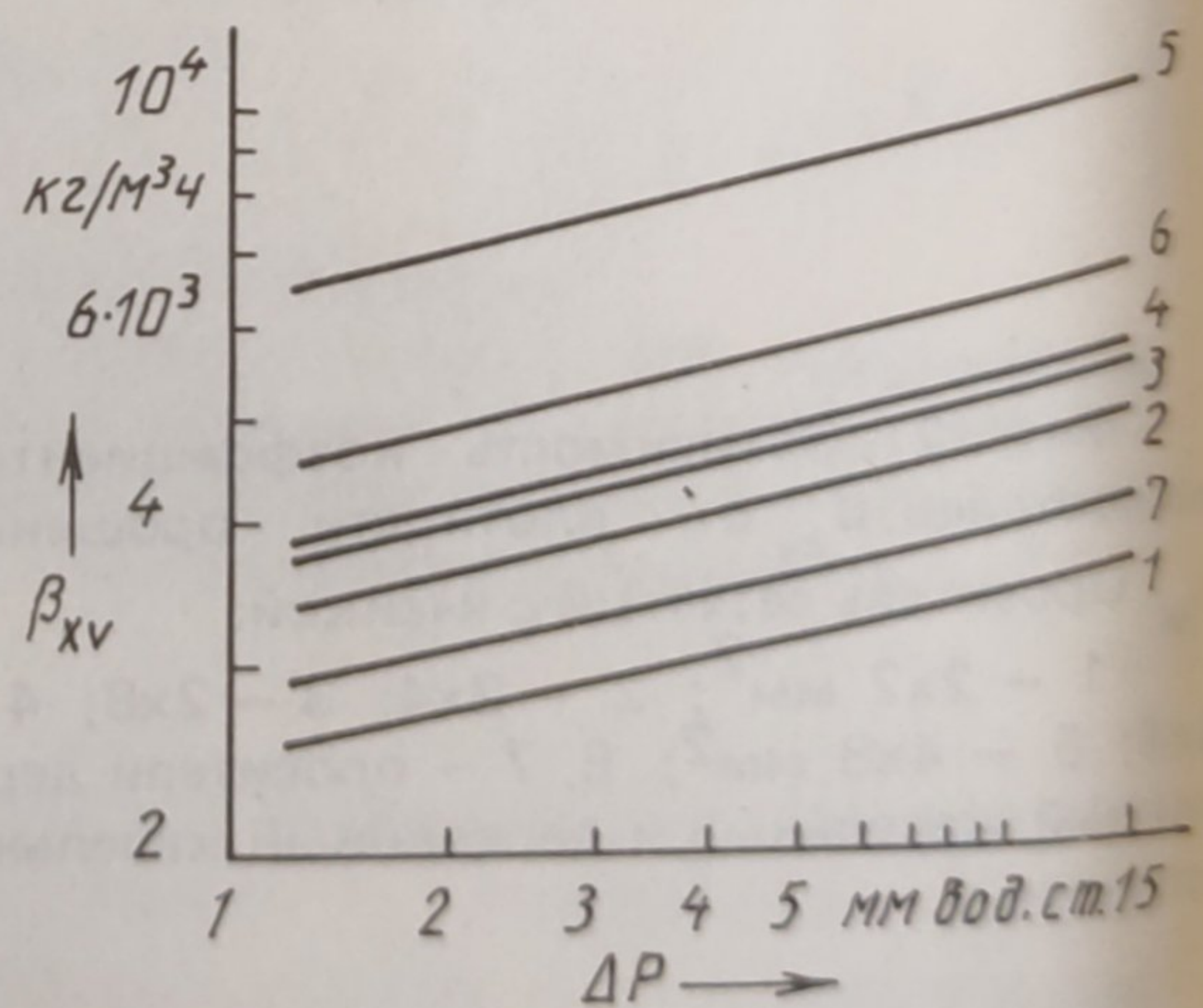


Рис. 4. Зависимость коэффициентов массоотдачи $\beta_{\text{хв}}$ от потери напора на 1 пог. м оросителя при $q_{\text{ж}} = 12,5 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{ч}$. Обозначения см. на рис. 2.

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

$$\xi_{\text{ж}} = \xi_{\text{сух}} (1 + K_{\text{ор}} q_{\text{ж}}), \quad (5)$$

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. Б е р м а н Л.Д. Испарительное охлаждение циркуляционной воды. — М., 1957. — 212 с.
2. Г л а д к о в В.А., А р е ф ь е в Ю.Н., П о н о м а р е н к о В.С. Вентиляторные градирни. — М., 1976. — 130 с.