

Изобретение относится к теплоэнергетике, - в частности к способам охлаждения воды в градирнях систем оборотного водоснабжения предприятий.

Известен способ охлаждения воды в градирне (Гладков В.А. и др. Вентиляторные градирни. - Изд. 2 - е. - М.: Стройиздат, 1976. - С.10). Способ осуществляют путем испарения воды атмосферным воздухом и за счет разницы в температурах между водой и воздухом, т.е. теплоотдачей соприкосновением. Однако такой способ малоэффективен, так как значительная часть воздуха, поступающего на охлаждение воды, не доходит до центральной зоны градирни из-за низкого сопротивления воды по ее периферии. Поэтому охлаждение жидкости по сечению падающего потока неравномерное.

Известен также способ охлаждения воды в градирне (Авт. св. СССР №712637, кл. F28C1/02, 1980), принятый нами за прототип.

Способ охлаждения воды в градирне по прототипу осуществляют путем подачи воздуха под насадку навстречу падающей сверху воде, при этом, равномерно, по высоте насадки, подают дополнительное количество воздуха, составляющее 40 - 60% общего количества воздуха, подаваемого в градирню.

Признаками прототипа, совпадающими с существенными признаками заявляемого изобретения, является подача воздуха навстречу падающей сверху воде и разделение воздушного потока.

Недостатком прототипа является его низкая эффективность при охлаждении воды. Это объясняется тем, что воздух, который поступает через воздухоходные окна, не достигает разбрызгиваемых объемов воды в нижней центральной части градирни, а поднимается и уходит вверх, практически, вдоль стен, так как сопротивление в этой зоне проходу воздуха значительно ниже, чем сопротивление среды к центру сечения сооружения.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствовать способ охлаждения воды в градирне путем того, что воздушные струи, образуемые вентиляторами центробежных разбрызгивающих форсунок, подают под углом 2-90° к вертикали, создавая при этом циркулирующие потоки воздуха над горизонтальными потоками, поступающими через воздухоходные окна, причем, образуемое при этом давление циркулирующих потоков, на горизонтальные потоки воздуха уменьшают от периферии к центру градирни.

Поставленная задача решается тем, что способ охлаждения воды в градирне, осуществляемого путем подачи воздуха навстречу падающей сверху воде и разделение воздушного потока, воздушные струи, образуемые вентиляторами центробежных разбрызгивающих форсунок, подают под углом 2 - 90° к вертикали, создавая при этом циркулирующие потоки воздуха над горизонтальными потоками, поступающими через воздухоходные окна, причем, образуемое при этом давление циркулирующих потоков, на горизонтальные потоки воздуха уменьшают от периферии к центру градирни.

Причинно-следственная связь между совокупностью существенных признаков заявляемого изобретения и достигаемым

техническим результатом обеспечивается следующим. Так, изменение направления, за счет подачи под углом 2 - 90°, струй воздуха от вентиляторов центробежных разбрызгивающих форсунок, позволяет увеличить давление на верхние периферийные зоны радиальных горизонтальных потоков охлаждающего воздуха, а следовательно, уменьшить скорость его подъема. При этом положении средние и нижние части воздуха, поступающего на охлаждение из воздухоходных окон проникнут в глубь центральной части градирни в которой вода без такого приема, практически, не обдувается. Вследствие этого, повышается эффективность охлаждения разбрызгиваемой воды в градирне, появится возможность, в системе оборотного водоснабжения, сократить ее объем, снизить затраты энергии на перекачку воды в систему.

Оптимальность принятых параметров 2 - 90° к вертикали, при подаче воздушных струй, образуемых вентиляторами центробежных разбрызгивающих форсунок, подтверждается опытами, проведенными на предприятии заявителя. Так, при угле меньше 2° к вертикали, практически не образовывались циркулирующие потоки воздуха в градирне. При большем угле наклона вентиляторами образование при его помощи воздушного потока под углом 90° наблюдалась максимальная величина циркулирующего потока воздуха, как и наибольшее его давление на нижние слои. Это позволило, практически, управлять величиной давления, по сечению градирни, на потоки воздуха, поступающего через воздухоходные окна градирни и создавать этим условия для его проникновения к центру градирни. В свою очередь, все указанные приемы повысили эффективность охлаждения всего объема воды, подаваемой в градирню.

На чертежах изображена градирня, реализующая предлагаемый способ охлаждения воды. На фиг.1 показан общий вид градирни; на фиг.2 - разрез А - А на фиг.1 в плане с водораспределителями и вентиляторными центробежными разбрызгивающими форсунками; на фиг.3 - выносной элемент I на фиг.1 с установкой вентиляторов под углом 90°; на фиг.4 - выносной элемент II на фиг.1 с установкой вентиляторов под углом 2°; на фиг.5 - вид Б на фиг.4 с расположением вентиляторных центробежных разбрызгивающих форсунок в плане; на фиг.6 - дана схема градирни с эпюрами воздушных потоков в ее полости при охлаждении воды.

Градирня для реализации способа содержит пустотелую башню 1 с воздухоходными окнами 2 в ее нижней части. Над воздухоходными окнами расположены водораспределители 3. На последних установлены центробежные разбрызгивающие форсунки 4 с вентиляторами 5.

Работу по данному способу производят следующим образом.

Центробежные разбрызгивающие форсунки 4 с вентиляторами 5 устанавливают так, чтобы воздушные струи, образуемые их вентиляторами, были направлены под углом $\alpha = 2 - 90^\circ$ к вертикали. Это достигается поворотом центробежных разбрызгивающих форсунок, укрепленных на водораспределителях с их вентиляторами на указанные углы (фиг.3, 4, 5). При этом в

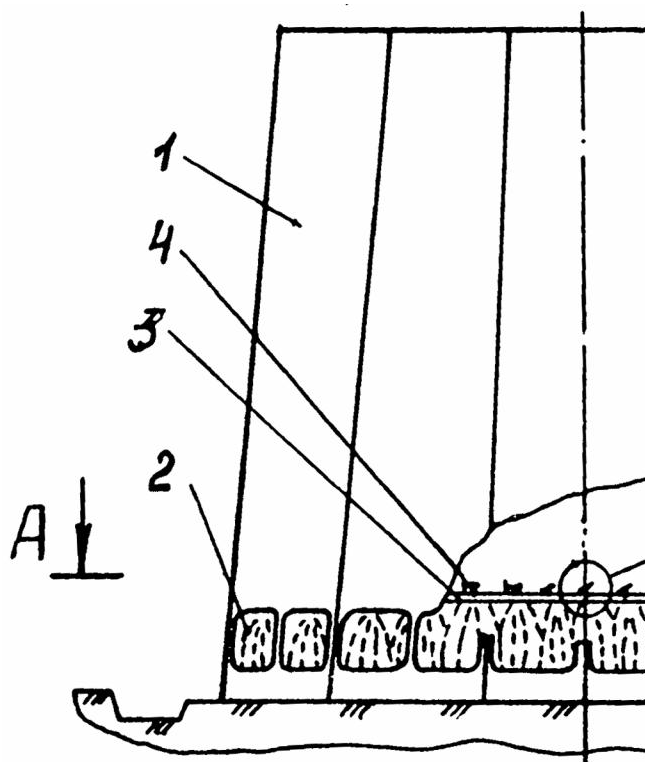
периферийной зоне градирни, углы наклона увеличивают. Это позволяет создать циркулирующие потоки воздуха, поступающего от вентиляторов, над горизонтальными потоками, поступающими через воздухоходные окна, причем образуемое при этом давление циркулирующих потоков, на горизонтальные потоки воздуха, будет уменьшаться от периферии к центру градирни. Это даст возможность проникать горизонтальным потокам воздуха к центру градирни (фиг.6).

Затем в градирню, через водораспределители 3 подают воду, подлежащую охлаждению и при помощи центробежных разбрызгивающих форсунок ее распыляют. Водяные факелы от центробежных разбрызгивающих форсунок отдавая тепло окружающему воздуху, создают конвективные восходящие воздушные потоки, направленные кверху башни 1. При этом, в поперечном сечении градирни, образуется перепад давлений $\Delta P = P_2 - P_1$ (фиг.6). Место ушедшего вверх теплого воздуха заполняют радиальные потоки холодного воздуха, поступающего в горизонтальном направлении из воздухоходных окон 2. Так как разбрызгиваемая вода находится выше потоков воздуха, идущего из окон, то она пронизывается холодными горизонтальными потоками воздуха и охлаждается им в процессе контактного теплообмена. Охлаждение воды происходит также за счет ее испарения с поверхности брызг. Как показали исследования, верхняя часть горизонтального воздушного потока воздуха имеет скорость струй больше, чем у струй средней и нижней частей потока, т.е. $\omega_1 > \omega_2 > \omega_3 = 1,8 \text{ м/с} > 0,9 \text{ м/с} > 0,2 \text{ м/с}$ (фиг.6, эпюры ΔP и $\omega_1, \omega_2, \omega_3$). При таком соотношении скоростей горизонтальные радиальные струи охлаждающего воздуха из воздухоходных окон достигают только расстояния 0,5 радиуса градирни ($0,5R$, фиг.6) и практически не обдувают разбрызгиваемую воду в центральной части градирни, что и снижает эффективность охлаждения.

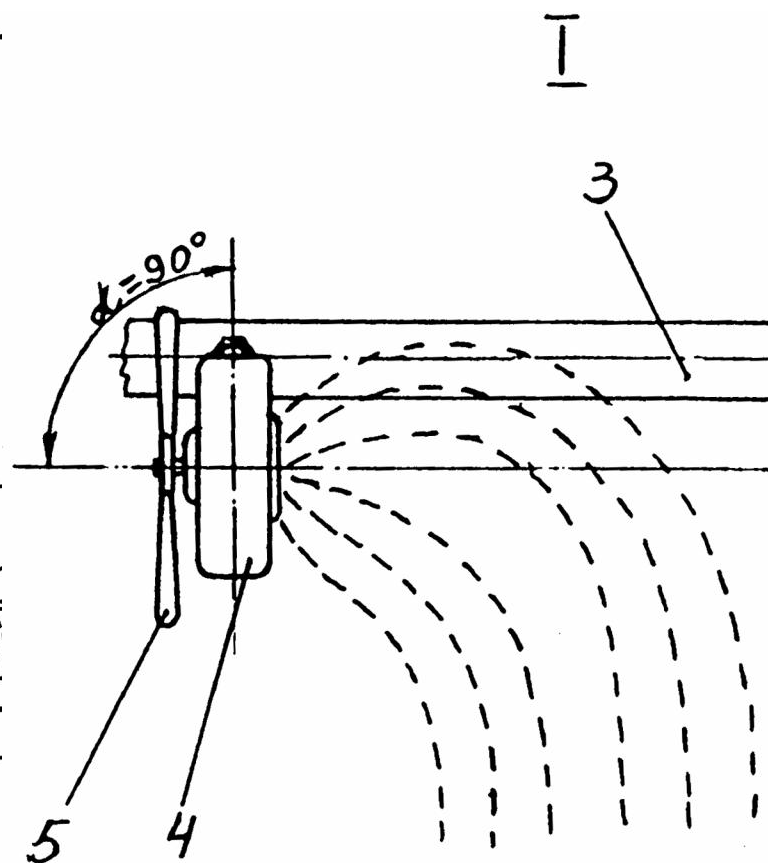
При работе вентиляторов, создающих, в соответствии с предлагаемым способом, управляющие горизонтальные циркулирующие по окружности градирни потоки воздуха над радиальными горизонтальными потоками его из воздухоходных окон градирни, величина перепадов давлений изменяется. Это объясняется тем, что горизонтальные составляющие вектора скорости воздуха от вентиляторов, направленных под углом $\alpha = 2 - 90^\circ$ к вертикали, вокруг вертикальной оси градирни образуют воздушный вихрь в поперечном сечении градирни, с разрежением в центральной части и увеличенным давлением на периферии у стенок градирни (фиг.6, эпюру управляющего перепада давлений - $\Delta P_{\text{упр.}}$ и $+\Delta P_{\text{упр.}}$). Сложение величина ΔP и $\Delta P_{\text{упр.}}$ дает новые значения перепада давлений $\Delta P^1 = \Delta P + \Delta P_{\text{упр.}}$ (фиг.6, эпюры ΔP^1_{max} и ΔP^1_{min}). Благодаря перераспределению величины перепада давлений, перераспределяются и величины скоростей струй в горизонтальных радиальных потоках охлаждающего воздуха из воздухоходных окон (фиг.6. эпюры ω'_{min} и ω'_{max}). При помощи управляющего перепада давлений $\Delta P_{\text{упр.}}$, изменяют скорость струй верхних частей радиальных горизонтальных потоков охлаждающего воздуха, например, по замерам

было $\omega_{\text{max}} = 1,8 \text{ м/с}$, стало $\omega'_{\text{max}} = 1,34 \text{ м/с}$ и увеличивают скорость струй в средних и нижних частях потоков в направлении к центру градирни, например, было $\omega_{\text{min}} = 0,0 \text{ м/с}$, стало $\omega'_{\text{min}} = 0,27 \text{ м/с}$.

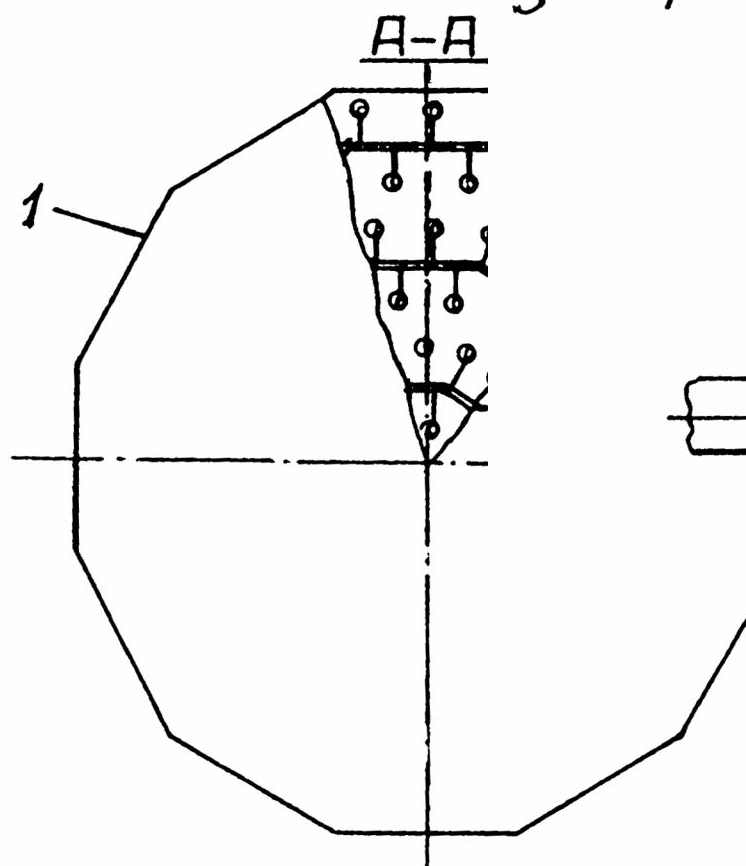
Таким образом, предлагаемый способ, при сохранении общего количества энергии воздушных потоков в градирне, путем перераспределения перепадов давлений, обеспечивает подачу охлаждающего воздуха к объемам разбрызгиваемой воды в центральной части градирни, что повышает охлаждающую способность градирни в целом. Как показывают расчеты, в градирне, с диаметром 50 м и 500 штук вентиляторных разбрызгивающих форсунок, при использовании данного способа количество тепла, отбираемое у охлаждаемой оборотной воды увеличивается на 18,4%. Это, в свою очередь, позволяет снизить затраты электроэнергии, потребляемой насосами для перекачивания оборотной воды.



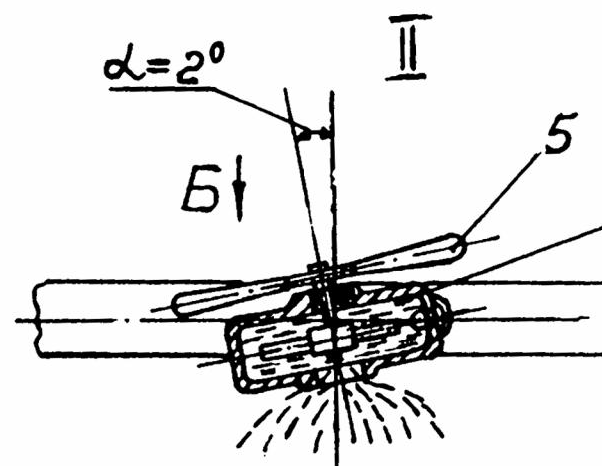
Фиг. 1



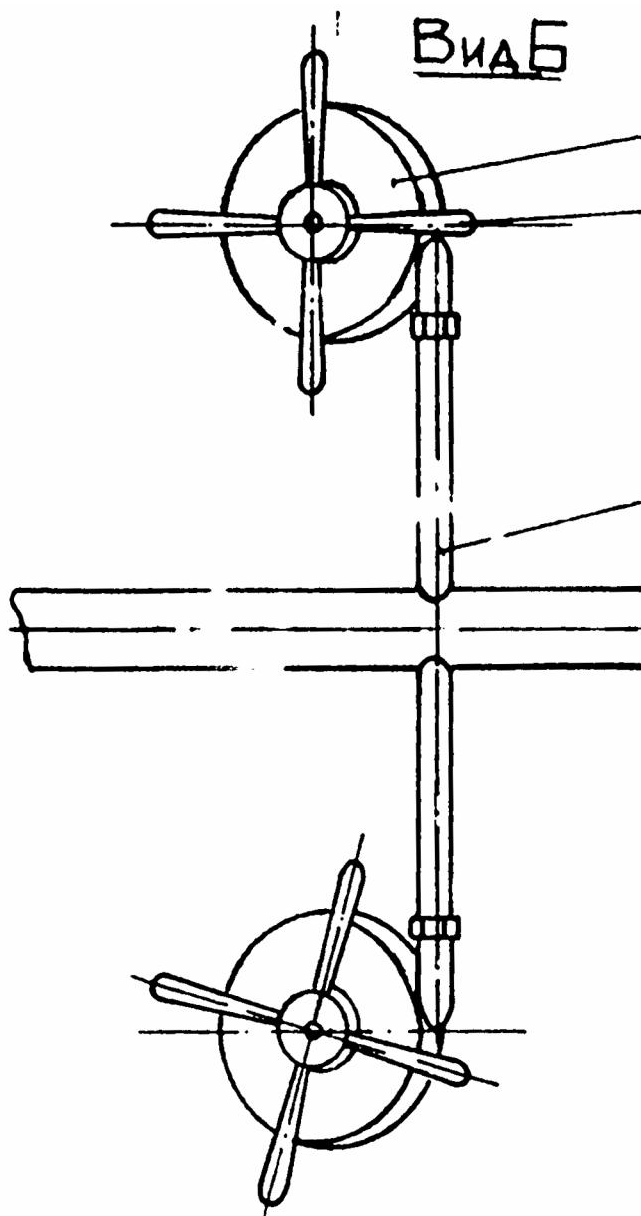
Фиг. 3



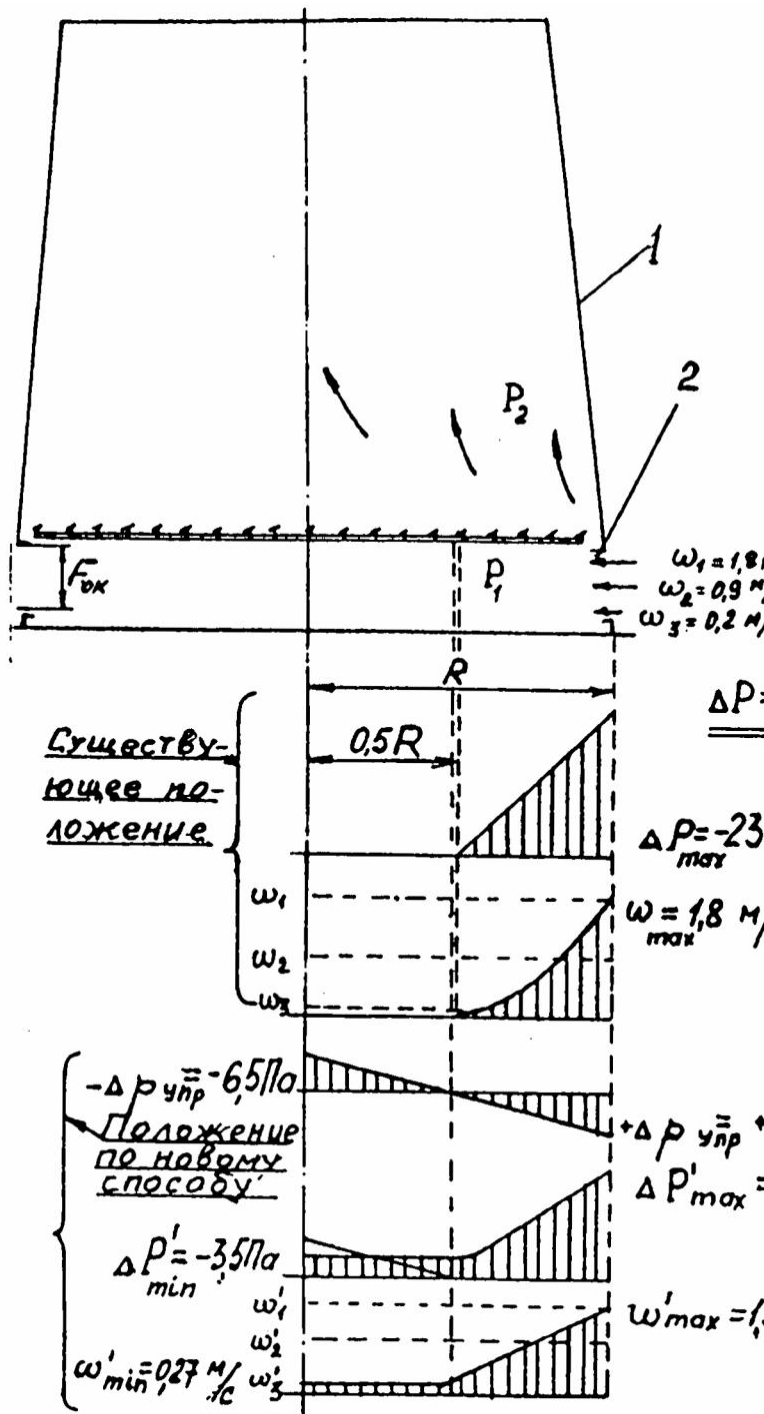
Фиг. 2



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6