

УДК 621.3

## СРАВНЕНИЕ ГРАДИРЕН С ОСЕВЫМ И ЦЕНТРОБЕЖНЫМ ВЕНТИЛЯТОРАМИ

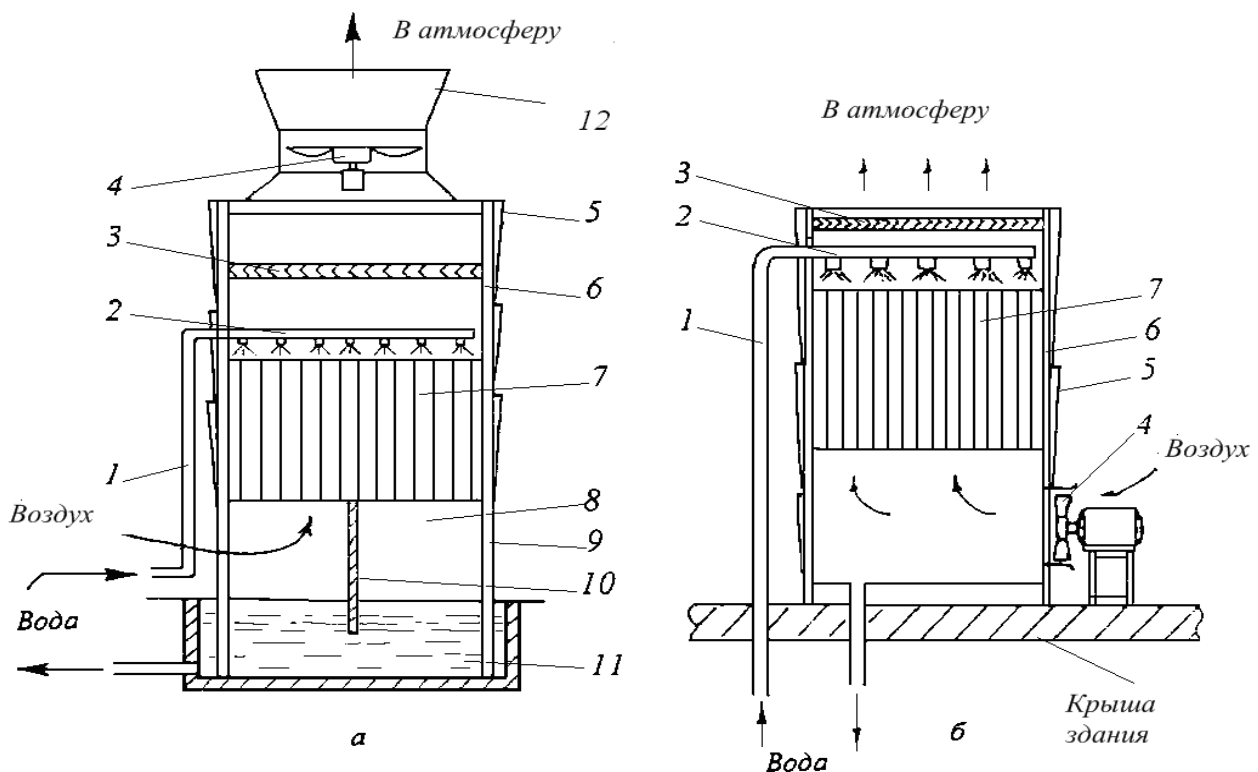
Игнатович Р. С., Богдан А. А.

Научный руководитель – ассистент Мясникович В.В.

Градирня – это контактный теплообменный аппарат для охлаждения большого, как правило, количества воды потоком воздуха, движущегося противотоком.

Принцип действия градирен состоит в испарении определенного количества воды при ее контакте с воздухом (испарительное охлаждение). Чем больше поверхность контакта, тем более благоприятны условия теплоотдачи. При этом температура воды снижается.

Существуют различные виды градирен. По способу подвода воздуха к воде они подразделяются на: башенные, атмосферные, эжекционные и вентиляторные. Вентиляторные градирни нашли самое широкое применение благодаря своей компактности, более глубокому охлаждению воды, чем у других типов градирен, меньшей зависимости степени охлаждения от параметров наружного воздуха, возможности регулировки охлаждающей способности.



а – градирня с вентилятором, создающим разрежение;

б – градирня с нагнетательным вентилятором

Рисунок 1. Схема вентиляторных градирен

Градирни вентиляторного типа обычно классифицируют по двум основным параметрам: расположение вентиляторов и по способ образования поверхности контакта воды и воздуха.

По расположению вентиляторов градирни подразделяют на: с нагнетанием (рисунок 1 б) и с созданием разряжения (т.е. вытяжные) (рисунок 1 а). В градирнях с нагнетанием вентиляторы располагаются снизу, а в градирнях с разряжением – сверху

При применении вентиляторов, создающих разряжение, обеспечивается более равномерное распределение воздуха по поперечному сечению в основании градирни, чем при использовании нагнетательных вентиляторов, так как при входе воздуха с большой скоростью и повороте его под прямым углом для движения вверх создается неравномерное поле скоростей.

Вентиляторы, создающие разряжение, выбрасывают воздух вверх со скоростью 6–10 м/с, и вертикальное направление потока влажного воздуха после вентиляторов сохраняется на участке высотой 10–25 м, что практически исключает возможность рециркуляции воздуха. При использовании нагнетательных вентиляторов воздух выходит из градирни со скоростью около 1,0–2,5 м/с, и уже сравнительно слабый ветер может приводить к рециркуляции, т.е. задуванию уходящего теплого влажного воздуха вниз и вторичному всасыванию его вентилятором, что ведет к резкому ухудшению испарительного охлаждения воды.

Нагнетательные вентиляторы обычно применяются для градирен с площадью орошения не более 16 м<sup>2</sup>. В холодную погоду лопасти нагнетательного вентилятора могут обмерзнуть, так как на них попадают вместе с холодным воздухом частицы воды, выносимые из градирни. В вентиляторах, создающих разряжение, возможность обмерзания во время работы исключается, так как лопасти их постоянно омываются теплым воздухом.

С конструктивной точки зрения установка нагнетательных вентиляторов более проста, и они более устойчивы ввиду того, что их можно располагать на фундаментах, непосредственно на земле или на крыше здания. Облегчается доступ для их ремонта и обслуживания, проще соединения с электродвигателем, чем у всасывающих вентиляторов. С несущего каркаса градирни снимается нагрузка от вентилятора, редуктора и двигателя, что облегчает каркас и исключает возможность его вибрации во время работы вентилятора.

Проведём сравнение градирни с осевым вентилятором Ruhrkuhlurm серия А и с центробежным вентилятором NCT серия VR с равным расходом охлаждающей воды 150 м<sup>3</sup>/ч.

Таблица 1

Характеристики градирен с центробежными и осевыми вентиляторами

|                                 | Центробежные          | Осевые                 |
|---------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Температура окружающей среды    | 26 °С                 |                        |
| Относительная влажность воздуха | 64 %                  |                        |
| Расход воды                     | 150 м <sup>3</sup> /ч | 150 м <sup>3</sup> /ч  |
| Температура горячей воды        | 55 °С                 | 55 °С                  |
| Температура холодной воды       | 28°С                  | 28°С                   |
| Расход на подпитку              | 7,3 м <sup>3</sup> /ч | 7,05 м <sup>3</sup> /ч |
| Установленная мощность          | 37 кВт                | 11 кВт                 |

Из таблицы явно видно, что при заданных в конкретном примере параметрах градирни с центробежным вентилятором потребляют значительно больше электроэнергии чем с осевыми. Так же в центробежных вентиляторах имеют место бóльшие потери воды, чем в осевых. При относительно одинаковых капитальных затратах на установку вышеназванных градирен рассмотрим их эксплуатационные затраты.

Таблица 2

Расчёт затрат на установленную мощность вентиляторов

|                                  |   |  |
|----------------------------------|---|--|
| Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии | 0,10 евро                                       |  |
| Время работы оборудования в году | 7000 часов                                      |  |
| Затраты на эксплуатацию          | Центробежные                                    | Осевые   |
|                                  | $37 \cdot 0,10 \cdot 7000 =$<br>=25900 евро/год | $11 \cdot 0,10 \cdot 7000 =$<br>=7700 евро/год |

Вывод: центробежные вентиляторы хорошо себя проявляют на малых расходах, однако более экономически выгодным вариантом будет установка градирен с осевыми вентиляторами. По этой причине большие белорусские промышленные предприятия используют блоки обратного водоснабжения на базе градирен с осевыми вентиляторами.