

УДК 661.428

## БАШЕННЫЕ И ВЕНТИЛЯТОРНЫЕ ГРАДИРНИ TOWER AND FAN COOLING TOWERS

К.О. Филатов, В.И. Хамицкая

Научный руководитель – Е.В. Пронкевич, старший преподаватель

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

pronkevichAV@mail.ru

K. Filatov, V. Khamitskaya

Supervisor – E. Pronkevich, Senior Lecturer

Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

**Аннотация:** в статье рассматриваются два типа оросительных градирен: башенная и вентиляторная, а также изложены их преимущества и недостатки.

**Abstract:** the article discusses two types of irrigation cooling towers: tower and fan, as well as their advantages and disadvantages.

**Ключевые слова:** градирня, охлаждение воды, оросительные градирни, испарение, башенная градирня, вентиляторная градирня, конденсат, естественная тяга.

**Keywords:** cooling tower, water cooling, irrigation cooling towers, evaporation, tower cooling tower, fan cooling tower, condensate, natural draft.

### Введение

Градирни – устройства, предназначенные для охлаждения воды с помощью испарения. Они обеспечивают отвод тепла из воды, которая служила для охлаждения оборудования. Помимо использования в энергетике имеют широкую область применения в химической, металлургической промышленности. Зачастую это железобетонные либо щитовые сооружения, выполненные в форме башни.

### Основная часть

Классифицировать градирни можно по различным критериям. Выделим три основных типа испарителей:

- открытые градирни – нагретая вода поступает в градирню сверху, после чего стекает по каскадам и контактирует с атмосферным воздухом, передавая теплоту от источника;

- закрытые градирни – вода охлаждается воздухом, пропускаемым через трубки с циркулирующей жидкостью. Жидкость не контактирует с окружающим воздухом;

- гибридные градирни – это объединенные системы, которые содержат в себе преимущества как открытых, так и закрытых градире.

Более подробная классификация изображена на рисунке 1.

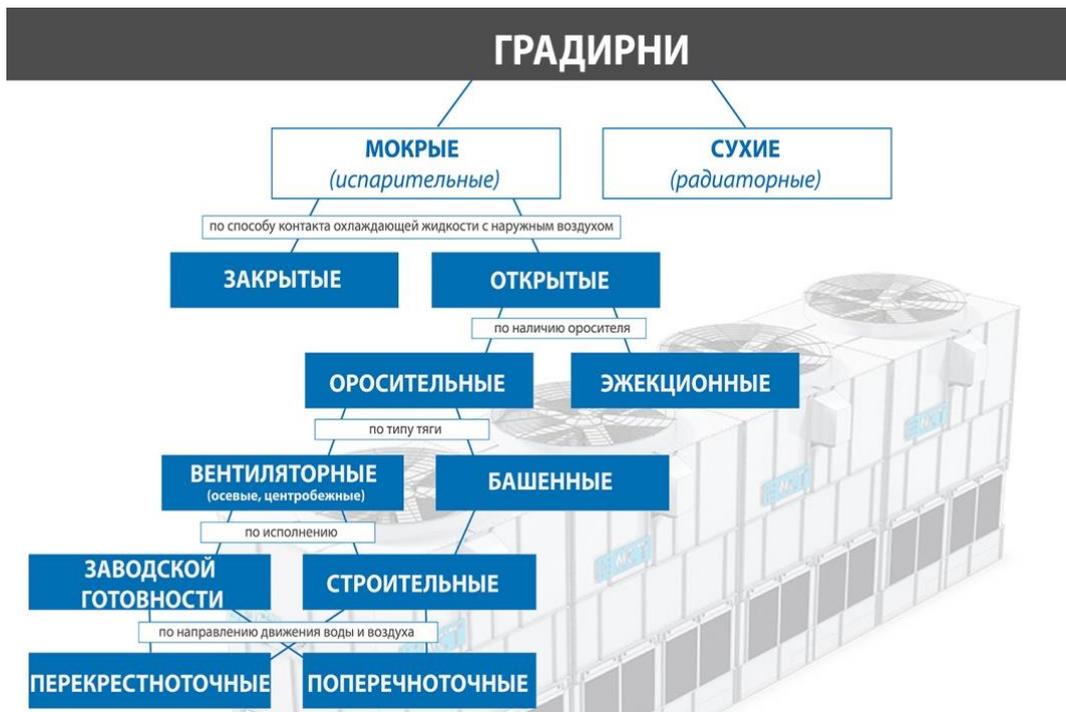


Рисунок 1 – Классификация градирен [5]

### Башенные градирни

Башенные градирни применяют на больших промышленных предприятиях. Они имеют разнообразную форму, от цилиндра до усеченной пирамиды. Чаще всего их выполняют в виде оболочек гиперболической формы, которая обеспечивает хорошие условия внутренней аэродинамики (рисунок 2).



Рисунок 2 – Щитовая башенная градирня [3]

Большую роль в проектировании играет выбор материала оболочки, так как она находится в неблагоприятных условиях: влажный теплый воздух встречается с холодным уличным, образуя конденсат на внутренних поверхностях градирни

Естественная тяга и ветер обеспечивают конвекцию воздуха в башенных градирнях. Высота градирен может достигать 200 метров. В основном их применяют для охлаждения воды ТЭС и АЭС.

Плюсы башенных градирен:

- экономичность: не требуют особых затрат электроэнергии;
- эффективная теплопередача: могут обеспечить эффективную теплопередачу благодаря своей большой площади поверхности для контакта воздуха с водой, что делает их подходящими для применений с высокой нагрузкой на охлаждение;
- гибкость: использование в различных областях промышленности.

К недостаткам можно отнести:

- потери воды: могут терять значительное количество воды в результате испарения;
- сложность конструкции: градирни могут быть сложными по конструкции и требовать квалифицированного инженерно-технического персонала для обеспечения безопасной и эффективной эксплуатации;
- медленное охлаждение воды.

Конструкция вентиляторных градирен в основном состоит из водоуловителя, оросителя, жалюзи, системы распределения воды, резервуара (рисунок 3).

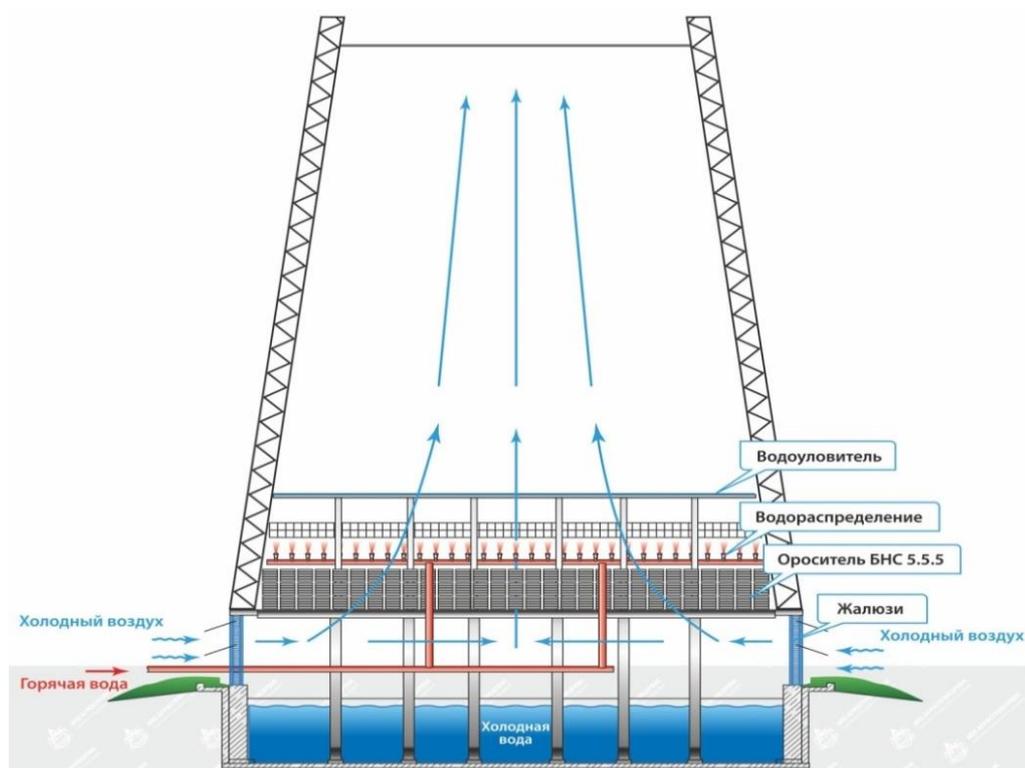


Рисунок 3 – Конструкция башенной градирни [2]

Внизу градирни имеются отверстия, через которые проходит атмосферный воздух, а внутри установлены оросители. Разница между удельным весом холодного и теплого воздуха создает естественную тягу. Чаще всего башенные градирни используются для охлаждения воды на больших промышленных предприятиях, таких как теплоэлектростанции или АЭС.

Градирни ТЭЦ предназначены для охлаждения больших объемов воды на небольшую температуру (около 5–10°C) без энергозатрат, в связи с чем получили большое распространение. Экономичная эксплуатация промышленных башенных градирен довольно выгодна, однако их строительство требует немалых затрат и большой площади для размещения.

### **Вентиляторные градирни**

Вентиляторные градирни, также известные как градирни с механической тягой, представляют собой тип градирен, обычно используемых для отвода тепла (рисунок 4). В этих градирнях используется комбинация вентиляторов и системы распределения воды для создания потока холодного и влажного воздуха, который эффективно рассеивает тепло за счет испарения.



Рисунок 4 – Вентиляторная градирня [4]

Конструкция вентиляторных градирен в основном состоит из вентилятора, электродвигателя, водоуловителя, системы распределения воды (включая форсунки и резервуар для сбора воды), оросителя, термостатов, фильтров (рисунок 5).

Существует два типа вентиляторов, используемых в градирнях: осевые вентиляторы и центробежные вентиляторы. Осевые вентиляторы потребляют меньшую мощность, но обеспечивают меньшее охлаждение, в то время как центробежные вентиляторы могут создавать перепад температуры до 30–35°C, но требуют больше энергии для работы.

В целом, вентиляторные градирни обладают рядом преимуществ:

- имеют высокую гибкость конструкции;
- эффективная производительность охлаждения;
- простота обслуживания и ремонта;
- менее подвержены образованию льда в зимнее время.

Однако есть и недостатки:

- для их работы требуется источник питания;
- могут потреблять значительное количество энергии из-за использования вентиляторов, что может увеличить эксплуатационные расходы;
- не столь эффективны при охлаждении в очень жарких и влажных условиях;
- шумные.

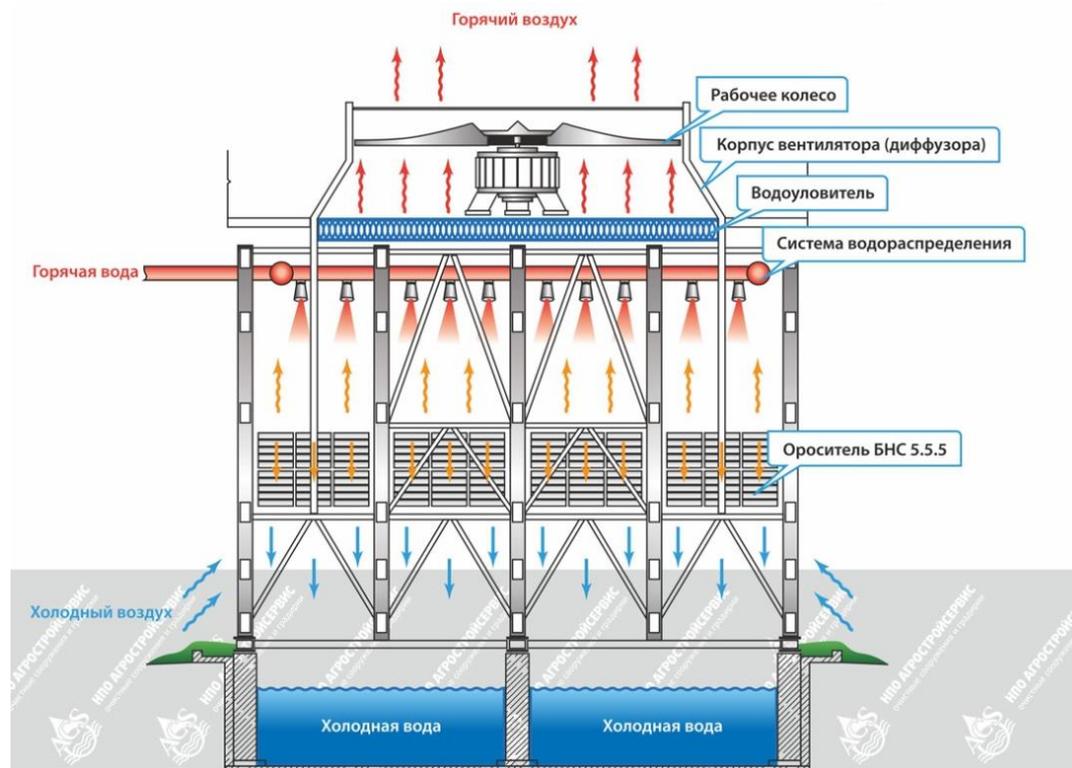


Рисунок 5 – Конструкция вентиляторной градирни [2]

Вентиляторная система должна быть сконструирована таким образом, чтобы обеспечивать необходимый поток воздуха для охлаждения при минимальном потреблении энергии. Выбор типа, размера и скорости вентилятора должен основываться на требуемой скорости воздушного потока, доступном источнике питания и ограничениях по шуму и вибрации на объекте. Двигатель вентилятора следует выбирать исходя из его эффективности, надежности и требований к техническому обслуживанию.

В целом, конструкция вентиляторной градирни должна быть оптимизирована для обеспечения эффективного и надежного охлаждения при минимизации энергопотребления и требований к техническому обслуживанию.

### **Заключение**

Из вышесказанного следует, что выбор между башенной и вентиляторной градирней для ТЭЦ зависит от конкретных условий. Например, башенные градирни могут быть предпочтительны в случаях, когда установка необходима на местности с ограниченным пространством, а вентиляторные градирни могут быть предпочтительны, если доступна надлежащая электрическая инфраструктура для питания вентиляторов. Поэтому градирни на ТЭЦ должны быть надежными, эффективными и обеспечивать необходимый уровень охлаждения воды при минимальном расходе энергии.

### **Литература**

1. Градирни промышленных и энергетических предприятий: Справочное пособие/ Под общ. ред. В.С. Пономаренко. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 376 с.
2. Устройство градирни [Электронный ресурс] / Технические характеристики градирни. – Режим доступа: <https://acs-nnov.ru/tehnicheskie-harakteristiki-gradirni.html> /. – Дата доступа: 13.04.2023.
3. Башенная градирня [Электронный ресурс] / Градирни. – Режим доступа: <http://par-turbina.ucoz.net/index/gradirni/0-23> /. – Дата доступа: 13.04.2023.
4. Вентиляторная градирня [Электронный ресурс] /Что такое градирня и как она работает. – Режим доступа: <https://kaskad-stroy.com/kak-myi-stroim/chto-takoe-gradirnya-i-kak-ona-rabotaet/> /. – Дата доступа: 13.04.2023.
5. Классификация градирни [Электронный ресурс] / Типы градирен. – Режим доступа: <https://nc-t.ru/stati/tipy-gradiren/> /. – Дата доступа: 13.04.2023.