

УДК 621.175.3

ПРИМЕНЕНИЕ ВЕНТИЛЯТОРНЫХ ГРАДИРЕН НА ТЭС
APPLICATION OF FAN COOLERS AT TPP

Д.А. Миронюк, М.А. Лебедев

Научные руководители – А.А. Павловская, старший преподаватель,

В.А. Романко, старший преподаватель

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

a.pawlowskaya@bntu.by, vivja@mail.ru

D. Mironyuk, M. Lebedev

Supervisors – N. Paulouskaya, Senior Lecturer, V. Romanko, Senior Lecturer

Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: в работе рассмотрены особенности конструкции и эксплуатации вентиляторных градирен на примере градирен ГРД-М, проанализированы их достоинства и недостатки, а также актуальность применения в Республике Беларусь.

Abstract: the article considers the design and operation features of ventilator cooling towers using the example of GRD-M cooling towers, analyzes their advantages and disadvantages, as well as the relevance of their application in the Republic of Belarus.

Ключевые слова: вентиляторная градирня, охлаждение, схема технического водоснабжения, воздухозаборные устройства, опросители.

Keywords: fan cooling tower, cooling, technical water supply scheme, air intake devices, sprinklers.

Введение

Основным теплоносителем на тепловых электрических станциях Республики Беларусь является вода. Она также используется для охлаждения разнообразных веществ, узлов установок, сжатого воздуха и оборудования в целях предохранения его от разрушения под влиянием высоких температур, для конденсации теплоносителя в конденсаторе турбины, для отвода теплоты от масла в маслоохладителях. В процессе конденсации пара его тепло передается воде, которая, в свою очередь, нагревается. Для эффективной работы тепловой электростанции (ТЭС) необходимо либо осуществить подвод нового холодного потока воды, либо охладить только что нагретый. Эти два принципиально разных подхода определяют деление существующих схем водоснабжения ТЭС на два типа: прямоточную и оборотную.

Прямоточное водоснабжение предполагает однократное использование потока воды: после ее использования на станции она сбрасывается обратно в источник забора (например, в реку).

Оборотное водоснабжение, наоборот, предполагает многократное использование одного и того же потока охлаждающей воды в технологическом процессе. Применение оборотного водоснабжения вместо прямоточного

позволяет существенно уменьшить расход природной воды и тепловое загрязнение окружающей среды.

Основными техническими средствами, применяемыми при оборотной схеме, являются пруды-охладители, брызгальные бассейны, градирни. Для промышленных зон, которым необходимо обеспечить стабильное охлаждение потока технической воды в условиях ограниченной площади, применение градирен – это практически единственный перспективный метод рассеивания низкопотенциальной тепловой энергии в атмосферу.

Вентиляторные градирни особенно актуальны в случаях, если у электростанции ограниченная площадь размещения или требуется получить более низкую температуру охлаждающей воды.

С вводом в эксплуатацию БелАЭС и необходимостью увеличить энергопотребление, особенно в ночное время, вентиляторные градирни становятся особенно актуальны.

Основная часть Конструкция градирни

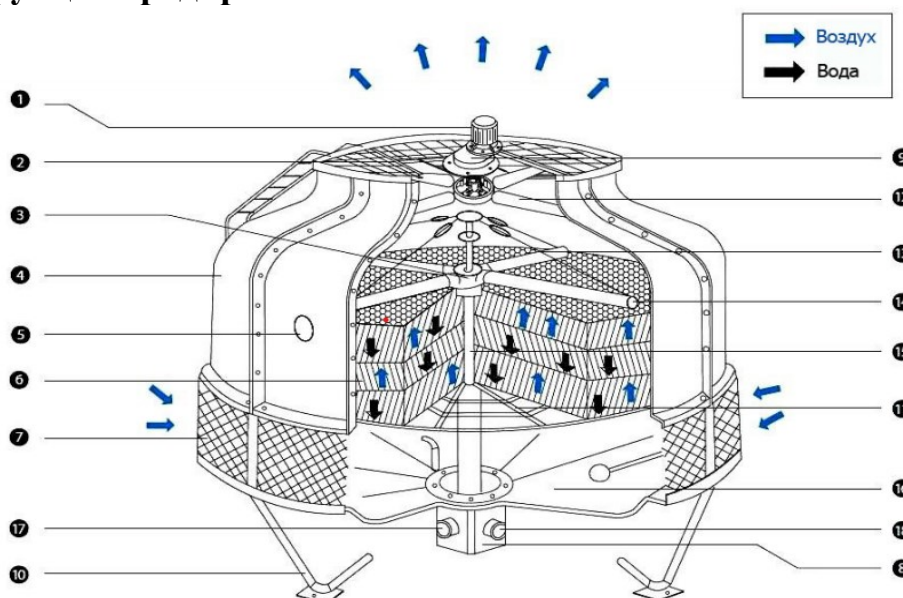


Рисунок 1 – Конструкция вентиляторной градирни [1]

Основные элементы вентиляторных градирен представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные элементы вентиляторных градирен

| № | Наименование | Материал | № | Наименование | Материал |
|---|-----------------|-----------------------------|----|-----------------|-------------------------------------|
| 1 | Двигатель | | 10 | Опора градирни | Стеклопластик (ГРД-2М~235М) |
| | | | | | Горячеоц. сталь (ГРД-275М~1200М) |
| 2 | Опора двигателя | Горячеоцинкованная сталь | 11 | Опора оросителя | Горячеоцинкованная сталь |

| № | Наименование | Материал | № | Наименование | Материал |
|---|---------------------------------|-------------------------------------|----|-------------------------|---|
| 3 | Оросительная головка | АБС - пластик/ Алюминиевый сплав | 12 | Вентилятор | АБС - пластик/ Стеклопластик/ Алюм. сплав |
| 4 | Корпус | Стеклопластик | 13 | Натяжное устройство | Горячеоцинкованная сталь |
| 5 | Смотровое отверстие | ПВХ | 14 | Распределительные трубы | ПВХ |
| 6 | Ороситель | ПВХ | 15 | Напорная труба | ПВХ |
| 7 | Воздухозаборная сетка | ПВХ | 16 | Резервуар для воды | Стеклопластик |
| 8 | Сливной поддон (ГРД-175М~1200М) | Стеклопластик | 17 | Входной патрубок | Стеклопластик/ Алюм. сплав |
| 9 | Прямой привод (ГРД-2М~150М) | | 18 | Выходной патрубок | Стеклопластик/ Алюм. сплав |
| | Редуктор (ГРД-175М~1200М) | | | | |

Корпус градирни

Корпус градирни изготавливается из стеклопластика, который изготавливается путем укладки стекловолокна слоями и формовки слоев с помощью смол. Стеклопластик, состоит из стекловолокна, которое обладает высокой прочностью на разрыв и имеет конструкционную прочностью достаточную для того чтобы выдержать высокие скорости ветра, толчки и вибрации. Все повреждения есть возможность устранить во время текущего ремонта [1].

Для защиты от ультрафиолетового излучения (УФ) пластиковых поверхностей их покрывают специальным смоляным раствором со специальными ингибиторами, защищающими конструктивную целостность корпуса и резервуара для воды. Градирня снаружи имеет привлекательный вид, и при этом ее корпус остается прочным, коррозионностойким, надежным и долговечным, не требует дополнительной обработки.

Устройство градирни

Градирня имеет полугиперболическую цилиндрическую форму и противоточную конструкцию с осевым вентилятором, расположенным горизонтально в верхней части градирни там же, где и выпуск воздуха. Благодаря цилиндрической форме градирня становится более устойчивой, меньше подверженной влиянию ветра, отпадает необходимость жестко привязываться к учету его преобладающего направления. А полугиперболическая форма и организация противотока значительно увеличивают естественные конвективные потоки воздуха, вызванные разницей плотностей воздуха, что увеличивает естественное охлаждение и позволяет снизить мощность двигателя.

Резервуар для воды

Резервуар для воды в форме чаши, как и корпус градирни, изготовлен из стеклопластика. Большие модели градирен имеют небольшой слив в поддон. Такая конструкция позволяет градирне работать при минимальных объемах воды в поддоне и защищает от попадания воздуха в систему. Для облегчения чистки системы предусмотрено наличие дренажа. Все трубные соединения расположены у слива в поддон для удобства монтажа.

У моделей градирен ГРД-6М~20М корпус и резервуар для воды изготовлены из готового листового формовочного материала. Такой материал намного прочнее материала ручной укладки.

Опоры градирни

Опоры градирен моделей ГРД-2М~235М изготовлены из жесткого химически стойкого стеклопластика (для моделей ГРД-135М~235М возможно изготовление стальных опор). У моделей градирен ГРД-275М~1200М эти опоры изготовлены из горячеоцинкованной трубы.

Воздухозаборная сетка (жалюзи)

Назначением воздухозаборной сетки является предотвращение проникновения посторонних предметов внутрь градирни. Однако ее конструкция не должна создавать значительного сопротивления по воздуху. Также она предназначена для уменьшения потерь воды. Кроме воздухозаборных сеток могут быть использованы воздухозаборник с жалюзи. Жалюзи разрабатываются для холодных климатических регионов, в которых трудно обеспечить нормальную работу при значительных низких температурах наружного воздуха.

Конструктивное исполнение воздухозаборных устройств с сеткой и с жалюзи показано на рисунке 2.

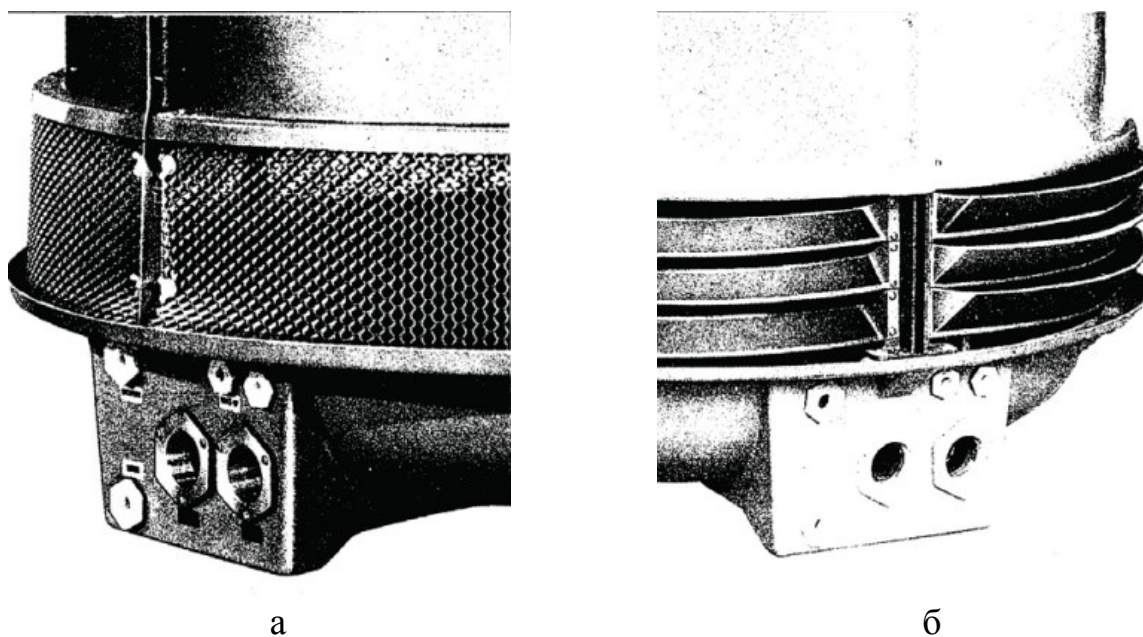


Рисунок 2 – Типы конструкций воздухозаборных устройств: а) воздухозаборник с сеткой;
б) воздухозаборник с жалюзи

Ороситель

В градирнях типа ГРД-М применяются сотовые оросители, изготовленные путем вакуумного формования. Их эффективность выше, чем у оросителей, получаемых методом горячего прессования (этот метод изготовления оросителей чаще всего применяется в цилиндрических градирнях). Повышение эффективности достигается благодаря тому, что теплообменная способность оросителя, полученного путем вакуумного формования выше в среднем на 30%. После склеивания такой ороситель меньше подвержен изменению формы, сохраняет ее в устойчивом, неизменном состоянии, что и обеспечивает повышенную эффективность [1].

Система подачи воды и водораспределительная система

Трубопроводная система градирни сконструирована так, чтобы упростить задачу монтажному, ремонтному и обслуживающему персоналу, сократить число внешних трубопроводов. Охлаждаемая вода через входной патрубок поступает в градирню, проходит через внутренний стояк горячей воды, попадает на оросительную головку, а затем поступает в распределительные трубы, подающие воду на поверхность оросителя.

Внешний корпус вращающейся головки моделей ГРД-2М~50М изготовлен из пластика высокой прочности, в то время как скользящие детали являются металлическими. Смазка скользящих деталей обеспечивает сама вода.

У моделей градирен ГРД-65М~1200М в устройство вращающейся головки входят герметичные подшипники как для секции осевой, так и для секции радиальной нагрузки. Это обеспечивает непрерывное плавное вращение, как при возрастании напора циркуляционной воды, так и при увеличении нагрузки. Конструкция вращающейся головки обеспечивает её лёгкое обслуживание и ремонт.

При проектировании оросительной головки наряду с удобством в обслуживании особое внимание было уделено её коррозионной и абразивной устойчивости.

Сливной патрубок

Для моделей градирен ГРД-24М~100М диаметр сливного патрубка увеличен с 25,4 мм до 50,8 мм, чтобы время полного слива воды из резервуара составило четверть того времени, что потребовалось бы при диаметре сливного патрубка в 25,4 мм. Это значительно упрощает обслуживание градирни благодаря экономии времени.

Дополнительное сливное отверстие

Для моделей градирен ГРД-6М~235М в конструкцию резервуара для воды в самой нижней точке ведено дополнительное сливное отверстие. После работ по очистке резервуара грязная вода может быть полностью слита через это отверстие. Это значительно упрощает обслуживание градирни, позволяя избавиться от грязной воды, уровень которой ниже уровня сливного патрубка.

Пуск градирни

Перед пуском градирни необходимо проверить работу насосов, обслуживающих градирню, их моментальным пуском. В тот момент, когда вращательно движение стабилизируется, необходимо сбалансировать подачу

воды с помощью нагнетательного клапана насоса. После установления стабильного расхода воды, проконтролировать вращение оросительной головки и нормальную частоту вращения [2].

Проконтролировать отсутствие посторонних предметов в воздухозаборных и выходных устройствах градирни. Задать с помощью термостата вентилятора необходимую температуру и убедиться, что он работает нормально. После запуска вентилятора сила тока должна находиться в диапазоне номинальных значений. Проконтролировать вращение вентилятора, убедиться, что ему ничего не препятствует. Не допускается эксплуатация вентилятора, если есть вероятность того, что снег, лед или другие помехи нарушат его нормальную работу.

На работу градирни влияет величина расхода охлаждаемой воды. Стоит уделить особое внимание поддержанию требуемого расхода воды во время эксплуатации градирни. Контроль расхода воды осуществляется по водомерному узлу в системе.

Внутренние части градирни должны содержаться в чистоте для обеспечения её бесперебойной работы. Для районов с низким качеством воды рекомендуется установка системы водоочистки (фильтрация и водоподготовка).

Заключение

На сегодняшний день вентиляторные градирни находят свое применение в условиях малой площади для ее размещения или необходимости стабильного поддрезания температуры охлаждающей воды. Современные вентиляторные градирни изготавливаются огнестойкими, прочными и долговечными, выдерживать ветер, толчки, вибрации. В условиях пуска энергоблоков Белорусской АЭС внедрение вентиляторных градирен представляется особенно актуальным.

Литература

1. Компактная вентиляторная градирня ГРД-М [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mosregionvent.ru/grd>. – Дата доступа: 03.04.2021.
2. Тепломаш ГРД-630М [14/49] Подготовка к пуску [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mcgrp.ru/files/viewer/147484/14>. – Дата доступа: 03.04.2021.