

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Бутяков Николай Анатольевич**

студент

**Динмухаметов Айдар Марселевич**

студент

**Галиакбаров Азат Талгатович**

канд. техн. наук, доцент, заместитель декана

Набережночелнинский институт

ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

г. Набережные Челны, Республика Татарстан

## **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРАДИРЕН БАШЕННОГО ТИПА**

*Аннотация: в данной статье рассмотрены такие проблемы, как образование льда во время эксплуатации градирен в зимний период, и пути решения их при минимальной затрате энергоресурсов.*

*Ключевые слова: образования льда, энергия, вытяжка, теплоэнергетика, радиатор, тепло, ТЭЦ.*

Градирни – это специальные устройства для охлаждения большого количества воды посредством направленного потока воздуха. Также их называют охладительными башнями – это более понятно звучит. Башенная градирня – это одно из наиболее эффективных устройств для охлаждения воды в системах оборотного водоснабжения промышленных предприятий. Высокая башня создаёт ту самую тягу воздуха, которая необходима для эффективного охлаждения циркулирующей воды. Вытяжные башни служат для создания естественной тяги, благодаря разности удельных весов воздуха, поступающего в градирню, и нагретого воздуха, выходящего из градирни. Под оросителем располагается водосборный резервуар. Вода подаётся в водораспределительное устройство по размещаемым

в центре градирни стоякам. Благодаря высокой башне, одна часть испарений возвращается в цикл, а другая – уносится ветром. Из-за этого в округе не образуется сырости, тумана и обледенений в зимнее время, хотя возможно появление льда вокруг оросительных устройств. Градирня – это устройство для незначительного охлаждения тёплой воды. «Незначительное» означает, что после градирни вода не становится ледяной. Температура поступающей воды в градирню летом – около 40–45 градусов, после градирни – 25–35 градусов (в лучшем случае), зимой на входе 18–20 градусов, на выходе 10–15 градусов. Принцип работы градирни достаточно прост. Процесс охлаждения в градирнях происходит за счёт частичного испарения воды и теплообмена с воздухом. Вода в градирне стекает по оросителю сбегает каплями или тонкой плёнкой. В это время вдоль оросителя проходят потоки воздуха. Существует такая закономерность: в градирнях при испарении 1% воды температура оставшейся понижается на 6 С. Потеря жидкости восполняется за счёт внешнего источника. Причём свежая вода при необходимости подвергается обработке (фильтрации). Башенную градирню целесообразно использовать на больших промышленных предприятиях. Площадь сечения башни должна занимать не менее 30–40% площади оросителя. Башни градирен средней и малой производительности могут иметь очень разнообразную форму: цилиндрическую, усечённого конуса или в виде усечённой многогранной пирамиды. Башенные градирни обычно выполняются в виде оболочек гиперболической формы, которая оптимальна по условиям внутренней аэродинамики и устойчивости. Вытяжные башни работают в очень тяжёлых условиях: оболочка башен находится под воздействием влажного тёплого воздуха в градирне и холодного воздуха снаружи в зимний период, на внутренних поверхностях образуется конденсат. Таким образом, важен выбор материала. В башенных градирнях конвекция воздуха осуществляется за счёт естественной тяги или ветра. Высота градирен, изготовленных из бетона, может достигать 100 метров. Площадь орошения в таком случае будет достигать 3500 кв.м. В основном, башенные градирни используются для охлаждения больших объёмов воды ТЭС или АЭС.

Плюсы башенных градирен: экономичность (не нужна электроэнергия), простота эксплуатации, размещение близко к промышленному объекту. Минусы: большая площадь для постройки, большая стоимость. Корпус таких водоохлаждающих сооружений представляет собой высокую вытянутую башню (отсюда и название этого типа градирен), в которой необходимая тяга воздуха создаётся естественным путём, без применения дополнительного энергоёмкого оборудования. Размеры, высота и форма башенных градирен могут быть разными: они подбираются в зависимости от климатических условий эксплуатации башни и её требующейся производительности. По материалам, из которых изготовлен корпус сооружения, охладительные башни делятся на: железобетонные – башенные градирни такого типа могут быть до сотни метров высотой, с площадью орошения до 10 тыс. кв.м., каркасно-обшивные – менее материалоёмкие сборные конструкции, состоящие из прочного стального каркаса и листовых материалов (алюминиевых, оцинкованных, полимерных, стеклопластиковых). В силу конструкционных особенностей каркасно-обшивные башенные градирни отличаются от бетонных меньшим сроком эксплуатации и в обязательном порядке требуют оснащения надёжной гидроизоляции, включаястыки обшивочных материалов и сами листы обшивки. Железобетонные башни возводятся из высокопрочного водостойкого бетона. В этом случае конструкция покрывается проникающей гидроизоляцией. Для доступа воздуха внутрь башни обустраивается рамная колоннада, над которой располагаются ороситель и водораспределительные установки. Резервуар (бассейн нужного объёма), оснащённый дополнительно переливным трубопроводом (для полного слива содержимого или регулирования его уровня), размещается в основании градирни. Именно в него поступает горячая вода, которая остужается до требующейся температуры. Поток воздуха в градирню регулируется с помощью зимних поворотных щитов 10 на рис 1. В летний период они обычно всегда открыты, а в зимний их приходится периодический открывать и закрывать в зависимости от температуры наружного воздуха, не допуская переохлаждения воды. Распределение воды в градирни осуществляется по всему диаметру. В связи с этим не избежать образования льда на щитах 10,

воздуховодных окнах 8, воздухонаправляющих козырьках 9. Лёд образуется в виде шторок и создаёт дополнительное сопротивление для потока охлаждаемого воздуха. Обобщение методов предотвращения льдообразования в градирнях по опыту эксплуатации и литературным данным показывает, что эти методы сводятся в основном к следующему:

1. Перераспределение воды по площади градирни – повышение плотности орошения в центральной части оросителя за счёт полного прекращения подачи воды на его периферийную часть.
2. Установка разбрызгивающих устройств над верхней кромкой входных окон внутри градирни.
3. Установка защитного экрана входных окон на расстоянии примерно 2 м от градирни при размещении верхней кромки экрана на уровне или несколько ниже (на 0,5–1 м) верхней кромки входных окон и при установке разбрызгивающих устройств по п. 5.
4. Устройство обогревающего трубопровода по периметру входных окон и по стойкам несущего каркаса при подаче в него части нагретой воды, поступающей на градирню.
5. Расположение крайних стоек опорной конструкции оросительного устройства внутри градирни на расстоянии 1,5–2 м от вертикальной плоскости входных окон.
6. Устройство над входными окнами плотного козырька (навеса) для улавливания воды, стекающей по внутренней поверхности обшивки, и для отвода этой воды во внутрь градирни.
7. Подача всей охлаждаемой воды на часть секций градирен с полным отключением остальных, т. е. работа части секций с повышенными удельными гидравлическими нагрузками.
8. При остановке градирни – подача воды по байпасу в резервуар градирни.
9. Установка специальных устройств для создания мощной струи воды для сбивания образовавшегося льда.

Все эти способы только частично позволяют избежать образования льда. Ни один из способов не даёт гарантию что при нулевой затрате энергии не будет образован лёд. А в случаях с обогревом или механических воздействий затрачивается некое количество энергии. Самым экономичным по энергозатратам является сбивание льда с помощью струйки воды. Но есть и плюсы того как можно использовать образовавшийся лёд. Он образуется как описывал выше в виде штор и этот лёд может выполнять функцию поворотных щитов для ограничения подачи проточного воздуха, что значительно упрощает эксплуатацию градирни, так как в зимний период замерзают поворотные механизмы щитов.

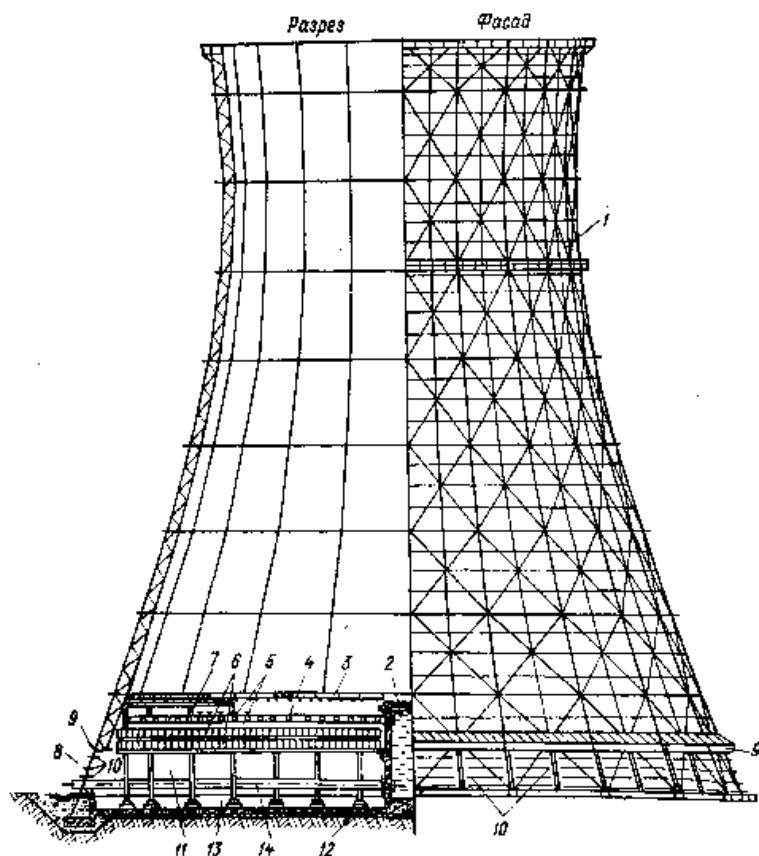


Рис. 1. Башенная противоточная градирня

1 – вытяжная башня; 2 – водораспределительный стояк; 3 – водоуловитель; 4 – водораспределительная система; 5 – разбрзгивающие устройства; 6 – оросительное устройство; 7 – опорный каркас оросительного и водораспределительного устройства, а также водоуловителя; 8 – воздуховходные окна; 9-воздухона-

правляющий козырёк; 10 – зимние поворотные щиты; 11 – воздухораспределительное пространство; 11 – колонны; 13 – водосборный бассейн; 14 – подводящие водоводы.

### ***Список литературы***

1. Андреев П.А., Гринман М.И., Смолкин Ю.В. Оптимизация теплоэнергетического оборудования АЭС Под общей ред. А. М. Петросянца. – М.: Атомиздат, 1975. – 224 с.
2. Буров В.Д., Дорохов Е.В., Елизаров Д.П. и др. Тепловые электрические станции Учебник для студ. вузов, обуч. по спец. «Тепловые электрические станции» напр. «Теплоэнергетика», для системы подгот., переподг. и повыш. квалиф. персонала энергетич. компаний, для вузов, осущ. подгот. энергетиков. – Под ред. В.М. Лавыгина, А.С. Седлова, С.В. Цанева. – 3-е изд., стереотип. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 466 с.
3. Воробьев И.Е., Тодорович Е.Г. Реабилитация ТЭС и ТЭЦ: пути, эффективность. Пособие для теплоэнергетиков. – К.: Энергетика и электрификация, 2000. – Вып. 1 – 256 с.