

УДК 628.196

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ОЧИСТКИ ОРОСИТЕЛЕЙ
ИСПАРИТЕЛЬНОЙ БАШЕННОЙ ГРАДИРНИ
APPLICATION OF ULTRASOUND FOR CLEANING OF EVAPORATIVE
TOWER COOLING TOWER SPRINKLERS

А.Н. Кривелёва

Научный руководитель – И.А. Некало, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

A. Krivelyova

Supervisor – I. Nekalo, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: В статье рассматривается возможность очистки оросителей башенной градирни от карбонатных отложений с помощью ультразвуковых ванн.

Abstract: The article considers the possibility of cleaning tower cooling tower sprinklers from carbonate deposits using ultrasonic baths.

Ключевые слова: ультразвуковые ванны, оросители, башенные градирни, карбонатные отложения.

Keywords: ultrasonic baths, sprinklers, cooling towers, carbonate deposits.

Введение

Градирни на атомных и тепловых электростанциях используются как устройства для охлаждения большого объема технической воды посредством орошения нагретой воды в конденсаторах и последующим ее пассивным охлаждением за счет окружающей среды (рис. 1).



Рисунок 1 – Фото градирни [1]

Существует большое количество разновидностей градирней. Для тепловых и атомных электрических станций нашли применение градирни башенного типа, верхняя часть которых (диффузор) располагается на высоте не менее 55 м [2].

Однако опыт эксплуатации башенных градирен показывает, что в летний период времени температура охлаждающей воды превышает проектные величины, из-за чего эффективность подобных устройств для охлаждения технической воды снижается [3]. Основным фактором, влияющим на эффективность башенных градирен, является появление карбонатных отложений на оросителях, каплеуловителях и системах водораспределения.

Основная часть

Башенные градирни работают на естественной тяге, которая создается благодаря разнице давлений по высоте и представляют собой металлическую или железобетонную конструкцию, которая выглядит, как усеченный конус. Конструкция башенной градирни изображена на рисунке 2. Испарительная башенная градирня состоит из основных частей: водораспределительной системы, вытяжной башни, оросителей, водосборного бассейна и каплеуловителей (влагоуловителей).

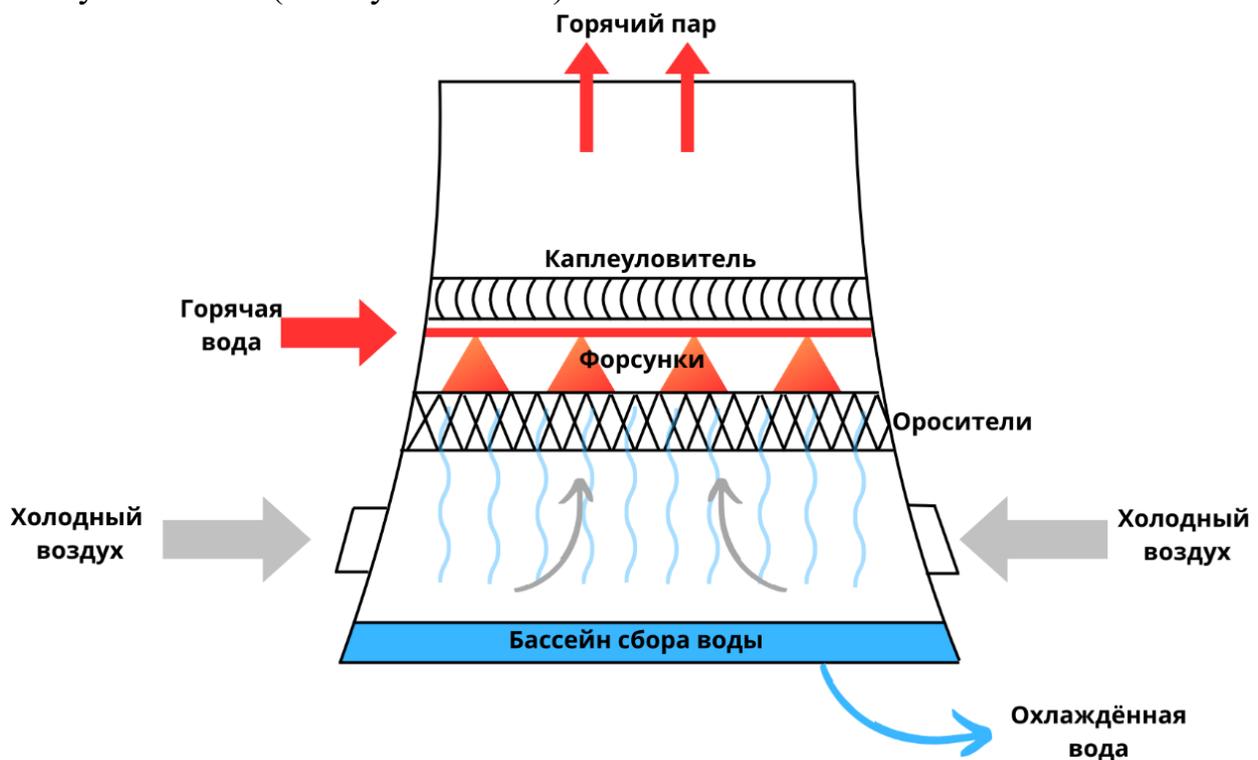


Рисунок 2 – Конструкция башенной градирни

Вода, поступающая из конденсатора паровой турбины, направляется на водоразбрызгивающие форсунки для равномерного распределения и создания водяного тумана, который эффективно охлаждается при контакте с воздухом за счет испарения. Часть охлаждающей воды теряется за счет испарения (1-1,5 %) и капельного уноса (0,1 % с каплеуловителями и 0,5 % – без каплеуловителей) [2]. Так как испаряемая влага – это вода без примесей, то общее солесодержание оборотной воды увеличивается. Для регулирования солесодержания

осуществляется продувка всей системы, во избежания отложений на внутренней поверхности трубок конденсатора.

Оросители – устройство, представляющее собой единый блок, который собран из сетчатых элементов, предназначенных для распределения нагретой воды от конденсаторов паровой турбины на капли, струи или пленки, стекающие вниз навстречу восходящему потоку воздуха, который поступает через боковые отверстия внизу градирни. Оросители бывают: капельные, пленочные и капельно-пленочные (рис. 3).

Пленочный и капельно-пленочный оросители больше подвержены зарастанию в процессе работы, хотя имеют большую охлаждающую способность чем капельный.

При использовании оборотной системы охлаждения с градирнями неизбежно засорение оросителей, что приводит к снижению эффективности самой градирни. Для устранения налета проводится техническое обслуживание как в период работы энергоблока, так и при его останове. Налет на поверхности оросителей состоит из солей карбонатной жесткости, продуктов коррозии, а также водорослей и бактерий (рисунок 4). Данные отложения могут повысить температуру охлаждающей воды, что может привести к снижению эффективности охлаждения в конденсаторе и снижению вырабатываемой электрической мощности паровой турбины.

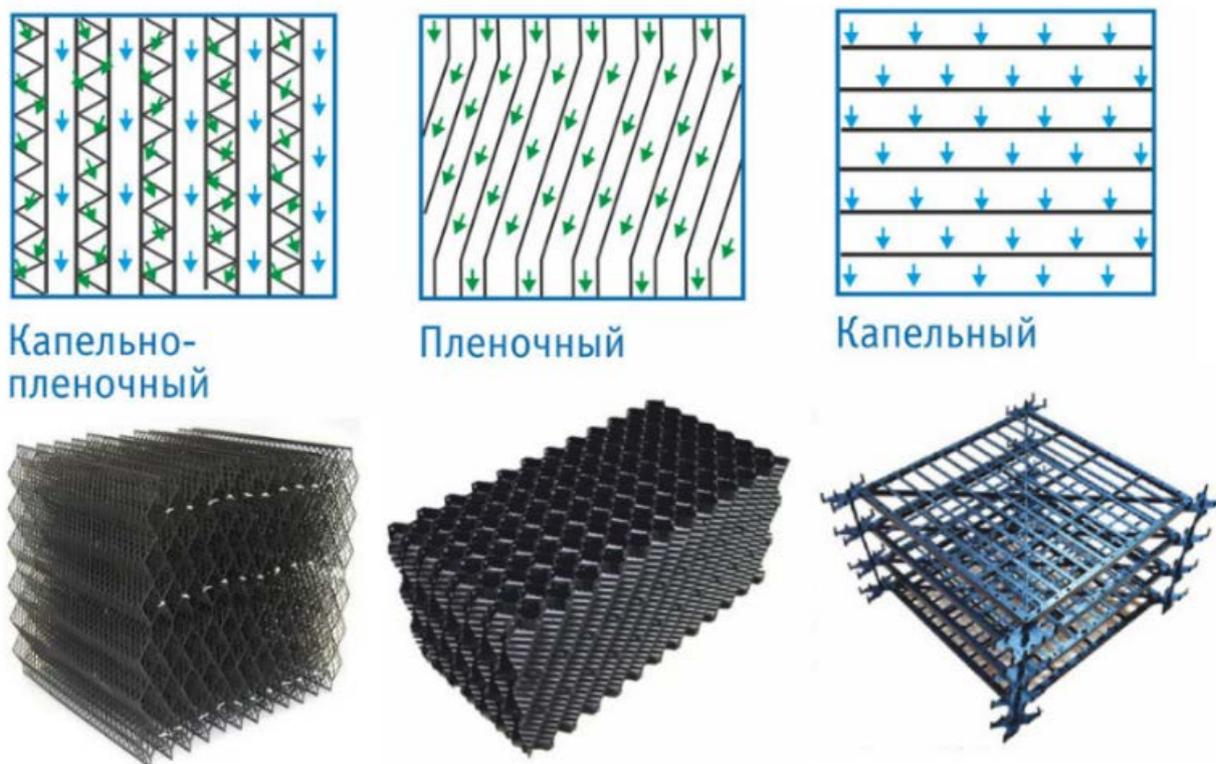


Рисунок 3 – Типы оросителей [1]

При использовании оборотных систем охлаждающей воды с помощью удаления углекислоты, концентрирования солей получается перенасыщение воды по карбонату кальция, из-за чего происходит образование на поверхности оборудования отложений.

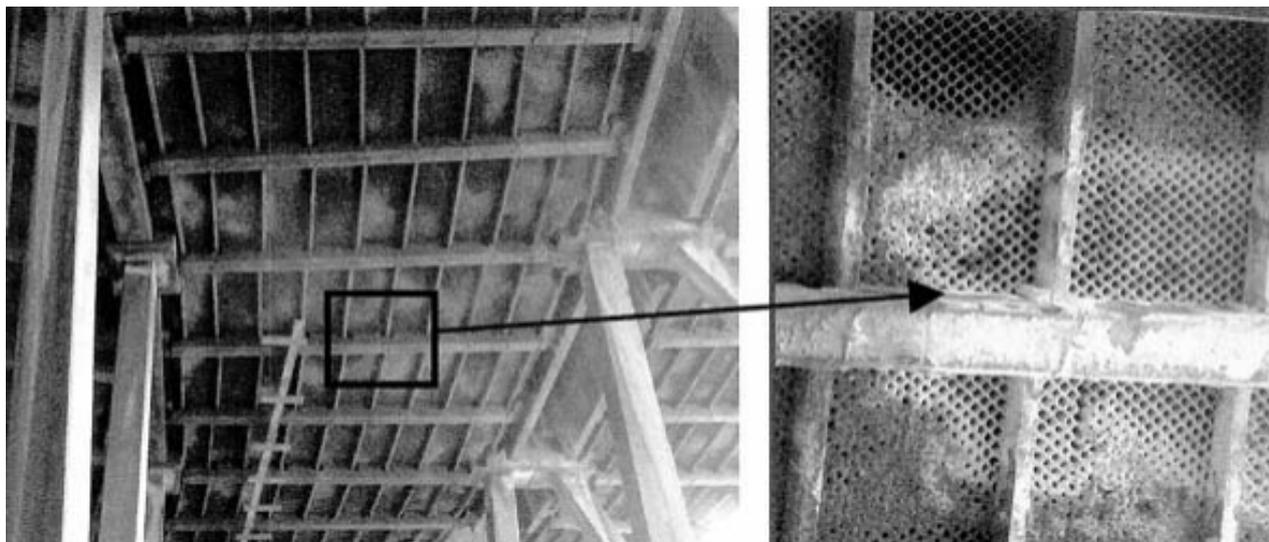


Рисунок 4 – Состояние оросителей периферийных секторов градирни на НВАЭС с блоками ВВЭР-1200 [3]

Применяются следующие варианты очистки технической воды:

- фильтрация (уменьшает уровень грубодисперсных примесей);
- реагентная обработка (предотвращает накопление нерастворимых металлов на поверхностях теплообмена и роста микроорганизмов);
- умягчение воды (позволяет заменить катионы кальция и магния на натрий);
- электрохимические системы (предотвращает образования осадка в системе);
- опреснение (снижение общее солесодержания воды).

При соблюдении всех требований по очистке технической воды, оросители градирни все равно будут обрастать налетом. Поэтому во время остановки энергоблока оросители могут быть извлечены для их замены или очистки. Могут применяться следующие виды работы по очистке оросителей:

- гидродинамическая очистка высоким и сверхвысоким давлением;
- отмывка химическим способом или погружение в кислотную среду для размягчения и последующего удаления налета;
- извлечение оросителей для их механической очистки.

Механические и гидродинамические методы очистки могут повредить оросители, так как они являются довольно хрупкими, также во время механической очистки затрачивается огромный человеческий ресурс. Во время химической отмывки необходимо соблюдать осторожность при работе с токсичными и опасными для человека веществами.

При использовании вышеперечисленных видов работ используется большое количество воды.

С недавнего времени нашел применение еще один вид очистки оросителей – с помощью ультразвуковых ванн (рис. 5). Такой метод позволяет использовать минимальное количество человеческих ресурсов, а также минимальные затраты на электроэнергию и реагенты.

Суть метода очистки заключается в извлечении блоков оросителей и погружении их в ультразвуковую ванну с раствором кислот для последующей

обработки. Под действием ультразвуковых колебаний образуются кавитационные пузыри, которые взрываются во время фазы высокого давления, что создает волны давления на загрязнения.

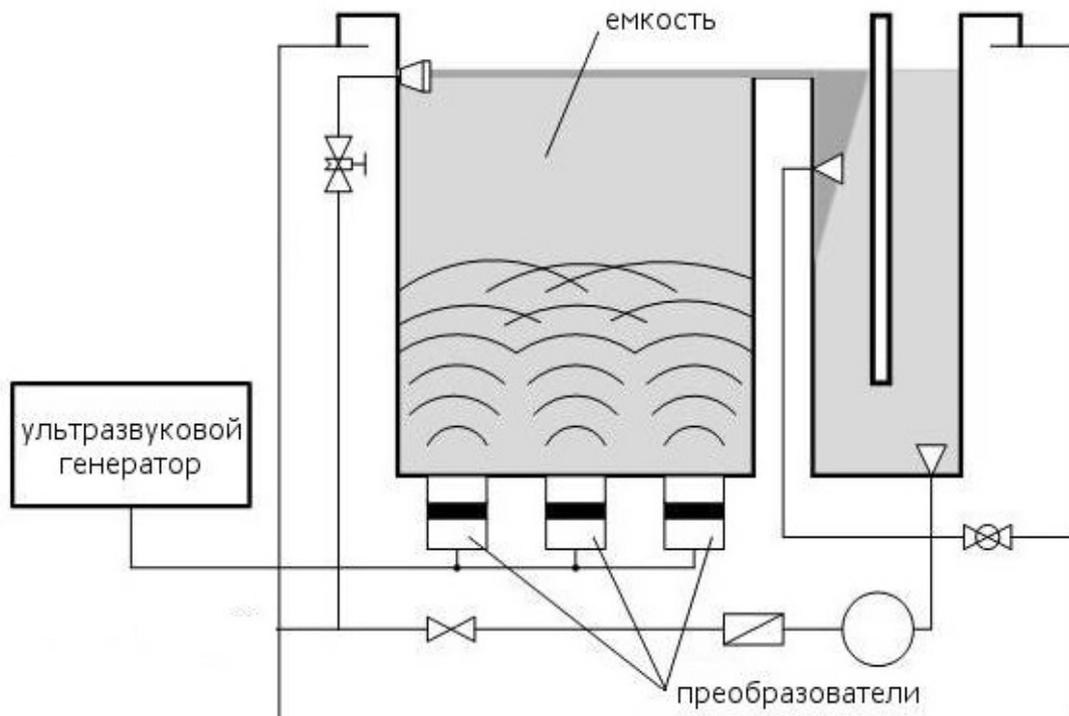


Рисунок 5 – Устройство ультразвуковой ванны [4]

Заключение

Таким образом, применение ультразвуковой ванны для очистки оросителей башенной градирни является эффективным и щадящим методом с минимальными затратами человеческих ресурсов, реагентов, воды и электроэнергии.

Литература

1. НПО Агростройсервис. Очистные сооружения и градирни [Электронный ресурс] / НПО Агростройсервис. Очистные сооружения и градирни. – Режим доступа: <https://acs-nnov.ru/>. – Дата доступа: 23.10.2024.
2. Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС и АЭС: учебно-методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию для студентов специальностей 1-43 01 04 "Тепловые электрические станции" и 1-43 01 08 "Паротурбинные установки атомных электрических станций" / В.А. Чиж [и др.]; Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Тепловые электрические станции". – Минск: БНТУ, 2015. – 105 с. : ил., табл.
3. Поваров, В.П. Опыт эксплуатации и пути повышения эффективности работы системы технического водоснабжения энергоблоков № 1, 2 нововоронежской АЭС-2. / В.П. Поваров, Д.Б. Стацура, Д.Е. Усачев // Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2020. – № 2. – С. 5-16.
4. Принцип работы ультразвуковых ванн [Электронный ресурс] / Принцип работы ультразвуковых ванн. – Режим доступа: <https://titan-ultrasonic.com.ua/>. – Дата доступа: 23.10.2024.