

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Щербакова М.А.¹, Осадчая Л.И.², Ничкова Л.А.²

¹ГУПС «Севтеплоэнерго»,
299011, г. Севастополь, Россия, ул. Людмилы Павличенко, 2,
e-mail: *eskovama2803@gmail.com*

²ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет,
299053, г. Севастополь, Россия, ул. Университетская, 33,
e-mail: *lila1809@mail.ru, nichkova@sevsu.ru*

Аннотация. Статья посвящена анализу проблем топливно-энергетического комплекса. Рассматриваются вопросы связанные с оптимизацией системы охлаждения оборотной технической воды промышленного предприятия в условиях резко-континентального климата. Установлено, что эксплуатируемая градирня должна соответствовать ряду требований – технических, эксплуатационных, экологических и др. Особое внимание уделяется эффективности и экологической безопасности градирен сухого типа для промышленных предприятий. Проведенный анализ показал, что градирни сухого типа имеют ряд преимуществ: они более компактны в своих размерах, расход воды меньше чем в испарительных градирнях, так как отсутствует испарение воды.

Ключевые слова: теплоэнергетика, модернизация, топливно-энергетический комплекс, градирни сухого типа, экологическая безопасность, система оборотной воды предприятия.

ВВЕДЕНИЕ

Топливо-энергетический комплекс – это значимая часть народного хозяйства, объединяющая в систему процессы, обеспечивающие добычу, транспортировку, переработку и потребление энергетических ресурсов. Наличие достаточного количества топливно-энергетических ресурсов напрямую влияет и обеспечивает жизнедеятельность государства в целом. Около 90% всей мировой энергии обеспечивается органическим топливом. Стремительно развивающаяся в XX веке промышленность, открытие новых месторождений полезных ископаемых, а также научно-технический прогресс вызвали объединения всех видов деятельности, связанных с добычей, производством и потреблением энергии, в единую систему [1, 8].

Состояние топливно-энергетического комплекса (ТЭК) определяет вектор развития промышленного производства, что обуславливает его непосредственное влияние на экономическую, социальную и экологическую сферу всего национального хозяйства. Сегодня функционирование ТЭК в России, являющееся важнейшей обеспечивающей системой промышленности, сопряжено с наличием определенных проблем в области добычи и распределения энергоресурсов, финансирования энергетической отрасли, а также формирования системы энергетической безопасности. В современных условиях их решение требует комплексного подхода, предполагающего эффективные преобразования во всех областях энергетики, включая теплоснабжение промышленных предприятий. Отечественная система теплоснабжения промышленных предприятий, как важнейшая составляющая организации производственного процесса, оказывает воздействие на формирование структуры издержек производства предприятий и, исходя из ее современного состояния, нуждается в трансформации и эффективном регулирующем воздействии для оптимизации затрат и повышения уровня конкурентоспособности.

Используемые сегодня методы теплоснабжения не всегда позволяют с высокой степенью эффективности обеспечивать теплоснабжение действующих, модернизируемых и строящихся промышленных предприятий. В силу этого все большее внимание сегодня уделяется поиску инструментов, обеспечивающих энергоэффективность, а также альтернативных способов организации систем теплоснабжения, к которым относится и электротеплоснабжение [2].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Основные проблемы, которые испытывает теплоэнергетика сегодня, представлены в таблице 1.

На данный момент энергетические предприятия сталкиваются с острой необходимостью обеспечения экологически оправданных технологических решений с высоким уровнем безопасности, снижающим риск возникновения техногенных катастроф.

Таблица 1.
Проблемные зоны теплоэнергетики [3]

Проблема	Описание проблемы	Возможные пути решения
Износ основных фондов	<p>Оборудование устарело на 60-70%:</p> <ul style="list-style-type: none"> устаревшее оборудование генерации тепла, транспортировки и потребления; морально устаревшее и изношенное оборудование ТЭС и котельных, что вызывает низкий КПД при их работе, невозможность подключения к существующим источникам новых потребителей; велико количество аварий и утечек, конструкция теплопроводов устарела, изношены трубы, вследствие чего возникают высокие тепловые потери. <p>В России более половины коммунальных сетей уже исчерпало свой амортизационный срок. Изношенность сетей достигает 60-70%, а примерно 25-30% находится в аварийном состоянии.</p>	Необходимо менять минимум 10-12% труб, заменять устаревшее оборудование на энергоэффективное каждый год.
Кадровый вопрос	<ul style="list-style-type: none"> Нет программы, политики подготовки кадров. Выпускаемые специалисты имеют поверхностные знания. Должна быть техническая учеба на энергетических станциях. Сегодня только внедряется базовая практика. 	Практико-ориентированное обучение с применением оборудования, стендов.
Отсутствие стратегии развития отрасли	Тепловая энергетика в настоящий момент функционирует фактически без какой-либо системы долгосрочного планирования развития. Если раньше, в советское время, в рамках системы Госплана на годы вперед планировалось развитие мощностей, сетей и т.д., то с распадом прежней политической системы тепловая энергетика оказалась вынуждена практически 10 лет работать без какой-либо серьезной системы планирования развития.	Необходимо создание структуры, курирующей вопросы стратегического развития и планирования.
Тепло- и ресурсоснабжение	<p>Нерешенность проблемы сбережения тепла и энергоресурсов, требующихся для его производства, влечет за собой другие негативные явления, неблагоприятно сказывающиеся как на отрасли, так и на потребителе. Одна из них – рост тарифов. Существенной причиной роста тарифов на тепло являются тепловые потери, возникающие, главным образом, вследствие устаревшего и изношенного оборудования.</p> <ul style="list-style-type: none"> В России всегда внутренние цены на энергию были ниже мировых. Сроки окупаемости реализации энергосберегающих и энергоэффективных технологий в стране в 2-3 раза выше, чем в ЕС. Экономическая «нецелесообразность» внедрения дорогих энергоэффективных разработок предопределила технологическую отсталость и инвестиционную непривлекательность отрасли. 	Применение более низких в цене энергоэффективных разработок, срок окупаемости которых будет значительно ниже.

Одной из важнейших частей конструкций современных энергетических систем являются теплообменные устройства. Одним из элементов связи теплообменных систем с окружающей средой, являются градирни, с помощью которых осуществляется удаление продуктов тепловыделения в окружающую среду. Желание снизить энергозатраты на производство продукции часто оборачиваются выбросом вредных веществ в располагающиеся около промышленных районов места массового проживания людей со всеми вытекающими из этого негативными последствиями.

В последнее время особую значимость приобретает объединенная постановка экологических и технологических задач в связи с реконструкцией и заменой устаревшего оборудования. Возникает необходимость в изменении конструктивных недостатков действующего оборудования, как с точки зрения эксплуатационной безопасности, так и в связи с потребностью учета риска катастрофических последствий, связанных с выработкой ресурса работоспособности.

Все вышеупомянутое свидетельствует об актуальности модернизации градирен, приводящей к уменьшению энергозатрат и одновременно снижению эксплуатационных выбросов в окружающую среду.

Градирня представляет собой сооружение для охлаждения воды в оборотных системах водоснабжения, применяемых на промышленных предприятиях, атомных электростанциях и ТЭЦ. По способу передачи тепла атмосферному воздуху градирни классифицируют на (рис. 1):

- испарительные, в которых передача тепла от воды воздуху осуществляется в основном за счет испарения;
- сухие или радиаторные, в которых передача тепла происходит через стенки радиаторов за счет теплопроводности и конвекции;
- смешанные, в которых передача тепла осуществляется за счет испарения, теплопроводности и конвекции [4].



Рис. 1. Классификация градирен по способу передачи тепла атмосферному воздуху

Оросительные башенные градирни состоят чаще всего из системы, подающей воду, оросителя и резервуара для охлажденной воды.

Сухой охладитель необходим на производстве для охлаждения теплоносителя за счет окружающей среды. Применяется в охлаждении технологических процессов, когда требуемая температура выше температуры окружающего воздуха, что позволяет максимально эффективно использовать температуру окружающего воздуха для охлаждения оборудования. Вентиляторная градирня энергоэффективна, экономична в эксплуатации и пользуется спросом на предприятиях промышленности.

При установке водоохлаждающего оборудования необходимо исходить из климатических условий региона. Сухую градирню рекомендуется устанавливать в регионах, где среднесуточная температура в среднем за год имеет низкие показатели. Это объясняется эксплуатационными характеристиками оборудования. Вентиляторная сухая градирня способна охладить жидкость на 2-3 °С ниже окружающего воздуха.

Устройство сухой градирни следующее: внутри корпуса размещен закрытый теплообменник, по которому циркулирует вода. Обмен тепловой энергии происходит за счет потока воздуха, поступающего от вентилятора.

В сухих градирнях используются радиаторы из меди или алюминия, что приводит к более интенсивному теплообмену и охлаждению воды, которая в дальнейшем подводится к деталям котла [5].

Смоделируем следующую ситуацию. Для промышленного предприятия, расположенного в резко-континентальном климате, требуется устройство градирни. Перед руководством организации стоит вопрос, какой вид градирни использовать: оросительную или сухую. Исходные данные и общие характеристики оросительной и сухой градирни представлены в таблице 2.

Таблица 2.
Исходные данные и характеристики градирен

Исходные данные / характеристика	Оросительная градирня	Сухая градирня
Общий объем охлаждаемой воды	144,7 т/ч	
Поверхность теплообмена	350,3 м ²	351,37 м ²
Средняя разность между теплоносителями	16,7 °С	13 °С
Площадь градирни	2014 м ²	225 м ²
Расход воздуха	2193 м ³ /с	57,07 м ³ /с

Исходя из данных представленных в таблице 2 можно сделать вывод, что сухая градирня несмотря на меньшие размеры не уступает в производительности оросительной градирне, обслуживание такой градирни выходит дешевле, в градирнях сухого типа помимо воды можно охлаждать другие жидкости (раствор гликоля, масло и др.) [6, 7].

Для модернизации испарительной был произведен тепловой расчет, результаты которого представлены в таблице 3.

Таблица 3.
Результаты теплового расчета

Наименование параметра	Обозначение	Результат
Тепловая нагрузка	Q , кВт	48 339,29
Удельный тепловой поток	q , Вт/м ²	13 757,29
Поверхность теплообмена	F , м ²	351,37
Средняя разность между теплоносителями	Δt_{cp} , °С	286,61
Гидравлическое сопротивление для трубного пространства	ΔP , Па	145,57
Коэффициент местных сопротивлений	k	2,32
Объемный расход воды	G , м ³ /с	40,32

Установка новой градирни производится на базе старого бассейна испарительной градирни, поэтому при проектировании новой градирни учитывался данный момент. Высота новой градирни значительно меньше, поэтому стоимость каркаса будет значительно ниже, чем стоимость каркаса для испарительной градирни. Спроектированная в ходе работы градирня сухого типа представлена на рисунке 2.

В целом, сухие градирни рекомендуется использовать в следующих случаях:

- при необходимости охлаждения теплоносителя без его контакта с внешней средой;
- при невозможности обеспечения постоянной подачи новой воды, которая теряется в результате уноса;
- когда вместо воды в качестве хладагента используется этиленгликоль или другая токсичная жидкость;
- при необходимости охлаждения жидкости с высокой температурой.

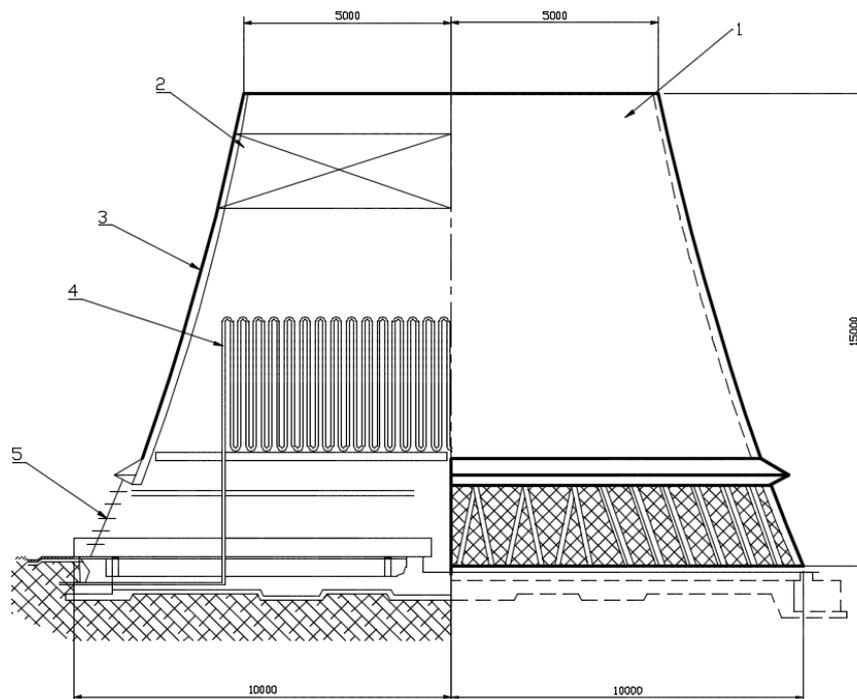


Рис. 2. Проект «сухой» градирни

1 – башня, 2 – вентилятор, 3 – обшивка, 4 – трубы, 5 – окно для входа воздуха

В регионах, с низкой обеспеченностью водой, в выборе между системами охлаждения сухого и испарительного типа, кроме воздействия на окружающую среду, существенным фактором становится соображения экономического плана.

При применении градирен сухого типа не происходит испарение теплоносителя (воды), потому что он циркулирует по замкнутому контуру и, следовательно, он не загрязняется, не требует после охлаждения дополнительной очистки. Применение сухой градирни не приводит к химическому загрязнению и повышению влажности воздуха.

Преимущества установки сухой градирни можно свести к следующему:

- простота конструкции и проведение монтажных работ сухой градирни в проектируемую и уже действующую систему охлаждения;
- использование в работе широкого спектра жидкости;
- эксплуатация при отрицательных температурах в сочетании с такими теплоносителями как антифриз (раствор этилен или пропиленгликоля);
- наличие замкнутого контура в сухой градирне освобождает от необходимости очистки воды;
- наличие замкнутого контура снижает уровень испарения жидкости;
- компактная конструкция, минимальное сервисное обслуживание сухой градирни.

К недостаткам сухой градирни следует отнести невозможность использования воды в качестве теплоносителя при отрицательных температурах воздуха. Жидкости внутри теплообменника при минусовых температурах замерзают, поэтому следует использовать антифриз.

ВЫВОДЫ

В ходе проведенного анализа состояния части системы технического водоснабжения предприятия, где для охлаждения технической воды установлены оросительные башенные градирни рассматривалась возможность замены оросительной градирни на сухую. Данное решение целесообразно, так как рассматриваемый объект находится на территории с резко континентальным климатом и в суровые морозы техническая оборотная вода может замерзнуть, но при использовании градирни сухого типа можно этого избежать.

ЛИТЕРАТУРА

1. Топливо-энергетический комплекс [Интернет ресурс]/ – режим доступа: <https://neftegaz.ru/tech-library/energoresursy-toplivo/505736-toplivno-energeticheskiy-kompleks-tek/>
2. Кузьмина, М. А. Повышение эффективности работы градирен и особенности теплообмена в тепловых трубах [Текст] / М. А. Кузьмина, И. В. Семенова // Вестник российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева: гуманитарные и социально-экономические исследования. – 2015. – №8 (том 2). – С. 157-162.
3. Перспективы развития теплоэнергетики в России [Интернет ресурс]/ – режим доступа: <http://www.energsovet.ru/stat641.html>
4. Гладков, В. А. и др. Пособие по проектированию градирен (к СниП 2.04.02-84). ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР. – М: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 190 с.
5. Ляховецкая-Токарева, М. М. Способы рационального использования градирен [Текст] / М. М. Ляховецкая-Токарева // Вестник Приднестровской государственной академии строительства и архитектуры. – 2015. – №3 (204). – С. 36-43.
6. Иванов, В. Б. Новые технологии охлаждения жидкостей [Текст] / В. Б. Иванов // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2009. – №2. – С. 25-28.
7. Изаак, С. А. Потенциал ресурсосбережения на ТЭЦ при применении сухих градирен [Текст] / С. А. Изаак, Голюк М. О. // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии. – 2019. – С. 537-544.
8. Сигора, Г.А. Проблемы обеспечения экологически безопасного состояния в рекреационных зонах г. Севастополя [Текст]/ Г.А.Сигора, Т.Ю. Хоменко, Л.А. Ничкова // Экономика строительства и природопользования. – 2020. – № 2 (75). – С. 124-132.

ENSURING ENERGY AND ENVIRONMENTAL SAFETY DURING THE MODERNIZATION OF HEAT POWER INDUSTRIES

Shcherbakova M.A.¹, Osadchaya L.I.², Nichkova L.A.²

¹GUPS “Sevteploenergo”, 299011, Sevastopol, Russia, st. Lyudmila Pavlichenko, 2,
e-mail: eskovama2803@gmail.com

²FGAOU VO Sevastopol State University, 299053, Sevastopol, Russian Federation, st. Universitetskaya 33,
e-mail: lila1809@mail.ru, nichkova@sevsu.ru

Annotation. The article is devoted to the analysis of the problems of the fuel and energy complex. The issues related to the optimization of the cooling system of the circulating technical water of an industrial enterprise in a sharply continental climate are considered. It has been established that an operating cooling tower must meet a number of requirements – technical, operational, environmental, etc. Particular attention is paid to the efficiency and environmental safety of dry-type cooling towers for industrial enterprises. The analysis showed that dry-type cooling towers have a number of advantages: they are more compact in size, water consumption is less than in evaporative cooling towers, since there is no water evaporation.

Key words: heat power engineering, modernization, fuel and energy complex, dry cooling towers, environmental safety, plant’s circulating water system.