

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Павлодарского государственного университета имени С. Торайғырова

ПМУ ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ПГУ

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

№ 4 (2018)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова

Энергетическая серия

выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

О постановке на учет, переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 17022-Ж

выдано

Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики, электротехнологии,
автоматизации, автоматизированных и информационных систем,
электромеханики и теплоэнергетики

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.

к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Нефтисов А. В., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Шапканов Б. К., *к.т.н.м., профессор*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Алиферов А. И., *д.т.н., профессор (Россия)*

Боровиков Ю. С., *д.т.н., профессор (Россия)*

Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*

Горюнов В. Н., *д.т.н., профессор (Россия)*

Говоруи В. Ф., *д.т.н., профессор*

Бородатко В. А., *д.т.н., профессор*

Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*

Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*

Марковский В. П., *к.т.н., доцент*

Хацевский В. Ф., *д.т.н., профессор*

Шокубаева Э. Ж. *технический редактор*

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник ПГУ» обязательна

© ПГУ имени С. Торайгырова

СОДЕРЖАНИЕ

Абдаков М. Г., Жамангарин Д. С., Байкенова Г. М., Смайлос Н. К. Реализация широкополосной сети связи по технологии FTTB посредством волоконно-оптических кабелей	14
Алимгазин А. Ш., Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Кислов А. П., Марковский В. П., Шапкенов Б. К. Преимущества альтернативных источников для автономных потребителей	21
Алимгазин А. Ш., Кислов А. П., Бергузинов А. Н., Омаров К. С., Бахтиярова С. Е., Бахтыбаев А. О. Применение «зеленых» технологий с использованием альтернативных источников энергии для повышения эффективности энергообеспечения объектов в промышленности, социальной сфере и аграрном секторе Павлодарской области	29
Амренов Ш. Д. Основы золоулавливания на тепловых электрических станциях	42
Ахметбаев Д. С., Нуралин А. Е. Об эффективности цифровой диагностики устройств РПН силовых трансформаторов	50
Баубек А. А., Жумагулов М. Г., Картаджанов Н. Р. Затраты теплоты на сушку зерна в зависимости от его влажности	59
Бахтыбаева С. А. Роль физики полупроводников в формировании профессиональной компетентности будущих учителей физики	66
Бейсембаев Н. К., Жапаргазинова К. Х. Модернизация блока тонкой очистки мономера ТОО «Компания НЕФТЕХИМ LTD»	73
Бекенов А. К., Шупеева Ш. М. Термомодернизация жилого фонда как один из инструментов энергосбережения и повышения энергоэффективности в жилищно-коммунальном хозяйстве	88
Бекенова М. А., Еселханова Г. А., Кантарбаева А. Д. Особенности обрабатывающей промышленности в Республике Казахстан	96
Булатбаева Ю. Ф., Булатбаев Ф. Н., Искаков У. К., Швец Д. И. Расчет характеристик электроприводов углелепитателей котлоагрегата № 3 Топарской ГРЭС	102
Булатов Н. К., Балабаев О. Т., Саржанов Д. К., Сулейменов Т. Б., Алишев К. А. Совершенствование биогазовой установки путем размещения шнека биореактора под углом подъема биомассы	116

Елубай М. А., Кожахметова М. М., Төлегенов Д. Т. Перспектива использования ЭТБЭ	124
Әділқанова М. Ә., Абдулина С. А., Кокаева Г. А., Ықсан Ж. М. Определение влияния основных факторов на степень отгонки селена из селенсодержащих промпродуктов	131
Жапаргазинова К. Х., Карамурзина А. А. Физико-химические методы определения химического состава ферросилиция	143
Жумагулов К. К., Цыба Ю. А., Мустафина Р. М., Сарсиев Е. Ж. Оптимизация энергозатрат при волочении проволоки на станах с противонапряжением	152
Ивель В. П., Герасимова Ю. В., Молдахметов С. С., Петров П. А. Технология разработки системы беспроводной передачи ЭКГ-сигналов	161
Испулов Н. А., Жумабеков А. Ж., Кадиоров К. К., Камашев С. А. Использование микроконтроллера Arduino для регистрации газовых паров в воздухе	168
Исупова Н. А., Серикбай Д. К. Способ защиты асинхронных двигателей электрических станций	174
Канаев А. Т., Богомолов А. В., Дычко И. Н., Вайнорюте В. В. Количественная оценка эффективности механизмов упрочнения сталей с различным структурным состоянием	181
Карабалина Ф. М. Определение реальных тепловых потерь в окружающую среду котла БКЗ-420-140	192
Карамбаев Д. Ж., Кишубаева Т. А. Управление энергией воздушного потока в работе ветродвигателя	199
Карбаев Н. К., Абишев К. К., Шонтаев Д. С., Оразалиев Б. Т., Сагатбекова А. Б. К вопросу о влиянии волнистости дороги на колебания самоходного бетоносмесителя	209
Келаманов Б. С., Жумагалиев Е. У., Самуратов Е. К., Акуев А. М., Абілберкіова А. А. Термодинамически-диаграммный анализ системы Ni-Fe-Cr-C	216
Кислов А. П., Бойко Г. Ф., Птицын Д. В. Зарубежный и отечественный опыт повышения эффективности работы крупных тепловых электростанций	226
Копишев Э. Е., Сулейменов И. Э., Матрасулова Д., Шалтыкова Д. Б., Ниязова Г. Б., Копишев И. Е. Новый подход к созданию искусственного интеллекта: моделирование творчества	236
Кошекос К. Т., Савостина Г. В., Ларгина И. А. Применение вейвлетного анализа для подавления высокочастотных помех в электрокардиосигнале	247

Кошекoвa Б. В., Кликушин Ю. Н., Савостин А. А. Компьютерные приборы идентификационных измерений сейсмограмм ..	257
Кошумбаев М. Б., Тiлебалды С. Б. Разработка новой конструкции прямоточной гидротурбины с повышенной пропускной способностью отводящего участка	267
Марковский В. П., Шалкенов Б. К., Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Рахманов К., Волгин М. Е. Нормирование электрических параметров предприятий и их подразделений	272
Матаев А. Г., Березуинов А. Н. Анализ современных технологий водоподготовки в условиях города Аксу Павлодарской области	281
Мухамедина М. Е., Булатбаева Ю. Ф., Булатбаев Ф. Н. Диагностирование – как метод повышения надежности электротехнического оборудования в электроэнергетических системах	294
Нукенов К. К. Комбинированная система солнечной энергии и тепловых насосов как способ снизить затраты на электроэнергию	302
Приходько Е. В., Дуйсенкенова А. Т. Определение надёжности работы энергетического оборудования	312
Приходько Е. В., Конкин Я. И. Анализ эффективности работы градирен	319
Серижтай М. К. Повышение экономичности энергоустановок путем оптимизации схем комплексного теплоснабжения за счет использования вторичных энергоресурсов	325
Сулейменов И. Э., Габриелян О. А., Пак И. Т., Мун Г. А., Копишев Э. Е., Игликов И. В. Принципы реализации технологий противодействия современным средствам манипуляции массовым сознанием	332
Танабаева А. Е., Есбенбетова Ж. X., Серимбетов Б. А. Применение информационных технологий в управлении профессиональными рисками предприятий Республики Казахстан	347
Танжариков П. А., Амангелдиева Г. Б., Сейлбекова Ж. С., Султан К. Определение скорости коррозии при использовании жидкостных нефтяных эмульсионных трубопроводов	353
Тютеебаева Г. М., Абишев С. Т. Совершенствование системы энергообеспечения г. Кокшетау	359
Тютеебаева Г. М., Айдильдинов А. К. Применение бездеаэрационных систем на тепловых электрических станциях	370
Тютеебаева Г. М., Алдиярова А. Н. Техническое перевооружение Алматинской ТЭЦ -1 с использованием газотурбинных установок и котлов утилизаторов	379

ГРНТИ 44.31.35

Е. В. Приходько¹, Я. И. Конкин²

¹к.т.н, профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан;

²магистрант, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан

e-mail: ¹john1380@mail.ru

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГРАДИРЕН

В настоящей статье производится анализ конструкции промышленных градирен и методы определения режимных и конструктивных характеристик. Представлены восемь вариантов реконструкции, построенные на основе: хозрасчетной экономии, срока окупаемости, дополнительной выработки электроэнергии, расчета технико-экономического сравнения, дополнительного отпуск электроэнергии. Рассмотрены варианты реконструкции имеющейся градирни с установкой оборудования для обдува и без. Показано, что эффективность работы градирен всецело зависит от качества насадочного устройства, создающего развитую поверхность контакта фаз и благоприятные условия проведения процесса (интенсивность теплопередачи), при минимальных аэро- и гидродинамическом сопротивлении и достаточной удерживающей способности по жидкости. Реконструкция градирни приведёт к повышению экологичности турбоагрегатов и увеличению мощности в летний период за счет расширения оборотной системы водоснабжения ТЭЦ-3.

Ключевые слова: градирня, эффективность работы, ороситель, водоём-охладитель

ВВЕДЕНИЕ

Изменение режимов работы предприятий и увеличение стоимости свежей воды требует принятия безотлагательных мер по повышению рентабельности производства, уменьшению непроизводительных расходов и снижению себестоимости продукции. Создание рациональных схем водопользования и уменьшение потребления свежей воды, отбираемой из систем водопровода или естественных водоемов, могут стать существенным фактором в улучшении экономических показателей предприятия. Основой рациональных схем водопользования являются водооборотные

охлаждающие системы, где в качестве охлаждающего оборудования используются градирни.

Градирни применяют в системах оборотного водоснабжения, где необходимо глубокое устойчивое охлаждение воды при высоких удельных гидравлических и тепловых нагрузках. Их подразделяют на открытые, башенные и вентиляторные. Поверхность воды, требуемая для ее охлаждения путем контакта с воздухом, создается в градирнях в результате разбрызгивания воды соплами или с помощью оросительных устройств, которые могут быть капельными, пленочными и комбинированными.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Отходящая с градирни вода может быть вновь использована для охлаждения технологических потоков. Включение больших количеств воды, используемой для охлаждения, в водооборотные циклы, позволяет значительно снизить потребности в свежей воде, которая в данном случае используется лишь для подпитки соответствующего водооборотного цикла.

Кроме этого использование градирен в сочетании с фильтрами позволяет обеспечить использование воды в замкнутом технологическом цикле, что существенно улучшает экологическую обстановку в регионе, где расположено предприятие.

Большинство из существующих градирен, задействованных в системах водоснабжения по оборотному типу, установлены более 30–50 лет назад. Это морально и физически устаревшие конструкции. Раньше при проектировании старались экономить на материалах, не придавая особой важности процессу охлаждения производственного оборудования.

Современные конструкции отличаются высокой производительностью и эффективностью, они проектируются с учетом новых требований к эксплуатации оборудования, возводятся с применением оптимизированных материалов.

Эффективность работы градирен всецело зависит от качества насадочного устройства (оросителя), создающего развитую поверхность контакта фаз и благоприятные условия проведения процесса (интенсивность теплообмена), при минимальных аэро – и гидродинамическом сопротивлении и достаточной удерживающей способности по жидкости.

Ороситель – основной конструктивный элемент пленочной или капельно-пленочной градирни, предназначенный для того, чтобы раздробить стекающий по нему поток воды и обеспечить ему длительное время и максимальную площадь контакта с охлаждающим воздухом. Конструкция оросителя должна обеспечивать получение достаточной для обеспечения требуемой охлаждающей способности площади поверхности охлаждения при оптимальном аэродинамическом сопротивлении.

При выборе каждого типа оросителя в конкретном случае должно производиться сопоставление охлаждающей способности и стоимости градирни. Значение потерь напора при движении воздуха в оросителе также является неотъемлемым показателем его работы, так как оно характеризует эксплуатационные затраты на градирню. Так же необходимо учитывать другие показатели оросителя: легкость монтажа, прочность, долговечность, доступность для ремонта и обслуживания.

В работе рассмотрены конструкции промышленных градирен и методы определения режимных и конструктивных характеристик. Представлены восемь вариантов реконструкции, построенные на основе: хозрасчетной экономии, срока окупаемости, дополнительной выработки электроэнергии, расчета технико-экономического сравнения, дополнительного отпуск электроэнергии.

Действующий вариант – ТЭЦ работает с двумя действующими градирнями $F_{гр} = 1600 \text{ м}^2$ №1, 2; на градирне №1 установлен деревянный ороситель, на градирне №2: 3-х ярусный пластмассовый ороситель из гофротруб «Полимерхолодтехника» Ø44 мм, воздухоходные окна на обеих градирнях затенены подающими кольцевым водоводом и вертикальными стояками.

Варианты реконструкции:

Вариант 1. Реконструкция системы оборотного водоснабжения с установкой новой градирни №3 $F_{гр} = 1600 \text{ м}^2$ с 3-х ярусным комбинированным оросителем высотой 1,85 м (верхний ярус – сетчатый из горизонтальных труб, средний – из листов ПВХ ОДГ 6040, нижний – из гофротруб «Полимерхолодтехника») и типовой системой водораспределения (с центральным стояком и радиальным расположением магистральных трубопроводов).

Вариант 2. Реконструкция системы оборотного водоснабжения с установкой новой градирни из 4-х секций $F_{гр} = 1024 \text{ м}^2$ (по 16x16 м), с 2-х ярусным оросителем из ПВХ типа ОДГ4530 высотой 1,4 м. На градирне с целью экономии собственных нужд устанавливается двухскоростной электродвигатель.

Вариант 3. Со строительством нового водоема – охладителя со струенаправляющей дамбой общей площадью 0,55 км².

Вариант 4. С реконструкцией обеих градирен №1,2 (с заменой на градирне №1 деревянного оросителя и системы водораспределения на типовую) без ввода в эксплуатацию нового гидроохладителя.

Вариант 5. Реконструкция системы оборотного водоснабжения с установкой новой градирни №3 $F_{гр} = 1600 \text{ м}^2$ и реконструкцией только градирни №1 (с заменой деревянного оросителя на пластмассовый из гофротруб, аналогичный градирне №2).

Вариант 6. Реконструкция системы оборотного водоснабжения с установкой новой градирни № 3 $F_{гр} = 1600 \text{ м}^2$ и реконструкцией обеих градирен № 1,2 (с заменой на градирне № 1 деревянного оросителя, на обеих градирнях № 1,2 заменяется системы водораспределения на типовую).

Вариант 7. Реконструкция системы оборотного водоснабжения с установкой новой вентиляторной градирни № 3 $F_{гр} = 1024 \text{ м}^2$ с 2-х ярусным оросителем из ПВХ типа ОДГ45\30 и реконструкцией обеих градирен №1,2. На вентиляторной градирне устанавливается двухскоростной электродвигатель.

Эффективность работы градирен всецело зависит от качества насадочного устройства (оросителя), создающего развитую поверхность контакта фаз и благоприятные условия проведения процесса (интенсивность теплообмена), при минимальных аэро- и гидродинамическом сопротивлении и достаточной удерживающей способности по жидкости.

Ороситель – основной конструктивный элемент плёночной или капельно-плёночной градирни, предназначенный для того, чтобы раздробить стекающий по нему поток воды и обеспечить ему длительное время и максимальную площадь контакта с охлаждающим воздухом. Конструкция оросителя должна обеспечивать получение достаточной для обеспечения требуемой охлаждающей способности площади поверхности охлаждения при оптимальном аэродинамическом сопротивлении.

При выборе каждого типа оросителя в конкретном случае должно производиться сопоставление охлаждающей способности и стоимости градирни. Значение потерь напора при движении воздуха в оросителе также является неотъемлемым показателем его работы, так как оно характеризует эксплуатационные затраты на градирню. Так же необходимо учитывать другие показатели оросителя: легкость монтажа, прочность, долговечность, доступность для ремонта и обслуживания.

В данной работе рассмотрен способ повышения экономичности турбоагрегатов и увеличение мощности в летний период за счет расширения оборотной системы водоснабжения ТЭЦ-3 путем реконструкции с установкой новой градирни и ввода в эксплуатацию.

Причиной разработки данной темы явилось недостаточное обеспечение электрической мощности ТЭЦ-3 циркуляционной системой водоснабжения в летний период, в условиях максимальных конденсационных нагрузок.

Павлодарская ТЭЦ-3 проектировалась на установленную электрическую мощность 500 МВт. Предназначена для снабжения электрической и тепловой энергией в паре и горячей воде близлежащих предприятий северной промзоны города Павлодара.

Предполагалось, что станция будет работать большую часть времени в тепловом режиме и при утверждении проекта до мощности 500 МВт четвертая градирня была исключена из проекта.

В настоящее время тепловые нагрузки значительно снижены и установленная мощность ТЭЦ-3 составляет 440 МВт из-за вывода из эксплуатации и демонтажа турбоагрегата № 1 в связи с его неремонтопригодностью.

ВЫВОДЫ

Таким образом, рассмотрены варианты реконструкции имеющейся градирни с установкой оборудования для обдува и без. Показано, что эффективность работы градирен всецело зависит от качества насадочного устройства, создающего развитую поверхность контакта фаз и благоприятные условия проведения процесса (интенсивность теплопередачи), при минимальных аэро- и гидродинамическом сопротивлении и достаточной удерживающей способности по жидкости. Реконструкция градирни приведет к повышению экономичности турбоагрегатов и увеличению мощности в летний период за счет расширения оборотной системы водоснабжения ТЭЦ-3.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Пономаренко, В. С., Арефьев, Ю. И. Градирни промышленных и энергетических предприятий. – М. : Энергоатомиздат, 1998. – 188 с.

2 Гончаров, В. В. Брызгальные водоохладители ТЭЦ и АЭС. – М. : Энергоатомиздат, 1998. – 140 с.

3 Калатузов, В. А. Повышение эффективности эксплуатации и модернизация циркуляционных систем электростанций и градирен // Энергетик, 2003, № 4, – С. 10–15.

Материал поступил в редакцию 19.12.18.

Е. В. Приходько¹, Я. И. Ковкин¹

Градирнялардың жұмысының тиімділігін талдау

¹С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,
Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы.

Материал 19.12.18 баспаға түсті.

E. V. Prihod'ko¹, Ya. I. Konkin²

Analysis of the cooling tower efficiency

^{1,2}S. Toraighyrov Pavlodar State University,
Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan.

Material received on 19.12.18.

Осы бапта талдау жүргізіледі конструкциялары өнеркәсіптік градирен және анықтау әдістері режимдік және конструктивтік сыпаттамалары. Ұсынылған сегіз нұсқаларын қайта құру негізінде салынған: шаруашылық есеп үнемдеу, өзін-өзі ақтау мерзімі, қосымша электр энергиясын өндіру, есептеу техникалық-экономикалық салыстыру, қосымша электр энергиясын босату. Нұсқалары қарастырылды қайта құру, қолда бар градирясын орнату үшін жабдықтарды үрлеу. Көрсетілгендей, бұл жұмыстың тиімділігі градирялардың саласына тәуелді насадочного құрылғылары құратын дамыған беті контактін фазалардың және қолайлы жағдайлар жасайды, процеске (жылу массасын беру қарқындылығы), ең аз аэро – және гидродинамическом кедергісі және жеткілікті ұстау қабілеттілігі бойынша сұйықтық. Қайта жаңарту градирясын арттыруға әкеледі үнемділік турбоагрегаттар мен қуатын жазғы кезеңде кеңейту есебінен айналымдық сумен жабдықтау жүйесінің ЖЭО-3.

This article provides an analysis of the structures of industrial and structural characteristics. Eight reconstruction options are presented, built on the basis of: self-financing savings, payback period, additional electricity generation, calculation of technical and economic comparison, additional electricity supply. Considered options for the reconstruction of the existing cooling tower with the installation of equipment for blowing and without. It is shown that the efficiency depends on the quality of the nozzle, creating developed phase conditions and favorable process conditions (heat and mass transfer intensity), with minimal aerodynamic and hydrodynamic resistances and sufficient liquid holding capacity. The reconstruction of the cooling tower leads to an increase in the efficiency of turbine units and an increase in power during the summer period due to the expansion of the circulating water system of CHPP-3.