

four components, each of which describes a certain stage in the formation of the discharge curve. The change of the shape of the discharge curve is determined by polarizing element that is responsible for the slope of the linear part, and by the relaxation component that is responsible for the non-linear nature of the initial position of the charge curve. The falling of maximum value of accumulated charge with the increase of current density is connected with a decrease of the depth of penetration of the electrochemical process inside the cathodic material. Presence of relaxation component in the structural model indicates the existence of an electrochemical reaction, which runs simultaneously with the main charge generating reaction during the discharge of the cell. This electrochemical reaction is responsible for the appearance of the initial non-linear position of the discharge curve

Keywords: structural modeling, galvanostatic discharge, intercalation

Розглянуто **призначення** **натурних** **досліджень** **водоймищ-охолоджувачів** **ТЕС** **та АЕС.** **Проведено** **аналіз** **натурних** **гідротермічних** **досліджень** **водоймищ-охолоджувачів** **і** **гідротермічних споруд** **ТЕС і АЕС,** **що експлуатуються.** **Представлено** **аналіз роботи** **водоймища-охолоджувача** **Вуглегірської ТЕС**

Ключові слова: **ТЕС, АЕС, натурне дослідження, водоймище-охолоджувач**

Рассмотрено **назначение** **натурных исследований** **водоемов-охлаждающих** **ТЭС и АЭС.** **Проведен анализ** **натурных гидротермических исследований** **водоемов-охлаждающих и гидротермических сооружений** **эксплуатируемых ТЭС и АЭС.** **Представлен анализ** **работы водоема-охлаждающего** **Углегорской ТЭС**

Ключевые слова: **ТЭС, АЭС, натурное исследование, водоем-охлаждающий**

УДК 627.81:621.175.3

НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДОЕМОВ-ОХЛАДИТЕЛЕЙ

Л. Н. Антонова

Главный специалист, кандидат технических наук
Тепломеханический отдел

Харьковский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «Энергопроект»

ул. Московский проспект, 10/12, г. Харьков, Украина, 61003

Контактный тел.: (067) 5451006

Г. И. Канюк

Профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой,
декан энергетического факультета*

Контактный тел.: (057) 733791482

Д. В. Михайский

Старший преподаватель*

Контактный тел.: (057) 7337865

Л. Н. Омельченко

Доцент*

Контактный тел.: (057) 733 78 65

А. Р. Фокина

Ассистент*

Контактный тел.: (099) 2173074

E-mail: anna.rostyslavna@gmail.com

*Кафедра теплоэнергетики и энергосбережения

Украинская инженерно-педагогическая академия

ул. Университетская, 16, г. Харьков, Украина, 61003

1. Исходные положения

Назначение натурных исследований водоемов-охлаждающих.

Техническое водоснабжение тепловых электростанций осуществляется и проектируется по прямоточной и оборотной схемам с использованием естественных или наливных водоемов-охлаждающих, градирен и брызгальных устройств. Для атомных электростанций, как правило, техническое водоснабжение по оборотной схеме с наливными водоемами-охлаждающими и, соответственно, с применением градирен и брызгальных устройств. Использование наливных водоемов-охлаждающих для производственного водоснабжения предприятий и объектов, не имеющих отношения к АЭС, запрещается [1].

Практика показала, что водоемы-охлаждающие являются наиболее эффективными охлаждающими воды, так как обладают техническими и экономическими преимуществами по сравнению с другими охлаждающими. Однако, гидравлические и гидротермические процессы, происходящие в водоемах-охлаждающих, относятся к весьма сложным вопросам гидромеханики и теории тепло - и массообмена.

Как уже отмечалось, гидротермический режим водоема-охлаждающего, а соответственно и степень охлаждения потока, зависят от целого ряда факторов, тесно взаимосвязанных между собой. Так, например, рост мощности электростанции сопровождается повышением расхода или температуры циркуляционной воды, в результате чего увеличиваются теплопотери, обу-

словленные конвекцией и испарением, но меняется и картина течений как следствие ветрового воздействия. Кроме того, к изменению гидротермического режима водоема-охладителя и ухудшению его охлаждающей способности приводят конструктивные нарушения гидротехнических сооружений при эксплуатации, если они не ликвидируются своевременно.

На основании большого числа обследований эксплуатируемых электростанций установлено, что основными источниками снижения экономической эффективности эксплуатации станции являются отнюдь не те прямые затраты, которые необходимы для ликвидации разрушений или повреждений гидротехнических сооружений, а явления, вызванные этими повреждениями. К разряду таких повреждений относятся те, которые снижают охлаждающую способность водоема-охладителя, приводя при этом к повышению температуры воды на входе в конденсаторы турбин, что в конечном итоге ухудшает вакуум и тем самым снижает экономический эффект эксплуатации электростанции.

Трудно однозначно определить влияние каждого параметра на гидротермический режим, а строгое теоретическое рассмотрение столь сложных процессов пока не представляется возможным. Применяемые в настоящее время расчетные методы оценки охлаждающей способности водоемов-охладителей не охватывают всего многообразия этих факторов и базируются на целом ряде предположений и допущений.

Традиционная методика исследования гидротермического режима водоемов-охладителей на крупномасштабных физических моделях для использования в условиях энергокомплексов также не позволяет получить всей картины процессов, происходящих в водоеме ввиду невозможности учета всех воздействующих факторов и нестационарности процессов. Наиболее полный метод, охватывающий все стороны влияния работы системы технического водоснабжения в конкретных условиях на эффективность работы электростанции, связан с постановкой комплексных натуральных исследований, раздельно оценивающих влияние всех показателей эксплуатации станции. Анализ и сопоставление результатов натуральных, модельных исследований и расчетных методов позволяют выявить целесообразность и правомерность применения того или иного метода, так как наилучшей проверкой правильности принятых решений является исследование работы сооружений в натуральных условиях, то есть в процессе их эксплуатации.

Натурные исследования водоемов-охладителей позволяют решать следующие задачи:

- получить гидротермическую характеристику водоема-охладителя;
- разработать мероприятия по улучшению использования водоема-охладителя с целью повышения экономичности и надежности эксплуатации ТЭС и АЭС и, следовательно, увеличения их мощности;
- совершенствование гидротермических расчетов водоемов-охладителей, а также сооружений, располагаемых на них.

Натурные гидротермические исследования необходимо проводить постоянно на всех водоемах-охладителях тепловых и атомных электростанций до начала их эксплуатации и в процессе эксплуатации.

Все натурные исследования можно классифицировать как постоянные наблюдения и специальные исследования.

Постоянные наблюдения выполняются в процессе эксплуатации водоема-охладителя с целью контроля за его работой и за состоянием гидротехнических сооружений. К постоянным наблюдениям относятся наблюдения за горизонтами воды (у насосных станций, в подводящем и отводящем каналах), а также за температурами воды на водовыпускном и водозаборном сооружениях и на других характерных участках электростанции; сбор материалов и наблюдения за гидрометеорологическими режимами района ТЭС и АЭС. Постановка этих наблюдений обуславливается особенностями эксплуатации водоема-охладителя.

Наблюдения за тепловым режимом водоема-охладителя сводятся к определению баланса тепла водоема, то есть к определению количества тепла, поступающего в водоем и отдаваемого водоемом в окружающую среду. Продолжительность периода наблюдений следует устанавливать с учетом объема водоема, интенсивности водообмена, устойчивости тепловых нагрузок, гидрометеорологической обстановки района объекта. На протяжении установленного периода наблюдений выполняется съем следующих данных:

- если водоем-охладитель проточный – количество и температуру воды, поступающую в водоем из водного источника и сбрасываемую из него;
- мощность станции, величину циркуляционного расхода воды, ее температуры: на водовыпуске, на водозаборе, у насосных станций, на входе и выходе конденсаторов турбин;
- баланс тепла, поступающего за счет солнечной радиации.

Для оценки эффективности охлаждения водоема-охладителя выполняются натурные гидротермические исследования, состоящие из измерений температур воды как в поверхностном слое, так и по глубине по намеченным створам. На основании измеренных температурных полей составляется план водоема-охладителя в изотермах и эпюры распределения температурного поля по глубине.

Гидравлические исследования водоема-охладителя заключаются в измерении скоростей и направлений течений потоков, которые необходимо выполнять в сжатые сроки при одинаковых условиях ветрового режима, оказывающего значительное влияние на картину течения воды при ее малых скоростях.

Если принять, что метеорологические условия однородные для всей акватории водоема-охладителя, прочие факторы постоянные, то изменение теплоприхода и теплопотерь определяет лишь изменение общего тепло содержания водоема-охладителя. Перераспределение же тепла по акватории водоема и внутри водных масс, в этом случае, будет обуславливаться только скоростью ветра и его направлениями. Анализ ветрового режима позволяет выделить благоприятные (сгонные) и неблагоприятные (нагонные) воздействия направлений ветра для исследуемых участков водоема - охладителя.

2. Анализ и результаты исследований

Анализ натуральных гидротермических исследований водоемов-охладителей и гидротехнических сооружений эксплуатируемых ТЭС и АЭС.

Натурные исследования, выполненные на водоемах-охладителях эксплуатируемых электростанций,

работа которых основана на использовании явления температурной стратификации, показали высокую эффективность охлаждения водоемов, гидротермический режим которых формируется компоновкой водовыпускных и водозаборных сооружений и с учетом их конструктивных параметров [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

Изучение материалов термических съемок эксплуатируемых водоемов-охладителей показало, что случаев гомотермии в летний период почти не бывает. Даже на водоемах-охладителях, где глубина воды составляет всего 2,5 ÷ 3,0 м, наблюдается температурная стратификация по глубине (Барабинская ТЭС, Луганская ТЭС). При скорости ветра 5 м/с на водоеме-охладителе Луганской ТЭС разность поверхностной и донной температур составила 3°C. Данные термических съемок водоемов-охладителей Новомосковской ТЭС, Южно-Уральской ТЭС и Мироновской ТЭС показали следующее: на Новомосковской ТЭС с глубинами 11 ÷ 14 м температура воды на поверхности составила 27 ÷ 28°C, а на глубине 6 м – 14,8 ÷ 20,8°C; на Южно-Уральской ТЭС наблюдалась разница температур на поверхности и на глубине 5 и 8 м – 2,5 ÷ 4°C; на Мироновской ТЭС температура воды на глубине 2 ÷ 8 м была ниже поверхностной температуры воды на 3 ÷ 6°C. Натурные гидротермические исследования на Старобешевской ТЭС, проведенные в 1965-1966 годах, показали наиболее эффективную работу водовыпускного сооружения, где выпуск воды осуществляется в верхние слои водоема с небольшими скоростями (верхний сброс). В данном случае были зафиксированы противоположно направленные движения верхнего и нижнего слоев воды, а также температурный скачок между слоями. Наибольшая разность температур воды по глубине достигала 7 ÷ 9°C у верхнего водовыпуска при глубинах 3 ÷ 4 м. У нижнего трубчатого водовыпуска, при глубинах 10 ÷ 15 м, разность температур по глубине составила 2 ÷ 3°C. Не соответствие падения температур воды глубинам, в данном случае, объясняется различными конструкциями водовыпускных сооружений.

В результате обработки большого числа экспериментальных данных натурных исследований, проведенных на водоемах-охладителях эксплуатируемых электростанциях: Угледорской ТЭС, Экибастузской ТЭС-1, Южно-Украинской АЭС, характерные параметры которых приведены в таблице 1, выполнен анализ эффективности работы водовыпускных и водозаборных сооружений при эксплуатационных режимах [13].

Таблица 1

Характерные параметры водоемов - охладителей эксплуатируемых ТЭС и АЭС

Наименование объектов	Морфометрические характеристики водоема				Коэффициент организации движения потока, β
	Площадь, м ²	Глубина, м	Длина, м	Ширина, м	
Угледорская ТЭС	14,34	10,5	7,0-	2,2	0,22
Экибастузская ТЭС-1	19,50	4,6	5,9	3,0	0,12
Южно-Украинская АЭС	8,5	10,0	9,0	0,96	0,32

Анализ работы водоема-охладителя Угледорской ТЭС.

Натурные исследования гидротермического режима водоема-охладителя Угледорской ТЭС проводились в 1974 ÷ 1978 годах ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева совместно с Харьковским отделением института “Теплоэлектропроект” [3, 14].

Средняя поверхностная температура воды в водоеме-охладителе определялась по планам термических съемок, особенности полей изотерм которых выражены коэффициентом организации движения потока (β) в водоеме.

$$\beta = \frac{(\bar{t}_B - t_2)}{\Delta t}, \tag{1}$$

где \bar{t}_B - осредненная температура воды верхнего слоя водоема, °C; t_2 - температура охлажденной воды, °C; Δt - температурный перепад воды на конденсаторах турбин.

Гидротермический режим ближней зоны и водоема-охладителя в целом оценивался коэффициентом разбавления (η), коэффициентом относительного снижения температуры ($K_{ст}$) и коэффициентом организации движения потока по акватории водоема (β) с использованием среднесуточных натурных данных.

Условия работы водовыпускных и водозаборных сооружений.

Конструкции водовыпускных сооружений от блоков №1 ÷ 4 (I очередь) и от блоков №5 ÷ 7 (II очередь) различные: сброс теплой воды от блоков №1 ÷ 4 в водоем предусмотрен через водораспределительную фильтрующую дамбу с отметкой гребня 167,50 м и шириной водосливного фронта 230 м; от блоков №5 ÷ 7 сброс теплой воды осуществляется через фильтрующую переливную дамбу с шириной водосливного фронта 160 м и отметкой гребня 167,00 м.

Коэффициент разбавления для I очереди (фильтрующая дамба) определялся по зависимости:

$$\eta = 1,4 \sqrt{1 + \frac{V_f^{2,5}}{q(\Delta\rho/\rho_2)(Q_o/2)^{0,5}}}. \tag{2}$$

Здесь V_f - скорость турбулентной фильтрации, $V_f = k_f \sqrt{J}$; k_f - коэффициент фильтрации; J - градиент фильтрационного потока, равный отношению потерь напора на длине пути фильтрации; $\Delta\rho/\rho_2$ - относительная разность плотностей воды верхнего (эпилимниона) и нижнего (гиполимниона) слоев; Q_o - циркуляционный расход, м³/с.

Коэффициент разбавления для II очереди определялся как для переливной дамбы, но с учетом фильтрации через метровый слой каменной наброски, по эмпирической зависимости М. Ватанабе, Д. Харлемана, Дж. Коннора [15] (табл. 2).

$$\eta = 1,4 \sqrt{1 + Fr^2 (h_o/b_o)^{0,5}}, \tag{3}$$

где Fr - плотностное число Фруда, отнесенное к сечению водовыпуска, определяемое по зависимости, приведенной в работе [16]; h_o - глубина водного потока на водовыпуске, м; b_o - половина ширины водовы-

пуска (водосливного фронта), $b_o = 0,5L$; L - ширина водосливного фронта, m .

Средняя скорость струи в сечении водовыпуска определялась как:

$$V_o = \frac{Q_o}{2h_o b_o} \quad (4)$$

Так как процесс перемешивания в ближней зоне формируется под воздействием работы блоков I и II очередей станции, а конструкции водовыпускных сооружений имеют некоторые различия, то определялись средневзвешенные значения коэффициентов разбавления (η) для среднесуточных данных и соответствующие им величины коэффициентов относительного снижения температур поверхностной воды [13]

$$\eta = \frac{\eta_n Q_n + \eta_{n+1} Q_{n+1}}{Q_n + Q_{n+1}}; \quad (5)$$

$$K_{st} = \left(1 - \frac{1}{\eta}\right) \left(\frac{t_1 - t_o}{\Delta t}\right), \quad (6)$$

где t_o - температура воды на уровне гребня водовыпускного сооружения, принимаемая по эпорам распределения температур по глубине.

Таблица 2

Определение толщины переливного слоя и скорости потока над гребнем водораспределительной дамбы II очереди

Циркуляционный расход от блоков №5 ÷ 7, Q_o , m^3/c	30	60	90
Расход, переливающийся через гребень дамбы, Q_{II} , m^3/c	11,62	36,20	63,00
Расход, фильтрующий через тело дамбы, Q_f , m^3/c	18,38	24,80	27,00
Толщина переливного слоя, h_o , m	0,67	0,77	0,90
Скорость потока над гребнем дамбы, V_o , m/c	0,108	0,286	0,440

Анализ температур воды в зоне перемешивания (t_{sm}) определяемых по зависимости

$$t_{sm} = t_o + \frac{t_1 - t_o}{\eta} \quad (7)$$

и из графиков падения температур воды [14] позволяет сказать, что от 60% до 90% температурного перепада на конденсаторах турбин ($\Delta t = t_1 - t_2$) теряется на начальном участке кривой, который характерен ее резким падением, что составляет 5-10% площади водоема-охладителя. Данная площадь и является ближней зоной.

Натурные данные показывают, что конструкции водовыпускных сооружений обеспечивают хорошее сопряжение потока, поступающего в водоем-охладитель, обеспечивая минимальное перемешивание в ближней зоне как при работе I очереди электро-станции, так и при совместной работе всех блоков. В результате, поверхностный слой имеет достаточно высокую температуру, что обеспечивает максимально возможную теплоотдачу с поверхности водоема. Это же подтверждают

параметры потока, определенные при работе водовыпускных сооружений различных конструкций:

- при работе I очереди (фильтрующая дамба $L = 230$ м, $q = 0,21$ m^2/c , $V_o = 0,04 \div 0,1$ m/c , $\eta = 1,404 \div 1,402$) - $\beta = 0,412$;

- при совместной работе I и II очереди (для II очереди - переливная дамба $L = 160$ м, $q = 0,56$ m^2/c , $V_o = 0,11 \div 0,44$ m/c , $\eta = 1,44 \div 1,85$) - $\beta = 0,356$.

Результаты как натурных, так и расчетных исследований показали, что при одной и той же тепловой нагрузке, при увеличении скорости ветра значения коэффициента относительного снижения температуры воды (K_{st}) увеличивались. С увеличением тепловой нагрузки и величины сбрасываемого расхода явной зависимости коэффициента K_{st} от скорости ветра не наблюдалось. Это подтверждает тот факт, что с ростом мощности электростанции в районе водовыпускных сооружений, т.е. в ближней зоне, основную роль играет начальный импульс струи теплой воды, сбрасываемой от конденсаторов турбин, который формируется под воздействием конструктивных особенностей водовыпускных сооружений.

Гидротермические исследования режима работы глубинного водозабора, выполненные в 1974 ÷ 1978 годах показывают, что в теплый период года в районе глубинного водозабора наблюдается четко выраженная плотностная стратификация с градиентом температур $3 \div 4^\circ C$. Температура воды, поступающей в глубинный водозабор, на $2 \div 3^\circ C$ ниже естественной поверхностной температуры водоема, что характеризует эффективную работу данного сооружения и подтверждает наличие объемной циркуляции воды в водоеме-охладителе.

В холодный период года средние значения разности поверхностных и забираемых ТЭС температур воды в основном составляют менее $1^\circ C$.

На повышение температуры забираемой воды водозаборным сооружением оказывает воздействие ветер западного направления. Так, например, 29 и 30.07.1975 года при наблюдаемом ветре западного направления, среднесуточное значение которого было $5,0$ m/c и $5,8$ m/c , повышение температуры забираемой воды составило около $1^\circ C$.

Ветровое воздействие на водоем-охладителе Углегорской ТЭС.

Характерной особенностью ветрового режима Углегорской ТЭС является устойчивость в летний период северных, северо-западных и западных ветров. Довольно часто в этот период наблюдаются ветры и северо-восточного направления [3]. В летний жаркий период характерны небольшие скорости ветра $W = 1,5 \div 3,4$ m/c . Основным фактором, вызывающим перемешивание в районе водозаборного сооружения являются дрейфовые течения, которые формируются под воздействием северных и северо-западных ветров и по направлению совпадающие с направлением ветра. Эти течения вызывают нагон подогретой воды в район водозаборного сооружения, что ведет к увеличению толщины верхнего теплого слоя и, соответственно, к заглублению термоклина. Кроме того, под воздействием ветров западного направления, происходит нагон волн на откос плотины, опрокидывание которых также может вызвать увеличение глубины залегания термоклина. Значительное влияние на глубину залегания термоклина оказывает величина скорости ветра: при скоростях ветра $3,0 \div 3,5$ m/c глубина залегания термоклина составляет $4 \div 5$ м; с уве-

личением скорости ветра до 7 м/с происходит понижение нижней границы термоклина (температурного скачка) до 11 ÷ 15 м. Значительное понижение температурного скачка, до 6 ÷ 15 м, можно наблюдать и при скоростях ветра 1,6 м/с. Это объясняется длительностью воздействия ветров западного направления. Такое понижение нижней границы термоклина приводит к некоторому повышению температуры воды, поступающей в водозаборное сооружение. При благоприятных направлениях ветра слой ветрового перемешивания составляет 1 ÷ 2,5 м.

Однако, увеличение скорости ветра любого направления приводит к увеличению теплоотдачи с поверхности водоема, понижению температуры поверхностного слоя, а, следовательно, через какое-то время и к понижению температуры забираемой воды. Очевидно эффект действия ветра неблагоприятного направления, приносящего теплую воду в район водозаборного сооружения, будет до некоторой степени компенсироваться влиянием повышения силы ветра (на охлаждающую способность водоема).

При ветрах северного направления вода, сбрасываемая от конденсаторов турбин всех блоков общим расходом $Q_0 = 125 \text{ м}^3/\text{с}$, поступает в концевой участок водоема. При ветрах южного направления сбросные теплые воды концентрируются в районе водосбросных сооружений, т.е. в районе ближней зоны, что представляет наиболее благоприятные условия формирования гидротермического режима водоема-охладителя.

3. Выводы

Из изложенного выше следует, что при проектировании, помимо конструктивных особенностей водовыпускных и водозаборных сооружений, необходимо обязательно учитывать воздействие ветра, с его характерными параметрами, на водоем-охладитель.

Литература

1. Правила технологического проектирования атомных станций (с реакторами ВВЭР) [Текст] / РД 210.006-90. – М.: Минатом Э и пром. СССР, 1990.
2. Шеренков И.А., Семьян А.И. Результаты натурных и модельных исследований водохранилищ-охладителей Луганской ГРЭС [Текст] // Тр. коорд. совещ. по гидротехнике. Вып. 32. «Модельные и натурные исследования водохранилищ-охладителей» / ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. – Л.: Энергия, 1967. – С.235 – 245.
3. Натурные гидротермические исследования водохранилища-охладителя Угледорской ГРЭС. Заключение по эффективности объемной схемы циркуляции воды в водохранилище-охладителе при увеличении мощности Угледорской ГРЭС и некоторые обобщающие выводы [Текст]: Отчет о НИР ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева; ГР № 77066389-50 – Л.:1978.
4. Комплексное использование водохранилища-охладителя Экибастузской ГРЭС-1 (при достижении ею проектной мощности) [Текст]: Отчет о НИР КазНИИЭ, ГР № 81073456. – Алма-Ата, 1985. – 530 с.
5. Базинская Е.Г. Результаты натурных исследований водохранилища-охладителя Старобешевской ГРЭС [Текст] // Тр. коорд. совещ. по гидротехнике. Вып.32. «Модельные и натурные исследования водохранилищ-охладителей» / ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. – Л.: Энергия, 1967. – С.174 – 193.
6. Натурные исследования распределительной дамбы на выпуске воды из «теплого отсека» в Ташлыкское водохранилище-охладитель и глубинного водозабора систем технического водоснабжения Южно-Украинской АЭС [Текст]: Отчет о НИР ХИ «Энергопроект»; ГР № 01940009658. – Х.: 1994. – 126 с.
7. Результаты исследований циркуляции воды в пруде-охладителе Змиевской ГРЭС [Текст]: Отчет о НИР. Гидропроект им. С.Я. Жука. – М.: 1958.
8. Лещенко, А.В. Результаты натурных и модельных исследований водохранилища-охладителя Криворожской ГРЭС-2 [Текст] // А.В. Лещенко, Б.Л. Лесовая, В.В. Щербаков. - Гидротермические и химикогидробиологические исследования охладителей циркуляционной воды тепловых электростанций. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – С. 121 – 127.
9. Гидротермические исследования водохранилища-охладителя Кураховской ГРЭС [Текст]: Отчет о НИР, ХИСИ. – Харьков, 1969.
10. Гидроаэротермические исследования брызгальных устройств и прогноз температуры охлажденной воды для брызгального бассейна Запорожской АЭС [Текст] / ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, ГР № 01840046850. – Л., 1985.
11. Модельные исследования пруда-охладителя совместно с брызгальными устройствами [Текст] / ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, ГР № 79081198. – Л., 1987.
12. Оценка возможности экологически безопасной работы Запорожской АЭС при работе систем технического водоснабжения в беспродувочном режиме [Текст]: Отчет о НИР, Харьковский институт «Энергопроект», ГР № 194U035041. – Х., 1995.
13. Антонова Л.Н. Водозаборно-водовыпускные сооружения совмещенного типа на водохранилищах-охладителях ТЭС и АЭС [Текст]: Дис. на соискание ученой степени канд. тех. наук. – Х.: ХГТУСИА, 1996. – 132 с.
14. Натурные гидротермические исследования водохранилища-охладителя Угледорской ГРЭС. Анализ материалов натурных исследований и прогноз гидротермического режима водохранилища-охладителя для мощности ГРЭС 3600 МВт [Текст]: Отчет о НИР ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, ГР № 76032567. – Л. – Л., 1976. – 86 с.
15. Watanabe M., Harleman D.R.F., Connor J.J. Finite element model for transient two-layer cooling pond behavior. – Department of civil Engineering, VIT, Rep. № 202, 1975/ - 285 p.
16. Harleman D.R.F., Stolzenbach K. Fluid mechanics of heat disposal from power generation. – Annual Review of Fluid Mechanics, Palo Alto, 1972, v.4. – P. 22 – 31.

Abstract

The traditional method of study of hydrothermal mode of basin-coolers on large-scale physical models for their application in power complexes does not permit to get the whole picture of the processes occurring in the basin, due to the impossibility of accounting of all effecting factors and nonstationarity of processes. The most complete method, covering all aspects of the influence of water supply system in the certain conditions on the efficiency of the power plant operation is connected with the integrated full-size studies, which evaluate the impact of all the indicators of plant operation. Analysis and comparison of the results of full-size modeling studies and calculating methods can detect the reasonability and legality of use of the method as the best test of the correctness of decisions is the study of structures work in natural conditions, i.e. in the course of their operation

Keywords: thermal power-station, nuclear power plant, full-size study, basin-cooler, hydrothermal mode, wind conditions, hydraulic facility

Наведені результати розробки методу нормування електроспоживання рудозбагачувальними фабриками на базі застосування нейронечіткої моделі процесу електроспоживання цими підрозділами. Результати промислових випробувань розробленого методу підтверджують ефективність його застосування, що дозволить системно впроваджувати заходи з енергозбереження на гірничозбагачувальних підприємствах

Ключові слова: електроспоживання, нормування, гірничозбагачувальна фабрика, адаптивна нейронна мережа

Приведены результаты разработки метода нормирования электропотребления рудообогатительными фабриками на базе применения нейронечеткой модели процесса электропотребления этими подразделениями. Результаты промышленных испытаний разработанного метода подтверждают эффективность его применения, которое позволит на системном уровне внедрить мероприятия связанные с энергосбережением на горно-обогатительных предприятиях

Ключевые слова: электропотребление, нормирование, горно-обогатительная фабрика, адаптивная нейронная сеть

УДК 621.311.001.57

МЕТОД НЕЙРОНЕЧІТКОГО НОРМУВАННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ РУДОЗБАГА- ЧУВАЛЬНИМИ ФАБРИКАМИ ГЗК

В. П. Щокін

Доктор технічних наук, професор, завідувач
кафедроюКафедра електропостачання та енергетичного
менеджментуКриворізький національний університет
вул. XXII партз'їзду, 11, м. Кривий Ріг, Україна, 50027

Контактний тел.: 067-796-07-97

E-mail: Shchokin@rambler.ru

1. Вступ

Значна частина основного обладнання гірничозбагачувальних комбінатів України відпрацювала встановлений стандартами термін їх роботи: 80% обладнання - свій проектний ресурс, 52% – перевищило граничний. Це призвело до підвищеної питомої енергоємності виробництва, яка складає 18% від загальної собівартості, разом з тим якість продукції вітчизняних гірничозбагачувальних комбінатів у середньому на 1-3% менша ніж у зарубіжних конкурентів.

У сучасному виробництві заміна близько 50% обладнання на нове в короткі терміни неможлива, разом з тим заміна в широких масштабах обладнання гірничозбагачувальних підприємств не завжди є економічно та практично доцільною. Відповідно до вищевикладеного, найважливіша проблема сучасного

гірничо-видобувного та збагачувального виробництва на найближчі 15-20 років полягає в подовженні надійної та ефективної експлуатації основного технологічного обладнання понад терміни, визначені стандартами та іншими нормативними документами. Відповідно роботи пов'язані з науковим обґрунтування норм електроспоживання основним технологічним обладнанням виробничого комплексу з метою реалізації відповідних системних заходів спрямованих на енергозбереження є стратегічними і актуальними для гірничо-металургійної галузі України.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

У статті наведено результати другого етапу науково-дослідної роботи, яка фінансується ВАТ «ПівдГЗК»