МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ НОРМ И НОРМАТИВОВ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

МТ 34-00-030-87

СОЮЗТЕХЭНЕРГО
Москва 1987

gost.e-ecolog.ru

РОССИЙСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ «ЕЭС РОССИИ»
ДЕПАРТАМЕНТ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ
И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ

ИЗМЕНЕНИЕ №2
"МЕТОДИКИ РАЗРАБОТКИ НОРМ И НОРМАТИВОВ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ: МТ 34-00-030-87" (М.: СПО СОЮЗТЕХЭНЕРГО, 1987)

Утверждено Департаментом стратегии развития и научно-технической политики 03.02.98

Первый заместитель начальника *А.П. БЕРСЕНЕВ*

Срок действия "Методики разработки норм и нормативов водопотребления и водоотведения на предприятиях теплоэнергетики: МТ 34-00-030-87" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1987) до 01.01.2002 г.

Зак №98008(05) Тир 500 экз Р СПО ОРГРЭС

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ НОРМ И НОРМАТИВОВ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

МТ 34-00-030-87

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ПО "СОЮЗТЕХЭНЕРГО"
Москва 1987

С О С Т А В Л Е Н О Уральским филиалом Всесоюзного дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехнического научно-исследовательского института им.Ф.Э.Дзержинского (УралВТИ)

И С П О Л Н И Т Е Л И В.А.КОПЕЙН, Т.Г.САЛИЙ, Ю.Ф.БОДНАРЬ, Л.П.ЛОГИНОВА

С О Г Л А С О В А Н О с Украинским филиалом НИИПИН при Госплане СССР 24.12.86 г.

Директор Б.В.ЩЕГЛЯЦКИЙ

У Т В Е Р Ж Д Е Н О Министерством энергетики и электрификации СССР 04.01.87 г.

Заместитель министра А.Н.МАКУХИН

© СПО Союзтехэнерго, 1987

Литературный редактор Ф.С.Кузьминская
Технический редактор Н.Д.Архипова
Корректоры: К.И.Миронова, Л.Ф.Пегрухина

Подписано к печати 09.03.87 Формат 60х84 1/16
Печать офсетная Усл.печ.л.7,91 Уч.-изд.л.7,6 Тираж 7600 экз.
Заказ № 84/87 Индекс № 87619 Цена 1 руб.14 коп.

Производственная служба передового опыта эксплуатации энергопредприятий Союзтехэнерго
105023, Москва, Семеновский пер., д.15

Участок оперативной полиграфии СПО Союзтехэнерго
109432, Москва, 2-й Кожуховский проезд, д.29, строение 6

УДК 629.I75:62I.3II.22

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ НОРМ И НОРМАТИВОВ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

МТ 34-00-030-87
Взамен "Отраслевой методики по разработке норм и нормативов водопотребления и водоотведения на предприятиях теплоэнергетики"

Срок действия установлен
с 01.01.87 г.
до 01.01.92 г.

Настоящая Методика содержит основные положения по расчету индивидуальных и укрупненных (групповых) балансовых норм и нормативов водопотребления и водоотведения на единицу продукции, отпускаемой предприятиями теплоэнергетики.

Методика разработана на основе "Отраслевой методики по разработке норм и нормативов водопотребления и водоотведения на предприятиях теплоэнергетики" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1982), с учетом накопленного опыта работы по нормированию водопользования электростанций в II-й пятилетке и предназначена для персонала тепловых электростанций и научно-исследовательских и проектных институтов в качестве основного нормативного документа при расчете индивидуальных и укрупненных балансовых норм, при определении объемов водопотребления и водоотведения различных технологических систем электростанции.

С выпуском настоящей Методики утрачивает силу "Отраслевая методика по разработке норм и нормативов водопотребления и водоотведения на предприятиях теплоэнергетики".

I. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

При разработке на предприятиях теплоэнергетики норм и нормативов водопотребления и водоотведения, а также решении вопросов, относящихся непосредственно к совершенствованию нормирования и планирования водных ресурсов, рекомендуется пользоваться терминами и определениями, установленными следующими ГОСТ:

1. ГОСТ 17403-72. Гидрохимия. Основные понятия. Термины и определения.

2. ГОСТ 19179-73. Гидрология суши. Термины и определения.

3. ГОСТ 19185-73. Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения.

4. ГОСТ 17.1.1.01-77. Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения.

Кроме того, в приложении 1 приведены наиболее часто употребляемые термины и определения, использованные при разработке норм и нормативов водопотребления и водоотведения в теплоэнергетике.

Основные принятые сокращения

A - содержание анионов, г-экв/м^3.

$A_{зш}$ - расход золошлаковых остатков, т/ч.

B - расход топлива, т/ч.

β - удельный расход соли, г-экв/г-экв.

$C, \Delta C$ - соответственно концентрация и приращение концентрации вещества, мг/л.

c_β - удельная теплоемкость воды, кДж/(кг · град).

D - доза реагента, г-экв/г.

D_2 - пропуск отработавшего пара в конденсатор, м^3/ч.

d - концентрация осадка, %.

E - высота слоя испарения, мм.

F - площадь зеркала водохранилища км^2.

q - фильтрационный расход, л/(с · м).

q - количество осаждающихся веществ, г/м^3.

$K_{зим}$ - коэффициент сезонной неравномерности.

M - удельное количество загрязняющего воду вредного вещества, кг/(МВт · ч); кг/ГДж.

p - относительные потери воды.

$Q_н^р$ - низшая теплота сгорания топлива.

Q - объем продукции, МВт · ч; ГДж.

q - удельный расход воды, м^3/т.

R - глубина залегания водоупорного слоя, м.

t_1 - начальная температура охлаждающей воды, °С.

W - расход воды, м^3/ч.

Z - условный расход сточных вод, м^3/(МВт · ч), м^3/ГДж.

Δt - перепад температур, °С.

Δh - удельная теплота конденсации отработавшего пара, кДж/кг.

δ - удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии и тепла, г/(кВт · ч) и кг/ГДж(кг/Гкал).

ε - обменная емкость ионита, г-экв/м^3.

θ - значение сухого остатка, г/кг.

τ - продолжительность, ч.

φ - коэффициент упаривания воды в системе.

$\varphi_з$ - количество золы, т/ч.

$\varphi_{шл}$ - количество шлака, т/ч.

η - расход извести, г/м^3.

$Ж$ - жесткость, мг-экв/л.

$Н$ - норма водопотребления или водоотведения на отпуск единицы электроэнергии или тепла, м^3/(МВт · ч) или м^3/ГДж.

$Орг$ - содержание органических веществ, г/м^3.

$П$ - норматив безвозвратных потерь воды на отпуск электроэнергии или тепла, м^3/(МВт · ч) или м^3/ГДж.

$Т$ - отпуск тепла, ГДж (Гкал).

$Щ$ - щелочность, г-экв/л.

$Э$ - отпуск электроэнергии, МВт · ч.

Подстрочные и надстрочные индексы

$в$ - вспомогательное и подсобное производство.

$вн$ - внутристанционные.

$вп$ - водопотребление.

$в.к$ - водогрейный котел.

$г$ - газоохладитель.

$ди$ - дополнительное испарение.

$доб$ - добавочная.

$доп$ - допустимый.

$е.и$ - естественное испарение.

$ик$ - известково-коагулированная.

$исп$ - испарение, упаривание.

$исх$ - исходная.

$кар$ - карбонатная.

конд - конденсационный цикл.
конц - концентрация.
кУ - капельный унос.
м - маслоохладитель.
об - оборотная.
ор - орошение.
ост - остаточная.
от - отпущенная.
отх - отходы.
ох - охлаждение.
оч - очищенная.
п - содержание соответствующих компонентов после предварительной обработки воды.
пер - переданная.
под - подкисление.
потр - потребляемая.
пот - потери.
пл - последовательно или повторно используемая.
пр - продувка.
пред - предварительная обработка.
с - сухое.
св - свежая.
сл - слабоминерализованная.
ср - среднее.
ст - сточная.
тех - технологические нужды.
ф - фильтрация.
х - хозяйственно-питьевые нужды.
х.пр - химическая очистка (промывка).
j, *i* - номер.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ НОРМ И НОРМАТИВОВ

Нормирование водопотребления и водоотведения - установление плановой меры потребления воды и отвода сточных вод с учетом качества потребляемой и отводимой воды. Нормирование включает

разработку и утверждение норм на единицу планируемой продукции (работы) в установленной номенклатуре, а также контроль за их выполнением.

Норма водопотребления - максимально допустимое количество воды требуемого качества на отпуск единицы продукции установленного качества в определенных организационно-технических условиях производства.

Норма водоотведения - максимально допустимое количество отводимых сточных вод установленного качества в расчете на отпуск единицы продукции. Норма водоотведения определяется нормой водопотребления свежей воды[1], размерами безвозвратных потерь в производстве и передаваемой воды другим потребителям.

Нормативы - поэлементные составляющие нормы, характеризующие:

- размеры безвозвратных потерь воды, испарения, уноса в процессе производства на отпуск единицы продукции;
- количество воды, передаваемое после использования на электростанции другим потребителям, на отпуск единицы продукции.

В зависимости от задач планирования нормы классифицируются по следующим признакам (рис.I):

- степени прогрессивности;
- периоду действия;
- направлению использования воды;
- уровню планирования;
- качеству применяемой воды и системам водоснабжения;
- степени загрязненности сточных вод, отводимых от производства.

По уровню прогрессивности нормы и нормативы водопотребления и водоотведения делятся на балансовые и оценочные.

Балансовая норма водопотребления и водоотведения является нормой первого уровня прогрессивности и определяет максимально допустимое плановое количество потребляемой (отводимой) воды на отпуск единицы продукции установленного качества в конкретных планируемых условиях производства. Балансовые нормы предназначены для:

---

[1] Свежая вода из источника, а также вода, получаемая данным предприятием после использования другими водопотребителями.

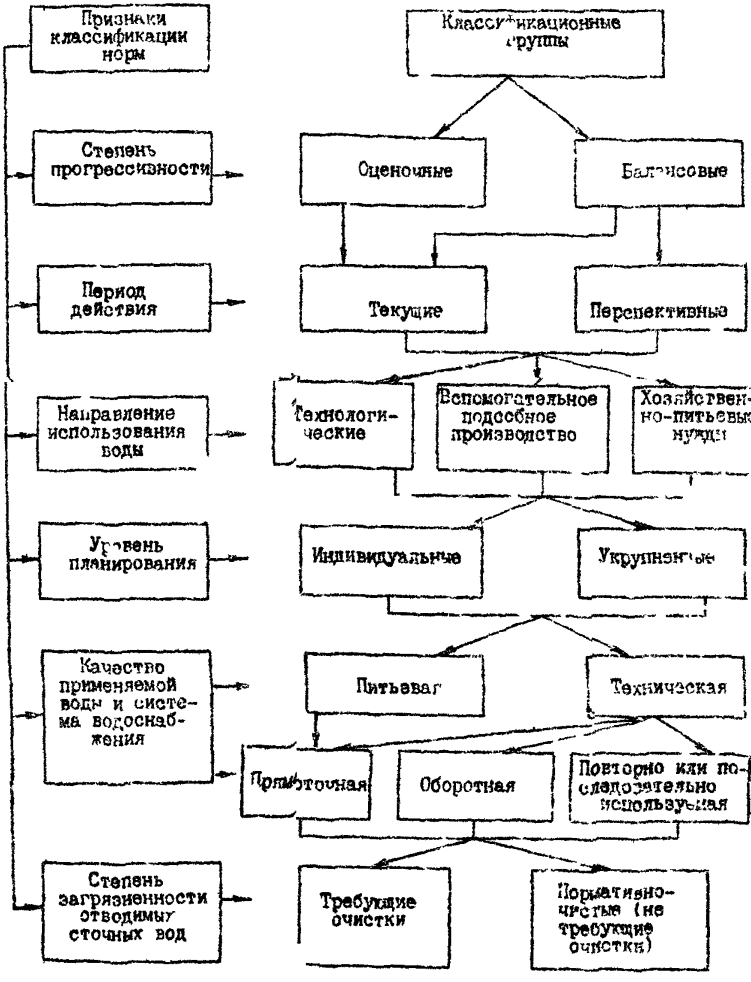

Рис.I. Классификация норм водопотребления и водоотведения на предприятиях теплоэнергетики

- определения плановой потребности в воде предприятий (объединений);

- установления лимитов отпуска воды и сброса сточных вод по предприятиям (объединениям);

- разработки водохозяйственных балансов;

- контроля за использованием воды и сбросом сточных вод на предприятии (объединении).

Оценочная норма водопотребления - расход (использование) водных ресурсов на отпуск единицы продукции определенного качества при условии внедрения в производство лучших мировых достижений по совершенствованию технологических процессов в водохозяйственных системах и основном производстве, обеспечивающих сокращение водопотребления и водоотведения при одновременном максимально возможном сокращении удельного расхода всех других ресурсов, используемых на производство этой продукции.

Оценочная норма водоотведения определяется оценочной нормой водопотребления свежей воды и размером безвозвратного водопотребления и безвозвратных потерь в производстве, рассчитанных по оценочным нормативам, с учетом качества отводимой воды.

Оценочные нормы водопотребления и водоотведения - нормы второго уровня прогрессивности. Главная задача оценочных норм - стимулировать рациональное использование производственных и природных ресурсов с учетом водообеспеченности источника водоснабжения.

Оценочные нормы предназначены для:

- разработки планирующими органами (госпланом, министерством) заданий объединениям, предприятиям по сокращению водопотребления и водоотведения;

- оценки хозяйственной деятельности министерств и ведомств (объединений, предприятий);

- разработки перспективных норм водопотребления и водоотведения.

Как правило, значения балансовой и оценочной норм могут совпадать только на новой или реконструируемой электростанции, в проект которой заложены новейшие достижения научно-технического прогресса и своевременно освоившей запроектированные технико-экономические показатели использования и охраны водных ресурсов. Затем, по мере совершенствования технологических процессов и оборудования, нормы, действующие на данном предприятии, перестают быть оценочными, оставаясь балансовыми нормами.

По периоду действия нормы подразделяются на текущие и перспективные.

Текущие - нормы, действующие в данных конкретных производственных условиях. Разрабатываются для предприятий, РЭУ, главков и отрасли в целом. Предназначены для текущего планирования при определении плановой потребности в воде, для разработки водных балансов, а также для контроля за использованием воды в отдельных звеньях промышленного производства. Текущие нормы действуют от момента их утверждения до изменений условий производства, влияющих на значение норм. С изменением условий производства текущие нормы должны быть пересмотрены.

При пересмотре текущих норм в течение календарного года определяется среднегодовая норма водопотребления (водоотведения

Перспективная норма водопотребления - максимально допустимое количество воды установленного качества на отпуск единицы продукции в перспективном периоде с учетом внедрения достижений научно-технического прогресса.

Перспективная норма водоотведения - расчетное количество сточных вод установленного качества, образующихся в процессе производства на отпуск единицы продукции в перспективном периоде, определяемое на основе перспективной нормы потребления свежей воды с учетом нормативов потерь и передаваемой воды, а также совершенствования систем водоснабжения и канализации.

Эти нормы предназначаются для прогноза водопотребления и водоотведения по предприятиям, объединениям и отрасли, используются при проектировании систем водоснабжения и канализации предприятий, объединений, при составлении схем и технико-экономического обоснования по комплексному использованию водных ресурсов для развития и размещения объектов промышленности.

Текущие нормы и нормативы определяются по двум уровням прогрессивности - балансовому и оценочному. Для перспективных норм и нормативов оценочный уровень прогрессивности не определяется.

По направлению использования воды нормы подразделяются на технологические, нормы потребления воды вспомогательным и подсобным производствами, а также для хозяйственно-питьевых нужд на отпуск единицы продукции основного производства.

Технологическая норма определяет объем воды, потребляемой на отпуск единицы продукции для целей, предусмотренных технологией основного производства.

Норма потребления воды вспомогательным и подсобным производствами определяет объем воды, расходуемой вспомогательным и подсобным производствами, на отпуск единицы основной продукции.

Норма потребления воды на хозяйственно-питьевые нужды определяет количество воды, необходимое для санитарных, бытовых и хозяйственных целей, отнесенное на единицу основной продукции.

Примечание. В норму потребления воды на хозяйственно-питьевые нужды не входит расход воды непроизводственных потребителей, находящихся на балансе предприятия (детские учреждения, учебные заведения, спортклубы, общежития, профилактории и т.д.). Указанный расход воды учитывается при расчете лимитов водопотребления.

Индивидуальные нормы водопотребления и водоотведения определяют количество потребляемой (отводимой) воды на отпуск единицы конкретной продукции по всем направлениям использования воды с учетом качества применяемой (отводимой) воды.

Индивидуальные нормы предназначены для:

- определения плановой потребности в воде по ТЭС;
- установления лимитов отпуска воды и сброса сточных вод на ТЭС, использования при проектировании систем водоснабжения и канализации предприятий;
- контроля за использованием воды и сбросом сточных вод на ТЭС.

Индивидуальные нормы рассчитываются для каждого типа турбоагрегата каждой ТЭС по всем направлениям использования воды с учетом климатического района, системы водоснабжения, сжигаемого топлива и качества исходной воды.

Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения представляют собой средневзвешенные значения индивидуальных норм в зависимости от установленного оборудования применительно к соответствующим уровням планирования (РЭУ, главк, министерство) с дифференциацией по направлениям использования воды.

Укрупненные нормы предназначены для:

планирования водопотребления и водоотведения;

составления схем комплексного использования водных ресурсов;

составления прогнозов водопотребления и водоотведения.

По качеству применяемой воды и системам водоснабжения нормы водопотребления классифицируются на нормы потребления свежей (технической, питьевой), прямоточной, оборотной, а также повторно или последовательно используемой воды.

По степени загрязненности отводимых от ТЭС сточных вод следует различать нормы водоотведения сточных вод, требующих очистки, и нормативно-чистых (не требующих очистки).

Для каждой конкретной электростанции должны быть разработаны свои нормы водопользования. Они должны быть индивидуальными для каждого турбоагрегата и укрупненными в целом по ТЭС, текущими (на текущий момент времени) и балансовыми (технологически обоснованные для конкретных существующих условий производства) одновременно.

На их основе отраслевые научно-исследовательские и проектные организации разрабатывают укрупненные, текущие, балансовые, затем укрупненные перспективные балансовые и оценочные нормы водопотребления и водоотведения.

Методы расчета оценочных и перспективных норм в данной работе не рассматриваются и будут изложены в отдельных специальных методиках.

3. ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

Нормы водопотребления и водоотведения устанавливаются в кубических метрах на единицу продукции, отпущенной электростанциями в натуральном и стоимостном выражениях.

Продукцией электростанций является электроэнергия, отпущенная с шин, и отпущенное тепло. Нормы водопотребления и водоотведения на единицу продукции электростанций в натуральном выражении измеряются соответственно в $м^3/(МВт \cdot ч)$ и $м^3/ГДж(м^3/Гкал)$.

При разработке укрупненных норм на уровне Минэнерго СССР нормы определяются на единицу продукции в стоимостном выражении и измеряются в $м^3$/тыс.руб товарной продукции.

Расходы потребляемой и отводимой воды на ТЭС определяются типами установленных турбоагрегатов так как расходы воды существенно различаются для турбоагрегатов различной единичной мощности. Следовательно, целесообразно определять нормы для каждого

типа турбоагрегата, установленного на ТЭС, в отдельности и по ТЭС в целом.

4. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ТЕКУЩИЕ НОРМЫ И НОРМАТИВЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ С УЧЕТОМ КАЧЕСТВА ПОТРЕБЛЯЕМОЙ И ОТВОДИМОЙ ВОДЫ

Потребность в водных ресурсах $W^{пот}$ на ТЭС выражается в виде суммы потребностей в свежей $W^{св}$, оборотной $W^{об}$ и повторно или последовательно используемой $W^{пп}$ воде:

$$W^{пот} = W^{св} + W^{об} + W^{пп} \qquad (4.1)$$

Общий баланс воды для ТЭС в целом выражается в виде

$$W^{св} = W^{ст} + W^{пер} + W^{пот} \qquad (4.2)$$

Поступающая на ТЭС вода используется в различных технологических системах. Нормирование водопотребления и водоотведения прежде всего сводится к определению нормативных объемов свежей, оборотной, повторно или последовательно используемой, сточной, переданной другим потребителям и безвозвратно теряемой воды в каждой технологической системе ТЭС. Для каждой отдельно взятой j-й технологической системы ТЭС можно записать уравнение баланса в следующем виде:

$$W_j^{св} + W_j^{пп'} = W_j^{ст} + W_j^{пер} + W_j^{пот} + W_j^{пл''}. \qquad (4.3)$$

В объеме сточных вод системы, кроме воды организованно отводимой после ее использования в водоем, также следует учитывать воду, фильтруемую в водоем (утечки через плотину водохранилищ, дамбы и дно золоотвалов и шламоотвалов).

К безвозвратным потерям следует относить воду, теряемую для водного объекта в результате деятельности ТЭС. Это прежде всего испарение воды в системах, а также капельный унос из градирен, защемление в порах золошлаков и т.д.

В состав воды, передаваемой другим потребителям, следует включать воду или пар, передаваемые безвозвратно потребителям (невозврат конденсата, подпитка теплосети и др.), и стоки, направляемые на очистные сооружения других предприятий.

Повторно или последовательно используемая вода, передаваемая для использования из одной системы ТЭС в другую, учитывается только на стадии сведения водного баланса и норма определяется только для повторно или последовательно используемой воды, поступающей в данную систему.

Для j-й технологической системы ТЭС с оборотной схемой водоснабжения количество воды в обороте определяется объемом воды, необходимым для осуществления технологического процесса в системе, за вычетом объемов воды, выводимой из системы, и потерь:

$$W_j^{об} = W_j - W_j^{ст} - W_j^{пер} - W_j^{пп''} - W_j^{пот} \qquad (4.4)$$

Норма водопотребления $H^{вп}$ в общем виде выражается аналогично уравнению (4.I) в виде суммы норм свежей, оборотной и повторно или последовательно используемой воды:

$$H^{вп} = H^{св} + H^{об} + H^{пп} \qquad (4.5)$$

Баланс норм для ТЭС в общем виде аналогично уравнению (1.2) имеет вид

$$H^{св} = H^{ст} + H^{пер} + П. \qquad (4.6)$$

Однако на практике равенство (4.6) часто не соблюдается, так как разделение объемов воды на два вида продукции в различных технологических системах ТЭС производится по разным признакам.

Системы, использующие воду на ТЭС, разделяются на три основных вида по направлениям использования воды: основные технологические, вспомогательные и хозяйственно-питьевые нужды (рис.2 и 3).

Индивидуальные нормы и нормативы в целом по ТЭС представляют собой сумму аналогичных норм и нормативов технологических, вспомогательных и хозяйственно-питьевых нужд (см. разд.5-7).

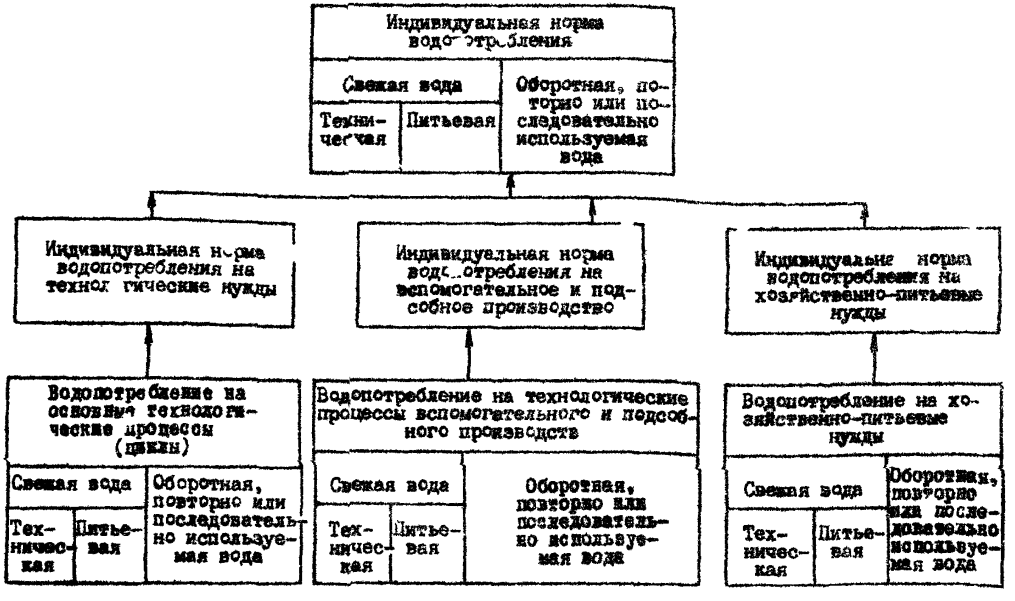

Рис.2. Состав индивидуальной нормы водопотребления на единицу продукции электростанций

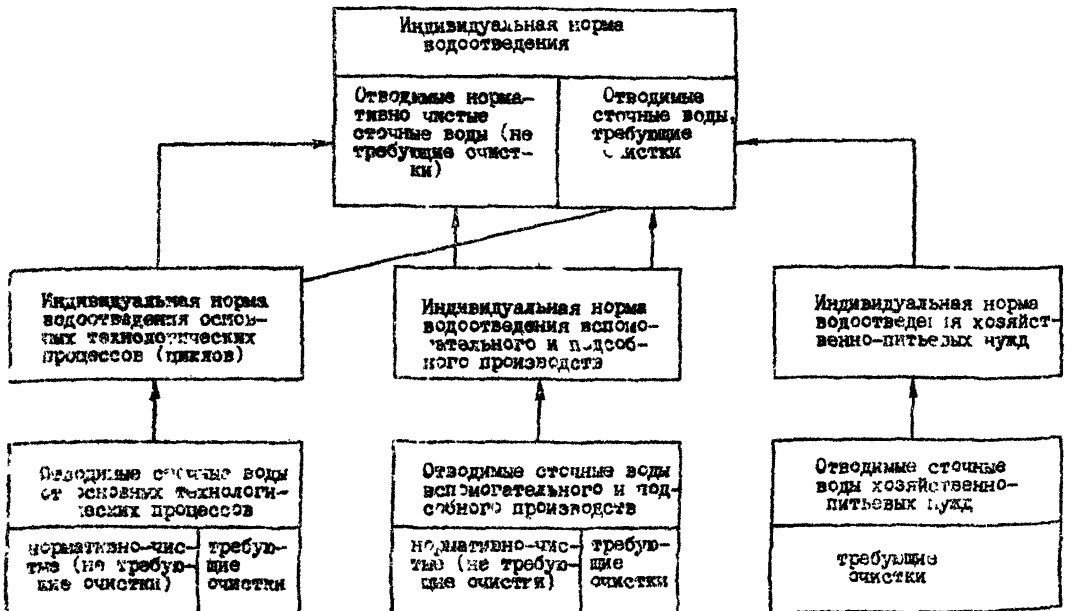

Рис.3. Состав индивидуальной нормы водоотведения на единицу продукции электростанций

$$
\begin{aligned}
H &= H_{тех} + H_{в} + H_{х}\,; \\
H^{пер} &= H_{тех}^{пер} + H_{в}^{пер} + H_{х}^{пер}\,; \\
П &= П_{тех} + П_{в} + П_{х}\,.
\end{aligned}
\qquad (4.7)
$$

Индивидуальные балансовые нормы и нормативы разрабатываются для каждого турбоагрегата, установленного на ТЭС (на ИЭС – на один, а на ТЭЦ на два вида продукции).

Основной технологической системой, определяющей объемы водопотребления и водоотведения электростанций, является система охлаждения, расходы потребляемой и отводимой воды которой определяются типами установленного оборудования (турбоагрегатов). Поэтому расходы воды системы охлаждения следует определять отдельно для каждого турбоагрегата (ТА). Расходы воды остальных технологических систем определяются в целом по электростанции. В связи с возможными затруднениями в определении расходов воды в системе охлаждения для каждого ТА в отдельности их следует определять в целом по системе, а затем распределять на каждый ТА пропорционально выработке электроэнергии этими ТА по конденсационному циклу:

$$
W_{ох_i} = \frac{W_{ох_{тэс}} Э_{конд_i}}{Э_{конд_{тэс}}} \qquad (4.8)
$$

Распределение объемов всех видов вод W_i в каждой технологической системе (кроме системы охлаждения) на отпуск электроэнергии и тепла производится пропорционально расходам топлива

$$
W_i = W_i^{э} + W_i^{т}\,;
$$

$$
W_i^{т} = \frac{W_i B_{тэс}^{т}}{B_{тэс}}\,; \quad W_i^{э} = \frac{W_i B_{тэс}^{э}}{B_{тэс}} \qquad (4.9)
$$

Расход топлива на отпуск электроэнергии и тепла определяется следующим образом:

$$B^{э}_{ТЭС} = б^{э}_{от}\, Э_{ТЭС}\, 10^{-3}; \quad B_{ТЭС} = б^{т}_{от}\, Т_{ТЭС}\, 10^{-3}.$$

Следует отметить, что некоторое количество тепла ТЭЦ поступает к отребителям от пиковых водогрейных котлов а также из пароводяного тракта через редукционно-охладительные установки (РОУ.

Для упрощения расчетов целесообразно это тепло распределять на установленные турбоагрегаты пропорционально выработке ими тепловой энергии.

Нормы и нормативы устанавливаются усредненные по сезонам года. Однако для ГРЭС определяются коэффициенты сезонной неравномерности для объемов забора свежей воды и безвозвратных потерь. Для ТЭЦ определяется только коэффициент сезонной неравномерности для забора свежей воды, поскольку на ТЭЦ изменение размера безвозвратных потерь имеет сложную зависимость и во многом определяется графиком тепловых нагрузок:

$$K_{лет} = \frac{W^{лет}}{W^{ср}}; \qquad K_{зим} = \frac{W^{зим}}{W^{ср}} \qquad (4.10)$$

Для оценки достоверности расчета норм проверяется водный баланс в целом по ТЭЦ:

$$H^{э\,сб}_{Э} + H^{т\,сб}_{Т} = H^{э\,ст}_{Э} + H^{т\,ст}_{Т} + П^{э}_{Э} + П^{т}_{Т} + H^{э\,пер}_{Э} + H^{т\,пер}_{Т} \qquad (4.11)$$

Сумма расчетных расходов свежей воды ($H^{э\,сб}_{Э} + H^{т\,сб}_{Т}$) сравнивается с фактическим расходом свежей воды (по форме 2ТП-водхоз) в целом по электростанции. Сравнение выполняется по форме 4 приложения 2. Отклонения расчетных расходов от фактических обосновываются в пояснительной записке.

Качество отводимой воды с учетом вредных веществ в сточных водах необходимо определять для:

выбора рациональной технологии производства с точки зрения охраны водных ресурсов;

определения ущерба народному хозяйству в результате загрязнения водных источников промышленными стоками;

расчета очистных сооружений и систем канализации;

планирования заданий по снижению уровня загрязненности и мероприятий по прекращению сброса загрязненных стоков в водоемы;

планирования заданий по улавливанию полезных веществ из сточных вод;

определения удельного приведенного стока на единицу продукции.

Состав и уровень загрязненности отводимой воды по всем направлениям ее использования указываются в табл.П2.I приложения 2.

Концентрации загрязнений определяются расчетами или на основании данных химического контроля. При наличии очистки указываются качество очищенного стока, методы очистки и состав очистных сооружений, а также используется ли этот сток в других циклах или сбрасывается в водоем.

При определении качества сточных вод рассчитывается дополнительное приращение концентрации загрязняющего воду вещества d (по каждому загрязняющему веществу) после технологического процесса по сравнению с содержанием этого вещества в исходной воде, забираемой из водоема, и концентрацией его в сточных водах, подлежащих сбросу в водоем после их очистки, по следующим формулам:

до очистки

$$\Delta C_d' = \Delta C_d^{ст'} - C_d^{св}; \qquad (4.I2)$$

после очистки

$$\Delta C_d'' = C_d^{ст''} - C_d^{св} \qquad (4.I3)$$

Если источник водоснабжения не является приемником сточных вод, приращение концентраций ($\Delta C_d'$; $\Delta C_d''$) целесообразнее определять по отношению к приемнику этих стоков, т.е.:

до очистки

$$\Delta C_d' = C_d^{ст'} - C_d^{п}; \qquad (4.I4)$$

после очистки

$$\Delta C_d'' = C_d^{ст\,''} - C_d^{н} . \qquad (4.15)$$

Удельное количество [кг/(МВт · ч), кг/ГДж] загрязняющего воду вредного вещества, попадающего в стоки в процессе производства, на единицу продукции определяется по формуле

$$M_L' = \left(\sum_{i=1}^{n} \Delta C_{d_i}' H_{тех_i}^{ст} + \sum_{q=1}^{u} \Delta C_{d_q}' H_{б_q}^{ст} + \sum_{j=1}^{н} \Delta C_{d_j}' H_{х_j}^{ст}\right) 10^{-3} . \qquad (4.16)$$

Удельное количество загрязняющего воду вредного вещества, остающегося в сточных водах после очистки, на единицу продукции определяется по формуле

$$M_d'' = \left(\sum_{i=1}^{n} C_{d_i}'' H_{тех_i}^{ст} + \sum_{q=1}^{u} C_{d_q}'' H_{б_q}^{ст} + \sum_{j=1}^{н} C_{d_j}'' H_{х_j}^{ст}\right) 10^{-3} \qquad (4.17)$$

Удельное количество загрязняющего воду вредного вещества, поступающего в водоем с очищенными сточными водами, на единицу продукции с учетом "фонового" загрязнения водоисточника определяется по формуле

$$M_d''' = \left(\sum_{i=1}^{n} \Delta C_{d_i}'' H_{тех_i}^{ст} + \sum_{q=1}^{u} \Delta C_{d_q}'' H_{б_q}^{ст} + \sum_{j=1}^{н} \Delta C_{d_j}'' H_{х_j}^{ст}\right) 10^{-3} . \qquad (4.18)$$

Условное количество сточных вод на единицу продукции (1 МВт · ч, 1ГДж) с учетом их разбавления пропорционально значению содержащегося в сточных водах вредного вещества (d), по ко-

торому установлена предельно допустимая концентрация ($[ПДК]_d$), т.е. удельный "приведенный" сток, определяется по следующим формулам [в $м^3/(МВт \cdot ч)$, $м^3/ГДж$] :

до очистки сточных вод

$$Z'_d = H^{ст}_{тех} \sum_{i=1}^{n} \frac{C^{ст'}_{di}}{[ПДК]_d} + H^{ст}_{в} \sum_{q=1}^{u} \frac{C^{ст'}_{dq}}{[ПДК]_d} + H^{ст}_{х} \sum_{j=1}^{k} \frac{C^{ст'}_{dj}}{[ПДК]_d} \quad ; \qquad (4.19)$$

после очистки сточных вод

$$Z''_d = H^{ст}_{тех} \sum_{i=1}^{n} \frac{C^{ст''}_{di}}{[ПДК]_d} + H^{ст}_{в} \sum_{q=1}^{u} \frac{C^{ст''}_{dq}}{[ПДК]_d} + H^{ст}_{х} \sum_{j=1}^{k} \frac{C^{ст''}_{dj}}{[ПДК]_d} \quad . \qquad (4.20)$$

Примечание. "Приведенный" сток, показывающий количество воды, необходимое дополнительно для разбавления отводимых от производства сточных вод в данном водоеме до уровня ПДК, позволяет определить эффективность систем водоснабжения и канализации и рассчитать ущерб, наносимый народному хозяйству загрязнением водных источников.

5. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ НОРМЫ И НОРМАТИВЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

5.1. Система охлаждения

Система охлаждения служит для охлаждения и конденсации отработавшего в турбоагрегате пара. Расход воды на охлаждение пара зависит от двух основных факторов: пропуска отработавшего пара и конденсата (D_2) и начальной температуры охлаждающей воды (t_1).

Пропуск отработавшего пара определяется электрической, а для теплофикационных турбин также и тепловой нагрузкой (производительностью) турбоагрегата. При любом значении D_2 расход охлаждающей воды должен обеспечивать эксплуатацию конденсационной установки в режиме экономического вакуума.

Для определения W_{ox} по известным D_2 и t_1 целесообразно пользоваться типовыми нормативными характеристиками турбоагрегатов и конденсационных установок [I - 4], а при их отсутствии методикой [5], причем D_2 и t_1 следует принимать усредненными за рассматриваемый период времени (предыдущие 3-5 лет)

Оптимальный расход охлаждающей воды можно определить, кроме того, и графическим методом. В данном случае режим экономического вакуума или оптимальный расход охлаждающей воды определяется минимумом суммы потерь мощности при ухудшении вакуума и затрат мощности на собственные нужды системы охлаждения (привод циркуляционных насосов). Для этого, пользуясь нормативными характеристиками конденсатора, кривой поправок на изменение вакуума для турбины, характеристиками циркуляционных насосов и системы трубопроводов, необходимо построить графики двух зависимостей: зависимости недовыработки мощности турбиной от расхода охлаждающей воды $\Delta N = f(W_{ox})$ и зависимости затрат мощности на перекачку охлаждающей воды от ее расхода $N_{c.n} = f(W_{ox})$. После этого по сумме $(\Delta N + N_{c.n})$ строится для различных расходов охлаждающей воды график, минимум которого и определяет оптимальный расход охлаждающей воды (см. рис.4).

При эксплуатации турбоагрегата в режиме экономического вакуума нормативный расход охлаждающей воды ($м^3/ч$) можно также получить из уравнения теплового баланса

$$W_{конд} = \frac{\Delta h}{C_в (t_2 - t_1)} D_2 . \qquad (5.1)$$

Кроме охлаждения пара в конденсаторах некоторая часть воды системы охлаждения используется для охлаждения масла и газа в масло- и газоохладителях ТА, устанавливаемых, как правило, па-

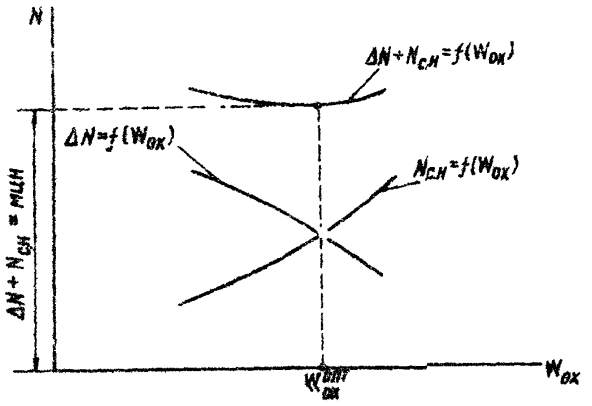

Рис.4. Определение оптимального расхода охлаждающей воды:
ΔN - недовыработка электроэнергии турбиной; $N_{с.н}$ - затраты электроэнергии на перекачку охлаждающей воды

раллельно конденсатору по ходу воды. Таким образом, общий потребный расход охлаждающей воды равен

$$W_{вх} = W_{конд} + W_м + W_г , \qquad (5.2)$$

где $W_м + W_г$ – принимаются по данным проектно-технической документации.

Ориентировочно сумма этих величин составляет 6–15% $W_{конд}$ для малых конденсационных турбин (с двухходовыми конденсаторами) и 3–7% для крупных конденсационных турбин с двухходовыми конденсаторами [6].

Величину $W_м$ можно принимать по данным табл.5.1 [6].

Таблица 5.1

Расход воды на маслоохладители конденсационных турбин

Мощность конденсационной турбины, МВт	Расход воды, $м^3/ч$
2,5 3,0 4,0	25
6,0 12,0	40-50
25	61
50	122
100	182
150	288
200	435

Величину $W_г$ (для отечественных турбоагрегатов) можно принимать из следующего расчета: при мощности 12 МВт $W_г$ равно 100 $м^3/ч$; 25-50 МВт - 200 $м^3/ч$; 100-200 МВт - 400-800 $м^3/ч$

Для турбин типов Т, ПТ и Р расход охлаждающей воды на масл и газоохладители следует принимать по табл.5.2.

Таблица 5.2

Расход воды на масло- и газоохладители турбин типов Т, ПТ и Р

Тип турбины	Расход воды (по заводским данным), $м^3/ч$	Тип турбины	Расход воды (по заводским данным), $м^3/ч$
Т-250/300	850	ПТ-25	375
Т-175/210	750	ПТ 12	235
Т-100/120	650	Р-100	700
Т-50	440	Р-50	560
Т-25	375	Р-25	500
Т-6	125	Р-12	300
ПТ-135	650	Р-6	200
ПТ-60 и ПТ-80	520		

При определении расхода охлаждающей воды для расчета норм следует учитывать ограниченные возможности регулирования подачи циркуляционных насосов, не позволяющие в ряде случаев поддерживать оптимальный расчетный расход воды в системе. В этих случаях в качестве расчетного расхода воды следует принимать расход, максимально близкий к оптимальному, который может быть получен регулированием подачи циркуляционных насосов. При этом расход охлаждающей воды, определенный по подаче циркуляционных насосов, как правило, включает и расход воды на масло- и газоохладители.

Примечание. Нормативный W_{ox} следует принимать не меньше минимального расхода, указанного заводом-изготовителем для каждого конкретного конденсатора, исходя из условий его заполнения.

Существует несколько основных типов систем охлаждения:

- прямоточная;
- оборотная с градирнями или брызгальными бассейнами;
- оборотная с водохранилищем-охладителем.

Примечание. Здесь и далее имеются в виду водохранилища электростанций обособленного пользования.

При прямоточной системе охлаждения объем водопотребления равен сумме объемов водоотведения и потерь на дополнительное испарение в водном объекте за счет сброса нагретой воды.

$$W_{ox}^{cв} = W_{ox}^{ст} + W_{ox}^{дu} . \qquad (5.3)$$

В соответствии с расчетами ТЭП эти потери целесообразно принять в размере 1% W_{ox}, т.е. в данном случае

$$\begin{aligned} W_{x}^{cв} &= W_{ox}, \\ W_{ox}^{ст} &= 0,99\, W_{ox}; \\ W_{ox}^{дu} &= 0,01\, W_{ox} . \end{aligned} \qquad (5.4)$$

Для прямоточных систем охлаждения качество сточных вод определяется по формуле

$$(C^{ст})_i = 1,01 (C^{cв})_i . \qquad (5.5)$$

Для оборотной системы охлаждения с градирнями объем водопотребления равен сумме объемов водоотведения (продувки) и потерь на испарение и с капельным уносом из градирен.

$$W_{ox}^{cв} = W_{ox}^{пр} + (W_{ox}^{ку} + W_{ox}^{и}). \qquad (5.6)$$

Потери на испарение определяются по [7]:

$$W_{ox}^{и} = K \Delta t W_{ox}, \qquad (5.7)$$

где K – коэффициент, учитывающий долю теплоотдачи испарением в общем объеме теплоотдачи, принимаемый для градирен по [7];

Δt – перепад температур воды до и после охлаждения в охладителе.

Потери с капельным уносом определяются [7] как

$$W_{ox}^{ку} = p^{ку} W_{ox}, \qquad (5.8)$$

Необходимый расход продувочной воды определяется допустимой степенью упаривания воды исходя из условий предотвращения отложений и коррозии в системе.

Расчетный расход продувочной воды составляет

$$W_{ox}^{пр} = \frac{1}{\varphi_{доп} - 1} W_{ox}^{и} - W_{ox}^{ку}. \qquad (5.9)$$

Допустимый коэффициент упаривания воды зависит от принятого метода стабилизационной обработки (выбираемого на основании технико-экономического сравнения различных режимов и наличия лимитирующих показателей (например, допустима концентрация сульфатов по условиям стойкости бетонных конструкций).

$$\varphi_{доп} \leq \frac{(C_{доп})_i}{(C^{св})_i}, \qquad (5.1

Если расчетное значение продувки $W_{ox}^{пр}$ при заданном коэффициенте упаривания $\varphi_{доп}$ получает отрицательное значение, это свидетельствует о том, что продувка не требуется, а коэффициент упаривания составит

$$\varphi = \frac{W_{ox}^{и} + W_{ox}^{к.у}}{W_{ox}^{к.у}} . \qquad (5.11)$$

Состав сбросных вод оборотных систем охлаждения определяется составом исходной воды, используемой для подпитки системы, коэффициентом упаривания воды и видом обработки воды для предотвращения накипеобразования, при котором изменяется ее солевой состав.

Для оборотных систем охлаждения, эксплуатирующихся со сбросом части воды в водоемы, применяется подкисление серной кислотой, фосфатирование с использованием полифосфатов, обработка воды оксиэтилидендифосфоновой кислотой (ОЭДФ) и сочетание этих способов.

При подкислении в воде увеличивается содержание сульфатов. В эквивалентном количестве снижается концентрация бикарбонатов за счет их разложения и удаления углекислоты. Подкисление производится до остаточной щелочности оборотной воды 2 мг-экв/л.

При фосфатировании концентрация полифосфатов поддерживается на уровне 2-2,5 мг/л в пересчете на P_2O_5 . Фосфатирование эффективно при коэффициенте упаривания не более 1,6 (при больших значениях усиливается гидролиз полифосфатов с образованием шлама) и щелочности оборотной воды до 4,5 мг-экв/л. При более высокой щелочности производится дополнительное подкисление воды серной кислотой до остаточной щелочности 4,0 мг-экв/л.

При обработке воды кислотой ОЭДФ концентрация реагента поддерживается в зависимости от щелочности оборотной воды, (табл.5.3):

Таблица 5.3

Дозировки кислоты ОЭДФ

Щелочность, мг-экв/л	4	4-5	5-6	6-7	7,5
Кислота ОЭДФ, мг/л	0,25	0,5	1,0	2,0	3-4

При более высоком значении щелочности производится дополнительное подкисление серной кислотой до о таточной щелочности 5 мг-экв/л; концентрация кислоты ОЭДФ поддерживается на уровне I мг/л.

При применении серной кис. оты для обработки воды возможно осаждение сульфата кальция; чтоб избежать этого необходимо соблюдать условие

$$\frac{Ca^{пр} SO_4^{пр} f_2^2}{I27I00} < 1, \qquad (5.I2)$$

где $Ca^{пр}, SO_4^{пр}$ – концентрация ионов кальция и сульфат-ионов в оборотной воде, мг/л;

f_2 – коэффициент активности двухвалентных ионов.

$$f_2 = 10^{-\frac{2\sqrt{\mu}}{I+I,6\sqrt{\mu}}};$$

μ – ионная сила раствора,

$$\mu = 2.2 \cdot I0^{-5} CC_{ox},$$

CC_{ox} – солесодержание охлаждающей воды, мг/л.

Если условие (5.I2) для рассматриваемых режимов не выполняется, необходимо провести дополнительное умягчение воды, например известкованием или содоизвесткованием. В этом случае сброс оборотной воды в водоемы, как правило, не производится. Вывод растворимых солей из системы обеспечивается только кагельным стоком или отбором воды на технологические цели.

Концентрация компонентов в оборотной (а следовательно, и в сбросной) воде, зависящая от режима обработки, приведена в табл.5.4. Здесь же показаны границы применимости методов.

Для остальных растворенных примесей расчет производится по формуле

$$(C^{ст})_i = \varphi(C^{св})_i, \qquad (5.I3)$$

Таблица 5.4

Концентрация компонентов сбросных вод

Показатель	Метод обработки охлаждающей воды				
	подкислением	полифосфатами	полифосфатами и подкислением	кислотой ОЭДФ	кислотой ОЭДФ и подкислением
Щелочность, мг-экв/л	2,0	-	4,0	-	5,0
SO_4^{2-} мг/л	φF_1^*	-	φF_1^*	-	φF_1^*
Солесодержание, мг/л	φF_2^{**}	-	φF_2^{**}	-	φF_2^{**}
P_2O_5 мг/л	-	2,5	2,5	-	-
Кислота ОЭДФ, мг/л	-	-	-	Табл.5.3	1,0
Граница применимости метода	Условие (5.12)	$\varphi \leq 1{,}6$ $\varphi Щ^{исх} \leq 4{,}5$	$\varphi \leq 1{,}6$ Условие (5.12)	$\varphi Щ^{исх}$ $\leq 7{,}5$	Условие (5.12)

* $F_1^* = SO_4^{исх} + 48\left(Щ^{исх} - \frac{Щ}{\varphi}\right)$.

** $F_2^{**} = C_c^{исх} - 13\left(Щ^{исх} - \frac{Щ}{\varphi}\right)$.

Для оборотных систем охлаждения с водохранилищами объем свежей воды равен сумме объемов водоотведения и потерь. При этом в объем водоотведения входят организованный сток воды через плотину и фильтрация из водохранилища в водный объект, а в объем потерь- естественное и дополнительное (за счет сброса нагретой воды) испарение с зеркала водохранилища, т.е.:

$$W_{ox}^{св} = W_{ox}^{ст} + W_{ox}^{ви} \cdot W_{ox}^{ди} \qquad (5.14)$$

При этом $W_{ox}^{т} = W_{ox}^{пр} + W_{ox}^{ф}$,

$W_{ox}^{ди} - W_{ox} - W_{ox}^{ви}$

Для ТЭС с русловыми водохранилищами-охладителями в качестве свежей добавочной воды системы охлаждения принимается естественный сток реки в створе плотины. Расход свежей воды целесообразно определять как сток расчетной обеспеченности: для водохранилищ сезонного регулирования - сток 95% обеспеченности, для водохранилищ многолетнего регулирования - среднемноголетний сток. Объемом сточных вод системы в этом случае будет весь сток реки соответствующей обеспеченности, за вычетом потерь на дополнительное и естественное испарение.

Для ТЭС с наливными и отсечными водохранилищами расход свежей воды определяется размерами продувки, которая в свою очередь зависит от степени упаривания воды и определяется из условия необходимости предотвращения отложений и коррозии в системе охлаждения, т.е.:

$$W_{ox}^{пр} = \frac{1}{\varphi_{доп}-1}\left(W_{ox}^{e.u} + W_{ox}^{д.u}\right) - W_{ox}^{ф}. \qquad (5.15)$$

Расход сточных вод системы составит:

$$W_{ox}^{ст} = W_{ox}^{пр} + W_{ox}^{ф} = \frac{1}{\varphi_{доп}-1}\left(W_{ox}^{e.u} + W_{ox}^{д.u}\right). \qquad (5.16)$$

При проведении расчетов составляющие водного баланса систем охлаждения с водохранилищами целесообразно принимать по данным технических проектов, а также паспортов водохранилищ, составляемых органами Минводхоза, а при их отсутствии определять расчетным путем.

Для таких случаев потери на дополнительное испарение с зеркала водохранилища допускается принимать по формуле (5.7), при этом коэффициент K принимается для прудов-охладителей по [7].

Потери воды ($м^3$) на естественное испарение с зеркала водохранилищ определяются по формуле [8]

$$W_{ox}^{e.u} = F \cdot E \cdot 0{,}001, \qquad (5.17)$$

где F - площадь зеркала водохранилища, $м^2$;

E - высота слоя испарения [8], мм.

Фильтрация воды из водохранилищ имеет место в основании плотины и в обхо ее.

Фильтрация в основании плотины [9] :

плотина на однородном основан. :

- с плоским флютбетом

$$q_{\phi n} = KHq_r \,, \qquad (5.18)$$

где K - коэффициент фильтрации грунта, м/сут;

H - напор плотины, м;

q_r - приведенный расход, определяемый зависимостью $q_r = f\left(\frac{T}{L}\right)$ (рис.5);

- с цементационной завесой

$$q_{\phi.з} = KHq_r' \,, \qquad (5.19)$$

где q_r' определяется по графику (рис.6);

плотина на неоднородном основании;

задача з имеет точного решения.

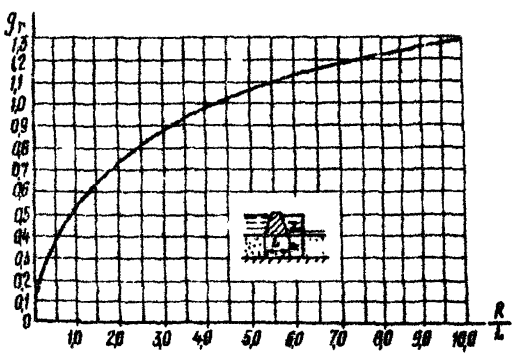

Рис.5. Определение приведенного расхода q_r для плотины на однородном основании: $q_r = f\left(\frac{R}{L}\right)$,

где R - глубина залегания водоупорного слоя;

L - ширина плотины по основанию

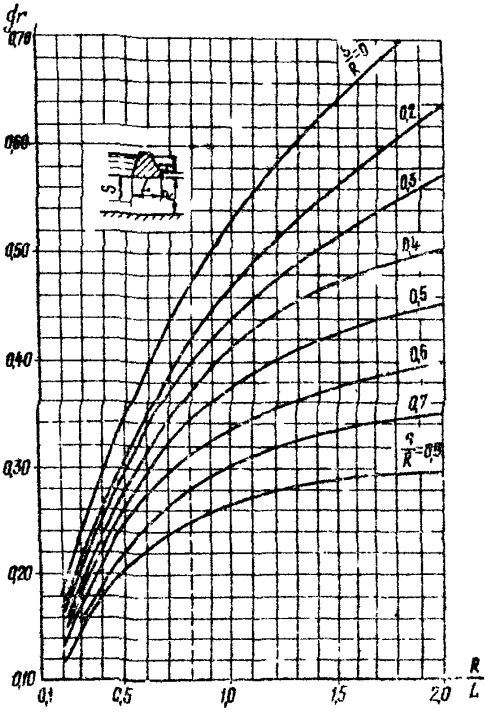

Рис.6. Определение приведенного расхода (q'_r) *для плотины с цементационной завесой*

$$q'_r = f\left(\frac{R}{L}\right);$$

S - высота цементационной завесы

Ориентировочное значение коэффициента фильтрации из водохранилища в зависимости от породы грунта принимается по табл.5.5 [10] .

Таблица 5.5

Коэффициент фильтрации грунта

Порода	K м/сут
Тяжелый суглинок	0,05
Легкий суглинок	0,05-0,1
Супесь	0,1-0,5
Лесс	0,25-0,5
Песок пылеватый	0,5-1,0
Песок мелкозернистый	1,0-5,0
Песок среднезернистый	5,0-20,0
Песок крупнозернистый	20-50
Гравий	50-150
Галечник	100-500
Крупный галечник, лишенный песчаного заполнителя	500-1000

При незначительном различии водопроницаемости слоев (кратность максимального и минимального значений коэффициентов фильтрации слоев менее 10) $q_{ф.з}$ определяется так же, как и для плотины с однородным основанием, с той лишь разницей, что глубина залегания водоупорного слоя R определяется по методу приведения действительной толщины пласта к эквивалентной ей в фильтрационном отношении.

Эквивалентная толщина (м) определяется как

$$t_1 = \rho_1 + \frac{K_2}{K_1}\rho_2 + \frac{K_3}{K_1}\rho_3 + \ldots + \frac{K_n}{K_1}\rho_n, \qquad (5.20)$$

где $K_{1\ldots n}$ - коэффициенты фильтрации слоев;

$\rho_{1\ldots n}$ - толщина слоев, м.

Значение фильтрации $[м^3/(сут \cdot м)]$ соответственно этому определяется как

$$q_{фп} = K_1 H \frac{\lambda_1}{L + K_1}; \qquad (5.21)$$

основание плотины сложено двумя горизонтальными водопроницаемыми слоями:

водопроницаемость нижнего слоя во много раз больше, чем верхнего; значение фильтрации $[м^3/(сут \cdot м)]$ определяется по формуле Каменского:

$$q_{фп} = \frac{H}{\frac{L}{K_2 \rho_2} + 2\sqrt{\frac{\beta_1}{K_1 K_2 \rho_2}}}. \qquad (5.22)$$

фильтрация в обход плотины [ ]:

Ориентировочно значение фильтрации через один берег водохранилищ:

- для безнапорных вод

$$W_{фб} = K H (h_1 + H_1); \qquad (5.23)$$

- для напорных вод

$$W_{фб} = 2 K H m, \qquad (5.24)$$

где h_1 – расстояние от уровня воды в водохранилище до водоупорного слоя, м;

H_1 – расстояние от отметки нормального подпорного горизонта до водоупорного слоя, м;

m – мощность водопроницаемого слоя, м.

Качество сточных вод оборотных систем технического водохранилища определяется по формуле

$$(C^{\circ})_i = \varphi((C^{\circ})_i) \qquad (5.25)$$

как принимается по данным химического контроля ТЭС.

При определении норм водопользования расходы охлаждающей воды относятся целиком на отпуск электроэнергии. На некоторых ТЭЦ в качестве охлаждающей используется подпиточная вода теплосети. В этом случае расход охлаждающей воды определяется нагрузкой теплосети и целиком относится на отпуск тепла.

Для расчета норм расхода воды в системе охлаждения определяется в следующем порядке:

- усредненная производительность турбоагрегата за рассматриваемый период;
- расход пара в конденсатор для данной производительности;
- расход охлаждающей воды при эксплуатации конденсационной установки в режиме экономического вакуума;
- расходы свежей, оборотной, повторно или последовательно используемой, сточной воды в системе и безвозвратные потери в системе;
- нормы водопотребления и водоотведения;
- химический состав сточных вод;
- удельные количества загрязняющих воду веществ.

5.2. Система охлаждения вспомогательных механизмов основного оборудования ТЭС

К вспомогательным механизмам основного оборудования ТЭС относятся насосы, мельницы, дымососы, вентиляторы и другие, подшипники которых охлаждаются водой.

Расходы воды на вспомогательные механизмы принимаются по данным проектно-технической документации или производственных испытаний.

После охлаждения механизмов вода может использоваться повторно или сбрасываться в водоем. В зависимости от принятой схемы использования воды определяются объемы оборотной и сточной воды. Объемы этих вод в целом по системе распределяются на отпуск тепла и электроэнергии пропорционально расходам топлива в целом по электростанции.

5.3. Водоподготовительные установки

Водоподготовительные установки (ВПУ) служат для восполнения пароводяных потерь электростанций, потребителей пара и теплосети.

Количество воды, потребляемой ВПУ, составляет

$$W^{потр} = W^{оч} + W^{ст}. \qquad (5.26)$$

Потребляемая ВПУ вода может включать в себя как сырую воду, забираемую из водоисточника, так и повторно или последовательно используемую (продувка системы охлаждения, не утеосодержащие стоки и т.д.), т.е.

$$W^{потр} = W^{св} + W^{пл} \qquad (5.27)$$

Производительность ВПУ (количество обработанной воды) зависит от размера потерь пароводяного цикла ТЭС, невозврата конденсата потребителями тепла, потерь теплосети и определяется "Нормами технологического проектирования тепловых электростанций" [13] а также нормативными документами вышестоящих организаций (РСУ, главк и т.д.).

Часто указанные фактические потери на ТЭС оказываются ниже нормативных [13] , поэтому фактическая производительность ВПУ оказывается ниже расчетной.

При нормировании производительность ВПУ следует выбирать наименьшую из двух сравниваемых значений.

Количество и степень загрязненности сточных вод зависят от качества исходной воды, схемы ВПУ, ее производительности и определяются расчетами, приводимыми ниже, а в ряде случаев путем проведения химических анализов [14].

Для восполнения пароводяных потерь ТЭС и потребителей пара обычно используются ВПУ двухступенчатого натрий-катионирования и химического или термического обессоливания.

5.3.I. Установка двухступенчатого натрий-катионирования с предварительной обработкой воды

Количество сточных вод от двухступенчатой натрий-катионитовой установки с предварительной обработкой воды определяется по формуле

$$W_{Na}^{ст} = W^{оч}\left[K_{пред}+(K_{пр}+1)(K^{I}+K^{II}+K^{I}K^{II})\right], \quad (5.28)$$

где

$$K_{пред} = \frac{W_{пред}^{ст}}{W_{пред}^{оч}}; \quad (5.29)$$

$$K^{I} = \frac{q^{I}(Ж^{пред}-Ж_{ост}^{I})}{\varepsilon^{I}}; \quad (5.30)$$

$$K^{II} = \frac{q^{II}(Ж_{ост}^{I}-Ж_{ост}^{II})}{\varepsilon^{II}}, \quad (5.31)$$

где $K_{п}$ - коэффициент, учитывающий долю сбросных вод от установки предварительной обработки воды;

K^{I} - коэффициент, учитывающий долю умягченной воды, расходуемой на собственные нужды фильтров первой ступени;

K^{II} - то же фильтров второй ступени;

$Ж^{п}$ - общая жесткость воды после предварительной обработки;

$Ж_{ост}^{I}$ - жесткость воды, обработанной на первой ступени;

$Ж_{ост}^{II}$ - жесткость воды, обработанной на второй ступени.

Качественный состав (г-экв/м³) сбросных вод после первой ступени двухступенчатой натрий-катионитной установки с учетом качества исходной (после предварительной обработки) воды, используемой на собственные нужды, определяется по формулам

$$Ca^{I} = \frac{(Ca^{n} - Ca^{I}_{ост})}{K^{I}} + Ca^{n}; \qquad (5.32)$$

$$Mg^{I} = \frac{(Mg^{n} - Mg^{I}_{ост})}{K^{I}} + Mg^{n}; \qquad (5.33)$$

$$Na^{I} = \frac{(Ж^{n} - Ж^{I}_{ост})(\beta^{I} - 1)}{I} + Na^{n}; \qquad (5.34)$$

$$Cl^{I} = \frac{(Ж^{n} - Ж^{I}_{ост})\beta^{I}}{K^{I}} + Cl^{n} \qquad (5.35)$$

Качественный состав сбросных вод после натрий-катионитных фильтров второй ступени определяется по формулам

$$Ca^{II} = \frac{(Ca^{I}_{ост} - Ca^{II}_{ост})(K^{II}+1)}{K^{II}}; \qquad (5.36)$$

$$Mg^{II} = \frac{(Mg^{I}_{ост} - Mg^{II}_{ост})(K^{II}+1)}{K^{II}}; \qquad (5.37)$$

$$Na^{II} = \frac{(Ж^{I}_{ост} - Ж^{II}_{ост})(K^{II}+1)(\delta^{II}-1)}{K^{II}}; \qquad (5.38)$$

$$Cl^{II} = \frac{(Ж^{I}_{ост} \; Ж^{II}_{ост})(K^{II}+1)\delta^{II}}{K^{II}} + Cl^{n}, \qquad (5.39)$$

где $Ca^{n}, Mg^{n}, Na^{n}, Cl^{n}$ – содержание соответствующих компонентов в воде после ее предварительной обработки;

$Ca^{I}_{ост}, Mg^{I}_{ост}, Na^{I}_{ост}, Cl^{I}_{ост}$, $Ca^{II}_{ост}, Mg^{II}_{ост}, Na^{II}_{ост}, Cl_{ост}$ – содержание соответствующих компонентов в воде после фильтров пер'ой (I) и второй (П) ступеней;

Усредненный состав сточных вод (г-экв/м^3) от двухступенчатой натрий-катионитной установки определяется по формулам

$$Ca_{ср} = \frac{K^{I}Ca^{I} + K^{II}Ca^{II}}{K^{I}+K^{II}}; \qquad (5.40)$$

$$Mg_{ср} = \frac{K^{I}Mg^{I} + K^{II}Mg^{II}}{K^{I}+K^{II}}; \qquad (5.41)$$

$$Na_{ср} = \frac{K^{I}Na^{I} + K^{II}Na^{II}}{K^{I}+K^{II}}; \qquad (5.42)$$

$$Cl_{ср} = \frac{K^{I}Cl^{I} + K^{II}Cl^{II}}{K^{I}+K^{II}} \qquad (5.43)$$

Концентрации остальных компонентов по сравнению с исходными не изменяются.

5.3.2. Установки двухступенчатого химического обессоливания

Количество сточных вод ($м^3/ч$) от ионитной части установок двухступенчатого химического обессоливания:

$$W^{ст} = W^{оч}\left\{K_{AII}+K_{HII}(1+K_{AII})+(1+K_{AII})(1+K_{HII})\left[K_{AI}+K_{HI}(1+K_{AI})\right]\right\}, \quad (5.44)$$

$$K_{HI} = q_{HI}\frac{(Ж_{исх}-Ж_{ост})}{\mathcal{E}_{HI}}; \quad (5.45)$$

$$K_{HII} = q_{HII}\frac{(Ж_{ост}+Na)}{\mathcal{E}_{HII}}; \quad (5.46)$$

$$K_{AI} = q_{AI}\frac{\Sigma(Cl+SO_4)}{\mathcal{E}_{AI}}; \quad (5.47)$$

$$K_{AII} = q_{AII}\frac{HSiO_3+CO_2}{\mathcal{E}_{AII}}, \quad (5.48)$$

где K_{HI}, K_{HII} – коэффициенты собственных нужд Н-катионитных фильтров первой и второй ступеней;

K_{AI}, K_{AII} – то же для анионитных фильтров первой и второй ступеней;

$\Sigma(Cl+SO_4)$ – суммарное содержание хлоридов и сульфатов в воде, поступающей на ионитные фильтры, мг-экв/л;

$HSiO_3$ – содержание кремнекислоты в осветленной воде, мг-экв/л;

Na – содержание натрия в исходной воде, мг-экв/л.

Качественный состав сбросных вод ($г-экв/м^3$), поступающих в бак нейтрализатор:

$$Ca = Ca^{пред}\frac{(W^{ст}+W^{оч})}{W^{ст}}; \qquad (5.49)$$

$$Mg = Mg^{пред}\frac{(W^{ст}+W^{оч})}{W^{ст}}; \qquad (5.50)$$

$$Na = \frac{Na^{пред}(W^{ст}+W^{оч})+D_{NaOH}}{W^{ст}}; \qquad (5.51)$$

$$SO_4 = \frac{SO_4^{пред}(W^{ст}+W^{оч})+D_{H_2SO_4}}{W^{ст}}; \qquad (5.52)$$

$$Cl = \frac{Cl^{пред}(W^{ст}+W^{оч})}{W^{ст}}; \qquad (5.53)$$

$$HSiO_3 = \frac{HSiO_3^{пред}(W^{ст}+W^{оч})}{W^{ст}}; \qquad (5.54)$$

$$HCO_3 = \frac{HCO_3^{пред}(W^{ст}+W^{оч})}{W^{ст}}; \qquad (5.55)$$

$$Орг = \frac{Орг^{пред}(W^{ст}+W^{оч})}{W^{ст}}; \qquad (5.56)$$

$$D_{NaOH} = \delta_{NaOH}\Sigma A(W^{ст}+W^{оч}); \qquad (5.57)$$

$$D_{H_2SO_4} = \alpha_{H_2SO_4}\Sigma K(W^{ст}+W^{оч}), \qquad (5.58)$$

где $\delta_{NaOH}, \alpha_{H_2SO_4}$ - удельные расходы соответственно едкого натра и серной кислоты на регенерацию ионитов, г-экв/г-экв;

ΣA - суммарное содержание анионов сульфатов, хлоридов, кремнекислоты, бикарбонатов, нитратов, органики, г-экв/м^3;

ΣK - суммарное содержание катионов кальция, магния, натрия, г-экв/м^3.

В баках-нейтрализаторах после смешивания сбросных вод происходит их частичная нейтрализация. Для полной нейтрализации сточных вод в баки-нейтрализаторы следует добавить реагенты кислоту или щелочь. Расход реагентов (г-экв/м^3) рассчитывается по равенствам

$$D_{H_2SO_4} = \Sigma K - \Sigma A; \quad D_{NaOH} = \Sigma A - \Sigma K;$$

Преобладание катионов указывает на избыточную щелочность, а анионов - на избыточную кислотность сточных вод в баке-нейтрализаторе.

Состав стоков после нейтрализации определяется с учетом агентов, используемых для нейтрализации.

5.3.3. Водоподготовительная установка полного химического обессоливания по схеме "цепочка"

Количество сточных вод ($м^3/ч$) от ВПУ определяется по формуле

$$W^{ст} = W^{оч}(K_1 + K_1 K_{пред} + K_{пред}), \qquad (5.59)$$

где $K_{пред}$ – коэффициент, учитывающий долю сбросных вод после предварительной обработки; определяется по формуле (5.29);

K_1 – коэффициент, учитывающий долю сбросных вод ионитных фильтров ВПУ, работающей по схеме "цепочка"; определяется по табл.5.6.

Состав сточных вод (г-экв/$м^3$) от ионитной части ВПУ (схема "цепочка") без нейтрализации стоков:

$$Ca = Ca^{пред}\frac{(K_1+1)}{K_1}; \qquad (5.60)$$

$$Mg = Mg^{пред}\frac{(K_1+1)}{K_1}; \qquad (5.61)$$

$$Na = Na^{пред}\frac{(K_1+1)}{K_1} + \frac{\sum A\delta(K_2+1)}{K_1}; \qquad (5.62)$$

$$SO_4 = SO_4^{пред}\frac{(K_1+1)}{K_1} + \frac{\sum K\alpha(K_1+1)}{K_1}; \qquad (5.63)$$

$$Cl = Cl^{пред}\frac{(K_1+1)}{K_1}; \qquad (5.64)$$

$$CO_3 = 0{,}8\,\frac{(K_1+1)(K_1-K_2)}{K_1}; \qquad (5.65)$$

$$HSiO_3 = HSiO_3^{пред}\,\frac{(K_1+1)}{K_1}, \qquad (5.66)$$

где K_2 – коэффициент собственных нужд по обессоленной воде; определяется по табл.5.6.

$\Sigma K, \Sigma A$ – сумма катионов и анионов в воде после предварительной обработки, г-экв/м^3;

α, β – удельные расходы кислоты и щелочи (100%-ные) на регенерацию, г-экв/г-экв; определяются по табл.5.6.

Таблица 5.6

Основные характеристики установок химического обессоливания, работающих по схеме "цепочка"

$\Sigma(Cl+SO_4^{2})$ мг-экв/л	K_1	K_2	Удельный расход едкого натра, г-экв/г-экв	Удельный расход серной кислоты, г-экв/г-экв	Схема "цепочка"
До 2	0,1	0,02	2,4	1,5	$Н_1$-$Н_2$-Д-$А_1$-$А_2$ СК-I-АН-31-АВ-17
3-4	0,2	0,05	1,75	1,2	$Н_1$-$Н_2$-$А_1$-Д-$Н_2$-$А_2$ СК-I-КУ-2АН-31 СК-I АВ-17
Св.4 до 5	0,25	0,08	1,75	1,2	То же
6-7	0,5	0,1	1,75	1,8	$Н_1$-$Н_2$-$А_1$-Д-$Н_2$-$А_2$ КУ-2-АН-31-СК-I АВ-17

5.3.4. Водоподготовительная установка термического обессоливания с предварительным двухступенчатым натрий-катионированием

Количество сточных вод ($м^3/ч$) такой ВПУ определяется как

$$W_{исп}^{ст} = \frac{W^{оч}}{1 - K_{исп}} \left[K_{пред} + (1 + K_{пред})(K^{I} + K^{II} + K^{I}K^{II}) \right] \qquad (5.67)$$

$$K_{исп} \approx \frac{CC^{исх}}{CC_{конц}} , \qquad (5.68)$$

где $K_{исп}$ – коэффициент упаривания;

$CC^{исх}$ – солесодержание воды, поступающей в испаритель, мг/л;

$CC_{конц}$ – солесодержание концентрата испарителя, мг/л (практически на действующих испарителях $CC_{конц} \approx 50$ г/л).

Солесодержание воды (мг/л), поступающей в испаритель, определяется по формуле

$$CC^{исх} = CC^{пред} + Mg^{пред}(23-12) + Ca^{пред}(23-20) = \qquad (5.69)$$
$$= CC^{пред} + 11\,Mg^{пред} + 3\,Ca^{пред}$$

Поскольку в испарителях концентрируются все компоненты, содержащиеся в исходной воде, их концентрации (г/л) можно определить по соотношению

$$C_i^{конц} = \frac{C_i^{исх}}{K_{исп}} , \qquad (5.70)$$

Исходной водой для испарителя, как правило, является вода, прошедшая предварительную обработку и двухступенчатое натрий-катионирование.

Усредненный состав сточных вод (г-экв/м^3) определяется по следующим равенствам:

$$Ca_{ср} = \frac{K^{I}(Ca^{I} + Ca^{исх}) + K^{II}Ca^{II} + K_{исп}Ca^{конц}}{K^{I} + K^{II} + K_{исп}}; \qquad (5.71)$$

$$Mg_{ср} = \frac{K^{I}(Mg^{I} + Mg^{исх}) + K^{II}Mg^{II} + K_{исп}Mg^{конц}}{K^{I} + K^{II} + K_{исп}}; \qquad (5.72)$$

$$Na_{ср} = \frac{K^{I}(Na^{I} + Na^{исх}) + K^{II}Na^{II} + K_{исп}Na^{конц}}{K^{I} + K^{II} + K_{исп}}; \qquad (5.73)$$

$$Cl_{ср} = \frac{K^{I}(Cl^{I} + Cl^{исх}) + K^{II}Cl^{II} + K_{исп}Cl^{конц}}{K^{I} + K^{II} + K_{исп}}; \qquad (5.74)$$

$$(SO_4)_{ср} = \frac{SO_4^{исх}(K^{I} + K^{II}) + K_{исп}SO_4^{конц}}{K^{I} + K^{II} + K_{исп}}; \qquad (5.75)$$

$$(HCO_3)_{ср} = \frac{HCO_3^{исх}(K^{I} + K^{II}) + K_{исп}HCO_3^{конц}}{K^{I} + K^{II} + K_{исп}}, \qquad (5.7$$

где K^{I} и K^{II} - коэффициенты собственных нужд натрий-катионитных фильтров первой и второй ступеней, определяются по формулам (5.30) и (5.31).

Для подпитки теплосети обычно используются ВПУ, работающие по схемам параллельного водород-натрий-катионирования и известкования-подкисления.

5.3.5. Водоподготовительная установка параллельного водород-натрий-катионирования

Количество сточных вод (м³/ч) от ВПУ определяется как

$$W_{H\text{-}Na}^{ст} = 0{,}5\,W^{оч}(Ж^{исх} - Ж_{ост})\left(\frac{q_{Na}}{\varepsilon_{Na}} + \frac{q_{H}}{\varepsilon_{H}}\right) \qquad (5.77)$$

Качество сбросных вод (г-экв/м³) от натрий-катионитных фильтров определяется по формулам

$$Ca^{Na} = Ca^{исх} + \frac{Ca^{исх}(K_{Na}+1)}{K_{Na}}; \qquad (5.78)$$

$$Mg^{Na} = Mg^{исх} + \frac{Mg^{исх}(K_{Na}+1)}{K_{Na}}; \qquad (5.79)$$

$$Na^{Na} = Na^{исх} + \frac{(\beta_{Na}-1)(Ж^{исх}-0{,}1)(K_{Na}+1)}{K_{Na}}; \qquad (5.80)$$

$$Cl^{Na} = Cl^{исх} + \frac{B_{Na}(Ж^{исх} - 0{,}1)(K_{Na}+1)}{K_{Na}}, \qquad (5.81)$$

где K_{Na} - коэффициент собственных нужд Na - катионитных фильтров;

$$K_{Na} = \frac{q_{Na}(Ж^{исх} - 0{,}1)}{\varepsilon_{Na}}; \qquad (5.82)$$

B_{Na} - удельный расход $NaCl$, г-экв/г-экв [15].

Концентрации остальных компонентов по сравнению с исходными не изменяются.

Качество сбросных вод (г-экв/м^3) от водород-катионитных фильтров определяется по следующим формулам:

$$Ca^{H} = Ca^{исх} + \frac{Ca^{исх}(K_H+1)}{K_H}, \qquad (5.83)$$

$$Mg^{H} = Mg^{исх} + \frac{Mg^{исх}(K_H+1)}{K_H}; \qquad (5.84)$$

$$(SO_4)^{H} = (SO_4)^{исх} + \frac{\alpha_H(Ж^{исх} - 0{,}1)(K_H+1)}{K_H}; \qquad (5.85)$$

щелочность $$K = \frac{(Ж^{исх} - 0{,}1)(K_H+1)(\alpha_H - 1)}{K_H}, \qquad (5.86)$$

где $K_н$ - коэффициент собственных нужд Н-катионитных фильтров,

$$K = \frac{q_н (Ж^{исх} - Ж_{ост})}{\varepsilon_н};$$

$\alpha_н$ - удельный расход кислоты на регенерацию, г-экв/г-экв [15].

Усредненный состав сточных вод (г-экв/м^3) от водород-натрий-катионитной установки определяется по формулам

$$Ca_{ср} = \frac{Ca_{Na} K_{Na} + Ca_н K_н}{K_{Na} + K_н}; \qquad (5.87)$$

$$Mg_{ср} = \frac{Mg_{Na} K_{Na} + Mg_н K_н}{K_{Na} + K_н}; \qquad (5.88)$$

$$Na_{ср} = \frac{Na_{Na} K_{Na} + Na^{исх} K_н}{K_{Na} + K_н}; \qquad (5.89)$$

$$Cl_{ср} = \frac{Cl_{Na} K_{Na} + Cl^{исх} K_н}{K_{Na} + K_н}; \qquad (5.90)$$

$$(SO_4)_{ср} = \frac{SO_4^{исх} K_{Na} + (SO_4)_н K_н}{K_{Na} + K_н}; \qquad (5.91)$$

$$(HCO_3)_{ср} = \frac{HCO_3^{исх} K_{Na}}{K_{Na} + K_H} \qquad (5.92)$$

Кислотность сбросных вод нейтрализуется известью $Ca(OH)_2$, после их смешения со сбросными водами Na -катионитных фильтров.

Содержание взвешенных веществ (г/м^3) после нейтрализации сбросных вод известью составит

$$B_{в_2} = K \cdot 28 \frac{100 - C_0}{C};$$
$$B_{в_2} = КИС \cdot 28 \frac{100 - C_0}{C_0}, \qquad (5.93)$$

где C_0 - содержание активной окиси кальция в исходной извести, %;

КИС - кислотность сбросных вод после смешения, г-экв/м^3,

$$КИС = \sum A - \sum K.$$

Концентрации остальных компонентов в сбросных водах по сравнению с исходными не изменяются.

5.3.6. Водоподготовительная установка одноступенчатого натрий-катионирования с предварительной обработкой

Количество сточных вод (м^3/ч) от ВПУ составит

$$W_{п-Na}^{ст} = W^{ок} \left[K_п (1 + K^I) + K^I \right]. \qquad (5.94)$$

Качество сточных вод от ВПУ определяется по формулам (5.78) - (5.81).

5.3.7. Водоподготовительные установки, работающие по схеме известкование-подкисление

Расход сточных вод ($м^3/ч$) от ВПУ определяется как

$$W^{ст}_{п-п} = K_{под} W^{оч}, \qquad (5.96)$$

где $K_{под}$ - коэффициент, учитывающий долю сбросных вод при известковании (ориентировочно $K_{под} = 0,03$).

Сточные воды от ВПУ, работающей по схеме известкование-подкисление, это продувочные воды осветлителя, содержащие шлам. В состав шлама входят $CaCO_3, Mg(OH)_2$ и известковые отходы $И_{отх}$. Количество $CaCO_3$ (г/м³), образующейся при известковании, составляет

$$CaCO_3 = 50\left[2(Ж^{исх}_{кар} - 0,5) + Ca_2\right], \qquad (5.96)$$

где $Ж^{исх}_{кар}$ - карбонатная жесткость исходной воды, мг-экв/л.

Количество $Mg(OH)_2$ (г/м³), образующейся при известковании, составит

$$Mg(OH)_2 = 29\ (\ Mg^{исх} - 1,4). \qquad (5.97)$$

Количество известковых отходов (г/м³) определяется по формуле

$$И_{отх} = \frac{И(100 - C_0)}{C_0}, \qquad (5.98)$$

где $И$ - расход извести на обработку 1 м³ воды;

C_0 - доля активной окиси кальция в товарном продукте, %.

Возврат осветленной воды на ВПУ принимается равным 75% расхода продувочной воды.

5.3.8. Предварительная обработка воды

Для предварительной обработки воды чаще всего используются коагуляция сернокислым алюминием и ли совместная коагуляция сернокислым железом с известкованием в осветлителях.

После предварительной обработки качество сточных вод соответствует качеству обработанной воды. Кроме того, в сточных водах присутствует значительное количество шлама, образующегося в результате коагуляции.

Коагуляция сернокислым алюминием

Качество сточных вод (мг-экв/л):

$$Щ^{ст} = Щ^{исх} - d_к \,, \qquad (5.99)$$

где $d_к$ - доза коагулянта, мг-экв/л (обычно 0,5-1,2).

Содержание сульфатов (мг/л)

$$SO_4^{ст} = SO_4^{ст} + 48 . \qquad (5.100)$$

Содержание кремнекислоты (мг/л):

$$SiO_2^{ст} = 0{,}75\, SiO_2^{исх} . \qquad (5.101)$$

Содержание органических веществ (мг/л):

$$Opг^{ст} = 0{,}25\, Opг^{исх} \qquad (5.102)$$

Взвешенные вещества практически полностью переходят в осадок, а остальные показатели качества остаются без изменения.

Солесодержание коагулированной воды (мг/л):

$$СС^{ст} = СС^{исх} + (61-48)d_к - 0{,}75\, SiO_2^{исх} - 0{,}75\, Opг^{исх} , \qquad (5.103)$$

Общее количество осаждающихся веществ на 1 м³ обрабатываемой воды (г/м³):

$$G = G_{Al(OH)_3} + G_{SiO_2} + G_{Opr} + G_{\beta}, \qquad (5.104)$$

где

$$G_{Al(OH)_3} = 26 d_K; \qquad (5.105)$$

$$G_{SiO_2} = 0{,}25 \cdot SiO_2^{исх}; \qquad (5.106)$$

$$G_{Opr} = 0{,}75 \cdot Opr^{исх}; \qquad (5.107)$$

$$G_{\beta} = B^{исх}, \qquad (5.108)$$

где $B^{исх}$ - содержание взвешенных веществ в исходной воде.

Количество сточных вод на 1 м³, обрабатываемой воды:

$$q = \frac{G \cdot 100}{\alpha_{шл} \cdot 10^6}, \ м^3/м^3 \qquad (5.109)$$

где $\alpha_{шл}$ - концентрация осадка в шламосборнике, %; при коагуляции серн. кислым алюминием $\alpha_{шл}$ равна 0,5%.

Коагуляция сернокислым железом с известкованием

Качество обработанной и сточной воды:

$$Щ^{ст} = 0{,}4 - 0{,}8 \ мг\text{-}экв/л;$$

$$ж^{ст} = ж^{исх} - щ^{исх} + щ^{с} + d_к , \qquad (5.110)$$

где $d_к$ - доза коагулянта; обычно находится в пределах от 0,25 до 0,75 мг-экв/л;

$$Mg^{ст} = 1{,}4 \text{ мг-экв/л [16]} ;$$

$$Ca^{ст} = ж^{ст} - Mg^{ст}, \text{ мг-экв/л;} \qquad (5.111)$$

$$SO_4^{ст} = SO_4^{исх} + 46 d_к, \text{мг-экв/л;} \qquad (5.112)$$

$$SiO_2^{ст} = 0{,}35\, SiO_2^{исх}, \text{ мг/л;} \qquad (5.113)$$

$$Cl^{ст} = Cl^{исх} \text{ мг/л;}$$

$$Орг^{ст} = 0{,}2 \ldots Орг^{исх}, \text{ мг/л.} \qquad (5.114)$$

Солесодержание известково-коагулированной воды (мг/л):

$$S^{ст}_{изв} = 20(ж^{исх} - щ^{исх}) + 48 SO_4^{исх} + 0{,}35 SiO_2^{исх} + 23 Na^{исх} + 35 Cl^{исх} + 250 Орг^{исх} + 51{,}8 . \qquad (5.115)$$

Общее количество осаждающихся веществ на I м³ обработанной воды составляет (г/м³ :

$$G = G_{CaCO_3} + G_{Mg(OH)_2} + G_{Fe(OH)_3} + G_{SiO_2} + G_{орг} + G_{\beta} + И_{отх}; \quad (5.116)$$

$$G_{CaCO_3} = 50\left[2(Ж_{кар}^{исх} - Ж_{кар.ост}) + CO_2\right], \quad (5.117)$$

где $Ж_{кар}^{исх}, Ж_{кар.ост}$ – карбонатная жесткость воды до и после предварительной обработки, мг-экв/л;

$(Ж_{кар.ост} \approx 0{,}5$ мг-экв/л) ;

$$G_{Fe(OH)_3} = 53{,}5 d_K + \frac{107}{56} Fe^{исх}; \quad (5.118)$$

$$G_{Mg(OH)_2} = 29(Mg^{исх} - Mg_{ост}) \quad (5.119)$$

$(Mg_{ост} = 1{,}4$ мг-экв/л при известковании воды)

$$G_{SiO_2} = 0{,}65\, SiO_2^{исх} \quad (5.120)$$

(0,65 – доля удаляемых в осветлителе кремнекислых соединений);

$$G_{орг} = 0{,}75\, Орг^{исх} \quad (5.121)$$

(0,75 – доля органических веществ, переходящих в осадок)

$$G_{\beta} = B^{исх} \qquad г/м^3$$

$И_{отх}$ – количество недожога извести, определяемое по формуле

$$И_{отх} = \frac{И(100 - C)}{C}, \qquad г/м^3,$$

где $И = 28\,(Ж^{исх} + Mg^{исх} - Mg_{ост} + Fe^{исх} + d_к + CO_2\ 0{,}2)$, г/м³ (5.122)

(0,2 - избыток дозы извести, мг-экв/л).

Количество продувочной воды на 1 м³ обработанной воды (м³/м³)

$$q = \frac{G\ 100}{\alpha_{шл} \cdot 10^6}\ , \qquad (5.123)$$

где $\alpha_{шл}$ - концентрация шлама (осадка) в шламосборнике, равная примерно 3% (при известковании с коагуляцией).

Для ТЭЦ объемы водопотребления и водоотведения установок подпитки пароводяного цикла распределяются на электроэнергию и тепло пропорционально внутристанционным и внешним потерям (передача другим потребителям пара и конденсата).

Очищенную на ВПУ воду следует считать потерями для электростанции и переданной водой другим предприятиям.

Для ВПУ подпитки пароводяного цикла соответственно

$$W^{оч} = W^{пер} + W^{вн.пот} \qquad (5.124)$$

При расчете нормативов объем переданной воды относится на отпуск тепла, а объем внутристанционных потерь - на отпуск электроэнергии:

$$Н^{т.пер} = \frac{W^{пер}}{Т}\ ; \qquad (5.125)$$

$$Н^{э.пот} = \frac{W^{вн.пот}}{Э} \qquad (5.126)$$

Как сточную так и сточную воду от ВПУ определяют на отпуск тепла и электроэнергии пропорционально $W^{пер}$ и $W^{вн.пот}$

Например,

$$W^{э.св} = W^{св} \frac{W^{вн.пот}}{W^{оч}}; \qquad (5.127)$$

$$W^{т.св} = W^{св} \frac{W^{пер}}{W^{оч}} \qquad (5.128)$$

Переданная от ВПУ очищенная вода на подпитку тепловых сетей считается переданной потребителю.

$$W^{оч} = W^{пер} \qquad (5.129)$$

При расчете норм водопотребления, водоотведения и норматива передачи воды объемы этих вод относятся на отпуск тепла.

Для КЭС очищенная на ВПУ вода используется для восполнения внутристанционных потерь, поэтому она является потерями электростанц

$$W^{оч}_{КЭС} = W^{вн.пот} \qquad (5.130)$$

При расчет норм водопотребления, водоотведения и норматива потерь объемы этих вод относятся на отпуск электроэнергии.

Расходы исходной, обработанной и сточной вод определяются для всей ВПУ, затем распределяются на каждый турбоагрегат пропорционально его пароводяным потерям. Если эти показатели в формах отчетности фиксируются в целом по ТЭС, то и нормы водопотребления и водоотведения ВПУ определяются в целом по ТЭС.

5.4. Система гидрозолоудаления

Вода в системе гидрозолоудаления (ГЗУ) используется для удаления с территории ТЭС золы и шлака и их транспортировки на золоотвал, а также для орошения устройств очистки дымовых газов.

Общее количество воды ($м^3/ч$), необходимое для удаления золошлаковых остатков, определяется по формуле [II] .

$$W_{гзу} = q\, A_{зш} , \qquad (5.131)$$

где q - принимается по данным проектно-технической документации.

В соответствии с действующими "Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей", системы ГЗУ должны быть оборотными, однако еще многие ТЭС эксплуатируют истемы ГЗУ по разомкнутой схеме.

Водный баланс систем ГЗУ за годичный период определяется [II] следующими уравнениями:

- приходная часть баланса, $м^3$:

$$W_1 = W_{гзу}^{ст} + W_{гзу}^{н} + W_{гзу}^{вл} + W_{гзу}^{пер} , \qquad (5.132)$$

где $W_{гзу}^{ст}$ - объем водной составляющей пульпы, поступающей в отвал, с учетом сточных вод от других систем, сбрасываемых в систему ГЗУ;

$W_{гзу}^{н}$ - объем осадков, выпадающих на поверхность золошлакоотвала, бассейна и каналов осветленной воды;

$W_{гзу}^{вл}$ - объем поверхностного стока, поступающего в систему ГЗУ;

$W_{гзу}^{пер}$ - объем сбросных вод от других цехов электростанции или других предприятий, направляемых непосредственно на золоотвал;

- расходная часть баланса, $м^3$:

$$W_2 = W_{гзу} + W_{гзу}^{фп} + W_{гзу}^{фк} + W_{гзу}^{ив} + W_{гзу}^{г} + W_{гзу}^{ис} + W_{гзу}^{д} , \qquad (5.133)$$

где $W_{гзу}$ - объем воды, забираемой из отстойного пруда для повторного использования в системе ГЗУ, исходя из потребностей [см.формулу (5.131)] внутристанционной системы золоудаления и шлакоудаления, включая внутристанционные потери воды $\left(W_{гзу}^{вс}\right)$;

$W_{гзу}^{фп}$ потери на фильтрацию через ложе отстойного пруда;

$W_{гзу}^{фк}$ - потери на фильтрацию через ложе бассейна и каналов осветленной воды;

$W_{гзу}^{ив}$ - потери на испарение с водной поверхности отстойного пруда, бассейна и каналов осветленной воды;

$W_{гзу}^{г}$ - потери воды на заполнение пор намытого золошлакового материала;

$W_{гзу}^{ис}$ - потери на испарение с поверхности золоотвала, покрытой снегом;

$W_{гзу}^{д}$ - потери воды на подъем уровня отстойного пруда с целью обеспечения необходимого пути осветления (в связи с частичным заполнением емкости пруда зольными отложениями).

Все указанные составляющие водного баланса системы ГЗУ определяются по проектно-технической документации или расчетным путем по методике ВНИИГ [12].

Для прямоточной системы ГЗУ (при отсутствии возврата воды) все остальные составляющие баланса сохраняются.

Продувка оборотной системы ГЗУ (сточные воды) имеет место в случае положительного водного баланса системы, т.е. $W_{гзу_1} > W_{гзу_2}$ и определяется как разность этих величин. Зола некоторых видов твердого топлива содержит значительное количество оксида кальция, который при гидротранспорте золы растворяется в воде. В конечном счете перенасыщение воды кальцием приводит к появлению отложений в трубопроводах и оборудовании системы ГЗУ, что существенно осложняет и ухудшает условия ее эксплуатации.

Минимальный расход продувочной воды ($м^3/ч$) оборотной системы ГЗУ, необходимый для обеспечения концентрации растворенных солей на безопасном с точки зрения образования отложений уровне, определяется по методике ЭТИ им.Ф.Э.Дзержинского:

- для систем с мокрыми золоуловителями:

$$W_{гзу}^{пр} = \frac{\left[W_{ор.в}\left(Щ_{ор.в} + 3{,}9S^{пр} + 7{,}05\sqrt{S^{пр}}\right) + \left[SO_4^{2-}\right]^{доб} W_{гзу}^{доб}\right] e^{-0{,}005\tau}}{36} - \left[0{,}5\left(\varphi_{з} + \varphi_{шл}\right) + W_{гзу}^{ф}\right] ; \qquad (5.134)$$

- для систем с сухими золоуловителями

$$W_{ГЗУ}^{прод} = \frac{\left\{1{,}5\varphi_{\text{т}}(SO_3)_{золы} + \left[SO_4^{2-}\right]^{доб} W_{ГЗУ}^{доб}\right\} e^{-0{,}005\tau}}{20} - \left[0{,}5(\varphi_{\text{т}} + \varphi_{шл}) + W_{ГЗУ}^{ф}\right], \qquad (5.135)$$

где $S^{пр}$ - процентное содержание серы в топливе, приведенное к 1000 ккал/кг - низшей теплоте сгорания;

$\left[SO_4^{2-}\right]^{доб}$ - усредненное содержание сульфатов в добавочной воде, мг-экв/кг;

$W_{ГЗУ}^{ф}$ - суммарные потери на фильтрацию в системе ГЗУ, м³/ч;

$[SO_3]_{золы}$ - содержание сульфата в золе, %.

Если значение продувки, определенное по методике ВТИ, превышает значение, полученное из уравнения баланса, его и следует принимать в качестве расчетного расхода сточных вод при нормировании.

Для расчета норм определяется расход свежей воды в систему из водного объекта, суммарный расход оборотной и повторно или последовательно используемой воды, а также расход продувочной воды с учетом фильтрации.

Для ТЭЦ при расчете норм воду ГЗУ следует относить на два вида продукции - электроэнергию и тепло - пропорционально расходам топлива, затраченного на отпуск каждого вида продукции.

Качество сбросных вод системы ГЗУ зависит от вида сжигаемого топлива и типа установленного оборудования, поэтому дать расчетные зависимости качества сточных вод ГЗУ не представляется возможным. Состав и степень загрязненности этих вод должны приниматься на основе фактических данных химического контроля.

5.5. Промывка регенеративных воздухоподогревателей и паровых котлов

Объем водопотребления на промывку регенеративных воздухоподогревателей (РВП) и паровых водогрейных котлов зависит от ряда факторов, в том числе от качества сжигаемого топлива, типа и ре-

кима работы котлов, схемы очистки промывочных вод и устанавливается индивидуально для каждой ТЭС. При отсутствии нормативно установленных расходов целесообразно принимать данные ТЭП [17]:

- для промывки РВП:

расход воды - 5 $м^3$ на I $м^2$ площади сечения ротора;

продолжительность - I ч;

периодичность - I раз в 30 сут;

- для промывки конвективных поверхностей нагрева котла:

расход воды на промывку котла паропроизводительностью 300 т/ч и более - 300 $м^3$;

продолжительность - 2 ч;

периодичность - I раз в год перед ремонтом;

- для промывки пиковых котлов:

расход воды на промывку водогрейного котла:

ПТВМ-50-I - I5 $м^3$;

КВГМ-I00(ПТВМ) - 20 $м^3$;

КВГМ-I80(ПТВМ) - 25 $м^3$;

продолжительность - 30 мин;

ориентировочная периодичность - I раз в I5 сут.

Периодичность промывок пиковых котлов, оборудованных устройством для обессоливания, - I раз в год.

Объемы оборотной и сточной воды в системе промывки РВП зависят от применяемой схемы очистки и установленного оборудования и определяются индивидуально по каждой ТЭС.

Состав и степень загрязненности сточных вод от промывок РВП зависят от конкретных условий эксплуатации (топлива, оборудования, качества исходной воды и т. д.) и принимаются на основе фактических данных химического контроля.

При отсутствии данных химического контроля состав промывочных вод (мг/л) после известковой обработки, как наиболее распространенной, можно принимать по данным теплоэлектропроекта: взвешенные вещества - 25; сухой остаток - 2000-2400; SO_4 - I400; $Ni \leq 0,I$; $Cu \leq 0,I$; $Fe \leq 0,I$; $V \leq 0$, pH - 9,5-I0.

При расчете норм расходы воды на промывку РВП для ГРЭС и ТЭЦ на конденсационном режиме относят целиком на отпуск электроэнергии.

Для ТЭЦ на теплофикационном режиме расходы воды относят на отпуск электроэнергии и тепла пропорционально расходам топлива,

затрачиваемого на выработку этих двух видов продукции рассматриваемым турбоагрегатом.

5.6. Химическая очистка оборудования

Расходы воды и периодичность химических очисток зависят от типа и режима работы установленного оборудования, от используемого метода химической очистки и определяются по данным проектно-технической и эксплуатационной документации.

При отсутствии нормативно установленных расходов целесообразно принимать по данным Теплоэлектропроекта [17] и табл.5.7.

Таблица 5.7

Ориентировочное количество стоков при предпусковых очистках котлов

Котел паропроизводительностью, т/ч	Схема очистки	Объем промывочного контура, м³	Объем сбрасываемых вод, м³	
			в бак-нейтрализатор	в емкость усреднитель
Барабанный 420	Одноконтурная	400	2800	6400
Барабанный 640	Двухконтурная:			
	I-й	350	2450	8000
	2-й	150	1050	
Прямоточный 950	Одноконтурная в два этапа	550	3750	8800
То же	Двухконтурная:			
	I-й	500	5000	16800
	2-й	550	5500	
Прямоточный 1600	Двухконтурная:			
	I-й	680	6800	21800
	2-й	680	6800	
Прямоточный 2650	Двухконтурная в два этапа:			
	I-й	550	5500	20000
	2-й	700	7000	

Объем сточных вод в зависимости от используемой схемы обработки сбросных вод может быть равным объему водопотребления или меньше его на значение потерь с обводненным шламом при его отделении от осветленной воды.

Количество шлама в процентах от общего объема раствора в баке обезвреживания сточных вод ориентировочно определяется по формуле [I7] :

$$\alpha = \frac{4\sqrt[3]{\beta^2}}{q^{0,13}} \qquad (5.136)$$

Качество сточных вод от химических очисток зависит от типа установленного оборудования и применяемого метода очистки и принимается по данным химического контроля. При отсутствии данных химического контроля состав сбросных вод после их обезвреживания принимается по данным ТЭП [I7] и табл.5.8.

Таблица 5.8

Примерный состав примесей в сточных водах от химических очисток оборудования на ТЭС, мг/кг

Показатель	Методы химических очисток						
	Солянокислотный	Комплексонный	Моноаммоний цитратный	Фталевокислотный	Концентратом низкомолекулярных кислот	Дикарбоновыми кислотами	Гидразинокислотный
Хлориды	4500	-	-	-	-	-	-
Сульфаты	50	400	400	40	40	40	3000
Железо общее	5	I5	I5	I0	I0	I0	5
Ингибиторы ОП-7, ОП-I0	70	70	70	70	70	70	-
Ингибиторы ПБ-5,В-I,В-2	30	-	-	-	-	-	-
Каптакс	-	I5	I5	I5	I5	I5	-

Окончание таблицы 5.2

Показатель	Методы химических очисток						
	Солянокислотный	Комплексонный	Моноаммонийцитратный	Фталевокислотный	Концентратом из комплексных кислот	Дикарбоновыми кислотами	Гидразинокислотный
Формальдегид	200	-	-	-	-	-	-
Аммонийные соединения	500	500	500	280	500	280	280
Нитриты	-	250	250	-	250	-	-
Сухой остаток	10000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Содержание органических веществ:							
ХПК, мг O_2/кг	350	1900	1700	3400	3000	2800	
БПК, мг O_2/кг	180	650	1300	2400	2200	2200	-

При расчете норм расходы потребляемой и отводимой воды для ГРЭС и ТЭЦ относят на отпуск электроэнергии.

6. НОРМЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО И ПОДСОБНОГО ПРОИЗВОДСТВА С УЧЕТОМ КАЧЕСТВА ПОТРЕБЛЯЕМОЙ И ОТВОДИМОЙ ВОДЫ

К вспомогательным и подсобным производствам на ТЭС относятся гаражи, компрессорные, ацетиленовые и электролизные станции и другие объекты, не участвующие непосредственно в процессе производства продукции. К этому направлению использования воды можно отнести и расходы на гидроуборку помещений, полив территории и зеленых насаждений в летнее время, на пожаротушение и др.

Объемы воды, используемой на вспомогательные нужды ТЭС, определяются по данным проектно-технической документации и СНиП, технических паспортов на оборудование, а также проведением производственных испытаний.

В зависимости от принятых технологических схем вспомогательных производств использованная вода может сбрасываться в водный объект (W^{Π}), направляться в другие системы ($W^{\Gamma\Pi}$) или использоваться в оборотной системе ($W^{об}$). Расход воды на полив территории (газоны, зеленые насаждения) целесообразно включать в безвозвратные потери.

При расчете норм водопотребления и водоотведения на вспомогательные нужды все расходы воды целесообразно относить полностью на отпуск электроэнергии.

Качество сточных вод принимается по данным химического контроля.

7. НОРМЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ

К хозяйственно-питьевым нуждам относятся расходы воды на столовые, душевые, сатураторы, туалеты и т.д. Расход воды, используемой на хозяйственно-питьевые нужды, принимается по данным проектно-технической документации или СНиП [7,18].

Вода, используемая на хозяйственно-питьевые нужды, как правило, является по качеству питьевой и должна соответствовать требованиям "ГОСТ 2874-73. Вода питьевая".

Использованная вода, как правило, полностью сбрасывается, т.е. является сточной водой. Химический состав сточных вод принимается по данным химического контроля.

Нормы водопотребления и водоотведения на хозяйственно-питьевые нужды относятся на два вида продукции в целом по ТЭС пропорционально расходам топлива на их отпуск.

8. УКРУПНЕННЫЕ НОРМЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Основная задача разработки укрупненных норм водопользования - обеспечить возможность планирования и контроля потребления свежей (питьевой и технической), оборотной, повторно или последовательно используемой воды, а также отводимых от производства сточных вод на различных уровнях управления.

Укрупненные нормы рассчитываются на основании индивидуальных норм в соответствии с их структурой по направлениям использования воды (на технологические, вспомогательные и подсобные, а также хозяйственно-питьевые нужды) по каждому из двух видов продукции, выпускаемых различными ТЭС.

Индивидуальные балансовые нормы разрабатываются для каждого типа установленных турбоагрегатов.

Укрупненная балансовая норма в целом по ТЭС определяется как средневзвешенное значение индивидуальных норм каждого турбоагрегата:

$$H_{ys} = \frac{\sum_{\ell=1}^{K} H_{us\ell}\, Q_{s\ell}}{\sum_{\ell=1}^{K} Q_{s\ell}}, \qquad (8.1)$$

где H_{ys} – укрупненная норма водопотребления (водоотведения) на единицу продукции S (электроэнергии, тепла), отпускаемой ТЭС;

$H_{us\ell}$ – индивидуальные нормы водопотребления (водоотведения) на единицу продукции по каждому турбоагрегату ℓ ;

$Q_{s\ell}$ – объем продукции, отпускаемой каждым турбоагрегатом;

K – число установленных на ТЭС турбин на данном уровне планирования.

Аналогично рассчитываются укрупненные нормативы потерь и переданной воды.

Индивидуальные и укрупненные балансовые нормы, рассчитанные на уровне электростанций, укрупняются ведущими отраслевыми институтами по уровням управления: РЭУ, главк, Минэнерго СССР.

Укрупнение норм водопотребления и водоотведения производится в соответствии с требованиями того уровня управления, на котором выполняются расчеты (см.рис.7), т.е. на уровне РЭУ и главка укрупненные нормы формируются по видам продукции в натуральном выражении, на уровне Минэнерго и Госплана СССР – по видам продукции в натуральном и стоимостном выражении.

Укрупненные нормы в натуральном выражении по уровням управления определяются по формуле

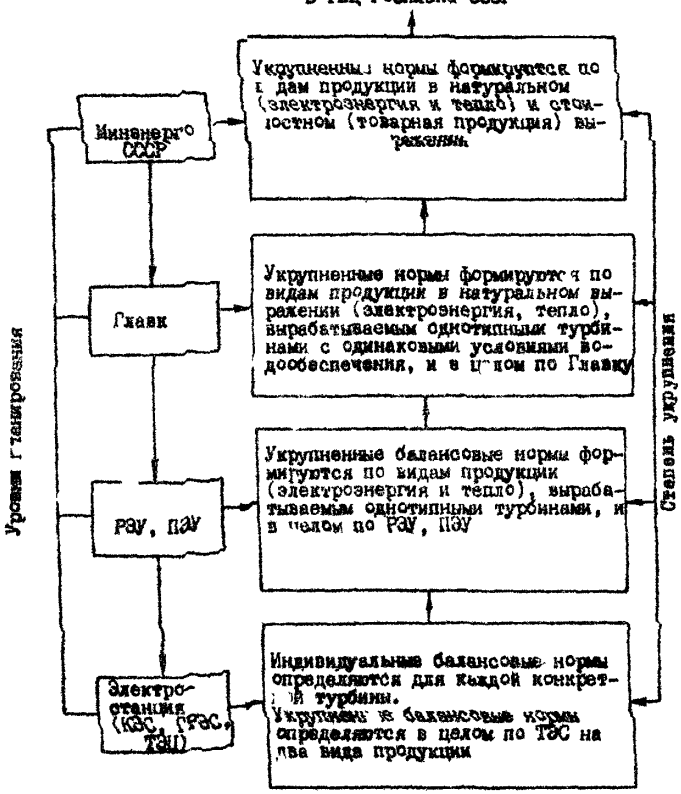

Рис.7. Схема разработки текущих балансовых норм

$$H_{ys} = \frac{\sum_{\psi=1}^{n} H_{y-\psi} Q_{s\psi}}{\sum_{\psi=1}^{n} Q_{s\psi}} , \qquad (8.2)$$

где $H_{ys\psi}$ – укрупненная соответствующая норма ψ – го уровня управления (электростанция, РЭУ, главк) на единицу продукции, отпускаемой электростанциями (РЭУ, главк) данного уровня управлен я;

n – число объектов (ТЭС, РэУ, главков) данного уровня управления (РЭУ, главка, Минэнерго СССР).

Кроме того, на уровнях РЭУ, главков укрупняются индивидуальные нормы однотипных (по мощности и параметрам пара) турбин. Укрупнение выполняется с учетом типа системы водоснабжения (прямоточная, оборотная).

Укрупнение выполняется по формуле (8.I). В этом случае

K – число однотипных турбин на данном уровне управления (РЭУ, главк).

На уровнях управления РЭУ, главк, Минэнерго СССР определяются показатели качества сточных вод.

При определении укрупненных показателей качества сточных вод рассчитывается средневзвешенное количество загрязняющего воду вредного вещества d (в мг), поступающего в сточные воды в процессе производства и приходящегося на единицу продукции выпускаемой электростанциями данного уровня управления:

$$M'_{yds} = \frac{\sum_{\psi=1}^{n} M'_{ds\psi} Q_{s\psi}}{\sum_{\psi=1}^{n} Q_{s\psi}} \qquad (8.3)$$

Средневзвешенное количество вредного вещества, остающегося в сточных водах после очистки:

$$M''_{yds} = \frac{\sum_{\psi=1}^{n} M''_{ds\psi} Q_{s\psi}}{\sum_{\psi=1}^{n} Q_{s\psi}}, \qquad (8.4)$$

где $M'_{ds\psi}, M''_{ds\psi}$ – соответственно удельное количество вредного вещества на единицу продукции, поступающего в сточные воды до очистки и остающегося в сточных водах после очистки, по каждой ТЭС (РЭУ, главку) ψ -го уровня планирования.

Средневзвешенный удельный приведенный сток, т.е. средневзвешенное условное количество сточных вод (Z'_{ys}, Z''_{ys}), соответственно до и после очистки с учетом разбавления определяется по формулам

$$Z'_{yds} = \frac{\sum_{\psi=1}^{n} Z'_{ds\psi} Q_{s\psi}}{\sum_{\psi=1}^{n} Q_{s\psi}}; \qquad (8.5)$$

$$Z''_{yds} = \frac{\sum_{\psi=1}^{n} Z''_{ds\psi} Q_{s\psi}}{\sum_{\psi=1}^{n} Q_{s\psi}} \qquad (8.6)$$

Укрупненные нормы рассчитываются в автоматизированном режиме.

Вычислительные центры организаций-разработчиков укрупненных норм осуществляют прием исходных данных для расчета укрупненных балансовых норм водопотребления и водоотведения, подготовку информации для ввода в ЭВМ, выдачу результатов расчета, хранение, накопление и обновление норм, необходимых для разработки народнохозяйственных планов.

Таким образом, в рамках автоматизированной системы нормирования (АСН) на всех уровнях планирования предполагается создание

фондов норм и нормативов с организацией их накопления и систематического обновления.

В соответствии с этим разрабатываемое в рамках АСН математическое обеспечение должно содержать программы, реализующие расчеты самих норм водопотребления и водоотведения, и программы, обеспечивающие функционирование автоматизированных фондов нормативной информации в АСУ данного уровня планирования.

В ходе проведения работы ведущие отраслевые институты-разработчики норм выполняют следующий объем работы:

- описание постановки комплекса задач по расчету групповых (укрупненных) балансовых норм и нормативов водопотребления и водоотведения, включающей характеристику задач, входную, нормативно-справочную и выходную информацию, алгоритмы расчета в соответствии с ГОСТ 24.204-80,

- разработку руководств программиста, оператора, эксплуатационной программы с контрольным примером, технологических и должностных инструкций по обработке данных;

- расчет укрупненных балансовых норм и нормативов водопотребления и водоотведения на единицу отпущенного тепла и электроэнергии в натуральном и стоимостном выражении.

На уровне Минэнерго СССР укрупненные нормы формируются в стоимостном выражении по формуле

$$H_{ym} = \frac{\sum_{\psi=1}^{n} \sum_{s=1}^{r} H_{ys\psi} Q_{s\psi}}{\sum_{\psi=1}^{n} B_{\psi}}, \qquad (8.7)$$

где H_{ym} - укрупненная норма водопотребления (водоотведения) на 1000 руб. товарной продукции по m-му министерству;

$H_{ys\psi}$ - укрупненная норма водопотребления (водоотведения) на единицу продукции ψ-го уровня управления);

$Q_{s\psi}$ - объем производства S-го вида продукции по ψ-му уровню управления;

$\sum_{\psi=1}^{n} B_{\psi}$ - объем товарной продукции в действующих ценах по Минэнерго СССР в целом.

n - количество предприятий m-го министерства;

г - количество видов продукции (электроэнергия и тепло), входящих в товарную продукцию отрасли.

Сформированные групповые нормы и нормативы водопотребления и водоотведения представляются по формам I-3 приложения 3 в Минэнерго СССР для направления в Госплан СССР. Порядок подготовки и представления этих форм изложен в разд.9 и приложении 3.

9. ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ, СОГЛАСОВАНИЯ, УТВЕРЖДЕНИЯ НОРМ И КОНТРОЛЯ ЗА ИХ ВЫПОЛНЕНИЕМ

9.I. Организационное и методическое руководство работой по нормированию водопотребления и водоотведения в теплоэнергетике осуществляет Главное научно-техническое управление энергетики и электрификации Минэнерго СССР с привлечением отраслевых научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций.

9.2. Научное и методическое руководство по разработке норм водопотребления и водоотведения на электростанциях осуществляют УралВТИ, Теплоэлектропроект, ВНИИЭнергопром и ПО "Союзтехэнерго".

9.3. Главное научно-техническое управление энергетики и электрификации в соответствии с руководящими документами Минэнерго СССР, Госплана СССР и программой работ ГКНТ СССР по проблеме нормирования водных ресурсов в установленные сроки подготавливает приказ по министерству о разработке (или пересмотру) норм.

9.4. Текущие балансовые нормы пересматриваются на электростанциях (в РЭУ главных), согласовываются с местными органами Минводхоза СССР и направляются в ПО "Союзтехэнерго", которое представляет их в Главное научно-техническое управление энергетики и электрификации Минэнерго СССР для утверждения в сроки, установленные приказом.

9.5. Пересмотр текущих балансовых норм водопотребления и водоотведения на предприятиях осуществляет производственно-технический отдел с привлечением по необходимости других подразделений электростанции.

9.6. Расчеты индивидуальных норм по направлениям использования воды (технологические, вспомогательные и подсобные, хозяйственно-питьевые нужды) и нормативов на единицу продукции

осуществляются по настоящей методике непосредственно на электростанциях и утверждаются их руководством.

9.7. Индивидуальные балансовые нормы водопотребления и водоотведения должны пересматриваться и утверждаться каждые пять лет с учетом организационно-технических мероприятий по рациональному использованию водных ресурсов (см.приложение 4).

При изменении условий производства и проведении организационно-технических мероприятий по рациональному использованию водных ресурсов балансовые нормы подлежат пересмотру, согласованию и утверждению до истечения пятилетнего периода.

9.8. Министерство энергетики и электрификации СССР в сроки, определяемые Отделом охраны природы Госплана СССР, на основании индивидуальных норм водопотребления и водоотведения и проектируемых на планируемый год объемов производства по отраслевой номенклатуре продукции народнохозяйственного плана обеспечивает проведение в соответствующих вычислительных центрах расчетов укрупненных норм водопотребления и водоотведения без формирования этих норм по промежуточным уровням планирования (главкам, РЭУ).

Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения рассчитываются Теплоэлектропроектом, ВНИИэнергопромом, УралВТИ, утверждаются Минэнерго СССР, сообщаются в Госплан СССР и Минводхоз СССР для планирования и контроля.

9.9. Ответственность за соблюдение водно-технологического режима возлагается на соответствующие производственные подразделения энергопредприятия. Текущий контроль за использованием воды на предприятиях осуществляется производственно-техническим отделом или другими службами, определяемыми руководством энергопредприятия.

9.10. Контроль за использованием потребляемой воды и качеством сбрасываемых вод осуществляют органы по регулированию использования и охране вод Минводхоза СССР и соподчиненные им другие органы.

9.11. Контроль за соблюдением норм водопотребления и водоотведения и выполнением заданий по экономии водных ресурсов на энергопредприятиях осуществляют Минэнерго СССР и органы по регулированию использования и охране вод.

Контроль осуществляется путем периодических проверок на местах, а также анализа расхода воды по формам статистической отчетности и сопоставления фактического расхода воды с планом, рассчитанным по нормам.

Приложение I
Рекомендуемое

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЮ И ВОДООТВЕДЕНИЮ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

Бассейн - водоем, совокупность притоков данной реки, озера и т.п., а также площадь стока поверхностных и подземных вод в данный водоем.

Безвозвратные потери воды - испарение, унос, естественное испарение, транспирация и др.

Вода добавочная - вода, подаваемая в систему оборотного водоснабжения из природного источника, других водохозяйственных систем (каналов, городского водопровода и др.), или очищенная сточная вода, подаваемая для восполнения потерь на продувку и безвозвратных потерь воды.

Вода оборотная - вода, поступающая после охлаждения или очистки для многократного использования на нужды производства в замкнутой системе.

Вода, повторно используемая - сточная вода, используемая повторно в других производственных процессах или агрегатах после ее охлаждения или очистки (использование очищенных нефтесодержащих стоков на подпитку оборотных систем и др.).

Вода последовательно используемая - сточная вода, используемая последовательно в нескольких производственных процессах или агрегатах без промежуточного охлаждения или очистки (использование воды в системе ГЗУ и водоподготовки после конденсаторов турбин и др.).

Вода продувочная - вода, отводимая из системы оборотного водоснабжения и заменяемая добавочной водой для поддержания солевого состава оборотной воды и загрязненности органического катионитного на определенном уровне.

Вода питьевая - вода, по своему качеству отвечающая требованиям ГОСТ 2874-73, предназначенная для хозяйственно-питьевых целей и используемая в исключительных случаях и на производственные нужды, где по условиям производства не может применяться техническая вода.

Вода техническая свежая - вода природного источника или других водохозяйственных систем (каналов, городского водопровода других предприятий и др.), подаваемая для производственных целей (очищенная или неочищенная).

Водоотведение (сброс сточных вод) - удаление сточных вод за пределы предприятия. В объем водоотведения входит суммарное количество всех видов сточных вод, отводимых непосредственно в водоемы (водоисточники), подземные горизонты и бессточные впадины на очистку, а также передаваемых на очистку другим организациям и т.п.

Водопотребление - потребление воды из водного объекта или истемы водоснабжения.

Загрязненные сточные воды - воды, сброс которых вызывает *нарушение нормативов качества воды, установленных "Правилами* охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами"(Л.: Судостроение, 1978) в расчетном (контролируемом) створе или пункте водопользования.

Загрязняющее воду вещество - вещество в воде, вызывающее нарушение норм качества воды.

Качество воды - характеристика состава и свойств воды.

Коэффициент неравномерности расхода воды (сброса сточных вод):

сезонной неравномерности - отношение максимального месячного расхода воды за сезон (лето, зима) к среднемесячному расходу воды за год;

годовой неравномерности - отношение максимального часового расхода воды к среднечасовому за сутки; этот коэффициент исчисляется обычно для суток с наибольшим расходом воды в течение года.

Лимитирующий признак вредности вещества в воде - признак, характеризующийся наименьшей безвредной концентрацией вещества в воде.

Минерализация воды - сумма всех найденных при химическом анализе воды минеральных веществ (в мг/л и г/кг).

Норма состава сточных вод - перечень и концентрация веществ в сточных водах, установленных нормативно-технической документацией.

Нормативно-очищенные сточные воды - сточные воды, отведение которых после очистки в водные объекты не приводит к нарушению норм качества воды в контролируемом створе или пункте водопользования.

Нормативно-чистые сточные воды - сточные воды, допустимые к сбросу без очистки (воды, использованные для охлаждения пара в конденсаторах тепловых электростанций, отведение которых в водные объекты не приводит к нарушению качества воды в контролируемом створе или пункте водопользования).

Нормы качества воды - установленные значения показателей качества воды по видам водопользования.

Очистка сточных вод - обработка сточных вод с целью разрушения или удаления из них определенных веществ.

Правила охраны вод - установленные требования, регламентирующие деятельность человека в целях соблюдения норм охраны вод.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) - концентрация вещества в воде, выше которой вода непригодна для одного или нескольких видов водопользования.

Предельно допустимый сброс вещества в водный объект (ПДС) - масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте.

Примечание. ПДС устанавливается с учетом ПДК веществ в месте водопользования, ассимилирующей способности водного объекта и оптимального распределения масс сбрасываемых веществ между водопользователями, сбрасывающими сточные воды.

Тепловое загрязнение - поступление тепла в водный объект, вызывающее нарушение норм качества воды.

Удельный сброс загрязняющих воду веществ - количество загрязняющих веществ, сбрасываемых в водоем при производстве единицы продукции.

Приложение 2
Обязательное

ТЕКУЩИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ НОРМЫ И НОРМАТИВЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Расчет норм и нормативов должен включать:

1. Пояснительную записку, в которой необходимо указать:

- тип и установленную мощность электростанции;
- объем отпускаемой продукции каждым турбоагрегатом;
- вид топлива системы ГЗУ;
- оснащенность электростанции водоизмерительными приборами;
- метод определения норм различных технологических систем (расчетный, метод измерений, по паспортным и проектным данным);
- места направления стоков различных технологических систем;
- причины отклонений расчетных объемов сточных вод от фактических [по форме 2-ТП (водхоз)].

2. Таблицы индивидуальных норм водопотребления на единицу продукции (форма 1).

3. Таблицы индивидуальных норм водоотведения на единицу продукции (форма 2).

4. Таблицы состава и концентрации загрязнений в сточных водах от электростанции, сбрасываемых в водоем, приходящихся на единицу продукции (форма 3).

5. Таблицы сопоставления расчетного количества сточных вод, в том числе питьевого качества, с фактическим их использованием за истекший год (форма 4).

6. Таблицы состава сточных вод и концентрации загрязнений в них (табл.П2.1). Формы и примеры их заполнения представлены в приложении 5.

Таблица П2.1

Состав и концентрация загрязнений в сточных водах электростанций

Показатель	Единица измерения	Качество исходной воды по определяемым показателям	Производственный процесс, цикл											
			До очистки	После очистки	Метод очистки	Дальнейшее использование	Приращение концентрации загрязняющих воду веществ в стоках до очистки	Приращение концентрации загрязняющих воду веществ в стоках после очистки	Удельное количество загрязняющего воду вещества, поступающего в стоки производства кг/(МВт ч) кг/ГДж	Удельное количество загрязняющего воду вещества, оставшегося в стоках после очистки, кг/(МВт·ч) кг/ГДж	Удельное количество вещества, поступающего в водоем с отводимыми стоками, с учетом фонового загрязнения водоема кг/(МВт ч); кг/ГДж	Удельный "приведенный" сток до очистки м³/(МВт ч); м³/ГДж	Удельный "приведенный" сток после очистки м³/(МВт ч); м³/ГДж
Для пресных													
Температура	°С												
Взвешенные вещества	мг/л												
Нефтепродукты	т/л												
Химические													
pH													
Жесткость общая	мг-экв/л												
Щелочность карбонатная	мг-экв/л												
Щелочность общая	мг-экв/л												
Солесодержание	мг/л												
Кальций	мг/л												
Магний	мг/л												
Натрий	мг/л												
Хлориды	мг/л												
Сульфаты	мг/л												
Нитраты	мг/л												
Нитриты	мг/л												
Железо общее	мг/л												

Окончание таблицы

Показатель	Единица измерения	Качество исходной воды по определяющим показателям	Производственный процесс, цикл										
			До очистки	После очистки	Метод очистки	Дальнейшее использование	Приведение концентрации загрязняющих воду веществ в стоках до очистки	Приведение концентрации загрязняющих воду веществ в стоках после очистки	Удельное количество загрязняющего воду вещества, попадающего в стоки в процессе производства кг/(МВт ч), кг/Гдж	Удельное количество загрязняющего воду вещества, остающегося в стоках после очистки, кг/(МВт ч), кг/Гдж	Удельное количество вещества, поступающего в водоем с очищенными стоками, с учетом фонового загрязнения водоема кг/(МВт · ч); кг/Гдж	Удельный "приведенный" сток до очистки м³/(МВт · ч); м³/Гдж	Удельный "приведенный" сток после очистки, м³/(МВт ч); м³/Гдж
Медь	мг/л												
Марганец	мг/л												
Кислород растворенный	мг/л												
Углекислота свободная	мг/л												
ПАВ	мг/л												
ХПК	мг/л												
Биологические													
БПК	мг/л												
Биогенные элементы													
Фосфор	мг/л												
Азот общий	мг/л												
Специфические													
Ванадий	мг/л												
Никель	мг/л												
Фтор	мг/л												
Мышьяк	мг/л												

Примечание. Перечень показателей допускается изменять при определении не указанных здесь показателей.

Приложение 3
Обязательное

МАКЕТ СБОРНИКА ТЕКУЩИХ УКРУПНЕННЫХ НОРМ И НОРМАТИВОВ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

I. Формы I-3 предназначены для проведения расчетов текущих укрупненных норм и нормативов водопотребления и водоотведения с применением ЭВМ.

Общие требования к формам документов, составу данных и терминологии соответствуют ГОСТ 6.I0.I-75 и ГОСТ 6.I0.2-75. Форматы документов, основные реквизиты и их расположение соответствуют требованиям ГОСТ 6.II.2-75.

2. Используемые в расчетах объемы отпуска продукции должны соответствовать объемам, принятым Госпланом СССР на планируемый год. При несоблюдении указанных требований формы I-3 к рассмотрению Госпланом СССР приниматься не будут.

3. Информация форм I-3 кодируется на основе общесоюзных классификаторов технико-экономической информации и утвержденных документов:

- Общесоюзный классификатор отраслей народного хозяйства (ОКОНХ). - М.: Статистика, I976.

- Общесоюзный классификатор промышленной и сельскохозяйственной продукции. Высшие классификационные группировки (ВКГ ОКП). М.: Статистика, 1977.

- Общесоюзный классификатор. Система обозначений единиц измерений, используемых в АСУ (СОЕИ). - М.: Стандарты, I975.

Инструкция по кодированию информации при ведении государственного водного кадастра (раздел "Использование вод"). Минводхоз СССР. - М.: I980.

Общесоюзный классификатор. Система обозначений объектов административно-территориального деления Союза ССР и союзных республик, а также населенных пунктов (СОАТО). М.: Статистика, I976.

Перечень министерств, ведомств (с полным и сокращенным названием) и шифровка министерств и предприятий по подчиненности. Утв.ЦСУ СССР.-М.: I976.

- Экономическое районирование СССР. Шифровка, рекомендуемая СОПС АН СССР. - .: 1976.

4. По формам I-3 институты Теплоэлектропроект и ВНИПИэнергопром представляют укрупненные нормы на уровне главков, промышленных объединений и Минэнерго СССР.

При заполнении форм I-3 в заголовочной части таблиц указывается:

Слева:

министерство, ведомство СССР, союзная республика; отраслевое направление, к которому относится данный вид продукции (электроэнергетика); наименование продукции в соответствии с номенклатурой продукции и видов работ; объем производства продукции на планируемый год и единицы измерения; бассейн реки, климатический район.

Объем производства на планируемый год по позициям народнохозяйственного плана должен соответствовать объемам, предусмотренным Госпланом СССР в плане производства продукции промышленности.

Информацию по объемам производства обеспечивает Планово-экономическое управление Минэнерго СССР и сводный отдел народнохозяйственного плана Госплана союзной республики.

Справа:

коды формы (пятизначное число); года (двухзначное число); министерства, ведомства СССР (четырехзначное число); отрасли (пятизначное число); продукции (двумя числами: шестизначное - часть I, четырехзначное - часть 2); бассейна реки; номер листа (четырехзначное число); дата и час составления (шестизначное число).

Графа "Код признака" Теплоэлектропроектом и ВНИПИэнергопромом не заполняется.

При заполнении табличной части формы I указывается:

в графе А - наименование направлений водопотребления и качество используемой воды;

в графе Б - наименование единицы измерения нормы;

в графе I - порядковый номер строки (не более трех знаков);

в графах 2 и 3 - код направления водопотребления (двумя числами: шестизначное - часть I, четырехзначное - часть 2);

в графе 4 - код единицы измерения нормы (шестизначное число);

в графе 5 - нормы водопотребления текущего года (не более шести знаков; после запятой - не более двух знаков);

в графе 6 - нормы водопотребления на планируемый год (не более шести знаков; после запятой - не более двух знаков);

в графе В - снижение (повышение - со знаком "+") нормы водопотребления; определяется как разность данных граф 5 и 6 (не более шести знаков; после запятой - не более двух знаков).

в графе Г - процент снижения (повышение - со знаком "+") нормы водопотребления; определяется делением данных графы В на данные графы 5 и умножением результата на 100 (не более четырех знаков; после запятой - не более двух знаков).

По строке "Свежая вода на производственные и хозяйственно-питьевые нужды всего" (графа А), включая "В том числе питьевого качества", показатели граф 5,6,В определяются как сумма показателей соответствующих строк по этим графам.

5. При заполнении формы 2 в табличной части указывается:

в графе А - наименование направления водоотведения;

в графе Б - наименование единицы измерения нормы;

в графе 1 - порядковый номер строки (не более трех знаков);

в графах 2 и 3 - код направлений водоотведения (двузначное число: однозначное - часть 1, четырехзначное - часть 2);

в графе 4 - код единицы измерения нормы (двузначное число);

в графах 5 и 6 - нормативы безвозвратного потребления соответственно текущего и планируемого года (не более шести знаков; после запятой - не более двух знаков в каждой графе);

в графах 7 и 8 - нормативы потерь соответственно текущего и планируемого года (не более шести знаков; после запятой - не более двух знаков в каждой графе);

в графах 9 и 10 - нормы водоотведения соответственно текущего и планируемого года (не более шести знаков; после запятой - не более двух знаков в каждой графе);

в графе В - снижение (повышение - со знаком "+") нормы водоотведения; определяется как разность данных граф 9 и 10 (не более шести знаков; после запятой - не более двух знаков);

в графе Г - процент снижения (повышения - со знаком "+") нормы водоотведения; определяется делением данных графы В на данные графы 9 и умножением результата на 100 (не более четырех знаков; после запятой - не более двух знаков).

По строке "Всего промыв дственные и хозяйственно-бытовые сточные вод (графа А) показатели граф 5 - 10 определяются как сумма показателей соответствующих строк по этим графам.

При расчете текущих укрупненных балансовых норм водоотведения и нормативов безвозвратного потребления и потерь на единицу продукции используются объемы производства, указанные в форме I.

6. При заполнении табличной части формы 3 указывается:

в графе А - наименование вредного вещества;

в графе Б - наименование единицы измерения вредного вещества;

в графе I - порядковый номер строки (не более трех знаков);

в графах 2 и 3 - код вредного вещества (двумя числами: шестизначное - часть I, четырехзначное - часть 2);

в графе 4 - код единицы измерения вредного вещества (шестизначное число);

в графах 5 и 7 - соответственно удельные количества загрязняющих вредных веществ до и после очистки в текущем году (не более семи знаков; после запятой - не более двух знаков в каждой графе);

в графах 6 и 8 - соответственно удельные количества загрязняющих вредных веществ до и после очистки на планируемый г д (не более семи знаков; после запятой - не более двух знаков в каждой графа).

При расчете укрупненных значений удельных количеств загрязняющих вредных веществ на единицу продукции используются объемы производства, указанные в форме I.

Формы I-3 должны оформляться на белой бумаге и заполняться на пишущей машинке. Представление форм на синьках и заполнение формы вручную не допускается.

Форма I

Нормы водопотребления по продукции и хозэнергетики на 19__ г.

министерство, ведомство СССР, союзная республика

отраслевое направление

продукция

объем производства продукции в 19__ г., единица измерения

бассейн реки, климатический район

Код								Номер листа	Дата и час составления
формы	года	признака	министерства, ведомства СССР, союзной республики	отрасли	продукции		бассейна реки		
					ч.I	ч.2			

Наименование направлений водопотребления и качество используемой воды	Единица измерения нормы	Номер п.п	Код			Нормы водопотребления		Снижение (+ повышение) норм водопотребления 19__ г. относительно 19__ г.	
			направления водопотребления		единицы измерения нормы	19__ г.	19__ г.	абс.	%
			ч.I	ч.2					
А	Б		2	3	4	5	6	В	Г
Свежая вода на производственные нужды всего									
В том числе питьевого качества									
Повторно или последовательно используемая вода на производственные нужды									
Свежая вода на хозяйственно-питьевые нужды всего									
В том числе питьевого качества									
Повторно или последовательно используемая вода на хозяйственно-питьевые нужды									
Свежая вода на производственные и хозяйственно-питьевые нужды всего									
В том числе питьевого качества повторно или последовательно используемая вода на производственные и хозяйственно-бытовые нужды									
Оборотная вода									

"_____" _____ 19__ г

дата

должность

подпись

Нормы водоотведения по продукции теплоэнергетики на 19___ г. Форма 2

министерство, ведомство СССР, союзная республика

отраслевое направление

продукция

бассейн реки, климатический район

Код							Номер листа	Дата составления
формы	года	признака	министерства, ведомства СССР, союзной республики	отрасли	продукции ч.1	продукции ч.2	бассейна реки		

Наименование направлений водоотведения	Единица измерения нормы	Номер п.п.	Код направлений водоотведения ч.1	Код направлений водоотведения ч.2	Код единицы измерения нормы	Норматив безвозвратного потребления 19__г.	Норматив безвозвратного потребления 19__г.	Норматив потерь 19__г.	Норматив потерь 19__г.	Норма водоотведения 19__г.	Норма водоотведения 19__г.	Снижение ("+" повышение) норм водоотведения 19__г. абс.	Снижение ("+" повышение) норм водоотведения 19__г. %
А	Б	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	В	Г
Производственные сточные воды													
Хозяйственно-бытовые сточные воды													
Всего производственные и хозяйственно-бытовые сточные воды													
В том числе:													
Нормативно-чистые, допускаемые к сбросу без очистки													
Требующие очистки													

"_____" _____ 19___ г.

дата

должность

подпись

Форма 3

Качество отводимой воды по продукции теплоэнергетики на 19__ г.

Министерство, ведомство СССР, союзная республика

отраслевое направление

продукция

производственный процесс

бассейн реки, климатический район

Код								Номер листа	Дата и час составления
формы	года	признака	министерства, ведомства СССР, союзной республики	отрасли	продукции		бассейна реки		
					ч.1	ч.2			

Наименование вредного вещества	Единица измерения вредного вещества	Номер п.п.	Код			Удельное количество загрязняющего вредного вещества до очистки		Удельное количество загрязняющего вредного вещества после очистки	
			вредного вещества		единицы измерения вредного вещества				
			ч.1	ч.2		19__г.	19__г.	19__г.	19__г.
А	Б	1	2	3	4	5	6	7	8

"_____" _____ 19____г.

дата

_____

должность

_____

подпись

Приложение 4
Обязательное

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ И ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫЕ НУЖДЫ ТЭС

Согласно приказу Минэнерго СССР, на подведомственных электростанциях и районных котельных необходимо разработать и осуществить к 1990 г. мероприятия по экономному использованию водных ресурсов на производственные и хозяйственно-бытовые нужды, с тем чтобы добиться сокращения расхода воды на указанные цели не менее чем на 15-20% и на столько же снизить текущие индивидуальные нормы водопотребления и водоотведения.

В целях сокращения сбросов сточных вод и соответственно забора свежей воды рекомендуются к внедрению на станциях следующие мероприятия:

- повышение кратности упаривания воды в оборотных системах охлаждения с градирнями. Минимальный расход свежей воды на подпитку системы охлаждения достигается при прекращении сброса продувочной воды системы в водный объект. В этом случае, в зависимости от солевого состава воды и достигаемого коэффициента упаривания, должна подбираться технология стабилизационной обработки в соответствии с "Методическими указаниями по водно-химическому режиму бессточных систем охлаждения: МУ 34-70-095-85" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1985). Для снижения минерализации оборотной воды часть ее отбирается для использования в цикле ТЭС, например для подпитки оборотной системы ГЗУ;

- уменьшение забора свежей воды для подпитки оборотной системы охлаждения за счет использования для этой цели слабоминерализованных сточных вод от других систем ТЭС после их предварительной очистки. К таким водам относятся дождевые и талые воды с территории ТЭС, стоки от водной промывки котлов, взрыхляющие и промывочные воды фильтров ВПУ, продувочные воды котлов, конденсат, возвращаемый с мазутомаслохозяйства, вода после охлаждения подшипников вращающихся механизмов и другие нефтесодержащие стоки после их очистки от нефтепродуктов;

- уменьшение расходов воду , транспортирующей золу и шлак на золоотвал. На ряде ТЭС расходы воды достигают 30-50 м^3 на 1т золошлаков. Эти расходы без всякого ущерба для эксплуатации можно уменьшить до 10-15 м^3/т;

- перевод прямоточных систем ГЗУ пылеугольных ТЭС на эксплуатацию по оборотной схеме. Для предотвращения образования отложений в мокрых золоуловителях целесообразно использовать технологию ВТИ по обработке орошающей воды дымовыми газами;

- использование для смыва золы и шлака в системе ГЗУ сточных вод от других технологических систем взамен свежей воды. Для этой цели целесообразно использовать солевые стоки ВПУ, продувочную воду оборотной системы охлаждения, воды после химических очисток оборудования, гидроуборки помещений и др.;

- организация повторного использования на ВПУ сточных вод, как собственных, так и других технологических систем. Продувочные воды осветлителей, пригодные к промывочные воды фильтров целесообразно использовать в качестве исходной воды, а отработанные регенерационные растворы использовать для повторной регенерации. В качестве исходной воды на питание ВПУ допустимо использовать слабоминерализованные стоки других технологических систем после их предварительной очистки, если таковая необходима;

- внедрение на ВПУ новых технологических процессов и оборудования, таких как термическое обессоливание (испарители) и противоточное ионирование, позволяющих более рационально и экономично использовать водные ресурсы и реагенты;

- организация сбора и повторного использования различных протечек оборудования, арматуры и трубопроводов, слива пробоотборных точек, опорожнения оборудования при остановах и ремонтах и т.п.;

- перевод подшипников некоторых видов вращающихся механизмов (мельниц, тягодутьевых машин, вентиляторов и т.п.) на систему консистентной смазки, не требующую водяного охлаждения.

Разработанные мероприятия по экономичному использованию водных ресурсов и определение с учетом этих мероприятий новых текущих индивидуальных норм водопотребления и водоотведения согласовываются с местными органами Минводхоза СССР.

Необходимые для внедрения мероприятий дополнительные затраты, если таковые имеют место, рассчитываются на базе "Инструкции по

определению экономической эффективности использования новой техники, изобретений и рационализаторских предложений в энергетике" (М.: 1986).

В планах мероприятий указываются сроки внедрения мероприятий, сумма затрат и ожидаемый экономический эффект от их реализации. Планы мероприятий и новые нормы представляются РЭУ в ПО "Союзтехэнерго", которое направляет их в Главтехуправление Минэнерго СССР для утверждения.

Пример расчета снижения нормы за счет рекомендуемых мероприятий приведен в приложении 6.

Приложение 5
Справочное

ПРИМЕР РАСЧЕТА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТЕКУЩИХ НОРМ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ ДЛЯ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ТЭЦ

I. Основное оборудование — Количество

Турбоагрегаты
ПТ-60-130/13 2
Т-100-130 2
Котлы Е 3-210-140Ф 9
Пиковые водогрейные котлы ПТВМ-180 2

Топливо - бурый уголь.

Система водоснабжения - оборотная с градирнями.

Источник технического водоснабжения - река Миасс.

Источник хозяйственно-питьевого водоснабжения - городской водопровод.

Качество исходной речной воды приведено в табл.П5.I.

Таблица П5.1

pH	Щелочность общая, мг-экв/л	Жесткость общая, мг-экв/л	Кальций	Магний	Натрий	Сульфаты	Хлориды	Кремнекислота	Железо общее	Окисляемость	Сухой остаток
			мг/л								
8,2	2,2	3,1	36	15,8	20,7	58	12,4	4,9	0,2	15,6	249

В качестве показателей отпуска продукции принимали средние значения за предыдущие три года эксплуатации ТЭС из форм 3-тех (см.табл.П5.2).

Удельный расход условного топлива на отпущенную электроэнергию $\delta^Э = 242,3$ г/(кВт · ч).

То же на отпущенную теплоэнергию $\delta^Т = 40,58$ кг/ГДж (169,9 кг/Гкал).

Расход топлива в целом по ТЭЦ:

на отпущенную электроэнергию

$$B^Э = \delta^Э Э \cdot 10^{-3} = 242,3 \cdot 230,9 \cdot 10^{-3} = 55,9 \text{ т/ч};$$

на отпущенное тепло

$$B^Т = \delta^Т Т \cdot 10^{-3} = 40,58 \cdot 1894,1 \cdot 10^{-3} = 76,9 \text{ т/ч};$$

всего

$$B = B^Э + B^Т = 55,9 + 76,9 = 132,8 \text{ т/ч}.$$

2. Система охлаждения

Для охлаждения пара в конденсаторах турбоагрегатов ПТ-60-130/13 установлено по два насоса 32-Д-19 номинальной подачей 4700 м^3/ч каждый, а для турбоагрегатов Т-100-130 - по три насоса 32-Д-19 номинальной подачей 6000 м^3/ч каждый.

Расход охлаждающей воды регулируется только включением или отключением насосов; регулировать открытием или закрытием запорной арматуры экономически нецелесообразно.

Нормативный расход охлаждающей воды определяется в режиме экономического вакуума при средней расчетной нагрузке (см.исходные данные).

Проведенными ранее производственными испытаниями конденсационных установок турбоагрегатов были определены режимные графики работы циркуляционных насосов. В соответствии с этими графиками для указанной нагрузки для турбоагрегатов ПТ-60-130/13 необходимо включение в летний период двух насосов, в зимний - одного насоса; для турбоагрегата Т-300-130 в летний период - трех, в зимний - двух насосов.

Таблица П5.2

Среднегодовой отпуск продукции по оборудованию (в расчете на I ч работы)

Турбоагрегаты, пиковые котлы	Число часов работы оборудования за год, ч	Отпуск электроэнергии, МВт ч					Отпуск тепла, ГДж (Гкал)			
		Выработка	Расход на собственные нужды*	Отпуск с шин			фактический	Расчетный**	В том числе	
				средний	в летний период	в зимний период			в летний период	в зимний период
ПТ-60-130/13 (ТА-1)	7390	48,8	5,4	43,4	40,9	46,6	420,4(100,4)	456,8(109,1)	372,6(89)	557,3(133,1)
ПТ-60-130/13 (ТА-2)	8355	46,5	5,1	41,4	40,7	42,1	360,1(86)	391,3(93,5)	238,2(56,9)	530,9(126,8)
Т-100-130 (ТА-3)	8521	79,5	8,8	70,7	74,2	67,3	440,9(105,3)	479,1(114,4)	366,3(87,5)	585,3(139,9)
Т-100-130 (ТА-4)	6559	84,7	9,3	75,4	75,4	75,4	521,7(124,6)	566,9(135,4)	423,3(101,1)	641,0(153,1)
ПТВМ-180 (2 шт.)	3269	-	-	-	-	-	352,6(84,2)	-	-	-
Всего ...		259,5	28,6	230,9	-	-	-	1894,1(452,4)		

*Расход электроэнергии на собственные нужды каждого турбоагрегата определялся расчетом пропорционально выработке электроэнергии этими турбоагрегатами.

**Для упрощения дальнейших расчетов количество тепла, вырабатываемого пиковыми котлами, распределялось на турбоагрегаты пропорционально отпуску тепла этими турбоагрегатами.

2.I. Летний режим

Расход охлаждающей воды для турбоагрегата ПТ-60-I30/I3 определяется подачей двух параллельно работающих циркуляционных насосов и равен 8000 м³/ч; для турбоагрегата Т-I00-I30 расход охлаждающей воды равен I6000 м³/ч. Перепад температур охлаждающей воды Δt равен 9°С (форма 3-тех).

Коэффициент испарения К равен 0,00I4. Относительные потери с капельным уносом $P_{ку}$ равны 0,005.

Потери на испарение в градирне
турбоагрегатов ПТ-60-I30/I3:

$$W^{u}_{ox} = K\Delta t\, W_{ox} = 0{,}00I4 \cdot 9 \cdot 8000 = I00{,}8 \text{ м}^3/\text{ч};$$

турбоагрегатов Т-I00-I30:

$$W^{u}_{ox} = 0{,}00I4 \cdot 9 \cdot I6000 = 20I{,}6 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Потери с капельным уносом
турбоагрегатов ПТ-60-I30/I3:

$$W^{ку}_{ox} = P_{ку} W_{ox} = 0{,}005 \cdot 8000 = 40 \text{ м}^3/\text{ч};$$

турбоагрегатов Т-I00-I30:

$$W^{ку}_{ox} = 0{,}005 \quad I6000 = 80 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расход продувочной воды системы определяется степенью упаривания воды при определенном методе обработки охлаждающей воды. Предварительные технико-экономические расчеты по различным методам обработки охлаждающей воды для условий данной ТЭЦ показали, что оптимальной технологией является поддержание щелочности оборотной воды на уровне 5 мг-экв/л за счет сокращения продувки и дозировки ОЭДФ в размере 1 мг/л.

Отсюда допустимый коэффициент упаривания:

$$\varphi_{доп} = \frac{(Ш_о)_{доп}}{(Ш_о)^{св}} = \frac{5}{2,2} = 2,27.$$

Значение необходимой продувки

для турбоагрегатов ПТ-60-130/13:

$$W_{ox}^{пр} = \frac{1}{\varphi_{доп} - 1} W_{ox}^{и} - W_{ox}^{ку} = \frac{1}{2,27-1} \cdot 100,8-40=39,2 \text{ м}^3/\text{ч};$$

для турбоагрегатов Т-100-130:

$$W_{ox}^{пр} = \frac{1}{2,27-1} \cdot 201,6-80 = 78,4 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расходы свежей воды, подаваемой в систему:

$$W_{ox}^{св} = W_{ox}^{пр} + W_{ox}^{и} + W_{ox}^{ку};$$

для турбоагрегатов ПТ-60-130/13:

$$W_{ox}^{св} = 39\ 2+100,8+40 = 180 \text{ м}^3/\text{ч};$$

для турбоагрегатов Т-100-130:

$$W_{ox}^{св} = 78,4+201,6+80 = 360 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расходы оборотной воды:

$$W_{ox}^{об} = W_{ox} - (W_{ox}^{пр} + W_{ox}^{и} + W_{ox}^{ку});$$

для турбоагрегатов ПТ-60-130/13:

$$W_{ox}^{об} = 8000-180 = 7820 \text{ м}^3/\text{ч};$$

для турбоагрегатов Т-100-130

$$W_{ox}^{об} = 16000-360 = 15640 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Качество продувочной воды системы:

$$(C^{пр})_i = \varphi(C^{св})_i ,$$

т.е. $(Ж_o)^{пр} = 2,27 \cdot 3,1 = 7,0$ мг-экв/л;

$(Ш_o)^{пр} = 2,27 \cdot 2,2 = 5,0$ мг-экв/л;

$(Ca^{2+})^{пр} = 2,27 \cdot 36 = 81,7$ мг/л;

$(Mg^{2+})^{пр} = 2,27 \cdot 15,8 = 35,9$ мг/л;

$(Na^{+})^{пр} = 2,27 \cdot 20,7 = 47$ мг/л;

$(SO_4^{2-})^{пр} = 2,27 \cdot 58 = 131,7$ мг/л;

$(Cl^{-})^{пр} = 2,27 \cdot 12,4 = 28,1$ мг/л;

$(SiO_3^{2-})^{пр} = 2,27 \cdot 4,9 = 11,1$ мг/л;

$(Fe_o)^{пр} = 2,27 \cdot 0,2 = 0,5$ мг/л;

$(Opг)^{пр} = 2,27 \cdot 15,6 = 35,4$ мг/л;

$(C\,O)^{пр} = 249 \cdot 2,27 = 565$ мг/л

2.2. Энергетическая часть:

Расход охлаждающей воды для турбоагрегата ПТ-60-130/13 равен 4700 м³/ч, а для турбоагрегата Т-100-130 - 11000 м³/ч.

Перепад температуры охлаждающей воды Δt равен 3°С;

$K = 0,0008$; $\vartheta_{ку} = 0,005$.

Потери на испарение в градирне
турбоагрегатов ПТ-60-130-13:

$$W_{ox}^{u} = 0,0008 \cdot 3 \cdot 4700 = 11,3 \text{ м}^3/\text{ч};$$

турбоагрегатов Т-100-130:

$$W_{ox}^{u} = 0,0008 \cdot 3 \cdot 11000 = 26,4 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Потери с капельным уносом
для турбоагрегатов ПТ-60-130/13:

$$W_{ox}^{ку} = 0,005 \cdot 4700 = 23,5 \text{ м}^3/\text{ч};$$

для турбоагрегатов Т-100-130:

$$W_{ox}^{ку} = 0,005 \cdot 11000 = 55 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Допустимый коэффициент упаривания принимается таким же, что и для летнего периода.

Расход необходимой продувки
для турбоагрегатов ПТ-60-130/13:

$$W_{ox}^{пр} = \frac{1}{2,27 - 1} \cdot 11,3 - 23,5 = -14,6 \text{ м}^3/\text{ч};$$

для турбоагрегатов Т-100-130:

$$W_{ox}^{пр} = \frac{1}{2,27 - 1} \cdot 26,4 - 55 = -34 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

При $\varphi_{доп}$, равном 2,27, продувка имеет отрицательное значение; это указывает на то, что продувка не требуется, а заданная кратность упаривания не будет достигнута.

Фактический коэффициент упаривания:

$$\varphi = \frac{W_{ox}^{u} + W_{ox}^{ky}}{W_{ox}^{ky}};$$

$$\varphi_{TA\,1-2} = \frac{11,3 + 23,5}{23,5} = 1,48;$$

$$\varphi_{TA\,3-4} = \frac{26,4 + 55}{55} = 1,48.$$

Расходы свежей воды, подаваемой в систему:

$$W_{ox}^{cв} = W_{ox}^{u} + W_{ox}^{ky};$$

для турбоагрегатов ПТ-60-130/13:

$$W_{ox}^{cв} = 11,3 \cdot 23,5 = 34,8 \text{ м}^3/\text{ч};$$

для турбоагрегатов Т-100-130:

$$W_{ox}^{cв} = 26,4 + 55 = 81,4 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расходы оборотной воды:

$$W_{ox}^{об} = W_{ox} - (W_{ox}^{u} + W_{ox}^{ky});$$

для турбоагрегатов ПТ-60-130/13:

$$W_{ox}^{об} = 4700 - 34,8 = 4665 \text{ м}^3/\text{ч};$$

для турбоагрегатов Т-100-130:

$$W_{ox}^{об} = 11000 - 81 = 10919 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Усредненные по сезонам нормы водопотребления и водоотведения системы охлаждения определены по формуле

$$H_{ox} = \frac{W_{ср}}{Э} \quad \frac{W_{зим} + W_{лет}}{2Э}$$

Нормы потребления свежей воды:

$$Н^{з.св}_{ох\ ТА-1} = \frac{180 + 34,8}{2 \cdot 43,4} = 2,47\ м^3/(МВт \cdot ч).$$

$$Н^{з.св}_{ох\ ТА-2} = \frac{180 + 34,8}{2 \cdot 41,4} = 2,59\ м^3/(МВт \cdot ч).$$

$$Н^{з.св}_{ох\ ТА-3} = \frac{360 + 81,4}{2 \cdot 70,7} = 3,12\ м^3/(МВт \cdot ч).$$

$$Н^{з.св}_{ох\ ТА-4} = \frac{360 + 81,4}{2 \cdot 75,4} = 2,93\ м^3/(МВт \cdot ч).$$

Нормы потребления оборотной воды:

$$Н^{з.об}_{ох\ ТА-1} = \frac{7820 + 4665}{2 \cdot 43,4} = 143,84\ м^3/(МВт \cdot ч).$$

$$Н^{з.об}_{ох\ ТА-2} = \frac{7820 + 4665}{2 \cdot 41,4} = 150,78\ м^3/(МВт \cdot ч).$$

$$Н^{з.об}_{ох\ ТА-3} = \frac{15640 + 10919}{2 \cdot 70,7} = 187,83\ м^3/(МВт \cdot ч).$$

$$Н^{з.об}_{ох\ ТА-4} = \frac{15640 + 10919}{2 \cdot 75,4} = 176,12\ м^3/(МВт \cdot ч).$$

Нормы водоотведения (продувочная вода системы охлаждения сбрасывается в систему ГЗУ):

$$Н^{з.ст}_{ох\ ТА-1} = \frac{39,2 + 0}{2 \cdot 43,4} = 0,45\ м^3/(МВт \cdot ч).$$

$$Н^{з.ст}_{ох\ ТА-2} = \frac{39,2 + 0}{2 \cdot 41,4} = 0,47\ м^3/(МВт \cdot ч).$$

$$Н^{з.ст}_{ох\ ТА-3} = \frac{78,4 + 0}{2 \cdot 70,7} = 0,55\ м^3/(МВт \cdot ч).$$

$$Н^{з\ ст}_{ОХ_{ТА-4}} = \frac{78,4 + 0}{2 \cdot 75,4} = 0,52\ м^3/(МВт \cdot ч).$$

Характеристики потерь (на капельный унос и потери в градирнях):

$$П^{з}_{ОХ_{ТА-1}} = \frac{(100,8 + 11,3) + (40 + 23,5)}{2 \cdot 43,4} = 2,02\ м^3/(МВт \cdot ч).$$

$$П^{з}_{ОХ_{ТА-2}} = \frac{(100,8 + 11,3) + (40 + 23,5)}{2 \cdot 41,4} = 2,12\ м^3/(МВт \cdot ч).$$

$$П^{з}_{ОХ_{ТА-3}} = \frac{(201,6 + 26,4) + (80 + 55)}{2 \cdot 70,7} = 2,57\ м^3/(МВт \cdot ч).$$

$$П^{з}_{ОХ_{ТА-4}} = \frac{(201,6 + 26,4) + (80 + 55)}{2 \cdot 75,4} = 2,41\ м^3/(МВт \cdot ч).$$

Коэффициенты изменения отчетного показателя по сезонам года определяются только для забора сырой воды:

$$К_{ЛЕТ} = \frac{W_{ЛЕТ}}{W_{ГОД}} = \frac{(180 + 360) \cdot 2}{(180 + 34,8) + (360 + 81,4)} = 1,65;$$

$$К_{ЗИМ} = \frac{W_{ЗИМ}}{W_{ср}} = \frac{2\ (34,8 + 81,4)}{(180 + 34,8) + (360 + 81,4)} = 0,35$$

3. Водоподготовительные установки

На ТЭЦ имеются две установки подготовки воды:

- установка для приготовления добавочной воды котлов, работающая по схеме коагуляции с известкованием в осветлителях - осветление на механических фильтрах - двухступенчатое химическое обессоливание с декарбонизацией;

- установка подпитки теплосети, работающая по схеме осветление на механических фильтрах одноступенчатое натрий-катионирование.

3.I. Установка двухступенчатого химического обессоливания

Производительность установки определяется внутристанционными потерями пара и конденсата и потерями за счет невозврата конденсата внешними потребителями тепла.

Внутристанционные потери составляют 2% паропроизводительности котлов, что меньше допустимого значения [I3] , поэтому они и выбираются в качестве расчетных. Паропроизводительность установленных котлов составляет

$$2I0 \cdot 9 = I890 \text{ т/ч.}$$

Потери составят (2%)

$$I890 \cdot 0{,}02 = 37{,}8 \approx 40 \text{ т/ч.}$$

Потери за счет невозврата конденсата внешними потребителями составляют ~ I9-20% паропроизводительности котла, т.е.

$$I890 \cdot 0{,}I9 = 359 \approx 360 \text{ т/ч.}$$

Таким образом, расчетная производительность установки подготовки добавочной воды котлов составляет:

$$360 + 40 = 400 \text{ м}^3\text{/ч.}$$

Фактическая среднегодовая производительность обессоливающей установки составляет 260 $м^3$/ч.

Для расчета норм принимаем фактическую производительность ВПУ, равную 260 $м^3$/ч, из них 25 $м^3$/ч предназначены для восполнения внутристанционных потерь (2%), а 235 $м^3$/ч - для восполнения внешних потерь (I9%).

Исходной водой для ВПУ является речная вода. Качество воды приведено выше.

3.I.I. Расчет качества известкованно-коагулированной воды

$Щ^{ик}$ = 0,4 - 0,8 мг-экв/л. Принимаем $Щ^{ик}$ равный 0,7 мг-экв/л.

Дозу коагулянта (сернокислого железа) $d_к$ принимаем равной 0,5 мг-экв/л;

$$Ж^{ик} = Ж^{исх} - Щ^{исх} + Щ^{ик} + d_к = 3,1 - 2,2 + 0,7 + 0,5 = 2,1 \text{ мг-экв/л.}$$

$$Mg^{ик} = 1.4 \text{ мг-экв/л;}$$

$$Ca^{ик} = Ж^{ик} - Mg^{ик} = 2,1 - 1,4 = 0,7 \text{ мг-экв/л;}$$

$$SO_4^{ик} = SO_4^{исх} + 48 d_к = 58 + 48 \cdot 0,5 = 82 \text{ мг/л;}$$

$$SiO_2^{ик} = 0,35 SiO_2^{исх} = 1,72 \text{ мг/л;}$$

$$Cl^{ик} = Cl^{исх} = 12,4 \text{ мг/л;}$$

$$Орг^{ик} = 0,25 Орг^{исх} = 3.9 \text{ мг/л;}$$

$$Na^{ик} = Na^{исх} = 0,89 \text{ мг-экв/л.}$$

Солесодержание известково-коагулированной воды:

$$С^{ик} = 20(Ж^{исх} - Щ^{исх}) + 48 SO_4^{исх} + 0,35 SiO_2^{исх} + 23 Na^{исх} + 0,25 Орг^{исх} + 35 Cl^{исх} + 51,8 = 20(3,1-2,2) + 48 \cdot 1,2 + 0,35 \cdot 1,9 + 23 \cdot 0,89 + 0,25 \cdot 15,6 + 35 \cdot 0,37 + 51,8 = 166,5 \text{ мг/л.}$$

3.1.2. Расчет количества сточных вод от ВПУ

Определяются коэффициенты собственных нужд ионитных фильтров по ступеням обработки.

Первая ступень H-катионирование; катионит - сульфоуголь:

$$q_{1H} = 6.5 \text{ м}^3/\text{м}^3;$$

$$\mathcal{E}_{1H} = 300 \text{ г-экв/м}^3;$$

$$K_{1H} = q_{1H} \frac{(Ж^{п} - Ж_{ост})}{\mathcal{E}_{1H}} = 6,5 \ \frac{(3,1 - 0,2)}{300} = 0,063.$$

Первая ступень ОН-анионирования; анионит АН-31:

$$q_{1A} = 21,8 \text{ м}^3/\text{м}^3;$$

$$\mathcal{E}_{1A} = 700 \text{ г-экв/м}^3;$$

$$K_{1A} = q_{1A} \frac{\Sigma(Cl^- + SO_4^{2-})}{\mathcal{E}_{1H}} = 21,8 \ \frac{(0,37 + 1,71)}{700} = 0,065.$$

Вторая ступень H -катионирования; катионит - сульфоуголь:

$$q_{2H} = 11,1 \text{ м}^3/\text{м}^3;$$

$$\mathcal{E}_{2H} = 200 \text{ г-экв/м}^3;$$

$$K_{2H} = q_{2H} \frac{(Ж_{ост} \ Na^+)}{\mathcal{E}_{2H}} = 11,1 \ \frac{(0,2 + 0,89)}{200} = 0,060.$$

Вторая ступень ОН-анионирования; анионит В-17:

$$q_{2A} = 14,5 \text{ м}^3/\text{м}^3;$$

$$\mathcal{E}_{2A} = 200 \text{ г-экв/м}^3;$$

$$K_{2A} = q_{2A} \frac{HSiO_3}{\mathcal{E}_{2A}} = 14,5 \cdot \frac{0,023}{200} = 0,002.$$

Количество сточных вод от монитной части ВПУ:

$$W_{ВПУ}^{ст} = W_{ВПУ}^{оч} \left\{ K_{2A} + K_{2H}(1+K_{2A}) + (1+K_{2A})(1+K_{2H})\left[K_{1A} + K_{1H}(1+K_{1A})\right] \right\} =$$

$$260\left\{0{,}002+0{,}060(1+0{,}002)+(1+0{,}002)\cdot(1+0{,}060)\left[0{,}065+0{,}063(1+0{,}065)\right]\right\} = 260\cdot 0{,}195 = 51\ м^3/ч.$$

Количество воды, подаваемой на установку:

$$W^{сд}_{ВПУ} = W^{оч}_{ВПУ} + W^{ст}_{ВПУ} = 260 + 51 = 311\ м^3/ч.$$

Количество сточных вод от установки предварительной обработки не учитывается, поскольку вода после отстаивания ила возвращается в осветлитель.

3.1.3. Расчет качественного состава сточных вод от ВПУ

Расходы реагентов на регенерацию ионитов:

$$D_{NaOH} = 875\ г\text{-}экв/ч;$$

$$D_{H_2SO_4} = 1180\ г\text{-}экв/ч.$$

В 1 м³ сточных вод, поступающих в бак-нейтрализатор, содержится

$$Ca = Ca^{п}\frac{(W^{ст}+W^{оч})}{W^{ст}} = \frac{0{,}7\ (15+260)}{51} = 4{,}27\ г\text{-}экв/м^3;$$

$$Mg = Mg^{п}\frac{(W^{ст}+W^{оч})}{W^{ст}} = \frac{1{,}4\ (51+260)}{51} = 8{,}54\ г\text{-}экв/м^3;$$

$$Na = \frac{Na^{п}(W^{ст}+W^{оч})}{W^{ст}} = \frac{0{,}89\ (51+260)+875}{51} = 22{,}6\ г\text{-}экв/м^3;$$

$$SO_4 = \frac{SO_4^{п}(W^{ст}+W^{оч})+D_{H_2SO_4}}{W^{ст}} = \frac{1{,}71(51+260)+1180}{51} = 33{,}6\ г\text{-}экв/м^3;$$

$$Cl = \frac{Cl^{п}(W^{ст}+W^{оч})}{W^{ст}} = \frac{0{,}37\ (51+260)}{51} = 2{,}26\ г\text{-}экв/м^3;$$

$$HSiO_3 = \frac{HSiO_3^{n}(W^{CT}+W^{OY})}{W^{CT}} = \frac{0{,}02\ (5I + 260)}{5I} = 0{,}12\ \text{г-экв/м}^3;$$

$$HCO_3 = \frac{HCO_3^{n}(W^{CT}+W^{OY})}{W^{CT}} = \frac{0{,}I\ (5I + 260)}{5I} = 0{,}6I\ \text{г-экв/м}^3;$$

$$Opг = \frac{Opг^{n}(W^{CT}+W^{OY})}{W^{CT}} = \frac{3{,}9\ (5I + 260)}{5I} = 23{,}8\ \text{г/л}.$$

В бак-нейтрализатор поступает всего:

$$\Sigma K = 35{,}4\ \text{г-экв/м}^3;$$

$$\Sigma A = 36{,}6\ \text{г-экв/м}^3.$$

Избыток кислотности составляет:

$$\Sigma A - \Sigma K = 36{,}6 - 35{,}4 = I.2\ \text{г-экв/м}^3.$$

Для нейтрализации избыточной кислотности необходимо добавить I,2 г-экв/м^3 извести. После нейтрализации содержание кальция в сбросной воде увеличивается на значение кислотности:

$$Ca_{нейтр} = 4{,}27 + I{,}2 = 5{,}47\ \text{г-экв/м}^3.$$

3.I.4. Расчет норм водопотребления и водоотведения обессоливающей установки

На ТЭЦ все пароводяные потери фиксируются в целом по ТЭЦ, поэтому и нормы по ВПУ определяются в целом по ТЭЦ. Распределение общего расхода воды на два вида продукции производится пропорционально внешним (235 м^3/ч) и внутристанционным (25 м^3/ч) пароводяным потерям.

Следует отметить, что внешние пароводяные потери электростанции не являются потерями для водного объекта. Эта вода (235 м^3/ч) передается на производство и учитывается в графе "Переданная вода". Поэтому для ВПУ определяются нормативы передачи

воды (в целом по ТЭЦ) и относя их на отпуск тепла. Поскольку обессоленная вода (25 м³/ч) используется для восполнения внутристанционных пароводяных потерь, т.е. сама является потерей для ТЭЦ, то для ВПУ кроме норм водопотребления и водоотведения и нормативов переданной воды определяются нормативы потерь в целом по ТЭЦ и относятся на отпуск электроэнергии.

Расходы очищенной, сточной и своей воды по обессоливающей установке на два вида продукции составили соответственно:

$$W^{пар} = W^{оч} = 236 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W^{т.ст} = 46 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W^{т.сб} = W^{т.пар} + W^{т.ст} = 235 + 46 = 281 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W^{оч} = W^{пот} = 25 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W^{э.ст} = 5 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W^{э.сб} = W^{э.оч} + W^{э.ст} = 25 + 5 = 30 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Таким образом, нормы водопотребления своей воды по ВПУ, относимые на два вида продукции, в целом по ТЭЦ составляют

$$Н^{т.сб}_{ВПУ} = \frac{W^{т.сб}}{T} = \frac{281}{1894,1} = 0,148 \text{ м}^3/\text{ГДж};$$

$$Н^{э.сб}_{ВПУ} = \frac{W^{э.сб}}{Э} = \frac{30}{230,9} = 0,13 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

Нормы водоотведения (стоки от ВПУ сбрасываются в систему ГЗУ и учитываются как безвозвратно теряемая вода) в целом по ТЭЦ составляют

$$Н^{т.ст}_{ВПУ} = \frac{W^{т.ст}}{T} = \frac{46}{1894,1} = 0,024 \text{ м}^3/\text{ГДж};$$

$$H^{э.ст}_{впу} = \frac{W^{э.ст}}{Э} = \frac{5}{230,9} = 0,022 \text{ м}^3/\text{МВт} \cdot \text{ч};$$

нормативы потерь в целом по ТЭЦ:

$$П^{э}_{впу} = \frac{W^{э.пот}}{Э} = \frac{25}{230,9} = 0,I08 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$H^{т.пер}_{впу} = \frac{W^{т.пер}}{Т} = \frac{235}{I894,I} = 0,I24 \text{ м}^3/\text{ГДж}.$$

3.2. Установка подпитки теплосети

Производительность установки 500 м³/ч.

Количество сточных вод от установки рассчитывается по формуле

$$W^{ст} = K_{Na} W^{оч}$$

Определяем коэффициент собственных нужд натрий-катионитных фильтров. Катионит - сульфоуголь.

$$K_{Na} = q_{Na} \frac{(Ж^{исх} - Ж_{ост})}{\mathcal{E}_{Na}};$$

$q_{Na} = 4,0$ м³/м²;

$\mathcal{E}_{Na} = 300$ г-экв/м³;

$$K_{Na} = 4,0 \cdot \frac{(3,I - 0,I)}{300} = 0,04;$$

$W^{ст} = 0,04 \cdot 500$ м³/ч $= 20$ м³/ч,

где $W^{св} = W^{оч} + W^{ст} = 500 + 20 = 520$ м³/ч.

Качественный состав сбросных вод:

$$Ca = \frac{(Ca^{исх} - Ca^{ост})}{K_{Na}} + Ca^{исх} = \frac{(1,8 - 0,06)}{0,04} + 1,8 \simeq 45,3 \text{ г-экв/м}^3;$$

$$Mg = \frac{(Mg^{исх} - Mg_{ост})}{K_{Na}} + Mg^{исх} = \frac{(1,3 - 0,04)}{0,04} + 1,3 \simeq 32,8 \text{ г-экв/м}^3;$$

$$Na = \frac{(Ж^{исх} - Ж_{ост})(в - 1)}{K_{Na}} + Na^{исх} = \frac{(3,1 - 0,1)(2,1 - 1)}{0,04} +$$

$$+ 0,89 \simeq 83,39 \text{ г-экв/м}^3;$$

$$Cl = \frac{(Ж^{исх} - Ж_{ост})в}{K_{Na}} + Cl^{исх} = \frac{(3,1 - 0,1) \cdot 2,1}{0,04} + 0,37 =$$

$$= 157,87 \text{ г-экв/м}^3,$$

где $в$ - удельный расход соли на регенерацию сульфоугля, равный 2,1 г-экв/г-экв.

Содержание остальных компонентов в сточной воде после натрий-катионитных фильтров по сравнению с исходной для ВПУ водой остается без изменения.

Сточные воды установки подпитки теплосети направляются в систему ГЗУ для смыва золы и шлака.

3.3. Расчет норм водопотребления и водоотведения установки подпитки теплосети

При расчете норм все расходы очищенной, сточной и исходной воды относят на тепло, отпущенное турбинами на подогреватели сетевой воды, в целом по ТЭЦ и нормы рассчитываются в целом по ТЭЦ. Очищенная вода передается другим потребителям (теплосетям), поэтому кроме нормативы водопотребления и водоотведения определяются нормативы переданной воды (также в целом по ТЭЦ).

Норма водопотребления $H^{т}_{ВПУ} = \frac{W^{т\,вб}}{T} = \frac{520}{1894,1} = 0,275$ м³/ГДж.

Норма водоотведения $H^{т.ст}_{ВПУ} = \frac{W^{т\,т}}{T} = \frac{20}{1894,1} = 0,011$ м³/ГДж.

Нормативы переданной воды $H^{т\,пер}_{ВПУ}$ $\frac{W^{оч}}{T} = \frac{500}{1894,1} = 0,264$ м³/ГДж.

4. Система гидрозолоудаления

Система гидрозолоудаления ТЭЦ - прямоточная.

В соответствии с проектно-технической документацией, общий расход воды $W_{ГЗУ}$ на удаление золы и шлака, составляющий 1300 м³/ч, распределяется следующим образом: смыв золы и шлака - 770 м³/ч; орошение скрубберов - 230 м³/ч; на аппараты Моспылькова - 300 м³/ч.

Объем осадков $W^{н}_{ГЗУ}$, поступающих в систему ГЗУ, составляет 68 м³/ч; потерь на испарение $W^{д}_{ГЗУ}$ с золоотвала - 51 м³/ч; потерь на заполнение пор золошлакового материала $W^{2}_{ГЗУ}$ 49 м³/ч.

Внутристанционные потери воды $W^{вн}_{ГЗУ}$ равны 52 м³/ч.

Приходная часть баланса:

$$W_1 = W_{гзу} + W^{н}_{гзу} = 1300 + 38 = 1338 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расходная часть баланса:

$$W_2 = W^{ив}_{гзу} + W^{гз}_{гзу} + W^{вн}_{гзу} = 51 + 49 + 52 = 152 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Разность между W_1 и W_2 составляют сточные воды системы ГЗУ, отводимые в источник водоснабжения.

$$W^{ст}_{гзу} = W_1 - W_2 = 1338 - 152 = 1186 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

В общий расход воды $W_{гзу}$ на удаление золошлаков входят:

исходная речная вода $W^{св}$, а также повторно или последовательно используемая вода $W^{пп}$

продувка системы охлаждения - 117,6 м^3/ч (в среднем за год);

сточные воды от ВПУ 51 + 20 = 71 м^3/ч;

промывочные воды водогрейных котлов - 0,04 м^3/ч;

сбросные воды после химических очисток котлов - 0,28 м^3/ч;

сбросные воды вспомогательного и подсобного производств - 15 м^3/ч.

Таким образом, принимаем

$$W^{св}_{гзу} = (W^{ст}_{гзу} + W^{пст}_{гзу}) - W^{пп}_{гзу} = (1186 + 152) - 203,92 = 1134,08 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W^{пп}_{гзу} = W^{ст}_{впи} + W^{пр}_{эх} + W^{ст}_{вк} + W^{ст}_{хпп} + W^{ст}_{в} = 117,6 + 71 + 0,04 +$$

$$+ 0,28 + 15 = 203,92 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W^{пст}_{гзу} = 152 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W^{ст}_{гзу} = 1186 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Нормы водопотребления и водоотведения системы ГЗУ определяются на два вида продукции пропорционально расходам топлива:

$$H^{э}_{эс} = \frac{W B^{э}}{B_{тэс} Э_{тэс}} \quad \text{и} \quad H^{т}_{тэс} = \frac{W B^{т}}{B_{тэс} T_{тэс}},$$

$$H^{э.св}_{ГЗУ} = \frac{1134{,}08 \cdot 55{,}95}{132{,}81 \cdot 230{,}9} = 2{,}07 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$H^{т.св}_{ГЗУ} = \frac{1134{,}08 \cdot 76{,}86}{132{,}81 \cdot 1894{,}1} = 0{,}35 \text{ м}^3/\text{ГДж}(1{,}61 \text{ м}^3/\text{Гкал});$$

$$H^{э.п.п}_{ГЗУ} = \frac{203{,}92 \cdot 55{,}95}{132{,}81 \cdot 230{,}9} = 0{,}37 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$H^{т.п.п}_{ГЗУ} = \frac{203{,}92 \cdot 76{,}86}{132{,}81 \cdot 1894{,}1} = 0{,}06 \text{ м}^3/\text{ГДж}(0{,}1 \text{ м}^3/\text{ГДж});$$

$$H^{э.ст}_{ГЗУ} = \frac{1186 \cdot 55{,}95}{132{,}81 \cdot 230{,}9} = 2{,}16 \text{ м}^3/\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$H^{т.ст}_{ГЗУ} = \frac{1186 \cdot 76{,}86}{132{,}81 \cdot 1894{,}1} = 0{,}36 \text{ м}^3/\text{ГДж} \ (1{,}52 \text{ м}^3/\text{Гкал});$$

$$П^{э}_{ГЗУ} = \frac{152 \cdot 55{,}95}{132{,}81 \cdot 230{,}9} = 0{,}28 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$П^{т}_{ГЗУ} = \frac{152 \cdot 76{,}86}{132{,}81 \cdot 1894{,}1} = 0{,}05 \text{ м}^3/\text{ГДж} \ (0{,}19 \text{ м}^3/\text{Гкал}).$$

Качество сбросных вод от системы ГЗУ принимается по данным эксплуатационного химического контроля:

pH 8,0

Взвешенные вещества .....до 20 мг/л

Щелочность общая.....2 мг-экв/л

Сульфаты.....250 мг/л

Хлориды .....100 мг/л
Фториды .....15 мг/л
Мышьяк.....0,1 мг/л
Ванадий.....0,4 мг/л
Сухой остаток.....0,9 г/л
Нефтепродукты.....1 мг/л

5. Промывочные воды водогрейных котлов

Расход промывочных вод водогрейных котлов составляет 320 м^3/год, или 0,040 м^3/ч. Вода на промывку поступает из системы охлаждения, загрязненная вода сбрасывается в систему ГЗУ.

Расход промывочных вод водогрейных котлов целиком относится на отпуск тепла.

$$W^{пп} = W^{ст} = 0{,}04 \text{ м}^3/\text{ч},$$

отсюда

$$H^{тпп'} = H^{тпп} = \frac{0{,}04}{1894{,}1} = 0{,}00002 \text{ м}^3/\text{ГДж } (0{,}00008 \text{ м}^3/\text{Гкал}).$$

Качественный состав сточных вод:

Механические примеси .....0,4 г/л
Кислотность (H_2SO_4) .....1,5 г/л
Железо общее .....2-3 г/л
Ванадий..... 0,3 мг/л

6. Химическая очистка котлов

Химическая очистка каждого котла производится один раз в четыре года 5%-ным раствором соляной кислоты с расходом 1000 м^3 на одну очистку.

Среднегодовое количество воды от очистки котла составляет

$$W^{осх} = W^{ст} = \frac{1000 \cdot 9}{4} = 2250 \text{ м}^3 \text{ год} = 0{,}28 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для очистки используется химически обессоленная вода, загрязненная вода сбрасывается в систему ГЗУ.

При расчете норм эти воды целиком относят на отпуск электроэнергии.

$$H^{\text{эпп}} = H^{\text{э.ст}} = \frac{0{,}28}{230{,}9} = 0{,}0012 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

Качественный состав сбросных вод:

pH	I-3
Хлориды	4,5 г/л
Железо	6 г/л
Медь	0,4 г/л

7. Вспомогательные и подсобные производства

К вспомогательным и подсобным производствам ТЭЦ относятся ацетилено-генераторная и электролизерная станции, масло- и мазутохозяйства, открытое распределительное устройство ТЭЦ. Суммарный расход технической воды из системы охлаждения, повторно используемой на их нужды, составляет 5 м^3/ч. После использования эти воды сбрасываются в канал ГЗУ на смыв золы и шлака. Кроме того, к расходам воды на вспомогательные нужды относятся расходы технической воды из системы охлаждения, используемой на гидроуборку главного корпуса ТЭЦ. После использования эти воды в количестве I0 м^3/ч также направляются на смыв золы и шлака в систему ГЗУ.

Нормы водопотребления и водоотведения на вспомогательные нужды определяются в целом по ТЭЦ.

$$H^{\text{эпп}} = H^{\text{эпп}'} = \frac{I5}{230{,}9} = 0{,}065 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

Качественный состав этих вод соответствует составу воды системы охлаждения, за исключением содержания нефтепродуктов (I0 мг/л) и взвешенных веществ (50 мг/л).

8. Хозяйственно-питьевые нужды

К расходам воды на хозяйственно-питьевые нужды ТЭЦ относятся расходы воды из городского водопровода на бытовые нужды работающих в цехах и административном здании ТЭЦ (включая строителей из субподрядных организаций) на душевые, столовые прачечную и гостиницу, находящиеся на территории ТЭЦ.

Расчетный (средний за год) суточный расход воды определяется по формуле (I) СНиП II-3I-74, нормы расхода принимаются по табл.2 и 3 СНиП II-30-76 и табл.П5.3.

Таблица П5.3

Расчет потребления питьевой воды

Потребители	Норма водопотребления, л/сут	Количество потребителей	Средний суточный расход воды, м³/сут
Административно-управленческий аппарат	I5	26I	3,9
Рабочие в горячих цехах	45	322	I4,5
Рабочие в остальных цехах	25	64I	I6,0
Душевые	500*	316**	II8,5
Столовая	I2	6000 блюд	72,0
Прачечная	75***	I00 кг	7,5
Гостиница	I20	20	2,4
Итого	–	–	234,3

*Из расчета 500 л/ч на I душевую сетку с коэффициентом использования 0,75.

**Количество душевых сеток.

***На I кг белья.

Всего на хозяйственно-бытовые нужды ТЭЦ расходуется 234,8 м³/сут, или 9,8 м³/ч.

Нормы водопотребления и водоотведения рассчитываются в целом по ТЭЦ на два вида продукции пропорционально расходам топлива на их отпуск:

$$W_x^{т\,св} = W_x^{т.ст} = \frac{W_x B^т}{B} = \frac{9{,}8 \cdot 76{,}9}{132{,}8} = 5{,}7 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W_x^{э\,св} = W_x^{э\,ст} = 9{,}8 - 5{,}7 = 4{,}1 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$H_x^{т\,св} = H_x^{т\,ст} = \frac{5{,}7}{1894{,}1\ (452{,}4)} = 0{,}003 \text{ м}^3/\text{ГДж}(0{,}013 \text{ м}^3/\text{Гкал});$$

$$H_x^{э\,св} = H_x^{э\,ст} = \frac{4{,}1}{230{,}9} = 0{,}018 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

Хозяйственно-бытовые сточные воды направляются в общегородскую канализацию.

9. Расчет индивидуальных норм водопотребления и водоотведения в целом по ТЭЦ

На ТЭЦ норма потребления свежей воды на основные технологические нужды равна сумме норм потребления свежей воды в системе охлаждения, ГЗУ и ВПУ.

$$H_{тех}^{э.св} = H_{ох}^{э.св} + H_{гзу}^{э.св} + H_{впу}^{э\,св} \qquad \text{и} \qquad H_{тех}^{т\,св} = H_{гзу}^{т\,св} + H_{впу}^{т\,св}$$

Поскольку в системе охлаждения нормы определяются для каждого турбоагрегата в отдельности, а в остальных технологических системах - в целом по электростанции, $H_{тех}^{т.св}$ будет одинакова для всего турбин, а $H_{тех}^{э\,св}$ определяется для каждой турбины:

$$H_{тех}^{т\,св} = 0{,}35 + (0{,}15 + 0{,}28) = 0{,}78 \text{ м}^3/\text{ГДж}.$$

$$H^{з.об}_{тех\ ТА-1} = 2,47 + 2,07 + 0,13 = 4,67\ м^3/(МВт \cdot ч).$$

$$H^{з.об}_{тех\ ТА-2} = 2,59 + 2,07 + 0,13 = 4,79\ м^3/(МВт \cdot ч).$$

$$H^{з.об}_{тех\ ТА-3} = 3,12 + 2,07 + 0,13 = 5,32\ м^3/(МВт \cdot ч).$$

$$H^{з.об}_{тех\ ТА-4} = 2,93 + 2,07 + 0,13 = 5,13\ м^3/(МВт \cdot ч).$$

Норма потребления оборотной воды равна норме оборотной воды системы охлаждения, так как остальные технологические системы - прямоточные.

$$H^{з.об}_{тех\ ТА-1} = H^{з.об}_{ох\ ТА-1} = 143,84\ м^3/(МВт \cdot ч).$$

$$H^{з.об}_{тех\ ТА-2} = H^{з.об}_{ох\ ТА-2} = 150,79\ м^3/(МВт \cdot ч).$$

$$H^{з.об}_{тех\ ТА-3} = H^{з.об}_{ох\ ТА-3} = 197,63\ м^3/(МВт \cdot ч).$$

$$H^{з.об}_{тех\ ТА-4} = H^{з.об}_{ох\ ТА-4} = 178,12\ м^3/(МВт \cdot ч).$$

Норма потребления повторно или последовательно используемой воды на основные технологические нужды складывается из нормы

водоотведения системы, сбрасывающих свои отработанные воды в систему ГЗУ (продувка системы охлаждения, сточные воды от ВПУ, химических очист котлов, вспомогательного и подсобного производств, промывочные воды водогрейных котлов). Норма потребления последовательно используемой воды равна для всех турбоагрегатов

$$H_{тех}^{з.п.п} = H_{гзу}^{з.п.п} = 0{,}37 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$H_{тех}^{т.п.п} = H_{гзу}^{т.п.п} = 0{,}06 \text{ м}^3/\text{ГДж}.$$

На вспомогательных производствах потребляется только последовательно используемая вода.

$$H_{в}^{з.пп} = 0{,}065 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

Эта норма распространяется на все турбоагрегаты (как и норма водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды).

На хозяйственно-питьевые нужды используется вода питьевого качества.

$$H_{х}^{з.св} = 0{,}018 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}); \qquad H_{х}^{т.св} = 0{,}003 \text{ м}^3/\text{ГДж}.$$

Индивидуальные нормативы потерь воды представляют собой суммы нормативов потерь воды на технологические, вспомогательные и хозяйственно-питьевые нужды.

На ТЭЦ вода теряется в основных технологических системах - системе охлаждения, ВПУ, ГЗУ.

$$П^{э} = П_{ох}^{э} + П_{ВПУ}^{э} + П_{гзу}^{э} \qquad \text{и} \qquad П^{т} = П_{гзу}^{т}.$$

Нормативы потерь в основных технологических системах на отпуск тепла равны для всех турбоагрегатов

$$П^{т} = П_{гзу}^{т} = 0{,}05 \text{ м}^3/\text{ГДж}.$$

Нормативы потерь в основных технологических системах на отпуск электроэнергии равны

$$П^{э}_{ТА-1} = 2,02 + 0,11 + 0,28 = 2,41 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$П^{э}_{ТА-2} = 2,12 + 0,11 + 0,28 = 2,51 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$П^{э}_{ТА-3} = 2,57 + 0,11 + 0,28 = 2,96 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$П^{э}_{ТА-4} = 2,41 + 0,11 + 0,28 = 2,80 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

Индивидуальные нормативы передаваемой воды равны сумме нормативов воды, передаваемой на подпитку теплосети, а также с теплом и паром на производство, и равны для всех турбоагрегатов

$$Н^{т.пер}_{п} = Н^{т.пер}_{тс} + Н^{т.пер}_{впу} = 0,264 + 0,124 = 0,39 \text{ м}^3/\text{ГДж}.$$

Стоки воды от основных и вспомогательных систем ТЭЦ поступают в систему ГЗУ, и только сточные воды от ГЗУ сбрасываются в водоисточник.

Таким образом, нормы водоотведения для всех турбоагрегатов равны

$$Н^{э.ст} = Н^{э.ст}_{гзу} = 2,16 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$Н^{т.ст} = Н^{т.ст}_{гзу} = 0,36 \text{ м}^3/\text{ГДж}.$$

Нормы отведения хозяйственно-бытовых сточных вод, направляемых городским очистным сооружениям равны

$$Н^{э.ст}_{х} = 0,016 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}); \quad Н^{т.ст}_{х} = 0,003 \text{ м}^3/\text{ГДж}.$$

Нормы, рассчитанные по направлениям использования воды (технологические, вспомогательные и хозяйственно-бытовые нужды), составляют индивидуальные нормы каждого турбоагрегата.

Для определения норм в целом по ТЭЦ необходимо укрупнить индивидуальные нормы каждого турбоагрегата.

Поскольку нормы водопотребления и водоотведения на единицу отпускаемого тепла каждым турбоагрегатом равны, они принимаются в целом по ТЭЦ.

Нормы водопотребления и водоотведения на единицу отпускаемой электроэнергии в целом по ТЭЦ определяются по формуле (8.1).

$$H^{з.св}_{ТЭЦ} = \frac{4,67 \cdot 43,4 + 4,79 \cdot 41,4 + 5,32 \cdot 70,7 + 5,13 \cdot 75,4}{230,9} = 5,04 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

$$H^{з.об}_{ТЭЦ} = \frac{143,84 \cdot 43,4 + 150,78 \cdot 41,4 + 187,83 \cdot 70,7 + 176,12 \cdot 75,4}{230,9} =$$

$$= 169,09 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

$$П^{з} = \frac{2,41 \cdot 43,4 + 2,51 \cdot 41,4 + 2,96 \cdot 70,7 + 2,80 \cdot 75,4}{230,9} = 2,72 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

Нормы потребления и отведения воды по другим направлениям равны для каждого турбоагрегата и принимаются по ТЭЦ в целом.

Данные расчета сводятся в формы 1 и 2.

Для оценки достоверности расчета норм проверяется баланс ТЭЦ:

$$\left(H^{з.св}_{тех} + H^{з.св}_{х}\right) З + \left(H^{т.св}_{тех} + H^{т.св}_{х}\right) Т = \left(H^{з.ст} + H^{з.ст}_{х} + П^{з}\right) З +$$

$$+ \left(H^{т.ст} + H^{т.ст}_{х} + П^{т} + H^{т.пер}_{р}\right) Т$$

Первая часть уравнения равна

$$(5,04+0,018) \cdot 230,9 + (0,78+0,003) \cdot 1894,1 = 2650,97 \text{ м}^3.$$

Вторая часть уравнения равна

$$(2,16+0,018+2,72) \cdot 230,9 + (0,36+0,003+0,39+0,05) \cdot 1894,1 = 2651,91 \text{ м}^3.$$

Незначительный небаланс в 0,94 м^3 объясняется тем, что при расчете числовые значения норм округлялись до двух знаков после запятой.

I0. Расчет удельных количеств загрязняющих воду веществ и приведенного стока системы ГЗУ

Сточные воды всех технологических систем сбрасываются в систему ГЗУ. Отведение сточных вод ТЭС в водный объект организовано с золоотвала. Степень загрязненности отводимых сточных вод определяется расчетом.

Расчет производится по формулам (4.I2) - (4.20). Результаты расчета сводятся в табл.П5.4.

Так, для сульфатов:

$C_{SO_4}^{св}$ = 58 мг/л - концентрация сульфатов в свежей речной воде.

$C_{SO_4}^{ст'}$ = 250 мг/л - концентрация сульфатов в стоках ГЗУ (т.е. после технологического процесса).

$C_{SO_4}^{с''}$ = 250 мг/л - концентрация сульфатов в стоках, подлежащих сбросу в водоем после их очистки.

Ввиду того, что на электростанции очистные сооружения отсутствуют, показатели $C^{ст}$ и $C^{с''}$ загрязняющих воду веществ одинаковы.

$$\Delta C'_{SO_4} = C_{SO_4}^{ст'} - C_{SO_4}^{св} = 250 - 58 = 192 \text{ мг/л};$$

$$\Delta C''_{SO_4} = C^{ст''} - C^{св} = 250 - 58 = 192 \text{ мг/л}.$$

Удельное количество загрязняющего воду вредного вещества (сульфатов) на единицу продукции (I МВт · ч, ГДж), попадающего в стоки в процессе производства:

$$M_{SO_4}^{I3} = H_{ГЗУ}^{э.ст} \Delta C'_{SO_4} \cdot 10^{-3} = 2{,}16 \cdot 192 \cdot 10^{-3} = 0{,}4I \text{ кг/(МВт · ч)};$$

$$M_{SO_4}^{IT} = H_{ГЗУ}^{тст} \Delta C'_{SO_4} \cdot 10^{-3} = 0{,}36 \cdot 192 \cdot 10^{-3} = 0{,}07 \text{ кг/ГДж}.$$

Удельное количество загрязняющего воду вредного вещества (сульфатов) на единицу продукции (I МВт · ч, I ГДж), остающегося в сточных водах после очистки:

$$M^{из}_{SO_4} = H^{э\,ст}_{ГЗУ}\ C''_{SO_4} 10^{-3} = 2{,}16 \cdot 250 \cdot 10^{-3} = 0{,}54 \text{ кг/(МВт} \cdot \text{ч)};$$

$$M^{пт}_{SO_4} = H^{т\,ст}_{ГЗУ}\ C''_{SO_4} 10^{-3} = 0{,}36 \cdot 250 \cdot 10^{-3} = 0{,}09 \text{ кг/ГДж}.$$

Удельное количество загрязняющего воду вредного вещества (сульфатов) на единицу продукции (I МВт · ч, I ГДж), поступающего в водоем с очищенными сточными водами с учетом "фонового" загрязнения водоисточника:

$$M^{из}_{SO_4} = H^{э.ст}_{ГЗУ}\ \Delta C''_{SO_4} 10^{-3} = 2{,}16 \cdot 192 \cdot 10^{-3} = 0{,}41 \text{ кг/(МВт} \cdot \text{ч)};$$

$$M^{пт}_{SO_4} = H^{т.ст}_{ГЗУ}\ \Delta C''_{SO_4} 10^{-3} = 0{,}36 \cdot 192 \cdot 10^{-3} = 0{,}07 \text{ кг/ГДж}.$$

Удельный "приведенный" сток на единицу продукции (I МВт · ч I ГДж) до очистки:

$$Z^{из}_{SO_4} = H^{э\,ст}_{ГЗУ}\ \frac{C^{ст'}_{SO_4}}{ПДК_{SO_4}} = 2{,}16 \cdot \frac{250}{500} = 1{,}08 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

Состав и концентрация загрязнений в сточных

Показатели	Единица измерения	Качество воды приемника сточных вод	Система					
			До очистки C'_d	После очистки C'_d	Метод очистки	Дальнейшее использование	Приращение концентрации загрязняющих воду веществ в сточных до очистки $\Delta C'_d$	Приращение концентрации загрязняющих воду веществ в стоках после очистки $\Delta C''_d$
Взвешенные вещества	мг/л	14	20	20	Очистные сооружения отсутствуют	Сброс в водоем	6,0	6,0
Нефтепродукты	мг/л	0,6	1,0	1,0			0,4	0,4
Щелочность общая	мг-экв/л	2,2	2,0	2,0			Отс.	Отс.
Жесткость общая	мг-экв/л	3,1	7,9	7,9			4,8	4,8
Сульфаты	мг/л	58	250	250			192	192
Хлориды	мг/л	12,4	100	100			87,6	87,6
Фториды	мг/л	2,0	15,0	15,0			13,0	13,0
Мышьяк	мг/л	0,005	0,1	0,1			0,095	0,095
Ванадий	мг/л	0,1	0,4	0,4			0,3	0,3
Сухой остаток	мг/л	249	900	900			651	651

$$Z^{II}_{SO_4} = H^{T\,ст}_{ГЗУ}\ \frac{C^{C}_{SO_4}}{ПДК_{SO_4}} = 0{,}36 \cdot \frac{250}{500} = 0{,}18\ м^3/ГДж;$$

после очистки:

$$Z^{IIЭ}_{SO_4} = H^{Э.ст}_{ГЗУ}\ \frac{C^{ст\,II}_{SO_4}}{ПДК_{SO_4}} = 2{,}16 \cdot \frac{250}{500} = 1{,}08\ м^3/(МВт \cdot ч)$$

$$Z^{IIT}_{SO_4} = H^{T\,ст}_{ГЗУ}\ \frac{C^{ст\,II}_{SO_4}}{ПДК_{SO_4}} = 0{,}36 \cdot \frac{250}{500} = 0{,}18\ м^3/ГДж.$$

Поскольку очистные сооружения на ТЭЦ отсутствуют, показатели

$M^{IЭ}$ и $M^{IIIЭ}$, M^{IT} и M^{IIIT}, $Z^{IЭ}$ и $Z^{IIЭ}$, Z^{IT} и Z^{IIT}

между собой равны.

По данным таблицы П5.4 составляется форма 3 данного приложения.

Таблица П5.4

водах Челябинской ТЭЦ за 19__ г.

Гидросооружения				
[illegible] количество [illegible] воду [illegible] кг/(МВт · ч)/кг/ГДж $M'_d = C'_d H^{ст}_{ГЗУ}$	Удельное количество загрязняющего воду вещества, оставшегося в стоках после очистки кг/(МВт · ч)/кг/ГДж $M''_d = C''_d H^{ст}_{ГЗУ}$	Удельное количество загрязняющего воду вещества, поступающего в водоем очищенной стоками с учетом фонового загрязнения водоема кг/(МВт · ч)/кг/ГДж $M'''_d = \Delta C''_d H^{ст}_{ГЗУ}$	Удельный приведенный сток до очистки м³/(МВт · ч)/м³/ГДж $Z'_d = H^{ст}_{ГЗУ} \frac{C'_d}{ПДК_d}$	Удельный приведенный сток после очистки, (МВт · ч)/м³/ГДж $Z''_d = H^{ст}_{ГЗУ} \frac{C''_d}{ПДК_d}$
0,0[illegible]9/0,00216	0,043/0,0072	0,0129/0,00216	-	-
8,64·10⁻⁴/1,44·10	2,16·10⁻³/0,36·10⁻³	8,64·10⁻⁴/1,44·10⁻⁴	21,6/3,6	21,6/3,6
-	-	-	-	-
	-	-	-	-
0,41/0,07	0,54/0,09	0,41/0,07	1,08/0,18	1,08/0,18
0,199/0,032	0,216/0,036	0,189/0,032	0,617/0,103	0,617/0,103
0,028/0,0046	0,032/0,0054	0,023/0,0046	21,6/3,6	21,6/3,6
2,05·10⁻⁴/0,34·10⁻⁴	2,16·10⁻⁴/0,36·10⁻⁴	2,05·10⁻⁴/0,34·10⁻⁴	4,32/0,72	4,32/0,72
6,48·10⁻⁴/1,08·10⁻⁴	8,64·10⁻⁴/1,44·10⁻⁴	6,48·10⁻⁴/1,08·10⁻⁴	8,64/1,44	8,64/1,44
1,40/0,23	1,94/0,32	1,4/0,23	1,94/0,32	1,94/0,32

Расчет индивидуальной нормы водопотребления на

Тип турбины	Вид и объем* продукции	Вид топлива	Система водоснабжения	Индивидуальная норма								
				на технологические нужды						на хозяйственно-питьевые и коммунально-бытовые нужды		
				Всего	В том числе вода					Всего	В том числе	
					свежая вода			оборотная	последовательно используемая		свежая	
					техническая	питьевая	итого				техническая	питьевая
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ПТ-60-130 I3 (ТА-1)	электроэнергия 320726 МВт ч	Уголь	Система охлаждения - оборотная с градирнями; система ГЗУ - прямоточная	148,88	4,67	-	4,67	143,84	0,37	0,065	-	-
	Тепло 3375752 ГДж			0,84	0,78	-	0,78	-	0,06	-	-	-
ПТ-60-130/13 (ТА-2)	электроэнергия 345697 МВт ч	-"-		155,94	4,79	-	4,79	150,78	0,37	0,065	-	-
	Тепло 3269311,5 ГДж			0,84	0,78	-	0,78	-	0,06	-	-	-
Т-100-130 (ТА-3)	Электроэнергия 602434,7 МВт	-"-		193,52	5,32	-	5,32	187,83	0,37	0,065	-	-
	Тепло 4082411,1 ГДж			0,84	0,78	-	0,78	-	0,06	-	-	-
Т-100-130 (ТА-4)	Электроэнергия 494548,6 МВт ч	-"-		181,62	5,13	-	5,13	176,12	0,37	0,065	-	-
	Тепло 3718297,1 ГДж			0,84	0,78	-	0,78	-	0,06	-	-	-
По ТЭЦ в целом	Электроэнергия 1763606,3 МВт ч	-"-		174,50	5,04	-	5,04	169,09	0,37	0,065	-	-
	Тепло 14445772 ГДж			0,84	0,78	-	0,78	-	0,06	-	-	-

*Указаны расчетные объемы продукции, усредненные за три года.

Форма I

единицу продукции (I МВт · ч. I Гдж) по Челябинской ТЭЦ

водопотребления, $м^3$/ед.продукции															
тельные нужды			на хозяйственно-питьевые нужды							В том числе вода					
числе				В том числе						свежая вода					
вой-			Всего	свежая вода			оборотная	последова-тельно используемая	Всего				оборотная	последовательно используемая	Коэффициент неравномерности сезонного потребления
итого	оборотная	последова-тельно используемая		техничес-кая	питьевая	итого				техничес-кая	питьевая	итого			
I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I	22	23	24	25	26	27	28	29
-	-	0,065	0,018	-	0,018	0,018	-	-	I48,97	4,67	0,018	4,69	I43,84	0,44	
-	-	-	0,003	-	0,003	0,003	-	-	0,78	0,78	0,003	0,78	-	-	
-	-	0,065	0,018	-	0,018	0,018	-	-	I56,03	4,79	0,018	4,8I	I50,78	0,44	
-	-	-	0,003	-	0,003	0,003	-	-	0,78	0,78	0,003	0,78	-	-	
-		0,065	0,018	-	0,018	0,018	-	-	I93,6I	5,32	0,018	5,34	I87,85	0,44	
-	-	-	0,003	-	0,003	0,003	-	-	0,78	0,78	0,003	0,78	-	-	
-	-	0,065	0,018	-	0,018	0,018	-	-	I8I,7I	5,I8	0,018	5,I5	I76,I2	0,44	
-	-	-	0,003	-	0,003	0,003	-	-	0,78	0,78	0,003	0,78	-	-	
	-	0,065	0,018	-	0,018	0,018	-	-	I74,69	5,04	0,018	5,06	I69,09	0,44	
-	-	-	0,003	-	0,003	0,003	-	-	0,78	0,78	0,003	0,78	-	-	

$K_{час}$ = 1,65; $K_{зим}$ = 0,35

Форма 2

Расчет индивидуальной нормы водоотведения на единицу продукции (I МВт · ч, I ГДж) по Челябинской ТЭЦ

Тип турбины	Вид продукции	Вид топлива	Система водоснабжения	Индивидуальные нормативы потерь, м³/ед.продукции				Ин дивидуальные нормативы воды, переданной другим потребителям, м³/ед.продукции	Индивидуальная норма водоотведения по направлению использования воды, м³/ед. продукции									
				На технологические нужды	На нужды вспомогательного производства	На хозяйственно-питьевые нужды	Всего (графы 5+6+7)		Технологические нужды			Нужды вспомогательного или подсобного производства			Хозяйственно-бытовые нужды	Всего	В том числе сточные воды	
									Требующие очистки	Нормативно чистые	Итого	Требующие очистки	Нормативно-чистые	Итого			Требующие очистки	Нормативно-чистые
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9
ПТ-60-I30 (ТА-I)	Электроэнергия	Уголь	Система охлаждения - оборотная с градирнями, система ГЗУ - прямоточная	2,4I	-	-	2,4I	-	2,I6	-	2,I6	-	-	-	0,0I8	2,I8	2,I8	-
	Тепло			0,05	-	-	0,05	0,39	0,36	-	0,36	-	-	-	0,003	0,36	0,36	-
ПТ-60-I30 (ТА-2)	Электроэнергия	-"-		2,5I	-	-	2,5I	-	2,I6	-	2,I6	-	-	-	0,0I8	2,I8	2,I8	-
	Тепло			0,05	-	-	0,05	0,39	0,36	-	0,36	-		-	0,003	0,36	0,36	-
Т-I00-I30 (ТА-3)	Электроэнергия	-"-		2,96	-	-	2,96	-	2,I6	-	2,I6	-	-	-	0,0I8	2,I8	2,I8	-
	Тепло			0,05	-	-	0,05	0,39	0,36	-	0,36	-	-	-	0,003	0,36	0,36	
Т-I00-I30 (ТА-4)	Электроэнергия	-"-		2,80	-	-	2,80	-	2,I6	-	2,I6	-	-	-	0,0I8	2,I8	2,I8	-
	Тепло			0,05	-	-	0,05	0,39	0,36	-	0,36	-	-	-	0,003	0,36	0,36	-
В целом по ТЭЦ	Электроэнергия	-"-		2,72	-	-	2,72	-	2,I6	-	2,I6	-	-	-	0,0I8	2,I8	2,I8	-
	Тепло			0,05	-	-	0,05	0,39	0,36	-	0,36	-	-	-	0,003	0,36	0,36	

Форма 3

Количество сточной воды на единицу продукции (1 МВт · ч, 1 ГДж)

Челябинская ТЭЦ

Вид продукта (единица измерения)	Вредное вещество	Единица измерения вредного вещества	Удельное количество загрязненного воду вредного вещества кг/ед.продукции		Метод очистки	Удельный "приведенный" сброс м³/ед.продукты	
			до очистки	после очистки		до очистки	после очистки
I	2	3	4	5	6	7	8
Электроэнергия	Взвешенные вещества	мг/л	0,0129	0,0129	Очистные сооружения оборотного	-	-
Тепло			0,00216	0,00216		-	-
Электроэнергия	Нефтепродукты		$8,64 \cdot 10^{-4}$	$8,64 \cdot 10^{-4}$		21,6	21,6
Тепло			$1,44 \cdot 10^{-4}$	$1,44 \cdot 10^{-4}$		3,6	3,6
Электроэнергия	Сульфаты		0,41	0,41		1,08	1,08
Тепло			0,07	0,07		0,18	0,18
Электроэнергия	Хлориды		0,189	0,189		0,617	0,617
Тепло			0,032	0,032		0,103	0,103
Электроэнергия	Фториды		0,028	0,028		21,7	21,6
Тепло			0,0046	0,0046		3,5	3,6
Электроэнергия	Ванадий		$2,05 \cdot 10^{-4}$	$2,05 \cdot 10^{-4}$		4,32	4,32
Тепло			$0,34 \cdot 10^{-4}$	$0,34 \cdot 10^{-4}$		0,72	0,72
Электроэнергия	Сухой остаток		1,4	1,4		1,94	1,94
Тепло			0,22	0,23		0,32	0,32

Сопоставление расчетного расхода свежей воды, в том числе питьевого

Вид продукции, единица измерения	Фактический отпуск продукции	Индивидуальная норма потребления свежей воды, м³/ед. продукции						Расчетная потребность в свежей воде на фактический отпуск продукции,			
		Всего	В том числе					Всего	В том числе		
			питьевого качества	на производственные нужды		на хозяйственно-питьевые нужды			питьевого качества	на производственные нужды	
				Всего	В том числе питьевого качества	Всего	В том числе питьевого качества			Всего	В том числе питьевого качества
Электроэнергия, МВт·ч	1789928	5,06	0,018	5,04	-	0,018	0,018	9052,30	31,86	8920,44	-
Тепло, ГДж	13018276	0,783	0,003	0,780	-	0,003	0,003	10193,31	39,05	10154,26	-
Итого ...								19145,61	70,91	19074,70	-

Форма 4

качества, с фактическим ее использованием за 19__г. по Челябинской ТЭЦ

Вода на дактус.м³		Фактически использовано свежей воды, тыс.м³						Снижение ("+" повышение) фактического использования свежей воды, в том числе питьевого качества, по сравнению с ее потребностью, определяемой по нормам			
на хозяйственно-питьевые нужды		Всего	В том числе					Всего	В том числе		
			питьевого качества	на производственные нужды		на хозяйственно-питьевые нужды			питьевого качества	на производственные нужды	на хозяйственно-питьевые нужды
Всего	В том числе питьевого качества			Всего	В том числе питьевого качества	Всего	В том числе питьевого качества				
31,86	31,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
,05	39,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
,91	70,91	22978.43	138,70	22841,73	-	134,70	138,70	+3832,82 (~17%)	+65,79	+3767,03	+65,79

Приложение 6
Справочное

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ СНИЖЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТЕКУЩИХ НОРМ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Пример I. Снижение потребления свежей воды для системы охлаждения за счет использования слабоминерализованных сточных вод в системе.

Исходные данные: см.Приложение 3.

В соответствии с нормами, расход свежей воды на подпитку оборотной системы охлаждения ТЭЦ при работе четырех турбоагрегатов в летний период составляет

$$W_{ox}^{св} = 2 \cdot 180 + 2 \cdot 360 = 1080 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для сокращения потребления свежей воды в оборотную систему подаются предварительно очищенные слабоминерализованные стоки в количестве

$$W_{сл}^{ст} = 70 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

На подпитку оборотной системы ГЗУ из системы охлаждения используется вода в количестве

$$W_{ox}^{пр} = W_{гзу}^{пот} - W_{впу}^{ст} - W_{б.к}^{ст} - W_{х.пр}^{ст} - W_{б}^{ст} = 152-71-0,04-0,28-15 = 65,7 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Требуемый расход воды на подпитку оборотной системы охлаждения составляет

$$W_{ox}^{доб} = W_{ox}^{и} + W_{ox}^{к.у} + W_{ox}^{пр} = 604,8 + 240 + 65,7 = 910,5 \text{ м}^3/\text{ч},$$

в том числе свежей речной воды

$$(W_{ox}^{cв})' = W_{ox}^{доб} - W_{сл}^{ст} = 910,5 - 70 = 840,5 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Относительное сокращение потребления свежей воды на подпитку оборотной системы охлаждения:

$$\delta_{ox} = \frac{W_{ox}^{cв} - (W_{ox}^{cв})'}{W_{ox}^{cв}} 100 = \frac{1080 - 840,5}{1080} \cdot 100 = 22\%$$

Коэффициент упаривания оборотной воды:

$$U = \frac{W_{ox}^{доб}}{W_{ox}^{доб} - W_{ox}^{u}} = \frac{910,5}{910,5-604,8} = 3,0.$$

Принимая, что солевой состав подаваемых в оборотную систему слабоминерализованных стоков близок к составу свежей речной воды, можно оценить солесодержание оборотной воды:

$(Щ_0)_{об} = 3,0 \cdot 2,2 = 6,6$ мг-экв/л;

$(Ж_0)_{об} = 3,0 \cdot 3,1 = 9,3$ мг-экв/л;

$(Ca^{2+})_{об} = 3,0 \cdot 36 = 108$ мг/л;

$(Mg^{2+})_{об} = 3,0 \cdot 15,8 = 47,4$ мг/л;

$(Na^{+})_{об} = 3,0 \cdot 20,7 = 62,1$ мг/л;

$(SO_4^{2-})_{об} = 3,0 \cdot 58 = 174$ мг/л;

$(Cl^{-})_{об} = 3,0 \cdot 12,4 = 37,2$ мг/л;

$(SiO_2^2)_{об} = 3,0 \cdot 4,9 = 14,7$ мг/л;

$(Fe_0)_{об} = 3,0 \cdot 0,2 = 0,6$ мг/л;

$$(Cl^-)_{об} = 3{,}0 \cdot 35{,}4 = 106{,}2 \text{ мг/л};$$

$$(SO_4^{2-})_{об} = 3{,}0 \cdot 282 = 847 \text{ мг/л}.$$

Ввиду повышенной щелочности оборотной воды необходимо увеличить дозировку ОЭДФ до 2 мг/л. Учитывая, что в систему охлаждения поступают сточные воды переменного солевого состава, более предпочтителен комбинированный способ обработки: подкисление до щелочности 5,0 мг-экв/л и дозировка ОЭДФ в количестве I мг/л. При этом содержание сульфатов в оборотной воде повысится до 250 мг/л, а сухой остаток составит 826 мг/л. Новые расходы свежей воды $(W_{ox}^{св})'$ на подпитку оборотной системы охлаждения для каждого ту боагрегата определяются пропорционально первоначальным расходам свежей воды $W_{ox}^{св}$

Для турбоагрегата ПТ-60-130/13 они составят

$$(W_{ox}^{св})' = \frac{840{,}5 \cdot 180}{1080} = 140{,}1 \text{ м}^3/\text{ч};$$

а для турбоагрегата Т-100-130 -

$$(W_{ox}^{св})' = \frac{840{,}5 \cdot 360}{1080} = 280{,}2 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Сравним новые нормы потребления свежей воды $(H_{ox}^{св})'$ с первоначальными $H_{ox}^{св}$ для системы охлаждения четырех турбоагрегатов в летний период:

турбоагрегат №1 ПТ-60-130/13:

$$(H_{ox}^{св})' = \frac{140{,}1}{40{,}9} = 3{,}42 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$H_{ox}^{св} = \frac{180}{40{,}9} = 4{,}4 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

турбоагрегат №2 ПТ-60-I30/ 3:

$$(H_{ox}^{cв})' = \frac{I40,I}{40,7} = 3,44 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$H_{ox}^{cв} = \frac{I80}{40,7} = 4,42 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

турбоагрегат №3 Т-I00-I30:

$$(H_{ox}^{cв})' = \frac{280,2}{74,2} = 3,78 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$H_{ox}^{cв} = \frac{360}{74,2} = 4,85 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

турбоагрегат №4 Т-I00-I30:

$$(H_{ox}^{cв})' = \frac{280,2}{75,4} = 3,72 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$H_{ox}^{cв} = \frac{360}{75,4} = 4,77 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

Пример 2. Перевод системы ГЗУ на эксплуатацию по оборотной схеме.

Исходные данные - см.приложение 3.

Потери воды в оборотной системе ГЗУ составляют

$$W_{гзу}^{пот} = W_{гзу}^{и} + W_{гзу}^{гз} + W_{гзу}^{вн} = 5I + 49 + 52 = I52 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

В систему ГЗУ поступают осадки на золоотвале $W_{гзу}^{н}$ и стоки от других технологических систем $W_{гзу}^{п.п}$

$$W_{гзу}^{доб} = W_{гзу}^{н} + W_{впу}^{ст} + W_{ox}^{ст} + W_{х\,пр}^{ст} + W_{в\,к}^{ст} + W_{б}^{ст} =$$

$$= 38 + 7I + 65,7 + 0,28 + 0,04 + I5 = I90 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$W_{ox}^{ст} = 65,7 \text{ м}^3/\text{ч}$ - принимаем из примера I.

Поступление воды в оборотную систему ГЗУ превышает потери на

$$W_{ГЗУ}^{пр} = 190 - 152 = 38 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Значение минимальной продувки системы ГЗУ с учетом стоков от других технологических систем определяется по формуле (6.134):

$$W_{ГЗУ}^{пр} = \frac{\left\{W_{ор.в}\left(Щ_{ор.в} + 3{,}95\,S^{пр} + 7{,}05\sqrt{S^{пр}}\right) + \left[SO_4^{2-}\right]^{доб} \cdot W_{ГЗУ}^{доб}\right\} e^{-0{,}005\tau}}{36} - \left[0{,}5\left(\varphi_з + \varphi_{шл}\right) + W_{ГЗУ}^{ф}\right].$$

Расход воды на орошение мокрых золоуловителей $W_{ор.в}$, по данным проектно-технической документации, составляет 230 м³/ч; $Щ_{ор.в}$ равно 2,3 мг-экв/л (осветленная вода после подкисления); $S^{пр}$ – процентное содержание серы в топливе, приведенное к 1000 ккал/кг $Q_н^р$.

По данным электростанции, $S_{об}^{с}$ угля равно 1%, влажность рабочая $W^р$ 19%.

Рабочее процентное содержание серы в топливе:

$$S^р = S_{об}^{с} \cdot \frac{100 - W^р}{100} = 1 \cdot \frac{100 - 19}{100} = 0{,}81\%.$$

Низшая теплота сгорания угля $Q_н^р$, по эксплуатационным данным, составляет 3200 МДж/кг (ккал/кг).

Тогда $S^{пр}$ определяется как

$$S^{пр} = \frac{S^р}{Q_н^р : 1000} = \frac{0{,}81}{3{,}2} = 0{,}25\%.$$

Расход добавочной воды, включающий свежую воду:

$$W_{ГЗУ}^{доб} = W_{ВПУ}^{ст} + W_{ох}^{ст} + W_{х.пр}^{ст} + W_{в.к}^{ст} + W_{в}^{ст} + W_{ГЗУ}^{н} = 190 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$\left[SO_4^{2-}\right]^{доб}$ – усредненное содержание сульфатов в добавочной воде (мг-экв/л) – определяется как средневзвешенная концентрация сульфатов всех потоков воды, поступающих в систему ГЗУ.

$$\left[SO_4^{2-}\right]^{доб} = \frac{\left[SO_4^{2-}\right]^{ст}_{ВПУ} W^{ст}_{ВПУ} + \left[SO_4^{2-}\right]^{ст}_{ох} W^{ст}_{ох} + \left[SO_4^{2-}\right]^{ст}_{х\,пр} W^{ст}_{х.пр} + \left[SO_4^{2-}\right]^{ст}_{б} W^{ст}_{б}}{190};$$

концентрация сульфатов в сточных водах ВПУ:

$$\left[SO_4^{2-}\right]^{ст}_{ВПУ} = \frac{\left[SO_4^{2-}\right]^{ст}_{хим.об} W^{ст}_{хим.об} + \left[SO_4^{2-}\right]^{ст}_{умягч} W^{ст}_{умягч}}{W^{ст}_{хим.об} + W^{ст}_{умягч}} =$$

$$= \frac{33,6 \cdot 51 + 20 \cdot 1,2}{51 + 20} = 24,47 \text{ мг-экв/л};$$

$\left[SO_4^{2-}\right]^{ст}_{ох}$ = 250 мг/л = 5,21 мг-экв/л;

$\left[SO_4^{2-}\right]^{ст}_{х\,пр}$ – не учитывается, так как химическая очистка производится обессоленной водой;

$\left[SO_4^{2-}\right]^{ст}_{б}$ = 5,21 мг-экв/л (принимается аналогично оборотной системе охлаждения;

$$\left[SO_4^{2-}\right]^{доб} = \frac{24,47 \cdot 71 + 5,21 \cdot 65,7 \cdot 5,21 \cdot 15}{190} = 11,36 \text{ мг-экв/л};$$

$\left[SO_4^{2-}\right]^{доб}$ – усредненное содержание сульфатов в добавочной воде: по данным проектно-технической документации равно 11,36 мг-экв/л;

τ – продолжительность пребывания осветленной воды на золоотвале; принимается 200 ч.

e – основание натуральных логарифмов равное 2,7183;

$W^{ф}_{ГЗУ}$ – суммарные потери на фильтрацию в системе ГЗУ; в данном случае равно 0;

$\varphi_з, \varphi_{шл}$ – количество золы и шлака, поступающих на золоотвал.

По данным технического проекта:

$\varphi_з$ = 98,1 т/ч; $\varphi_{шл}$ = 18,0 т/ч.

$$W_{ГЗУ}^{пр} = \frac{[230\cdot(2,3+3,9\cdot 0,25+1,05\cdot 0,25)+11,36\cdot 190]\,e^{-0,005\cdot 200}}{36}$$

$$- 0,5\cdot(98,1\cdot 18) = 38 - 58 = -20 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Отрицательное значение $W_{ГЗУ}^{пр}$ указывает на отсутствие опасности появления сульфатных отложений.

Значение продувки системы ГЗУ принимается из условия поддержания водного баланса на уровне 38 м³/ч.

Таким образом, в систему ГЗУ поступают осадки, принимаемые как $W_{ГЗУ}^{с}$, в количестве 38 м³/ч и стоки других систем $W_{ГЗУ}^{пп}$ в количестве 152 м³/ч. Количество сточных вод системы $W_{ГЗУ}^{ст}$ = 38 м³/ч. Количество потерь $W_{ГЗУ}^{пот}$ = 152 м³/ч.

Новые нормы водопользования системы ГЗУ определяются аналогично первоначальным на два вида продукции пропорционально расходам топлива:

$$H_{ГЗУ}^{э} = \frac{W_{ГЗУ}\,B^{э}}{B_{ТЭС}\,Э_{ТЭС}} \quad \text{и} \quad H_{ГЗУ}^{т} = \frac{W_{ГЗУ}\,B^{т}}{B_{ТЭС}\,T_{ТЭС}};$$

$$H_{ГЗУ}^{э\,св} = \frac{38\cdot 55,9}{132,8\cdot 230,9} = 0,069 \text{ м}^3/(\text{МВт}\cdot\text{ч});$$

$$H_{ГЗУ}^{т\,св} = \frac{38\cdot 76,9}{132,8\cdot 1894,1} = 0,012 \text{ м}^3/\text{ГДж};$$

$$H_{ГЗУ}^{э.пп} = \frac{152\cdot 55,9}{132,8\cdot 230,9} = 0,277 \text{ м}^3/(\text{МВт}\cdot\text{ч});$$

$$H_{ГЗУ}^{т.пп} = \frac{152\cdot 76,9}{132,8\cdot 1894,1} = 0,046 \text{ м}^3/\text{ГДж};$$

$$H_{ГЗУ}^{э\,ст} = \frac{38\cdot 55,9}{132,8\cdot 230,9} = 0,069 \text{ м}^3/(\text{МВт}\cdot\text{ч});$$

$$H_{ГЗУ}^{т\,ст} = \frac{38\cdot 76,9}{132,8\cdot 1894,1} = 0,012 \text{ м}^3/\text{ГДж}.$$

Использованная литература

1. НОРМАТИВНЫЕ характеристики конденсационных установок паровых турбин типа К. - М.: СЦНТИ ОРГРЭС, 1974.
2. ТИПОВАЯ энергетическая характеристика конденсатора 300-КЦС-3 турбины К-300-240-ЛМЗ: ТХ 34-70-001-82. М.: СПО Союзтехэнерго, 1982.
3. ТИПОВАЯ нормативная характеристика турбоагрегата ПТ-60-130/13 ЛМЗ.-М.: СЦНТИ ОРГРЭС, 1975.
4. ТИПОВАЯ энергетическая характеристика конденсатора 800-КЦС-3 турбины К-300-240-3 ЛМЗ. - М.: СПО Союзтехэнерго, 1984.
5. РУКОВОДЯЩИЕ указания по тепловому расчету поверхностных конденсаторов мощных турбин тепловых и атомных электростанций. - М.: СПО Союзтехэнерго, 1982.
6. КИРСАНОВ И.М. Конденсационные установки. - М.-Л.: Энергия, 1965.
7. ВОДОСНАБЖЕНИЕ. Наружные сети и сооружения: СНиП 2-31-74/Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1975.
8. ОЛИБАШЕВ К.П., ГОРШКОВ И.Ф. Гидрологические расчеты. - Л.: Гидрометеоиздат, 1970.
9. СПРАВОЧНИК гидрогеолога/ Под общей ред.М.Е.Альтовского. - М.: Госгеолтехиздат, 1962.
10. СПРАВОЧНИК по инженерно-геологическим расчетам при изысканиях для гидроэнергетического строительства. - М.: Госэнергоиздат, 1955.
11. МЕЛЕНТЬЕВ В.А., Нагли Е.З. Гидрошлакоудаление и золоотвалы. - Л.: Энергия, 1968.
12. РЕКОМЕНДАЦИИ по проектированию золошлакоотвалов тепловых электрических станций: П.26-85/ВНИИГ. - Л.: 1986.

13. НОРМЫ технологического проектирования тепловых электростанций: ВНТП-81. - М.: 1981.
14. КОСТРИКИН Ю.М. Инструкция по анализу воды, пара и отложений в теплосиловом хозяйстве. - М.: Энергия, 1967.
15. СПРАВОЧНИК химика-энергетика. Т.I. Водоподготовка и водный режим парогенераторов.-М.: Энергия, 1972.
16. РУКОВОДЯЩИЕ указания по известкованию воды на электростанциях. - М.: СЦНТИ ОРГРЭС 1973.
17. РУКОВОДСТВО по проектированию обработки и очистки производственных сточных вод тепловых электростанций. - М.: Информэнерго, 1976.
18. ВНУТРЕННИЙ водопровод и канализация зданий: СНиП П-30-76/ Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1977.
19. МЕТОДИЧЕСКИЕ указания по разработке норм и нормативов водопотребления и водоотведения с учетом качества потребляемой и отводимой воды в промышленности. - М.: НИИВТ Госплана СССР, 1979.

О Г Л А В Л Е Н И Е

1. Основные термины и определения 3
2. Определение и классификация норм и нормативов.. 6
3. Единицы измерения I2
4. Индивидуальные текущие нормы и нормативы водопотребления и водоотведения с учетом качества потребляемой и отводимой воды..... I3
5. Индивидуальные нормы и нормативы водопотребления и водоотведения основных технологических систем..... 2I
   5.I. Система охлаждения..... 2I
   5.2. Система охлаждения вспомогательных механизмов основного оборудования ТЭС..... 35
   5.3. Водоподготовительные установки..... 36
   5.4. Система гидрозолоудаления..... 57
   5.5. Промывка регенеративных воздухоподогревателей и водогрейных котлов..... 60
   5.6. Химическая очистка оборудования 62
6. Нормы водопотребления и водоотведения вспомогательного и подсобного производства с учетом качества потребляемой и отводимой воды..... 64
7. Нормы водопотребления и водоотведения на хозяйственно-питьевые нужды. 65
8. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения 65
9. Порядок разработки, согласования, утверждения норм и контроля за их выполнением..... 7I

П р и л о ж е н и е I. Основные термины и определения по водопотреблению и водоотведению в теплоэнергетике. 73

П р и л о ж е н и е 2. Текущие индивидуальные нормы и нормативы водопотребления и водоотведения 76

П р и л о ж е н и е 3. Макет сборника текущих укрупненных норм и нормативов водопотребления и водоотведения..... 79

Приложение 4. Рекомендации по разработке мероприятий для повышения эффективности использования водных ресурсов на производственные и хозяйственно-бытовые нужды ТЭС.....86

Приложение 5. Пример расчета индивидуальных текущих норм водопотребления и водоотведения для Челябинской ТЭЦ 88

Приложение 6. Примеры расчетов снижения индивидуальных текущих норм водопотребления и водоотведения за счет внедрения мероприятий по рациональному использованию водных ресурсов.....126

Использованная литература 133

Рот. ВНИПИэнергопром Зак.№ 915

Тир. 20 Дата 20-05-87г.

gost.e-ecolog.ru