

**МЕТОДИКА
РАЗРАБОТКИ НОРМ И НОРМАТИВОВ
ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ
И ВОДООТВЕДЕНИЯ
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ**

МТ 34-00-030-87



**СОЮЗТЕХЭНЕРГО
Москва 1987**

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.

МЕТОДИКА
РАЗРАБОТКИ НОРМ И НОРМАТИВОВ
ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ
И ВОДООТВЕДЕНИЯ
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

МТ 34-00-030-87

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОРУДА РО "СОЮЗТЕХЭНЕРГО"
Москва 1987

СОСТАВЛЕНО Уральским филиалом Всесоюзного дна да ордена Трудового Красного Знамени теплоэнергетического научно-исследовательского института им. Ф.Э.Дзержинского (УралВТИ)

**ИСПОЛНИТЕЛИ В.А.КОПЕИН, Т.Г.САЛИЙ, В.Ф.БОДНЯРЬ,
И.П.ЛОГИНОВА**

**СОГЛАСОВАНО с Украинским филиалом НИИПиК при Госплане
СССР 24.12.86 г.**

Директор Б.В.ШЕРВИЧИЙ

УТВЕРЖДЕНО Министерством энергетики «электрификации СССР 04.01.87 г.

Заместитель министра А.Н.МАКУХИН

(C) СПО Союзтехэнерго, 1987

Литературный редактор Ф.С.Кузыминская

Технический редактор И.Д.Архипова

Корректоры: К.И.Миронова, Л.Ф.Петрухина

Подписано к печати 09.03.87

Формат 60x84 1/16

Печать офсетная Усл.печ.л.7,91 Уч.-изд.л.7,6 Тираж 7600 экз.

Заказ № 84/87 Издак. № 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**

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ НОРМ
И НОРМАТИВОВ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ
И ВОДООТВЕДЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

МТ 34-00-030-87

Взамен "Отраслевой методики
по разработке норм и нормати-
вов водопотребления и водо-
отведения 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.: СНО Строектеперго, 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 И7403-72. Гидрохимия. Основные понятия. Термины и определения.
2. ГОСТ И9179-73. Гидрология суши. Термины и определения.
3. ГОСТ И9185-73. Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения.
4. ГОСТ И7.И.1.01-77. Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения.

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

Основные принятые сокращения

- A - содержание азотинов, г-экв/м³.
 $B_{ш}$ - 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_f - удельная теплосъемка воды, кДж/(кг·град).
 D - доза реагента, г-экв/г.
 D_2 - пропуск отработанного пара в конденсатор, м³/ч.
 d - концентрация осадка, %.
 E - высота слоя испарения, мм.
 F - площадь зеркала водохранилища км².
 q - фильтрационный расход, л/(с·м).
 g - количество осаждавшихся веществ, г/м³.
 $K_{зим}$ - коэффициент сезонной неравномерности.
 M - удельное количество загрязняющего воду вредного вещества, кг/(МВт·ч); кг/1Дж.
 P - относительные потери воды.
 Q_H - низшая теплота сгорания топлива.
 Q - объем продукции, МВт·ч; ГДж.
 q - удельный расход воды, м³/т.
 R - глубина залегания водоупорного слоя, м.
 t , - начальная температура охлаждающей воды, °С.
 W - расход воды, м³/ч.
 Z - условный расход сточных вод, м³/(МВт·ч), м³/ГДж.

- Δt - перепад температур, $^{\circ}\text{C}$.
 Δh - удельная теплота конденсации отработавшего пара, $\text{Дж}/\text{кг}$.
 δ - удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии и тепла, $\text{г}/(\text{кВт} \cdot \text{ч})$ и $\text{кг}/\text{ГДж}(\text{кг}/\text{Гкал})$.
 E - обменная емкость ионита, $\text{Г-ЭКВ}/\text{м}^3$.
 θ - значение сухого остатка, $\text{г}/\text{кг}$.
 T - продолжительность, ч.
 φ - коэффициент упаривания воды в системе.
 φ_3 - количество золы, $\text{т}/\text{ч}$.
 $\varphi_{шл}$ - количество шлака, $\text{т}/\text{ч}$.
 π - расход извести, $\text{г}/\text{м}^3$.
 K - жесткость, $\text{мг-ЭКВ}/\text{л}$.
 N - норма водопотребления или водоотведения на отпуск единиц электроэнергии или тепла, $\text{м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч})$ или $\text{м}^3/\text{ГДж}$.
 Org - содержание органических веществ, $\text{г}/\text{м}^3$.
 P - норматив безвозвратных потерь воды на отпуск электроэнергии или тепла, $\text{м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч})$ или $\text{м}^3/\text{ГДж}$.
 T - отпуск тепла, $\text{ГДж} (\text{Гкал})$.
 $Щ$ - щелочность, $\text{Г-ЭКВ}/\text{л}$.
 \mathcal{E} - отпуск электроэнергии, $\text{МВт} \cdot \text{ч}$.

Подстрочные и надстрочные индексы

- \hat{v} - вспомогательное и подсобное производство.
 \hat{v}_n - внутристанционные.
 \hat{v}_p - водопотребление.
 \hat{v}_k - водогрейный котел.
 \hat{z} - газоохладитель.
 \hat{d}_i - дополнительное испарение.
 \hat{d}_{ob} - добавочная.
 \hat{d}_{op} - допустимый.
 e_i - естественное испарение.
 iK - известково-коагулированная.
 $исп$ - испарение, упаривание.
 $исх$ - исходная.
 $кар$ - карбонатная.

кинд - конденсационный цикл.
конц - концентрация.
ку - капельный унос.
м - маслоокладитель.
об - обратная.
ор - орошение.
ост - остаточная.
от - отпущеная.
отх - отходы.
ох - охлаждение.
оч - очищенная.
п - содержание соответствующих компонентов после предварительной обработки воды.
пер - переданная.
под - подкисление.
потр - потребляемая.
пот - потечи.
пл - последовательно или повторно используемая.
пр - продувка.
пред - предварительная обработка.
с - сухое.
св - свежая.
сл - сдвоенное герметизированное.
ср - среднее.
ст - сточная.
тех - технологические нужды.
ф - фильтрация.
х - хозяйственно-питьевые нужды.
х.пр - химическая очистка (применка).
j, i - номер.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ НОРМ И НОРМАТИВОВ

Нормирование водопотребления и водоотведения - установление плановой нормы 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 воды¹, 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.1):

- 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:

¹Свежая вода из источника, а также вода, получаемаяенным предпринимателем после использования другими водопотребителями.

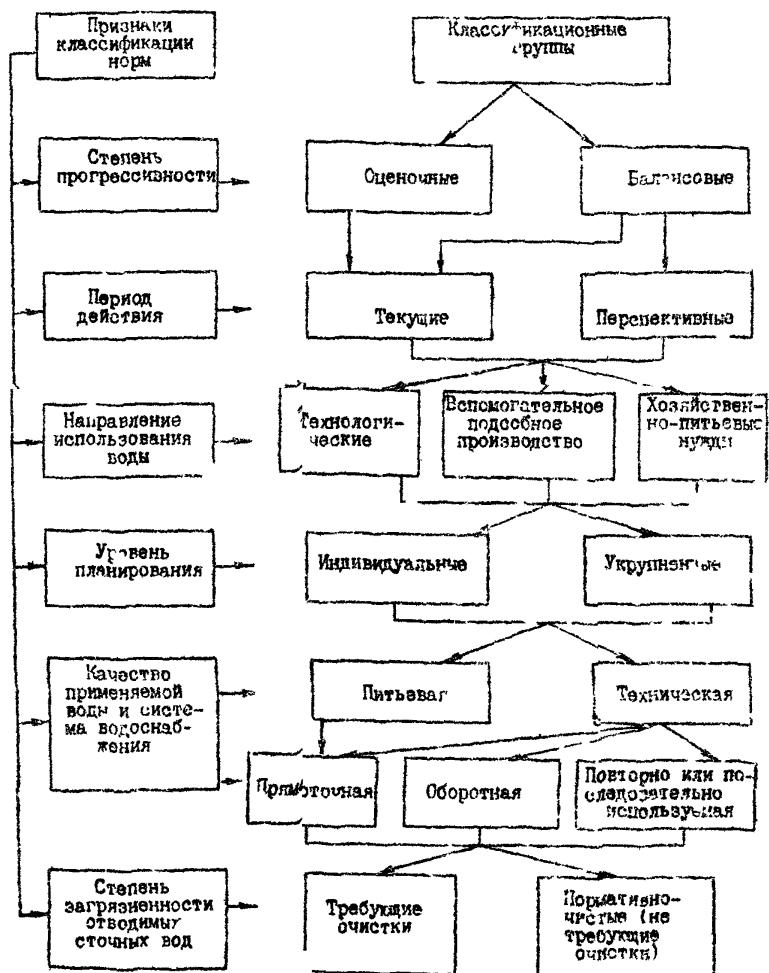


Рис. I. Классификация норм водопотребления и водостведения на предприятиях теплоэнергетики

- 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 выдачи 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 новые достижения научно-технического прогресса и своевременно оправившие запроектированные технико-экономические показатели: использование и охрана 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, включая их включение в нормы. С изменением условий производствка 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 хозяйствственно-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 оды вспомогательным и подсобным производствами определяет объем воды, расходуемой вспомогательным и подсобным производствами, на отпуск единицы основной продукции.

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

П р и м е ч а н и е . В норму потребления воды на хозяйственно-питьевые нужды не входит расход воды непроизводственных потребителей, находящихся на балансе предприятия (детские учреждения, учебные заведения, спортивные клубы, общежития, профилактории и т.д.). Указанный расход воды учитывается при расчете лимитов водопотребления.

Индивидуальные нормы водопотребления у 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 турбогенератора 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 пользования свежей (технической, питьевой), промточной, обратной, а также повторно или последовательно используемой воды.

По степени загрязненности отходящих от ТЭС сточных вод следует различать нормы водоотведения сточных вод, требующих очистки, и нормы 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 производств) 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 выражении.

Производственной единицей электростанций является электроэнергия, отпущеная с эши, и отпущенное тепло. Нормы водопотребления и водоотведения на единицу продукции электростанций в натуральном выражении измеряются соответственно в $\text{м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч})$ и $\text{м}^3/\text{ГДж} (\text{м}^3/\text{Гкал})$.

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

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^{pot} на ТЭС выражается в виде суммы потребностей в свежей W^{ct} , оборотной W^{ob} и повторно или последовательно используемой W^{pp} воде:

$$W^{pot} = W^{ct} + W^{ob} + W^{pp} \quad (4.1)$$

Общий баланс воды для ТЭС в целом выражается в виде

$$W^{ct} = W^{ct} + W^{per} + W^{pot} \quad (4.2)$$

Поступающая на ТЭС вода используется в различных технологических схемах. Нормирование водопогребления 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:

$$W_j^{ct} + W_j^{pp'} = W_j^{ct} + W_j^{per} + W_j^{pot} + W_j^{pp''}. \quad (4.3)$$

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 отнести 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 генерации 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 в норме 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:

$$W_j^{ob} = W_j - W_j^{ct} - W_j^{per} - W_j^{ut} - W_j^{pot} \quad (4.4)$$

Норма водопотребления H^{bp} в общем виде выражается аналогочно уравнению (4.1) в виде суммы норм свежей, оборотной и повторно или последовательно используемой воды:

$$H^{bp} = H^{cb} + H^{ob} + \chi^{ui} \quad (4.5)$$

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

$$H^{cb} = H^{ct} + H^{per} + \Pi. \quad (4.6)$$

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

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

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

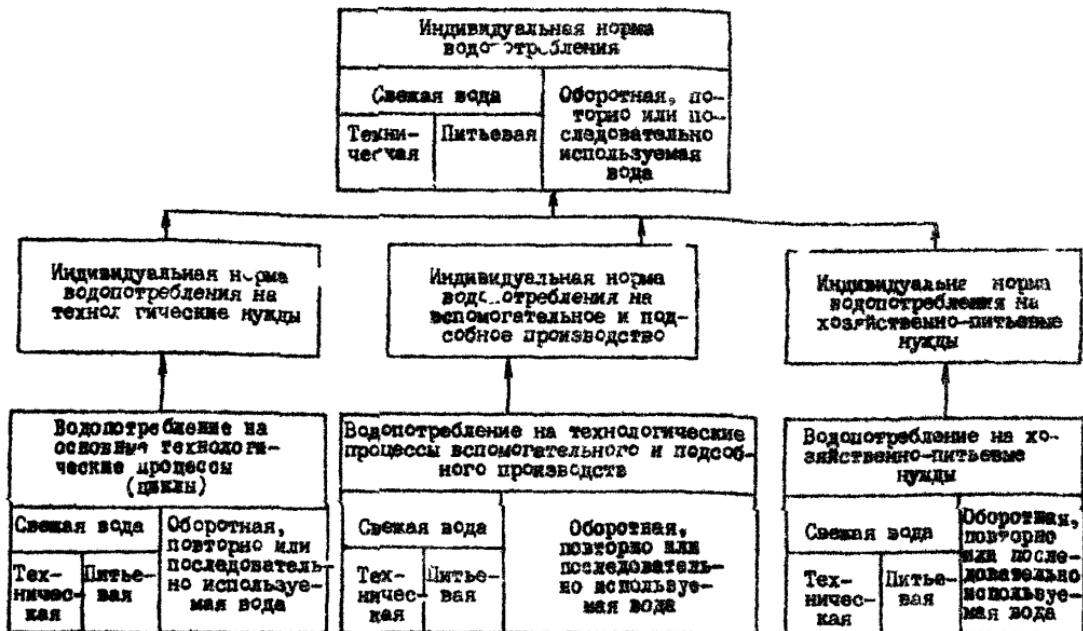


Рис.2. Состав индивидуальной нормы водопотребления на единицу продукции электростанций

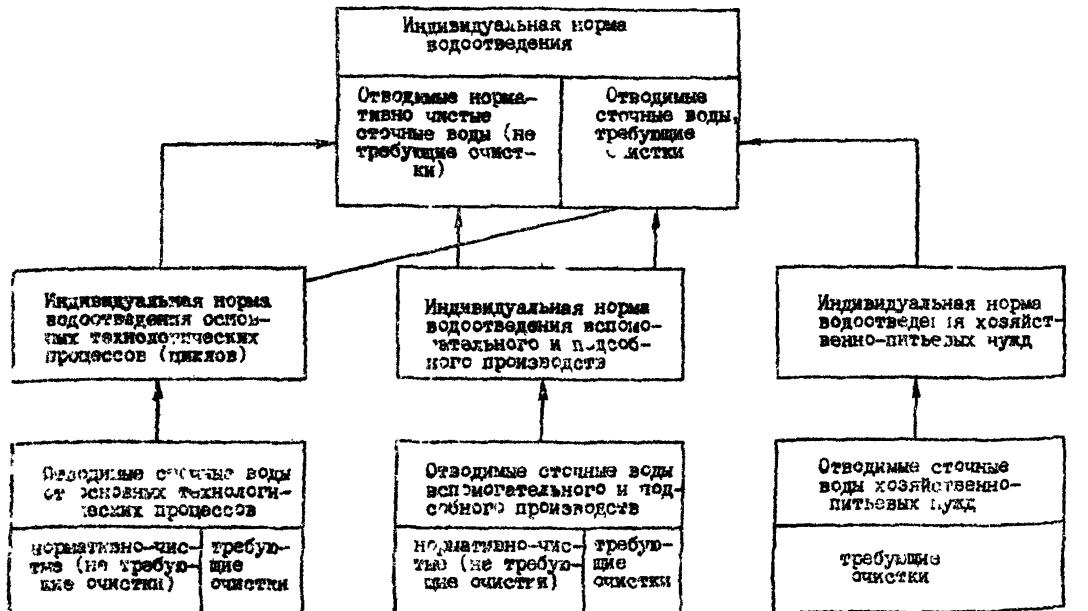


Рис.3. Состав индивидуальной нормы водоотведения на единицу продукции электростанций

$$H = H_{tex} + H_B + H_X ;$$

$$H^{per} = H_{tex}^{per} + H_B^{per} + H_X^{per} ; \quad (4.7)$$

$$I_i = P_{tex} + P_B + P_X .$$

Индивидуальные балансовые нормы и нормативы разрабатываются для каждого турбоагрегата, установленного на ТЭС (на НБС - на один, а на ТЭЦ на два ряда продукции).

Основной технологической системой, определяющей объемы водопотребления и водоохлаждения 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:

$$W_{ox_i} = \frac{W_{ox_{TЭС}} \beta_{канд_i}}{\beta_{канд_{TЭС}}} \quad (4.8)$$

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

$$W_i = W_i^3 + W_i^T ;$$

$$W_i^T = \frac{W_i B_{TЭС}^T}{B_{TЭС}} ; \quad W_i^3 = \frac{W_i B_{TЭС}^3}{B_{TЭС}} \quad (4.9)$$

Расход топлива на отпуск электроэнергии и тепла определяется следующим образом:

$$g_{TЭC}^3 = \delta_{DT}^3 \vartheta_{TЭC} 10^{-3}; \quad b_{TЭC} = \delta_{DT}^7 T_{TЭC} 10^{-3}.$$

Следует отметить, что некоторое количество тепла ТЭЦ поступает и от потребителям от пиковых водогреинных котлов а также из пароводяного тракта через редукционно-охладительные установки (РОУ).

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

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

$$K_{лет} = \frac{W_{лет}}{W_{ср}}; \quad K_{заб} = \frac{\Delta Q_{заб}}{Q_{заб}} \quad (4.10)$$

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

$$H^{эсб} \vartheta + H^{тсв} T = H^{эсб} \vartheta + H^{тсв} T + P^3 + H^3 T + H^3 пер \vartheta + H^{тнр} T \quad (4.11)$$

Сумма расчетных расходов свежей воды ($H^{эсб} \vartheta + H^{тсв} T$) сравнивается с фактическими расходом свежей воды (по форме 21П-водгоз) в целом по электростанции. Сравнение выполняется по форме 4 приложения 2. Отклонения расчетных расходов от фактических обосновываются в полиспособительной 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.П2.1 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

$$\Delta C_d' = \Delta C_d^{ct'} - C_d^{ct}; \quad (4.12)$$

после очистки

$$\Delta C_d'' = C_d^{ct''} - C_d^{ct}; \quad (4.13)$$

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

$$\Delta C_d' = C_d^{ct'} - C_d^n; \quad (4.14)$$

после очистки

$$\Delta C_d'' = C_d^{CT''} - C_d^h . \quad (4.15)$$

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

$$M_d' = \left(\sum_{l=1}^n \Delta C_{d_l}' H_{tex_l}^{CT} + \sum_{q=1}^u \Delta C_{d_q}' H_{Bq}^{CT} + \sum_{j=1}^H \Delta C_{d_j}' H_{x_j}^{CT} \right) 10^{-3} . \quad (4.16)$$

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

$$M_d'' = \left(\sum_{l=1}^n C_{d_l}'' H_{tex_l}^{CT} + \sum_{q=1}^u C_{d_q}'' H_{Bq}^{CT} + \sum_{j=1}^H C_{d_j}'' H_{x_j}^{CT} \right) 10^{-3} \quad (4.17)$$

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

$$M_d''' = \left(\sum_{l=1}^n \Delta C_{d_l}''' H_{tex_l}^{CT} + \sum_{q=1}^u \Delta C_{d_q}''' H_{Bq}^{CT} + \sum_{j=1}^H \Delta C_{d_j}''' H_{x_j}^{CT} \right) 10^{-3} . \quad (4.18)$$

Условное количество сточных вод на единицу продукции (1 МВт · ч, ГДж) 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 $\text{м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч})$, $\text{м}^3/\text{Гдк}$] :

до очистки сточных вод

$$Z_d' = H_{\text{тех}}^{\text{ст}} \sum_{i=1}^n \frac{C_{di}^{\text{ст}'}}{[ПДК]_d} + H_B^{\text{ст}''} \sum_{q=1}^u \frac{C_{dq}^{\text{ст}''}}{[ПДК]_d} + H_X^{\text{ст}''} \sum_{j=1}^n \frac{C_{d_j}^{\text{ст}''}}{[ПДК]_d}; \quad (4.19)$$

после очистки сточных вод

$$Z_d'' = H_{\text{тех}}^{\text{ст}''} \sum_{i=1}^n \frac{C_{di}^{\text{ст}''}}{[ПДК]_d} + H_B^{\text{ст}''} \sum_{q=1}^u \frac{C_{dq}^{\text{ст}''}}{[ПДК]_d} + H_X^{\text{ст}''} \sum_{j=1}^n \frac{C_{d_j}^{\text{ст}''}}{[ПДК]_d}. \quad (4.20)$$

П р и м е ч а н и е . "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 угрозу, наносимой 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 в конденсатор (D_2) и начальной температуры охлаждающей язвы (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_{ex} по известным D_2 и t_1 , целесообразно пользоваться типовыми нормативными характеристиками турбоагрегатов и конденсационных установок [1 - 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 определяются 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 $\Delta N = f(V'_{ex})$ и зависимости затрат мощности на перекачку охлаждающей воды от ее расхода $N_{ch} = f(W_{ex})$. После этого по сумме $(\Delta N + N_{ch})$ 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 ($\text{м}^3/\text{ч}$) можно также получить из уравнения теплового баланса

$$W_{komb} = \frac{\Delta h}{E_g(t_2 - t_1)} D_2 . \quad (5.1)$$

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

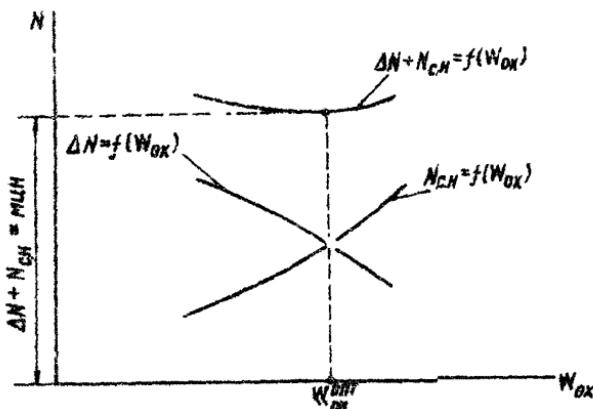


Рис.4. Определение оптимального расхода охлаждающей воды:
 ΔN - недовыработка электроэнергии турбиной; N_{ch} - затраты электроэнергии на перекачку охлаждающей воды

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

$$W_{ox} = W_{конд} + W_M + W_z, \quad (5.2)$$

где $W_M + W_z$ – 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_M можно принимать по данным табл.5.1 [6].

Г а б л и ц а 5.1
Расход воды на маслосохладители
Конденсационных турбин

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

Величину λ_2 (для отечественных турбогенераторов) можно принимать из следующего расчета: при мощности 12 МВт $\lambda_2 = 100 \text{ м}^3/\text{ч}$; 25-50 МВт - $200 \text{ м}^3/\text{ч}$; 100-200 МВт - $400-800 \text{ м}^3/\text{ч}$.

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

Г а б л и ц а 5.2
Расход воды на маслосохладители
турбин типов Т, ПТ и Г

Тип турбины	Расход воды (по заводским данным), $\text{м}^3/\text{ч}$	Тип турбины	Расход воды (по заводским данным), $\text{м}^3/\text{ч}$
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	250
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.

П р и м е ч а н и е . 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;
- обратная с гравитационными или брызгальными бассейнами;
- обратная с водохранилищем-охладителем.

П р и м е ч а н и е . 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.

$$W_{ox}^{\beta} = W_{ox}^{ct} + W_{ox}^{\partial u}. \quad (5.3)$$

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

$$\begin{aligned} W_x^{\beta} &= W_{ox}, \\ W_{ox}^{ct} &= 0,99 W_{ox}; \\ W_{ox}^{\partial u} &= 0,01 W_{ox}. \end{aligned} \quad (5.4)$$

Для прямоточных систем охлаждения качество сточных вод определяется по формуле

$$(C^{ct})_i = 1,01 (C^{\beta})_i. \quad (5.5)$$

Для оборотной системы охлаждения с градиерами объем водопотребления равен сумме объемов водоотведения (продувки) и потерь на испарение и с капельным уносом из радиен,

$$W_{ox}^{cb} = W_{ox}^{np} + (W_{ox}^{ky} + W_{ox}^u). \quad (5.6)$$

Потери на испарение определяются по [7] :

$$W_{ox}^u = K \Delta t W_{ox}, \quad (5.7)$$

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

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

Потери с капельным уносом определяются [7] как

$$W_{ox}^{ky} = p^{ky} W_{ox}, \quad (5.8)$$

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

Расчетный расход продувочной воды составляет

$$W_{ox}^{np} = \frac{f}{\varphi_{dop} - f} W_{ox}^u - W_{ox}^{ky}. \quad (5.9)$$

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

$$\varphi_{dop} \leq \frac{(C_{dop})_t}{(C^{cb})_t}, \quad (5.1)$$

Если расчетное значение продувки W_{ox}^{np} при заданном коэффициенте упаривания φ_{dor} получает отрицательное значение, это свидетельствует с том, что продувка не требуется, а коэффициент упаривания составит

$$\varphi = \frac{W_{ox}^u + W_{ox}^{k,y}}{W_{ox}^{k,y}} . \quad (5.II)$$

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 химический состав.

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

При подкислении в воде увеличивается содержание сульфатов. В эквиваленном 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

Дозировка 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 остаточной щелочности 5 мг-экв/л; концентрация кислоты ГЭДФ поддерживается на уровне 1 мг/л.

При применении серной кислоты для обработки воды возможно осаждение сульфата кальция; чтобы избежать этого необходимо соблюдать условие

$$\frac{Ca^{pp} SO_4^{pp} f_2^2}{127100} < 1, \quad (5.12)$$

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

f_2 - коэффициент активности двухвалентных ионов.

$$f_2 = 10^{-\frac{2\sqrt{\mu}}{1+1,0\sqrt{\mu}}};$$

μ - ионная сила раствора.

$$\mu = 2,2 \cdot 10^{-5} CC_{ox},$$

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

Если условие (5.12) для рассматриваемых режимов не выполняется, необходимо провести дополнительное умягчение воды, например, известкованием или содоизвесткованием. В этом случае сброс оборотной воды в водосеть, как правило, не производится. Выход растворимых солей из системы обеспечивается только кагельным процессом 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

$$(C^{cr})_i = \varphi (C^{cr})_1, \quad (5.13)$$

Таблица 5.4
Концентрация компонентов сбросных вод

Изокетель	Метод обработки охлаждающей воды				
	подкислением	по фосфатами	полифосфатами и подкислением	кислотой ОЭДФ	кислотой ОЭДФ и подкислением
Целочность, мг-экв/л	2,0	-	4,0	-	5,0
SD_4^{2-} , мг/л	φF_1^*	-	φF_1^*	-	φF_1^*
Солесодержание, мг/л	φF_2^{**}	-	φF_2^{**}	-	φF_2^{**}
$p_2 D_5$, мг/л	-	2,5	2,5	-	-
Кислота ОЭДФ, мг/л	-	-	-	Табл.Б.3	1,0
Граница применения метода	Условие (Б.12)	$\varphi \leq 1,6$ $\varphi \leq 4,5$	$\varphi \leq 1,6$ Условие (Б.12)	$\varphi_{\text{щ}}^{\text{иск}}$	Условие (Б.12)

* $F_1^* = SD_4^{\text{иск}} + 48 \left(\varphi^{\text{иск}} - \frac{\varphi}{\varphi} \right)$.

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

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.:

$$W_{ox}^{\text{об}} = W_{ox}^{\text{ст}} + W_{ox}^{\text{рн}} \cdot W_{ox}^{\partial u} \quad (5.14)$$

При этом $W_{ox}^{\text{т}} = W_{ox}^{\text{рп}} + W_{ox}^{\Phi}$,

$$W_{ox}^{\partial u} = W_{ox} - W_{ox}^{\text{рн}}$$

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 - среднегодовой 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.:

$$W_{ox}^{pp} = \frac{1}{\varphi_{don}-1} (W_{ox}^{e.u} + W_{ox}^{d.u}) - \dot{V}_{ox}^{\Phi}. \quad (5.15)$$

Расход сточных вод системы составит:

$$W_{ox}^{st} = W_{ox}^{pp} + W_{ox}^{\Phi} = \frac{1}{\varphi_{don}-1} (W_{ox}^{e.u} + W_{ox}^{d.u}). \quad (5.16)$$

При проведении расчетов составление единого баланса систем охлаждения с водохранилищами целесообразно принимать по данным технических проектов, а также паспортов водохранилищ, составляемых органами Минводхоза, а при их отсутствии определять расчеты 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 (m^3) на естественное испарение с зеркала водохранилища определяются по формуле [8]

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

где F - площадь зеркала водохранилища, m^2 ;
 E - высота слоя испарения [3], см.

Фильтрация воды из водокранилищ имеет место в основании плотины и в обхв. ее.

Фильтрация в основании плотины [9] :

плотина на однородном основании:

- с плоским флютбетом

$$q_{\text{фл}} = K H g_r , \quad (5.18)$$

где K - коэффициент фильтрации грунта, м/сут;

H - напор плотины, м;

g_r - приведенный расход, определяемый зависимостью

$$g_r = f\left(\frac{R}{L}\right) \text{ (рис.5);}$$

- с цементационной завесой

$$q_{\text{фл}} = K H g_r^l , \quad (5.19)$$

где g_r^l определяется по графику (рис.6);

плотина на неоднородном основании:

задача эта имеет точного решения.

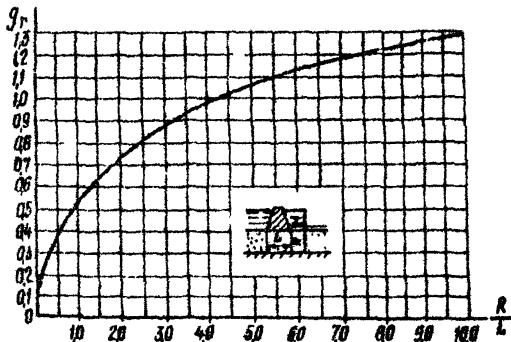


Рис.5. Определение приведенного расхода g_r для плотины на однородном основании:

$$g_r = f\left(\frac{R}{L}\right) ,$$

где R - глубина залегания водоупорного слоя;

L - ширина плотины по основанию

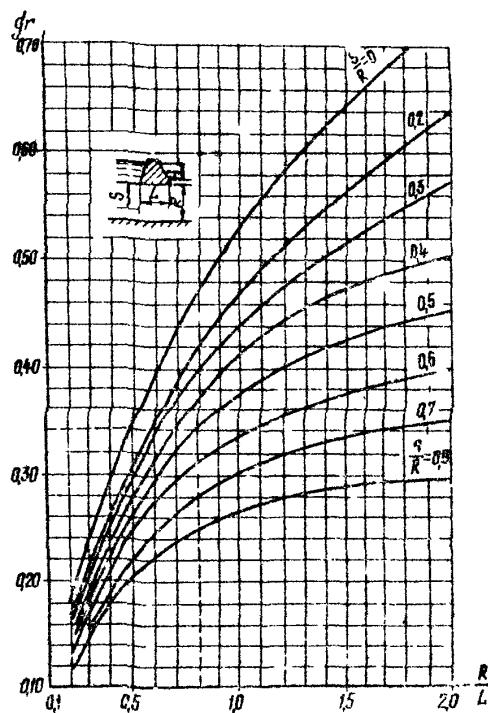


Рис.6. Определение приведенного расхода (q'_r)
для плотины с цементационной завесой

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

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, лишившийся песчаного заполнителя	500-1000

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

Эквивалентная толщина (м) определяется как

$$t = p_1 + \frac{K_2}{K_1} p_2 + \frac{K_3}{K_1} p_3 + \dots + \frac{K_n}{K_1} p_n, \quad (5.20)$$

где K_1, \dots, n - коэффициенты фильтрации слоев;
 p_1, \dots, n - толщина слоев, м.

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

$$q_{\phi n} = K_1 H \frac{J_1}{L + K_1}; \quad (5.21)$$

основание плотины сложено двумя горизонтальными водопроницаемыми слоями:

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

$$q_{\phi n} = \frac{H}{\frac{L}{K_2 P_2} + 2\sqrt{\frac{P_1}{K_1 K_2 P_2}}}. \quad (5.22)$$

фильтрация в обход плотины $[a]$:

Ориентировочно значение фильтрации через один берег водотранспорта:

- для бесперегородок вод

$$W_{\phi B} = K H (h_1 + H_1); \quad (5.23)$$

- для напорных вод

$$W_{\phi S} = 2 K H n, \quad (5.24)$$

где h_1 - расстояние от уровня воды в воде к гребне выше плотины до водоупорного слоя, м;

H_1 - расстояние от озимки нормального подпорного гравийного слоя до водоупорного слоя, м;

n - интенсивность сноса из-за сноса, м.

Качество стока вод оборонных систем тщательно с водотранспортом определяются по формуле

$$(C^S)_t = \varphi (C^S), \quad (5.25)$$

как производится по данным химического контроля ЧС.

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

$$W^{potr} = W^{ov} + W^{ct}. \quad (5.26)$$

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

$$W^{potr} = W^{cb} + W^{pp} \quad (5.27)$$

Производительность ВПУ (к.ч.чество обработанной воды) зависит от размера потерь пароводяного цикла ТЭС, невозрата 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, приведенными 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.

5.3.1. Установка двухступенчатого
натрий-катионирования
с предварительной обработкой воды

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

$$W_{Na}^{ct} = W^{04} \left[K_{пред} + (K_{пр} + f) (K^I + K^{II} + K^I K^{II}) \right], \quad (5.28)$$

где

$$K_{пред} = \frac{W_{пред}^{ct}}{W_{пред}^{04}} ; \quad (5.29)$$

$$K^I = \frac{q^I (\mathcal{K}_{пред}^{ct} - \mathcal{K}_{ост}^I)}{\varepsilon^I} ; \quad (5.30)$$

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

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;
 \mathcal{K}^n - общая жесткость воды после предварительной обработки;
 $\mathcal{K}_{ост}^I$ - жесткость воды, обработанной на первой ступени;
 $\mathcal{K}_{ост}^{II}$ - жесткость воды, обработанной на второй ступени.

Качественный состав ($\text{г-экв}/\text{м}^3$) сбросных вод после первого ступени двухступенчатой натрий-калионитной установки с учетом качества исходной (после предварительной обработки) воды, используемой на собственные нужды, определяется по формулам

$$Ca^I = \frac{(Ca^n - Ca_{oc}^I)}{K^I} + Ca^n; \quad (5.32)$$

$$Mg^I = \frac{(Mg^n - Mg_{oc}^I)}{K^I} + Mg^n; \quad (5.33)$$

$$Na^I = \frac{(Na^n - Na_{oc}^I)(\theta^I - 1)}{K^I} + Na^n; \quad (5.34)$$

$$Cl^I = \frac{(Cl^n - Cl_{oc}^I)\theta^I}{K^I} + Cl^n \quad (5.35)$$

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

$$Ca^{II} = \frac{(Ca_{oc}^I - Ca_{oc}^{II})(K^{II} - 1)}{K^{II}}; \quad (5.36)$$

$$Mg^{II} = \frac{(Mg_{oc}^I - Mg_{oc}^{II})(K^{II} - 1)}{K^{II}}; \quad (5.37)$$

$$Na^{\text{II}} = \frac{(X_{\text{oct}}^I - X_{\text{oct}}^{\text{II}})(K^{\text{II}} + 1)(\delta^{\text{II}} - 1)}{K^{\text{II}}} ; \quad (5.38)$$

$$Cl^{\text{II}} = \frac{(X_{\text{oct}}^I - X_{\text{oct}}^{\text{II}})(K^{\text{II}} + 1)b^{\text{II}}}{K^{\text{II}}} + Cl^{\text{I}} ; \quad (5.39)$$

где $Ca^{\text{I}}, Mg^{\text{I}}, Na^{\text{I}}, Cl^{\text{I}}$ — содержание соответствующих компонентов в воде после ее предварительной обработки;
 $Ca_{\text{oct}}^I, Mg_{\text{oct}}^I, Na_{\text{oct}}^I, Cl_{\text{oct}}^I$, $Ca_{\text{oct}}^{\text{II}}, Mg_{\text{oct}}^{\text{II}}, Na_{\text{oct}}^{\text{II}}, Cl_{\text{oct}}^{\text{II}}$ — содержание соответствующих компонентов в воде после фильтров первой (I) и второй (II) ступеней;

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

$$Ca_{cp} = \frac{K^I Ca^I + K^{\text{II}} Ca^{\text{II}}}{K^I + K^{\text{II}}} ; \quad (5.40)$$

$$Mg_{cp} = \frac{K^I Mg^I + K^{\text{II}} Mg^{\text{II}}}{K^I + K^{\text{II}}} ; \quad (5.41)$$

$$Na_{cp} = \frac{K^I Na^I + K^{\text{II}} Na^{\text{II}}}{K^I + K^{\text{II}}} ; \quad (5.42)$$

$$Cl_{cp} = \frac{K^I Cl^I + K^{\text{II}} Cl^{\text{II}}}{K^I + K^{\text{II}}} \quad (5.43)$$

Концентрации остальных компонентов по сравнению с исходными не изменяются.

5.3.2. Установки двухступенчатого химического обессоливания

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

$$W^{ct} = W^{04} \left\{ K_{AII} + K_{HII}(1+K_{AII}) + (1+K_{AII})(1+K_{HII})(K_{AI} + K_{HI}(1+K_{AI})) \right\}, \quad (5.44)$$

$$K_{HI} = q_{HI} \frac{(X_{UCX} - X_{DCT})}{E_{HI}}; \quad (5.45)$$

$$K_{HII} = q_{HII} \frac{(X_{DCT} + Na)}{E_{HII}}; \quad (5.46)$$

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

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

где K_{HI}, K_{HII} - коэффициенты собственных цепей "ионитных фильтров первой и второй засушечной";
 K_{AI}, K_{AII} - то же для анионитовых фильтров первой и второй ступеней;
 $\Sigma(Cl + SO_4)$ - суммарное содержание хлоридов и сульфатов в воде, поступающей на монитные 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 ($\text{г-экв}/\text{м}^3$), поступающих в бак нейтрализатор:

- 41 -

$$Ca = Ca^{nped} \frac{(W^{CT} + W^{04})}{W^{CT}}; \quad (5.49)$$

$$Mg = Mg^{nped} \frac{(W^{CT} + W^{04})}{W^{CT}}; \quad (5.50)$$

$$Na = Na^{nped} \frac{(W^{CT} + W^{04}) + D_{NaOH}}{W^{CT}}; \quad (5.51)$$

$$SO_4 = SO_4^{nped} \frac{(W^{CT} + W^{04}) + D_{H_2SO_4}}{W^{CT}}; \quad (5.52)$$

$$Cl = Cl^{nped} \frac{(W^{CT} + W^{04})}{W^{CT}}; \quad (5.53)$$

$$HSiO_3 = HSiO_3^{nped} \frac{(W^{CT} + W^{04})}{W^{CT}}; \quad (5.54)$$

$$HCO_3 = HCO_3^{nped} \frac{(W^{CT} + W^{04})}{W^{CT}}; \quad (5.55)$$

$$D_{\text{ре}} = \frac{D_{\text{ре}}^{\text{пред}} (W^{\text{cr}} + W^{\text{ou}})}{W^{\text{cr}}} ; \quad (5.56)$$

$$D_{\text{NaOH}} = \delta_{\text{NaOH}} \Sigma A (W^{\text{cr}} + W^{\text{ou}}) ; \quad (5.57)$$

$$D_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \alpha_{\text{H}_2\text{SO}_4} \Sigma K (W^{\text{cr}} + W^{\text{ou}}) , \quad (5.58)$$

где $\delta_{\text{NaOH}}, \alpha_{\text{H}_2\text{SO}_4}$ - удельные расходы соответственно щелочи и серной кислоты на регенерацию ионитов, г-экв/г-экв;

ΣA - суммарное содержание анионов сульфатов, хлоридов, кремнилокислоты, бакарбонатов, нитратов, органики, г-экв/м³;

ΣK - суммарное содержание катионов кальция, магния, натрия, г-экв/м³.

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/м³) рассчитывается по равенствам

$$D_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \Sigma K - \Sigma A ; \quad D_{\text{NaOH}} = \Sigma A - \Sigma K ;$$

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

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

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

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

$$W^{CT} = W^{OU} (K_1 + K_1 K_{\text{пред}} + K_{\text{пред}}), \quad (5.59)$$

где $K_{\text{пред}}$ – 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 ($\text{г-экв}/\text{м}^3$) от ионитной части ВПУ (схема "цепочка") без нейтрализации стоков:

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

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

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

$$SO_4 = SO_4^{\text{пред}} \frac{(K_1 + 1)}{K_1} + \frac{\sum K_{\text{Cl}} \delta (K_1 + 1)}{K_1}; \quad (5.63)$$

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

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

$$HSiO_3 = HSiO_3^{\text{пред}} \frac{(K_1 + I)}{K_1}, \quad (5.66)$$

где K_2 - коэффициент собственных нужд по обессолененной воде; определяется по табл.5.6.

$\Sigma K, \Sigma A$ - сумма катионов и анионов в воде после предварительной обработки, г-экв/м³;

α, δ - 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 однокого натре, г-экв/г-экв	Удельный расход сер- ной кислоты, г-экв/г-экв	Схема "цепочка"
До 2	0,1	0,02	2,4	1,5	$H_1 - H_2 - D - A_1 - A_2$ СК-I - АН-ЗI - АВ-І?
3-4	0,2	0,05	1,75	1,2	$H_1 - H_2 - A_1 - I - H_2 - A_2$ СК-I - КУ-ЗАИ-ЗI СК-I АВ-І?
Са. 4 до 5	0,25	0,08	1,75	1,2	То же
6-7	0,5	0,1	1,75	1,8	$H_1 - H_2 - I - D - H_2 - A_2$ КУ-2-АН-ЗI-СК-I АВ-І?

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

Количество сточных вод ($\text{м}^3/\text{ч}$) такой ВПУ определяется как

$$W_{исп}^{ст} = \frac{W^{04}}{1 - K_{исп}} \left[K_{пред} + (1 + K_{пред})(K^I + K^{II} + K^I K^{II}) \right] \quad (5.67)$$

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

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
 $CC_{конц} = 50 \text{ г/л}$).

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

$$\begin{aligned} CC^{исх} &= CC^{пред} + Mg^{пред}(23-12) + Ca^{пред}(23-20) = \\ &= CC^{пред} + 11Mg^{пред} + 3Ca^{пред} \end{aligned} \quad (5.69)$$

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

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

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

Усредненный состав сточных вод ($\text{г-экв}/\text{м}^3$) определяется по следующим равенствам:

$$Ca_{cp} = \frac{K^I(Ca^I + Ca^{uex}) + K^II Ca^{II} + K_{uсп} Ca^{конц}}{K^I + K^II + K_{uсп}}; \quad (5.71)$$

$$Mg_{cp} = \frac{K^I(Mg^I + Mg^{uex}) + K^II Mg^{II} + K_{uсп} Mg^{конц}}{K^I + K^II + K_{uсп}}; \quad (5.72)$$

$$Na_{cp} = \frac{K^I(Na^I + Na^{uex}) + K^II Na^{II} + K_{uсп} Na^{конц}}{K^I + K^II + K_{uсп}}; \quad (5.73)$$

$$Cl_{cp} = \frac{K^I(Cl^I + Cl^{uex}) + K^II Cl^{II} + K_{uсп} Cl^{конц}}{K^I + K^II + K_{uсп}}; \quad (5.74)$$

$$(SO_4)_{cp} = \frac{SO_4^{uex}(K^I + K^II) + K_{uсп} SO_4^{конц}}{K^I + K^II + K_{uсп}}; \quad (5.75)$$

$$(HCO_3)_{cp} = \frac{HCO_3^{uex}(K^I + K^II) + K_{uсп} HCO_3^{конц}}{K^I + K^II + K_{uсп}}, \quad (5.76)$$

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

5.3.5. Гидроподготовительная установка параллельного водород-натрий-катионирования

Количество сточных вод ($\text{м}^3/\text{ч}$) от ВПУ определяется как

$$W_{H-Na}^{ct} = 0,5 W^{04} (\chi_{\text{ост}}^{usx} - \chi_{\text{ост}}) \left(\frac{q_{Na}}{E_{Na}} + \frac{q_H}{E_H} \right) \quad (5.77)$$

Качество обработанных вод ($\text{г-экв}/\text{м}^3$) от натрий-катионитных фильтров определяется по формулам

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

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

$$Na^{Na} = Na^{usx} + \frac{(B_{Na} - 1)(\chi_{\text{ост}}^{usx} - q_1)(K_{Na} + 1)}{K_{Na}} ; \quad (5.80)$$

$$C\ell^{Na} = C\ell^{usx} + \frac{B_{Na} (\chi^{usx} - 0,1) (K_{Na} + 1)}{K_{Na}}, \quad (5.81)$$

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

$$K_{Na} = \frac{q_{Na} (\chi^{usx} - 0,1)}{S_{Na}}; \quad (5.82)$$

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

Концентрации остальных компонентов по сравнению с исходными не изменяются.

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

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

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

$$(SO_4)^H = (SO_4)^{usx} + \frac{Ca_H (\chi^{usx} - 0,1) (K_H + 1)}{K_H}; \quad (5.85)$$

исследование

$$K = \frac{(\chi^{usx} - 0,1) (K_H + 1) (Ca_H - 1)}{K_H}, \quad (5.86)$$

где K_H - коэффициент собственных нужд Н-катионитных фильтров,

$$K = \frac{q_H (\chi_{\text{иск}}^{\text{H}} \cdot \chi_{\text{акт}})}{\varepsilon_H};$$

α_H - удельный расход кислоты на регенерацию,
г-экв/г-экв [15].

Усредненный состав сточных в_{с,д} (г-экв/м³) от водород-натрий-катионитной установки определяется по формулам

$$Ca_{cp} = \frac{Ca_{Na} K_{Na} + Ca_H K_H}{K_{Na} + K_H}; \quad (5.87)$$

$$Mg_{cp} = \frac{Mg_{Na} K_{Na} + Mg_H K_H}{K_{Na} + K_H}; \quad (5.88)$$

$$Na_{cp} = \frac{Na_{Na} K_{Na} + Na^{ucx} K_H}{K_{Na} + K_H}; \quad (5.89)$$

$$Cl_{cp} = \frac{Cl_{Na} K_{Na} + Cl^{ucx} K_H}{K_{Na} + K_H}; \quad (5.90)$$

$$(SO_4)_{cp} = \frac{SO_4^{ucx} K_{Na} + (SO_4)_H K_H}{K_{Na} + K_H}; \quad (5.91)$$

$$(HCO_3)_{cp} = \frac{HCO_3^{UCX} K_{Na}}{K_{Na} + K_H} \quad (5.92)$$

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

Содержание взвешенных веществ (g/m^3) после нейтрализации сбросных вод известком составит

$$B_{B_2} = K \cdot 28 \frac{100 - C_0}{C};$$

$$B_{B_2} = KIS \cdot 28 \frac{100 - C_0}{C_0}, \quad (5.93)$$

где C_0 - содержание активной окиси цальция в исходной изве-ти, %;

KIS - кислотность сбросных вод после смешения, $g\text{-экв}/m^3$,

$$KIS = \sum A - \sum K.$$

Концентрации остальных компонентов в сбросных водах "о срав-нению с исходными не изменяются.

5.3.6. Водоподготовительные установки одноступенчатого натрий-катионитного с предварительной обработкой

Количество сточных вод (m^3/s) от ВПУ составит

$$W_{n-Na}^{ct} = W^{DN} [K_n (1+K^I) + K^I]. \quad (5.94)$$

Качество сточных вод от ВПУ определяется по формулам (5.73) - (5.81).

5.3.7. Водоподготовительные установки,
использующие по схеме известкование-подкисление

расход сточных вод (m^3/s) от БПУ определяется как

$$W_{p-p}^{st} = K_{pod} W^{04}, \quad (5.96)$$

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

Сточные воды от БПУ, работающей по схеме известкование-подкисление, это продувочные воды осветлителя, содержащие шлам. В состав шлама входят $CaCO_3$, $Mg(OH)_2$ и известковые отходы MgO . Количество $CaCO_3$ (g/m^3), образующейся при известковании, составляет

$$CaCO_3 = 50 \left[2(\chi_{kar}^{uch} - 0,5) + \mu_2 \right], \quad (5.97)$$

где χ_{kar}^{uch} - карбонатная жесткость исходной воды, мг-экв/л, количество $Mg(OH)_2$ (g/m^3), образующейся при известковании, составляет

$$Mg(OH)_2 = 29 (\chi_{kar}^{uch} - 1,4). \quad (5.97')$$

Количество известковых отходов (g/m^3) определяется по формуле

$$\mu_{otk} = \frac{I(100 - C_0)}{C_0}, \quad (5.98)$$

где I - расход извести на обработку 1 m^3 воды;
 C_0 - доля активной окиси кальция в товарном продукте, %.
Возврат осветленной воды на БПУ принимается равным 75% расхода продувочной воды.

5.3.8. Предварительная обработка воды

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

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):

$$W_{\text{коаг}}^{\text{ст}} = W_{\text{коаг}}^{\text{исх}} - d_K, \quad (5.99)$$

где d_K - доза коагуланта, мг-экв/л (обычно 0,5-1,2).

Содержание сульфатов (мг/л)

$$SO_4^{\text{ст}} = SO_4^{\text{исх}} + 48. \quad (5.100)$$

Содержание кальциевого (мг/л):

$$CaO_2^{\text{ст}} = 0,75 CaO_2^{\text{исх}}. \quad (5.101)$$

Содержание органических веществ (мг/л):

$$Org^{\text{ст}} = 0,25 Org^{\text{исх}}. \quad (5.102)$$

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

Содержание изотретированной воды (мг/л):

$$CC^{\text{ст}} = CC^{\text{исх}} - (61-40)d_K - 0,75 CaO_2^{\text{исх}} - 0,75 Org^{\text{исх}}, \quad (5.103)$$

общее количество осаждаемых веществ на 1 м³ обрабатываемой воды (г/м³):

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

где

$$G_{Al(OH)_3} = 26 d_k; \quad (5.105)$$

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

$$G_{Ore} = 0,75 \cdot Ore^{usx}; \quad (5.107)$$

$$G_\beta = \beta^{usx}, \quad (5.108)$$

где B^{usx} – содержание взвешенных веществ в исходной воде.

Количество сточных вод на 1 м³ обрабатываемой воды:

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

где $\alpha_{шл}$ – концентрация осадка в флокуляторе, %; при коагуляции сернокислым алюминием $\alpha_{шл}$ равна 0,5%.

Коагуляция сернокислым железом с известью

Качество обработанной и сточной воды:

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

$$K^{CT} = K^{UCX} - U^{UCX} + U^C + d_K, \quad (5.II0)$$

где d_K - доза коагуланта; обычно находится в пределах от 0,25 до 0,75 мг-экв/л;

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

$$Ca^{CT} = K^{CT} - Mg^{CT}, \text{ мг-экв/л}; \quad (5.III)$$

$$SiO_4^{CT} = SiO_4^{UCX} + 4b_{SiO_4} \text{ мг-экв/л}; \quad (5.II2)$$

$$SiO_2^{CT} = 0,35 \cdot SiO_2^{UCX}, \text{ мг/л}; \quad (5.II3)$$

$$Cl^{CT} = Cl^{UCX} \text{ мг/л};$$

$$Br^{CT} = 0,2 \dots Br^{UCX}, \text{ мг/л}. \quad (5.II4)$$

Солесодержание извесково-ионно-коагулированной воды (мг/л):

$$Ca_{H-K} = 20(K^{UCX} - U^{UCX}) + 48SiO_4^{UCX} + 0,35SiO_2^{UCX} + \\ + 3Na^{UCX} + 35Cl^{UCX} + 25Br^{UCX} + 5f,8. \quad (5.II5)$$

Общее количество осаждавшихся веществ на 1 м³ обработанной воды составляет (г/м³):

$$B = B_{CaCO_3} + B_{Mg(OH)_2} + B_{Fe(OH)_3} + B_{SiO_2} + B_{Org} + B_f + M_{OTX}; \quad (5.II6)$$

$$B_{CaCO_3} = 50 \left[2(\chi_{kar}^{usx} - \chi_{kar\text{ост}}) + CO_2 \right], \quad (5.II7)$$

где χ_{kar}^{usx} , $\chi_{kar\text{ост}}$ – карбонатная кестность воды до и после предварительной обработки, мг-экв/л;

$$(\chi_{kar\text{ост}} \approx 0,5 \text{ мг-экв/л});$$

$$B_{Fe(OH)_3} = 53,5 d'_K + \frac{107}{56} Fe^{usx}; \quad (5.II8)$$

$$B_{Mg(OH)_2} = 29 (Mg^{usx} - Mg_{ost}) \quad (5.II9)$$

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

$$B_{SiO_2} = 0,65 SiO_2^{usx} \quad (5.I20)$$

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

$$B_{Org} = 0,75 Org^{usx} \quad (5.I21)$$

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

$$B_f = B^{usx} \quad \text{г/м}^3$$

M_{OTX} – количество недылаяла извести, определяемое по формуле

$$M_{OTX} = \frac{M(100 - C)}{C}, \quad \text{г/м}^3,$$

где $I = 28 (\chi^{uex} + Mg^{uex} - Mg_{ост} + Fe^{uex} + d_K + CO_2, 0,2), \text{г/м}^3$ (5.122)

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

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

$$\eta = \frac{G_{100}}{\alpha_{шл} \cdot g^6}, \quad (5.123)$$

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

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

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

Для ВПУ подпитки пароводяного режима составят

$$W^{ov} = W^{per} + W^{dn\ .pot} \quad (5.124)$$

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

$$H^{T\ .per} = \frac{W^{per}}{\tau}; \quad (5.125)$$

$$H^{dn\ .pot} = \frac{W^{dn\ .pot}}{g} \quad (5.126)$$

Как очечную так и сточную воду от ВПУ определяют на отпуск тепла и электроэнергии пропорционально W^{per} и $W^{dn\ .pot}$.

Например,

$$W^{3.c\theta} = W^{c\theta} \frac{W^{\theta_{н. пот}}}{W^{04}} ; \quad (5.127)$$

$$W^{T.c\theta} = W^{c\theta} \frac{W^{nep}}{W^{04}} \quad (5.128)$$

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

$$W^{04} = W^{nep} \quad (5.129)$$

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 электростанций

$$W_{КЭС}^{04} = W^{\theta_{н. пот}} \quad (5.130)$$

При расчете 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 гидроэзолоудаления

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

Общее количество воды ($\text{м}^3/\text{ч}$), необходимое для удаления зошлаковых остатков, определяется по формуле [II].

$$W_{r3y} = q A_{3y}, \quad (5.131)$$

где q - принимается по данным проектно-технической документации.

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

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

- приходная часть баланса, м^3 :

$$W_1 = W_{r3y}^{ct} + W_{r3y}^H + W_{r3y}^{bl} + W_{r3y}^{per}, \quad (5.132)$$

где W_{r3y}^{ct} - объем водной составляющей пульпы, поступающей в отвал, с учетом сточных вод от других систем, сбрасываемых в систему ГЭУ;

W_{r3y}^H - объем осадков, выпадающих на поверхность золошлакоотвала, бассейна и канелей осветленной воды;

W_{r3y}^{bl} - объем поверхностного стока, поступающего в систему ГЭУ;

W_{r3y}^{per} - объем сбросных вод от других цехов электростанции или других предприятий, направляемых непосредственно на золоотвал;

- расходная часть баланса, м^3 :

$$W_2 = W_{r3y} + W_{r3y}^{\phi n} + W_{r3y}^{\phi k} + W_{r3y}^{ub} + W_{r3y}^z + W_{r3y}^{uc} + W_{r3y}^{\partial}, \quad (5.133)$$

где W_{r3y} - объем воды, забираемой из отстойного пруда для повторного использования в системе ГЭУ, исходя из потребностей [см. формулу (5.131)] внутристанционной системы золоулавливания и шлакоудаления, включая внутристанционные потери воды (W_{r3y}^{cc});

$W_{r3y}^{\phi n}$ - потери на фильтрацию через дамбу отстойного пруда;

- W_{f3y}^{fk} - потери на фильтрацию через ложе бассейна и каналов осветленной воды;
- W_{f3y}^{ub} - потери на испарение с водной поверхности отстойного пруда, бассейна и каналов осветленной воды;
- W_{f3y}^z - потери воды на заполнение пор намытого золотошлакового материала;
- W_{f3y}^{ic} - потери на испарение с поверхности золоотвала, покрытой снегом;
- W_{f3y}^d - потери воды на подъем уровня отстойного пруда с целью обеспечения необходимого пути освещения (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.

Продукта оборотной системы ГЗУ (сточные воды) имеет место в случае положительного водного баланса системы, т.е. $W_{f3y} > W_{f3y}^d$, 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 ($\text{м}^3/\text{ч}$) 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:

$$W_{f3y}^{pr} = \frac{\left[W_{op} \delta (W_{op} \delta + 3,9 S^{np} + 7,05 \sqrt{S^{np}}) + [SO_4^{2-}]^{dob} W_{f3y}^{dob} \right] e^{-0,005t}}{36} - \\ - \left[0,5 (\varphi_j - \varphi_{sh}) + W_{f3y}^{\varphi} \right]; \quad (5.134)$$

- для систем с сухими золоуловителями

$$W_{ГЗУ}^{нрад} = \frac{1,5 \varphi_3 [SO_3]_{золы} + [SO_4^{2-}]^{доб} W_{ГЗУ}^{доб} e^{-0,005t}}{20} - [0,5 (\varphi_3 + \varphi_{шл}) + W_{ГЗУ}^{\Phi}], \quad (5.135)$$

где S^{np} - процентное содержание серы в топливе, приведенное к 1000 ккал/кг - начальной температуре сгорания;
 $[SO_4^{2-}]^{доб}$ - усредненное содержание сульфатов в добавочной воде, мг-экв/кг;

$W_{ГЗУ}^{\Phi}$ - 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 : повторно или последовательно используемой воды, а также расход продувочной воды с учетом фильтрации.

Для ТЭЦ при расчете норм воды ГЗУ следует относить на дача 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 воздушно-подогревателей и пирогрейных котлов

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

жима 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 м³ на 1 м² площади сечения ротора;

продолжительность - 1 ч;

периодичность - 1 раз в 30 сут;

- для промывки конструктивных поверхностей нагрева котла:

расход воды на промывку котла таропроизводительностью 300 т/ч и более - 300 ч³;

продолжительность - 2 ч;

периодичность - 1 раз в год перед ремонтом;

- для промывки пиковых котлов:

расход воды на промывку водогрейного котла:

ПТВМ-50-1 - 15 м³;

КВГМ-100(ПТВМ) - 20 м³;

КВГМ-180(ПТВМ) - 25 м³;

продолжительность - 30 мин;

время периодичности - 1 раз в 15 сут.

Периодичность промывок пиковых котлов, оборудованных устройством дебоочистки, - 1 раз в год.

Объемы оборотной и сточной воды в системе промывок 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 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; S_4 - 1400; $Ni \leq 0,1$; $Cu \leq 0,1$; $Fe \leq 0,1$; $V \leq 0$, $pH - 9,5-10$.

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

Дл. 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 Технодокумента [17] и табл. 5.7.

Т а б л и ц а 5.7

Сментировочное количество стоков при предпусковых очистках котлов

Котел паропроизводительностью, т/ч	Схема очистки	Объем промывочного контура, м ³	Объем сбрасываемых вод, м ³	
			в бак-настриализатор	в смесительную
Барabanный 420	Одноконтурная	400	2800	6400
Барabanный 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 2600	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 [17] :

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

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 [17] и табл.5.8.

Т а б л и ц а 5.8

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

Показатель	Методы химических очисток						
	Солено- кислотный	Комплексон- ный	Моногаммона- ци-затный	Флаво- кислотный	Концентратом низкомолеку- лярных кислот	Дигидроокси- ли кислотами	Гидразино- кислотный
Хлориды	4500	-	-	-	-	-	-
Сульфаты	50	400	400	40	40	40	3000
Железо общее	5	15	15	10	10	10	5
Ингибиторы ОП-7, ОП-10	70	70	70	70	70	70	-
Ингибиторы ПБ-5, В-1, В-2	30	-	-	-	-	-	-
Каптак®	-	15	15	15	15	15	-

Окончание таблицы 5.2

Показатель	Методы химических очисток						
	Содалес- кислотный	Комплексон- ный	Мицеллярный цирратный	Фталес- кислотный	Концентратом на катализу- щих кислот	Дикарбоновы- ми кислотами	Гидроинно- кислотный
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:							
ХИК, мг О ₂ /кг	360	1900	1700	3400	30,0	2800	
НПК, мг О ₂ /кг	180	650	1300	240	1000	2200	-

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

6. НОРМЫ 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 стокам направления использования воды можно отнести и расходы на гидроуборку помещений, полив территории и зелених насаждений в летнее время, на пожаротушение и др.

Объемы воды, чисто чистой 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''), направляться в другую системы (W''') или использоваться в оборотной системе (W^{**}). 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 хозяйствственно-питьевым нуждам относятся расходы воды на смывовые, душевые, санузлы, туалеты и т.д. Расход воды, используемой на хозяйствственно-питьевые нужды, принимается по данным проектно-технической документации или СНиП [7,18].

Вода, используемая на хозяйствственно-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 хозяйствственно-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, громогательные и подсобные, а также хозяйствственно-питьевые нужды) по каждому из двух видов продукции, выпускаемых различными Т.С.

Индивидуальные балансовые нормы разрабатываются для каждого типа установленных турбогенераторов.

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

$$H_{ys} = \frac{\sum_{l=1}^K H_{usl} Q_{sl}}{\sum_{l=1}^K Q_{sl}}, \quad (8.1)$$

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

H_{usl} - индивидуальные нормы водопотребления (водоотведения) на единицу продукции по каждому турбогенератору l ;

Q_{sl} - объем продукции, отпускаемой каждым турбогенератором;

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, ГидроМинэнерго ССР.

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 ССР - по видам продукции в натуральном и стоимостном выражении.

Укрупненные нормы в натуральном выражении по уровням управления определяются по формуле

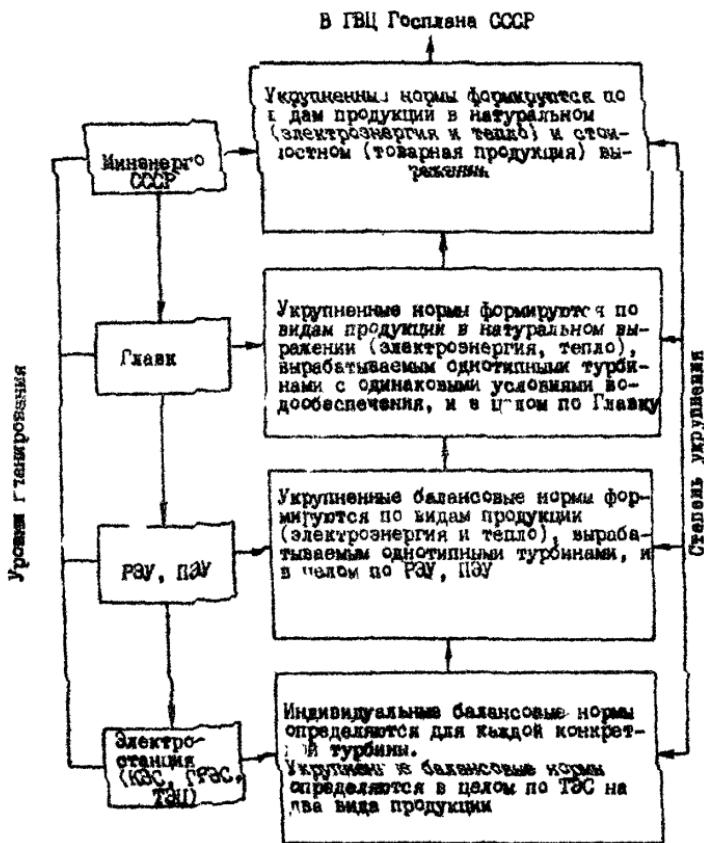


Рис.7. Схема разработки текущих балансовых норм

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

где $M_{y-\psi}$ - укрупненная соответствующая норма ψ -го уровня управления (электростанция, РЭУ, главк) на единицу продукции, отпускаемой электростанциями (РЭУ, главк) данного уровня управления я;

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

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

Укрупнение выполняется по формуле (8.1). В этом случае K - число однотипных турбин на данном уровне управления (РЭУ, главк).

На уровнях управления РЭУ, главки, 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:

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

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

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

где $M'_{ds\psi}$, $M''_{ds\psi}$ – соответственно удельное количество среднего 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

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

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

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 звода в ЭВМ, выдачу результатов расчета, хранение, закопление и обновление норм, необходимых для разработки народно-хозяйственных планов.

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

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

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 руководства 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

$$H_{yt} = \frac{\sum_{\psi=1}^n \sum_{s=1}^r H_{ys\psi} B_{s\psi}}{\sum_{\psi=1}^n B_{\psi}}, \quad (B.7)$$

- где H_{yt} - укрупненная норма водопотребления (водоотведения) на 1000 руб. товарной продукции по t -му министерству;
- $H_{ys\psi}$ - укрупненная норма водопотребления (водоотведения) на единицу продукции ψ -го уровня управления;
- $B_{s\psi}$ - объем производства s -го вида продукции по ψ -му уровню управления;
- B_{ψ} - объем товарной продукции в действующих ценах по Минэнерго СССР в целом;
- n - количество профильных t -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**

9.1. Организационное и методическое руководство работой по нормированию водопотребления и водоотведения в теплоэнергетике существует 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 УралВИИ, Тяжэлектропроект, ВИИИиНергопроц и ПО "Совэнергэнерго".

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

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

9.5. Переосмотр текущих балансовых норм водопотребления и водоотведения на предприятиях осуществляется производственно-технический отдел с привлечением по необходимости других подразделений электростанций.

9.6. Расчет индивидуальных норм по направлениям использования воды (технологические, эксплуатационные и подсобные, хозяйственны-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 проведения 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 осуществляет 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
Рекомендации

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ПО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЮ И ВОДООТРЕДЛЕНИЮ
В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

Бассейн - водоем, совокупность участков данной реки, озера и т.п., с какой площадь стока поверхностных и подземных вод в данной водосистеме.

Безвозвратные потери воды - испарение, туман, 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 сухими водой, подаваемой для восполнения потерю на пропускку и безвозвратных потерь воды.

Вода обработанная - вода, поступающая после охлаждения или очистки для технологического использования на нужды производства в земельной сфере.

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 ГУ и водоподготовки после конденсаторов турбин и др.).

Вода пропускная - вода, отгружаемая из системы оборотного водоснабжения и заменяющая добавочной водой для поддержания солено-гидро состава оборотной воды и свойственности органического характера ее определенным уровнем.

Вода питьевая - вода, до своему качеству отвечающая требованиям ГОСТ 2074-73, предназначенная для хозяйствственно-питьевых целей и используемая в исключительных случаях и не производственные нужды, где по условиям производства не может применяться техническая вода.

Вода техническая свежая - вода природного источника или других водных ииственных 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 системы водоснабжения.

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

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

Качество воды - характеристика состава и свойств во.в.

Коэффициент неравномерности расхода воды (сброса сточных вод):

сезонной неравномерности - отношение максимального месячного расхода воды за сезон (лето, зима) к среднемесечному 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).

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

Нормативно-ограниченные 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, используемые 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.

Предельные охранные концентрации (ПОК) - 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 годуемый сброс вещества в водный объект (ПГС) - концентрация вещества в сточных водах, максимальная допустимая к отведению с установленным ритмом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте.

Примечание. ПГС устанавливается с учетом ПДК веществ в чистых водопользования, ассимилирующей способности водного объекта и оптимального распределения массы образываемых потоков между водопользователями, сбрасывающими сточные воды.

Тепловой загрязнитель - поступление тепла в водный объект, вызывающее нарушение норм качества воды.

Удельный сброс загрязняющих воду веществ - количество загрязняющих веществ, сбрасываемых в водосем 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 ГЭУ;
- 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 свежей воды от фактических [по форме 2-М (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 водосеть, приходящихся на единицу продукции (форма 3).

5. Таблицы сопоставления расчетного количества свежей воды, в том числе питьевого качества, с фактическим ее использованием за истекший год (форма 4).

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

Таблица II.1

Состав и концентрация загрязнений в сточных водах электростанций

Показатель	Единица измерения	Качество исходной воды по отрицательным показателям	Производственный процесс, цикл									
			До очистки	После очистки	Метод очистки	Дальнейшее использование	Преращение концентрации загрязняющих воду веществ в стоках по очистке	Преращение концентрации загрязняющих воду веществ в стоках после очистки	Удельное количество загрязняющего золу вещества, поступающего в стоки в процессе производства кг/(МВт ч) кг/ГДк	Удельное количество вещества, оставшегося в стоках после очистки, кг/(МВт ч) кг/ГДк	Удельное количество вещества, поступающего в стоки с очищенным стоком, с учетом основного загрязнения водораспределения кг/(МВт ч); кг/ГДк	Удельный "производенный" сток до очистки кг/(МВт ч); кг/ГДк
<u>Логические</u>												
Температура	°С											
Водоемные параметры	м ³ /ч											
Нефтепродукты	%/д											
<u>Химическая</u>												
pH												
Кислотность щелочь	г-экв/л											
Кислоты на карбонатных	мг-экв/л											
Щелочность общая	мг-экв/л											
Солесодержание	мг/л											
Барий	мг/л											
Барит	мг/л											
Нитраты	мг/л											
Хлориды	мг/л											
Сульфаты	мг/л											
Изотерты	мг/л											
Лизогроты	мг/л											
Железо общее	мг/л											

СКОНЧАНИЕ ТАБЛИЦЫ

Показатель	Единица измерения	качество исходной воды по определяющим показателям	Производственный процесс, цикл				
			До очистки	После очистки	Метод очистки	Давление испарения испарительного контейнера	Приемление концентрации загрязняющих воду веществ в стоках до очистки
Медь	мг/л						
Марганец	мг/л						
Кислород растворимый	мг/л						
Углекислота свободная	мг/л						
ПАВ	мг/л						
ХИК	мг/л						
<u>Биологические</u>							
БИК	мг/л						
<u>Биогенные элементы</u>							
Фосфор	мг/л						
Азот общий	мг/л						
<u>Спецфические</u>							
Ванадий	мг/л						
Ниобий	мг/л						
Фтор	мг/л						
Манган	мг/л						
<i>Примечание. Перечень показателей допускается изменять при определении по умозрению здесь показателей.</i>							
<i>Удельный "производитель" стоков по очистке м³/(МВт·ч); м³/Гкал</i>							

Приложение 3

Обязательное

МАКЕТ СБОРНИКА ТЕКУЩИХ УКРУПНЕННЫХ НОРМ И НОРМАТИВОВ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

1. 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 6.10.1-75 и ГОСТ 6.10.2-75. Форматы документов, основные реквизиты и их расположение соответствуют требованиям ГОСТ 6.11.2-75.

2. Используемые в расчетах объемы отпуска продукции должны соответствовать объемам, причислен 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, 1976.
- Общесоюзный классификатор промышленной и сельскохозяйственной продукции. Высшие классификационные группировки (ВКГ ОКП). - М.: Статистика, 1977.
- Общесоюзный классификатор. Система обозначений единиц измерений, используемых в АСУ (СОБИ). - М.: Стандарты, 1975.

Инструкция по кодированию информации при ведении государственного водного кадастра (раздел "Использование вод"). Минводхоз СССР. - М.: 1980.

Общесоюзный классификатор. Система обозначений объектов административно-территориального деления Союза ССР и союзных республик, а также населенных пунктов (ОАТО). Ч.: Статистика, 1976.

Перечень министерств, ведомств (с полным и сокращенным названием) и цифровка министерств и предприятий по подчиненности. Утв. ЦСУ СССР. - М.: 1976.

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

4. По формам I-3 институты Тяглоэлектропроект и ВНИИЭнергопром 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 народно-хозяйственного плана должен соответствовать объемам, предусмотренным Госпланом СССР в плане производства продукции промышленности.

Информация по объемам производства обеспечивает Планово-экономическое управление Минэнерго СССР и сводный отдел народно-хозяйственного 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" Тяглоэлектропроектом и ВНИИЭнергопромом 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 графике 6 - нормы водопотребления на планируемый год (не более шести знаков; после запятой - не более двух знаков);

в графике 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 графике Г - процент снижения (повышения - 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).

На строке "Составлена вода на производственные и хозяйствено-питьевые нужды всего" (графа А), включая "В том числе питьевого качества", показатели граф 5,6,В определяются как сумма показателей соответствующих строк со всеми графиками.

5. При выполнении формулы 2 в табличной части указывается:

в графике А - наименование направления водоснабжения;

в графике В - наименование единицы измерения нормы;

в графике Г - поэдкод строки (не более трех знаков);

в графах 2 и 3 - код направления водоснабжения (ДР, ДЛ, ДЯ, числа: шестизначное - часть 1, четырехзначное - часть 2);

в графике 1 - код единицы измерения нормы (двестиизначное 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 графике);

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

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

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

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

По строке "Всего промз дственных и хозяйственно-бытовые сточные воды" ("графа А") показатели граф 5 - 10 определяются как суммы показателей соответствующих строк по этим графикам.

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 З 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 (цифры 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 графе).

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

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

Форма I

Нормы водопотребления по продукции и экзокергетикам на 9 г.

Министерство, ведомство СССР, сопесная республика
 отраслевое управление
 Продукция
 объем производства продукции в 19 г.г. (тогда же)
 бассейн реки, гидротехнический район

форма	год	при- знака	номер издания норм	номер издания водопотреб- ления	Код		бассейн реки	Номер листа	Дата и час состав- ления
					ч.1	ч.2			
Чемпионат напрасленный водопотребления и качество используемой воды	Б	Г	Г.П	10			Нормы водопо- требления	19 г. 19 г.	Справка (+ "попы- тка") норм водопо- требления 10 г. о- восточно 19 г. абс. %
A	B	C	D	ч.1	ч.2		единицы измере- ния норм		
Свежая вода на производственные нужды всего В том числе питьевое с качества Повторно или последовательно используемая вода на производственные нужды Свежая вода на хозяйствственно-питьевые нужды всего В том числе питьевого качества Повторно или последовательно используемая вода на хозяйствственно-питьевые нужды Свежая вода на производственные и хозяйственно- питьевые нужды всего с том числе питьевого качества повторно или последовательно используемая вода из производ- ственных и хозяйствственно-бытовых нужд (оборотная вода)		2	3	4		5	6	В	Г
" "		19							

" " 19

дата

должность

подпись

Нормы водоотведения по продукциям теплоэнергетики на 19__ г.

Форма 2

Министерство, ведомство ССР, союзная республика
отраслевое направление
продукция
бассейн реки, климатический район

нод формы	год года	при- знака	миинистерства, ведомства ССР, союзной респуб- лики	отрасли	продукции		бассейнов режим	Номер листа	дата составле- ния	час
					ч.1	ч.2				

Наименование направления водоотведения	Единица измерения нормы	Номер п.п.	нод		Горючие без- возвратного по- требления		Норматив потерь		Норма водоотведения		Снижение ("+" по- вышение) нор- доотведения		
			направленный водоотведение		едини- цы из- мере- ния нормы	19__ г.	19__ г.	19__ г.	19__ г.	19__ г.	19__ г.	абс.	%
			ч.1	ч.2									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Производственные сточные воды													
Хозяйственно-бытовые сточ- ные воды													
Всего производственные и хозяйственно-бытовые сточ- ные воды													
В том числе:													
Нормативно-чистые, до- пускаемые к сбросу без состязий													
Требующие очистки													

" " 19__ г.
дата

должность

подпись

Форма 3

Качество сточных вод по продуктам теплоизмерения к' 19__ г.

г. Минск, республика Беларусь

Брестская нафтогазовая

фирма

Доминирований район:

бассейн реки, санитарный район

Форма	Годя	Цена з. руб.	Союзистерство, ре- спублика ССР, самоходной распреде- лительной	Отрасль	Код		Номер листа	Дата и час составле- ния
					Продукт	Ч.1 Ч.2		

Наименование вредного вещества	Единица измерения вредного вещества	Номер и.п.	Код			Удельное количество за- грязняющего вредного ве- щества до очистки	Удельное количество за- грязняющего вредного ве- щества после очистки		
			вредного вещества		единицы измерения вредного вещества				
			ч.1	ч.2					
А	З	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 подгосударственных 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 водо-химическому режиму бессточных систем охлаждения: МУ 34-70-095-85" (И.: СПО Союзтепенерго, 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, вспыхивающие и промывочные воды фильтров ВНУ, продувочные воды котлов, конденсат, возвращаемый с мазутомаслохозяйства, вода погрея охлаждения подшипников вращающихся механизмов и другие нефтесодержащие стоки после их очистки от нефтепродуктов;

- уменьшение расходов воды, транспортирующей золу и шлак на золоотвал. На ряде ТЭС расходы воды достигают 30-50 м³ на 1т золошлаков. Эти расходы без всякого ущерба для эксплуатации можно уменьшить до 10-15 м³/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 смысла 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 сепараторов, загрязненные к промывочные воды фильтров целесообразно использовать в качестве исходной воды, а отработанные центрифугационные растворы использовать для повторной регенерации. В качестве исходной воды на питание ВПУ допускается использовать любые нерадиоактивные стоки других технологических систем после их предварительной очистки, если таковая необходима;
- внедрение на ВПУ новых технологических процессов и оборудования, 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.;
- переход подшипников от некоторых видов вращающихся механизмов (мельниц, чайхонсов, вентиляторов и т.п.) на чугуну консистентного сложу, не требующую водяного охлаждения.

Разработанные мероприятия по экономическому использованию водных ресурсов и определены с учетом этих мероприятий нормы текущих индивидуальные нормы водопотребления и водоотведения согласуются с местными органами Минводхоза СССР.

Необходимые для внедрения мероприятия дополнительные затраты, если такие 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. Ценчи мероприятия и новые нормы представляются РСУ в ПО "Союзтехэнерго", которое направляет их в Глактехуправление Минэнерго СССР для утверждения.

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

Приложение 5
Справочное

ПРИМЕР РАСЧЕТА
ИДИВИДУАЛЬНЫХ ТЕКУЩИХ НОРМ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ
И ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ТЭЦ

1. Основное оборудование

Количество

Турбоагрегаты

ПТ-60-130/13 2

Т-100-130 2

Котлы Е 3-210-140Ф 9

Паровые 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. ПБ.1.

Таблица ПБ.1

Н	Щелочность общей, мг-экв/л	Местность обвода, мг-экв/л	мг/л									
			Кальций	Магний	Натрий	Сульфаты	Хлориды	Кремнико-кислота	Железо общее	Оксисляемость	Сухой остаток	
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 З-тех (см.табл.ПБ.2).

Удельный расход условного топлива на отпущенную электроэнергию $\delta^3 = 242,3 \text{ г}/(\text{kBt} \cdot \text{ч})$.

То же за отпущенную теплоснабжение $\delta^T = 40,58 \text{ кг}/\text{ГДж}$ ($1894,9 \text{ кг}/\text{Гкал}$).

Расход топлива в целом по ГЭЦ:

на отпущенную электроэнергию

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

на отпущенное тепло

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

всего

$$B = B^3 + B^T = 55,9 + 76,9 = 132,8 \text{ т/ч}.$$

2. Система охлаждения

Для охлаждения пара в конденсаторах турбоагрегатов ПТ-60-130/13 установлено по два насоса 32-Д-19 номинальной подачей $4700 \text{ м}^3/\text{ч}$ каждый, а для турбоагрегатов Т-100-130 - по три насоса 32-Д-19 номинальной подачей $6000 \text{ м}^3/\text{ч}$ 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 турбогенератора Т-300-130 в летний период - трех, в зимний - двух насосов.

Таблица 05.2

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

Турбоагрегаты, паровые котлы	Число часов работы оборудования за год, ч	Отпуск электроэнергии, МВт ч					Отпуск тепла, ГДж (Гкал)			
		Выработка	Расход на собственные нужды [*]	Статус с мин			Фактический	Расчетный ^{**}	В том числе	
				средний	в летний период	в зимний период			в летний период	в зимний период
НТ-60-130/13 (ТА-1)	7390	48,8	5,4	43,4	40,9	46,6	420,4(100,4)	458,8(109,1)	372,6(89)	557,3(133,1)
НТ-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	40,9(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(136,4)	423,3(101,1)	641,0(153,1)
НТМ-180 (2 шт.)	3268	-	-	-	-	-	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 выработка электроэнергии этими турбоагрегатами.

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

2.1. Летний режим

Расход охлаждающей воды для турбоагрегата ПТ-60-130/13 определяется подачой двух параллельно работающих циркуляционных насосов и равен $8000 \text{ м}^3/\text{ч}$; для турбоагрегата Т-100-130 расход охлаждающей воды равен $16000 \text{ м}^3/\text{ч}$. Изменение температур охлаждающей воды Δt равно 9°C (форма З-тюк).

Коэффициент испарения K равен 0,0014. Относительные потери с капельным уносом P_{KU} равны 0,005.

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

$$W_{ex}^u = K \Delta t W_{ex} = 0,0014 \cdot 9 \cdot 8000 = 100,8 \text{ м}^3/\text{ч};$$

турбоагрегатов Т-100-130:

$$W_{ex}^u = 0,0014 \cdot 9 \cdot 16000 = 201,6 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

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

$$W_{ex}^{KU} = P_{KU} W_{ex} = 0,005 \cdot 8000 = 40 \text{ м}^3/\text{ч};$$

турбоагрегатов Т-100-130:

$$W_{ex}^{KU} = 0,005 \cdot 16000 = 80 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

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

Отсюда допустимый коэффициент упаривания:

$$\varphi_{\text{доп}} = \frac{(M_o)_{\text{доп}}}{(M_o)^{\text{сб}}} = \frac{5}{2,2} = 2,27.$$

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

$$W_{ox}^{np} = \frac{I}{\varphi_{\text{доп}} - 1} W_{ox}^u - W_{ox}^{ky} = \frac{I}{2,27-1} \cdot 100,8-40=39,2 \text{ м}^3/\text{ч};$$

для турбоагрегатов Т-100-130:

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

Расходы свежей воды, подаваемой в систему:

$$W_{ox}^{\text{св}} = W_{ox}^{np} + W_{ox}^u + W_{ox}^{ky};$$

для турбоагрегатов ПТ-60-130/13:

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

для турбоагрегатов Т-100-130:

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

Расходы оборотной воды:

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

для турбоагрегатов ПТ-60-130/13:

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

для турбоагрегатов Т-100-130

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

Качество продувочной воды системы:

$$(C^{pp})_l = \psi(C^{pp})_i ,$$

т.е. $(X_0)^{pp} = 2,27 \cdot 3,1 = 7,0 \text{ мг-экв/л};$

$$(U_{t_0})^{pp} = 2,27 \cdot 2,2 = 5,0 \text{ мг-экв/л};$$

$$(Ca^2)^{pp} = 2,27 \cdot 26 = 81,7 \text{ мг/л};$$

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

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

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

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

$$(SiO_3^{2-})^{pp} = 2,27 \cdot 4,0 = 71,1 \text{ мг/л};$$

$$(Fe_0)^{pp} = 2,27 \cdot 0,2 = 0,5 \text{ мг/л};$$

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

$$(Co^{2+})^{pp} = 249 \cdot 2,27 = 565 \text{ мг/л}$$

2.2. Охлаждение:

Расход охлаждаемой воды для турбогенератора ПТ-60-130/13 равен 4800 $\text{м}^3/\text{ч}$, а для турбоагрегата Т-100-130 - 11000 $\text{м}^3/\text{ч}.$

Наряду температура охлаждаемой воды Δt равна 3°C ;
 $K = 0,0008$; $\gamma_{KU} = 0,036$.

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:

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

для турбоагрегатов Т-100-130:

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

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

Расход необходимой продувки

для турбоагрегатов ПТ-60-130/13:

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

для турбоагрегатов Т-100-130:

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

При φ_{dp} , равном 2,27, продувка имеет отрицательное зна-
чение; это указывает на то, что продувка не требуется, а задан-
ная кратность упаривания не будет достигнута.

Фактический коэффициент упаривания:

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

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

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

Расходы свежей воды, подаваемой в систему:

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

для турбогенераторов ПТ-60-130/13:

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

для турбогенераторов Т-100-130:

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

Расходы оборотной воды:

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

для турбогенераторов ПТ-60-130/13:

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

для турбогенераторов Т-100-130:

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

Установление по сезонам нормы водопотребления и водоотведения для системы охлаждения спределены по формуле

$$H_{ox} = \frac{W_{cp}}{3} \cdot \frac{W_{днм} + W_{лет}}{2J}$$

Нормы потребления свежей воды:

$$H_{Ox_{TA-1}}^{3.CD} = \frac{180 + 34,8}{2 \cdot 43,4} = 2,47 \text{ м}^3 / (\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

$$H_{Ox_{TA-2}}^{3.CD} = \frac{180 + 34,8}{2 \cdot 41,4} = 2,59 \text{ м}^3 / (\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

$$H_{Ox_{TA-3}}^{3.CD} = \frac{360 + 81,4}{2 \cdot 70,7} = 3,12 \text{ м}^3 / (\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

$$H_{Ox_{TA-4}}^{3.CD} = \frac{360 + 81,4}{2 \cdot 75,4} = 2,93 \text{ м}^3 / (\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

Нормы потребления оборотной воды:

$$H_{Ox_{TA-1}}^{3.OB} = \frac{7820 + 4666}{2 \cdot 43,4} = 143,84 \text{ м}^3 / (\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

$$H_{Ox_{TA-2}}^{3.OB} = \frac{7820 + 4666}{2 \cdot 41,4} = 150,78 \text{ м}^3 / (\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

$$H_{Ox_{TA-3}}^{3.OB} = \frac{15640 + 10919}{2 \cdot 70,7} = 187,83 \text{ м}^3 / (\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

$$H_{Ox_{TA-4}}^{3.OB} = \frac{15640 + 10919}{2 \cdot 75,4} = 176,12 \text{ м}^3 / (\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

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

$$H_{Ox_{TA-1}}^{3.CT} = \frac{39,2 + 0}{2 \cdot 43,4} = 0,45 \text{ м}^3 / (\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

$$H_{Ox_{TA-2}}^{3.CT} = \frac{39,2 + 0}{2 \cdot 41,4} = 0,47 \text{ м}^3 / (\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

$$H_{Ox_{TA-3}}^{3.CT} = \frac{78,4 + 0}{2 \cdot 70,7} = 0,55 \text{ м}^3 / (\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

$$H_{0X_{T4-4}}^{3 CT} = \frac{78,4 + 0}{2 \cdot 75,4} = 0,52 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

Черектим потерь (на капельный унос и потерю в градирнях):

$$\Pi_{0X_{Tn-1}}^3 = \frac{(100,8 + 11,3) + (40 + 23,5)}{2 \cdot 43,4} = 2,02 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

$$\Pi_{0X_{Tn-2}}^3 = \frac{(100,8 + 11,3) + (40 + 23,5)}{2 \cdot 41,4} = 2,12 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

$$\Pi_{0X_{Tn-3}}^3 = \frac{(201,6 + 26,4) + (80 + 55)}{2 \cdot 70,7} = 2,57 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

$$\Pi_{0X_{Tn-4}}^3 = \frac{(201,6 + 26,4) + (80 + 55)}{2 \cdot 75,4} = 2,41 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

Коэффициенты изменения струйгодового показателя по схемам определяются только для ядерной воды:

$$K_{let} = \frac{W_{let}}{V_{let}} = \frac{(180 + 360) : 2}{(180 + 34,8) + (360 + 81,4)} = 1,65;$$

$$K_{jut} = \frac{W_{jut}}{V_{cp}} = \frac{2 (34,8 + 81,4)}{(180 + 34,8) + (360 + 81,4)} = 0,35$$

3. Водоподготовительные установки

На ТЭЦ имеются две установки подготовки воды:

- установка для прессформации добавочной воды котлов, работающая по схеме коллагляции с изавесткованием в осветлителях -
... также на технических фильтрах - двухслойчатое химическое осаждение с дезкарбонизацией;

- установка песколовки тягосети, работающая по схеме осаждения на механических фильтрах одноступенчатое натрий-катионитрование.

3.1. 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 [13], поэтому они и выбираются в качестве расчетных. Паропромышленность установленных котлов составляет

$$210 \cdot 9 = 1890 \text{ т/ч.}$$

Потери составят (2%)

$$1890 \cdot 0,02 = 37,8 \approx 40 \text{ т/ч.}$$

Потери за счет невозврата конденсата внешними потребителями составляют ~ 19-20% паропромышленности котла, т.е.

$$1890 \cdot 0,19 = 359 \approx 360 \text{ т/ч.}$$

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 м³/ч.

Для расчета норм примываем фактическую производительность ВПУ, равную 260 м³/ч, из них 25 м³/ч предназначены для восполнения внутристанционных потерь (2%), а 235 м³/ч - для восполнения внешних потерь (19%).

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

3.1.1. Расчет качества известкованно-коагулированной воды

$\bar{W}^{IK} = 0,4 - 0,8 \text{ мг-экв/л. Принимаем } \bar{W}^{IK} \text{ равный } 0,7 \text{ мг-экв/л.}$

Дозу коагуланта (сернокислого железа) d_K принимаем равной 0,5 мг-экв/л;

$$K^{uK} = K^{uCX} - W^{uCX} + W^{uK} \cdot d_K = 3,1 - 2,2 + 0,7 + 0,5 = 2,1 \text{ мг-экв/л.}$$

$$Mg^{uK} = 1,4 \text{ мг-экв/л;}$$

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

$$SO_4^{uK} = SO_4^{uCX} + 48d_K = 58 + 48 \cdot 0,5 = 82 \text{ мг/л;}$$

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

$$CE^{uK} = CE^{uCX} = 12,4 \text{ мг/л;}$$

$$Op^{uK} = 0,25Op_2^{uCX} = 3,9 \text{ мг/л;}$$

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

Солесодержание в чистокомбинированной воде:

$$\begin{aligned} C^{uK} = & 20(K^{uCX} - W^{uCX}) + 48SiO_2^{uCX} + 0,35SiO_2^{uCX} + 23Na^{uCX} + 0,25Op_2^{uCX} + \\ & + 35CE^{uCX} + 51,8 = 20(3,1 - 2,2) + 48 \cdot 1,2 + 0,35 \cdot 1,72 + 23 \cdot 0,89 + \\ & + 0,25 \cdot 15,6 + 35 \cdot 0,37 + 51,8 = 166,5 \text{ мг/л.} \end{aligned}$$

3.1.2. Рассчет количества сточных вод из ВШУ

Представляются коэффициенты собственных южнокавказских фильтров по ступеням очистки.

Гр - для ступени Н - катокопроводки; затишает - сульфатизация:

$$q_{1H} = 6,5 \text{ м}^3/\text{м}^2;$$

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

$$K_{1H} = q_{1H} \frac{(K^n - K_{ocT})}{\mathcal{E}_{1H}} = 6,5 \frac{(3,1 - 0,2)}{300} = 0,063.$$

Первая ступень ОН-анионирования; анионит АН-31:

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

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

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

Вторая ступень Н-катионирования; катионит - сульфоуголь:

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

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

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

Вторая ступень ОН-анионирования; анионит В-17:

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

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

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

Количество сточных вод от ионитной части ВПУ:

$$W_{BPU}^{ct} = W_{BPU}^{dh} \left\{ K_{2A} + K_{2H} (1+K_{2A}) + (1+K_{2A})(1+K_{2H}) [K_{1A} + K_{1H} (1+K_{1A})] \right\} =$$

$$260 \left\{ 0,002 + 0,000(I+0,002) + (I+0,002) \cdot (I+0,060) [0,065 + 0,063(I+0,065)] \right\} = 260 + 0,195 = 5I \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Количество воды, подаваемой на установку:

$$W_{\text{впу}}^{ct} = W_{\text{впу}}^{ou} + W_{\text{впу}}^{ct} = 260 + 5I = 31I \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Количество сточных вод от установки предварительной обработки не учитывается, поскольку вода после отстаивания илами возвращается в бак-нейтрализатор.

3.1.3. Расчет качественного состава сточных вод от НИУ

Расходы реагентов на регенерацию ионитов:

$$D_{NaOH} = 876 \text{ г-экв/ч;}$$

$$D_{H_2SO_4} = 1180 \text{ г-экв/ч.}$$

В 1 м³ сточных вод, поступающих в бак-нейтрализатор, содержится

$$Ca = Ca^n \frac{(W^{ct} + W^{ou})}{W^{ct}} = \frac{0,7 (5I + 260)}{5I} = 4,27 \text{ г-экв/м}^3;$$

$$Mg = Mg^n \frac{(W^{ct} + W^{ou})}{W^{ct}} = \frac{1,4 (5I + 260)}{5I} = 8,54 \text{ г-экв/м}^3;$$

$$Na = Na^n \frac{(W^{ct} + W^{ou})}{W^{ct}} = \frac{0,89 (5I + 260) + 876}{5I} = 22,6 \text{ г-экв/м}^3;$$

$$Cl = Cl^n \frac{(W^{ct} + W^{ou}) + D_{H_2SO_4}}{W^{ct}} = \frac{1,7I(5I + 260) + 1180}{5I} = 33,6 \text{ г-экв/м}^3;$$

$$Ct = Ct^n \frac{(W^{ct} + W^{ou})}{W^{ct}} = \frac{0,37 (5I + 260)}{5I} = 2,26 \text{ г-экв/м}^3;$$

$$HSiO_3 = \frac{HSLD_3^n (W^{ct} + W^{04})}{W^{ct}} = \frac{0,02 (5I + 260)}{5I} = 0,12 \text{ г-экв/м}^3;$$

$$HCO_3 = \frac{HCD_3^n (W^{ct} + W^{04})}{W^{ct}} = \frac{0,1 (5I + 260)}{5I} = 0,61 \text{ г-экв/м}^3;$$

$$Dp_2 = \frac{Dp_2^n (W^{ct} + W^{04})}{W^{ct}} = \frac{3,9 (5I + 260)}{5I} = 23,8 \text{ г/л.}$$

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:

$$\Sigma A - \Sigma K = 36,6 - 35,4 = 1,2 \text{ г-экв/м}^3.$$

Для нейтрализации избыточной кислотности необходимо добавить 1,2 г-экв/м³ извести. После нейтрализации содержание кальция в сбросной воде увеличивается на значение кислотности:

$$Ca_{нейтр} = 4,27 + 1,2 = 5,47 \text{ г-экв/м}^3.$$

3.1.4. Расчет норм паропотребления и водоотведения обессоливющей установки

На ТЭЦ все пароводяные потери фиксируются в целом по ТЭЦ, поэтому и нормы по ВПУ определяются в целом по ТЭЦ. Распределение объемов воды по дре виду: промывка (промывка нально-гравитационная) (235 м³/ч) и внутристационарная (25 м³/ч) пароводяных потерь.

Следует отметить, что основные пароводяные потери электростанции не являются повторными для щелочного облегчения. Для воде (235 м³/ч) определяется их производительность и учитывается в графе "Нарядчики водь". Поэтому для ВПУ определяются нормативы передачи

воды (в целом по ТЭЦ) и относится она на отпуск тепла. Поскольку обессолененная вода ($25 \text{ м}^3/\text{ч}$) используется для восполнения внутриструктурных пароводяных потерь, т.е. сама является потерей для ТЭЦ, то для БИУ 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 сырой воды по обессоливаемой установке на два вида продукции составили соответственно:

$$W^{ncp} = W^{04} = 236 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W^{T,CT} = 46 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W^{T,cb} = W^{T,ncp} + W^{T,CT} = 236 + 46 = 281 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W^{04} = W^{007} = 25 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W^{S,CT} = 5 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W^{S,cb} = W^{S,04} + W^{S,CT} = 25 + 5 = 30 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Таким образом, нормы водопотребления сырой воды по БИУ, относящиеся на два вида продукции, в целом по ТЭЦ составляют

$$H_{\text{БИУ}}^{T,cb} = \frac{W^{T,cb}}{T} = \frac{281}{1894,1} = 0,148 \text{ м}^3/\text{ГДж};$$

$$H_{\text{БИУ}}^{S,cb} = \frac{W^{S,cb}}{3} = \frac{30}{230,9} = 0,13 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

"Прием водоподготовки" (стоки от БИУ сбрасываются в скважину ГЗУ и удаляются как отработавшая вода (чистая чистая вода) в цехах по ТЭЦ составляет

$$H_{\text{БИУ}}^{T,CT} = \frac{W^{T,CT}}{T} = \frac{46}{1894,1} = 0,024 \text{ м}^3/\text{ГДж};$$

$$H_{\text{впу}}^{3,ct} = \frac{W^{3,ct}}{3} = \frac{5}{230,9} = 0,022 \text{ м}^3/\text{МВт} \cdot \text{ч};$$

нормативы потерь в целом по ТЭЦ:

$$l_{\text{впу}}^{3} = \frac{W^{3,\text{пот}}}{3} = \frac{25}{230,9} = 0,108 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$H_{\text{впу}}^{t,\text{пер}} = \frac{W^{t,\text{пер}}}{T} = \frac{235}{1894,1} = 0,124 \text{ м}^3/\text{ГДж}.$$

3.2. Установка подпитки теплосети

Производительность установки 500 м³/ч.

Количество сточных вод от установки рассчитывается по формуле

$$W^{ct} = K_{Na} W^{ou}$$

Определяем коэффициент собственных нужд натрий-катионитных фильтров. Катионит - сульфогуоль.

$$K_{Na} = q_{Na} \frac{(X^{usx} - X_{ocx})}{\delta_{Na}};$$

$$q_{Na} = 4,0 \text{ м}^3/\text{м}^2;$$

$$\delta_{Na} = 300 \text{ г-экв/м}^3;$$

$$K_{Na} = 4,0 \cdot \frac{(3,1 - 0,1)}{300} = 0,04;$$

$$N^{ct} = 0,04 \cdot 500 \text{ м}^3/\text{ч} = 20 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$\text{следовательно } W^{ct} = W^{ou} + W^{cr} = 500 + 20 = 520 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Качественный состав сбросных вод:

$$Ca = \frac{(Ca^{ucx} - Ca^{oxt})}{K_{Na}} + Ca^{ucx} = \frac{(I,3 - 0,06)}{0,04} + 1,8 \approx 45,3 \text{ г-экв/м}^3;$$

$$Mg = \frac{(Mg^{ucx} - Mg^{oxt})}{K_{Na}} + Mg^{ucx} = \frac{(I,3 - 0,04)}{0,04} + I,3 \approx 32,8 \text{ г-экв/м}^3;$$

$$Na = \frac{(Na^{ucx} - Na^{oxt})\beta}{K_{Na}} + Na^{ucx} = \frac{(3,1 - 0,1)(2,1 - 1)}{0,04} + \\ + 0,89 \approx 83,39 \text{ г-экв/м}^3;$$

$$Cl = \frac{(Cl^{ucx} - Cl^{oxt})\beta}{K_{Na}} + Cl^{ucx} = \frac{(2,1 - 0,1) \cdot 2,1}{0,04} + 0,37 = \\ = 157,87 \text{ г-экв/м}^3,$$

где β - удельный расход соли на регенерацию сульфоугля,
равный 2,1 г-экв/г-экв.

Содержание остальных компонентов в сточной воде после натрий-
капконитных фильтров по сравнению с исходной для ВПУ водой остаёт-
ся без изменений.

Сточные воды установки подпитки теплосети направляются в сис-
тему ГЗУ для смыва зоны и шлака.

3.3. Расчет норм водопотребления
"воздействия 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 норм водопотребления и водоотведения определяются нормы переданной воды (также в целом по ТЭЦ).

$$\text{Норма водопотребления } H_{\text{ВПУ}}^{T \text{ тб}} = \frac{W^{T \text{ тб}}}{T} = \frac{520}{1894,1} = 0,275 \text{ м}^3/\text{ГДж.}$$

$$\text{Норма водоотведения } H_{\text{ВПУ}}^{T \text{ СТ}} = \frac{W^{T \text{ СТ}}}{T} = \frac{20}{1894,1} = 0,011 \text{ м}^3/\text{ГДж.}$$

$$\text{Нормативы переданной } H_{\text{ВПУ}}^{T \text{ пер. воды}} = \frac{W^{04}}{T} = \frac{500}{1894,1} = 0,264 \text{ м}^3/\text{ГДж.}$$

4. Система гидроудаления

Система гидроудаления ТЭЦ – прямоточная.

В соответствии с проектно-технической документацией, общий расход воды $W_{\text{ГЗУ}}$ на удаление золы и шлака, составляющий $1300 \text{ м}^3/\text{ч}$, распределяется следующим образом: смык золы и шлака – $1300 \text{ м}^3/\text{ч}$; орошение скрубберов – $230 \text{ м}^3/\text{ч}$; на аппараты Москалько – $770 \text{ м}^3/\text{ч}$.

48 - объем осадков $W_{\text{ГЗУ}}^H$, поступающих в систему ГЗУ, составляет $98 \text{ м}^3/\text{ч}$; потеря на испарение $W_{\text{ГЗУ}}^I$ с золоотвала – золот $61 \text{ м}^3/\text{ч}$; потеря на заполнение пор золошлакового материала $W_{\text{ГЗУ}}^2$.

49 - внутристанционные потери воды $W_{\text{ГЗУ}}^B$ равны $52 \text{ м}^3/\text{ч}$.
Приходящая часть баланса:

$$W_1 = W_{T3y}^H + W_{T3y}^N = 1300 + 38 = 1338 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расходная часть баланса:

$$W_2 = W_{T3y}^{ub} + W_{T3y}^{23} + W_{T3y}^{bh} = 51 + 49 + 52 = 152 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Разность между W_1 и W_2 составляют сточные воды системы ГЗУ, отводимые в источник водоснабжения.

$$W_{T3y}^{CT} = W_1 - W_2 = 1338 - 152 = 1186 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

В общий расход воды W_{T3y} на удаление золошлаков входят:
исходная речная вода W_{BPU}^{CT} , а также повторно или последовательно используемая вода W_{PP}
продукция систем охлаждения - 117,6 м³/ч (в среднем за год);
сточные воды от ВГУ 51 + 20 = 71 м³/ч;
промывочные воды водогрейных котлов - 0,04 м³/ч;
сбросные воды после химических очисток котлов - 0,28 м³/ч;
сбросные воды вспомогательного и подсобного производства -

15,2 /

Таким образом, принимаем

$$W_{T3y}^{pb} = (W_{T3y}^{CT} + W_{T3y}^{POT}) - W_{T3y}^{PP} = (1186 + 152) - 203,92 = 1134,08 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\begin{aligned} W_{T3y}^{PP} &= W_{BPU}^{CT} + W_{PP}^{CT} \cdot W_{BK}^{CT} + W_{XPP}^{CT} + W_B^{CT} = 117,6 + 71 + 0,04 + \\ &+ 0,28 = 203,92 \text{ м}^3/\text{ч}; \end{aligned}$$

$$W_{T3y}^{POT} = 152 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W_{T3y}^{CT} = 1186 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Нормы водопотребления и водоотведения системы ГЗУ определяются на два вида пропорционально расходам топлива:

$$H_{T3C}^3 = \frac{WB^3}{B_{T3C} T_{T3C}} \quad \text{и} \quad H_{T3C}^T = \frac{WB^T}{B_{T3C} T_{T3C}},$$

$$H_{T3Y}^{3CB} = \frac{1134,08 \cdot 55,95}{132,81 \cdot 230,9} = 2,07 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$H_{T3Y}^{TCB} = \frac{1134,08 \cdot 76,86}{132,81 \cdot 1894,1} = 0,35 \text{ м}^3/\text{ГДк} (1,61 \text{ м}^3/\text{Гкал});$$

$$H_{T3Y}^{TNP} = \frac{203,92 \cdot 55,95}{132,81 \cdot 230,9} = 0,37 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$H_{T3Y}^{TNP} = \frac{203,92 \cdot 76,86}{132,81 \cdot 1894,1} = 0,06 \text{ м}^3/\text{ГДк} (0,1 \text{ м}^3/\text{ГДк});$$

$$H_{T3Y}^{3CT} = \frac{1186 \cdot 55,95}{132,81 \cdot 230,9} = 2,16 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$H_{T3Y}^{TCI} = \frac{1186 \cdot 76,86}{132,81 \cdot 1894,1} = 0,36 \text{ м}^3/\text{ГДк} (1,52 \text{ м}^3/\text{Гкал});$$

$$\Pi_{T3Y}^3 = \frac{152 \cdot 55,95}{132,81 \cdot 230,9} = 0,28 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$\Pi_{T3Y}^T = \frac{152 \cdot 76,86}{132,81 \cdot 1894,1} = 0,05 \text{ м}^3/\text{ГДк} (0,19 \text{ м}^3/\text{Гкал}).$$

Качество сбросных вод от системы ГЗУ принимается по данным экологического химического контроля:

pH	8,0
Бафферные 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 м³/год, или 0,04 м³/ч. Вода на промывку поступает из системы охлаждения, загрязненная вода сбрасывается в систему ГЗУ.

Расход промывочных вод водогрейных котлов целиком отнимается на сброс тепла.

$$W^{PP} = W^{CT} = 0,04 \text{ м}^3/\text{ч},$$

или же:

$$H^{TPI'} = H^{TPI} = \frac{0,04}{TPI \cdot 1} = 0,00002 \text{ м}^3/\text{Гкал} (0,00002 \text{ м}^3/\text{Гкал}).$$

Качественный состав сточных вод:

Механические примеси	0,4 г/л
Кислотность (H ₂ SO ₄)	1,5 г/л
Железо общее	2-3 г/л
Водород.....	9,3 мг/л

6. Химическая очистка котлов

Химическая очистка каждого котла производится один раз в четыре года 5%-ным раствором соляной кислоты с расходом 1000 м³ на одну очистку.

Среднегодовое количество воды от очистки котла составляет

$$W^{HCX} = W^{CT} = \frac{1000 \cdot 2}{4} = 500 \text{ м}^3/\text{год} = 0,25 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для очистки используется химически обессоленная вода, загрязненная вода сбрасывается в систему ГЗУ.

При расчёте норм эти воды целиком относят на отпуск электроэнергии.

$$H^{зпп} = H^{з.47} = \frac{0,28}{230,9} = 0,0012 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

Качественный состав сбросных вод:

рН	I-3
Хлориды.....	4,6 г/л
Железо	6 г/л
Медь	0,4 г/л

7. Вспомогательные и подсобные производства

В вспомогательных и подсобных производствах ТЭЦ относятся ацетилено-генераторная и электролизерная станции, масло- и маузотехнология, открытое распределительное устройство ТЭЦ. Суммарный расход технической воды из системы охлаждения, повторно используемой на их нужды, составляет 6 м³/ч. После использования эти воды сбрасываются в канал ГЗУ на смык 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 10 м³/ч также направляются на смык золы и шлака в систему ГЗУ.

Нормы водопотребления и водоотведения на вспомогательные нужды определяются в целом по ТЭЦ.

$$H^{зпп} = H^{зпп'} = \frac{15}{230,9} = 0,065 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

Качественный состав этих вод соответствует составу воды системы охлаждения, за исключением содержания нефтепродуктов (10 мг/л) и извещенных 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 (1) СНиП II-31-74, нормы расхода принимаются по табл.2 и 3 СНиП II-30-76 и табл.П5.3.

Т а б л и ц а №.3

Расчет потребления питьевой воды

Потребители	Норма водопотребления, л/сут	Количество потребителей	Средний суточный расход воды, м ³ /сут
Административно-управленческий аппарат	15	261	3,9
Рабочие в горячих цехах	45	322	14,5
Рабочие в остальных цехах	25	341	16,0
Душевые	500*	316**	118,5
Столовая	12	6000 блюд	72,0
Прачечная	75***	100 "т	7,5
Гостиница	140	20	2,4
Итого	-	-	234,3

* Из расчета 500 л/ч на 1 душевую сетку с коэффициентом использования 0,75.

** Количество душевых сеток.

*** На 1 кг белья.

Всего на хозяйственно-бытовые нужды ТЭЦ расходуется 234,3 м³/сут, или 0,8 м³/ч.

Нормы водопотребления и водоотведения рассчитываются в целом по ТЭЦ на два вида продукции пропорционально расходам топлива на их отпуск:

$$W_x^{T\text{cf}} = W_x^{T\text{ct}} = \frac{W_x B^T}{B} = \frac{9,8 \cdot 76,9}{132,8} = 5,7 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W_x^{3\text{cf}} = W_x^{3\text{ct}} = 9,8 - 5,7 = 4,1 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$H_x^{T\text{cf}} = H_x^{T\text{ct}} = \frac{5,7}{1894,1 (452,4)} = 0,003 \text{ м}^3/\text{ТДж} (0,013 \text{ м}^3/\text{Гкал});$$

$$H^{3\text{cf}} = H^{3\text{ct}} = \frac{4,1}{230,9} = 0,018 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

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 ВКУ.

$$H_{\text{тех}}^{3\text{cf}} = H_{\text{ox}}^{3\text{cf}} + H_{\text{ГЗУ}}^{3\text{cf}} + H_{\text{ВКУ}}^{3\text{cf}} \quad \text{и} \quad H_{\text{тех}}^{T\text{cf}} = H_{\text{ГЗУ}}^{T\text{cf}} + H_{\text{ВКУ}}^{T\text{cf}}$$

Поскольку в системе охлаждения нормы определяются для каждого турбоагрегата в отдельности, а в остальных технологических системах – в целом по электростанции, $H_{\text{тех}}^{T\text{cf}}$ будет одинакова для всего турбин, а $H_{\text{тех}}^{3\text{cf}}$ определяется для каждой турбины:

$$H_{\text{тех}}^{T\text{cf}} = 0,35 + (0,15 + 0,28) = 0,78 \text{ м}^3/\text{ГДж}.$$

$$H_{tex_{TA-1}}^{3,0\delta} = 2,47 + 2,07 + 0,13 = 4,67 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

$$H_{tex_{TA-2}}^{3,0\delta} = 2,59 + 2,07 + 0,13 = 4,79 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

$$H_{tex_{TA-3}}^{3,0\delta} = 3,12 + 2,07 + 0,13 = 5,32 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

$$H_{tex_{TA-4}}^{3,0\delta} = 2,93 + 2,07 + 0,13 = 5,13 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

Норма потребления оборотной воды разных норм оборотной воды системы охлаждения, так как остальные технологические системы - пристоинки.

$$H_{tex_{TA-1}}^{3,0\delta} = H_{ox_{TA-1}}^{3,0\delta} = 143,84 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

$$H_{tex_{TA-2}}^{3,0\delta} = H_{ox_{TA-2}}^{3,0\delta} = 150,79 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

$$H_{tex_{TA-3}}^{3,0\delta} = H_{ox_{TA-3}}^{3,0\delta} = 157,63 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

$$H_{tex_{TA-4}}^{3,0\delta} = H_{ox_{TA-4}}^{3,0\delta} = 175,12 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

Норма потребления повторно и чисто досаждательно используемой водой на основные технологические нужды складывается из норм

водоотведения систем, сбрасывающих свою отработанную воду в систему ГЗУ (продувка систем охлаждения, сточные воды от БНУ, химических очисток котлов, вспомогательного и подсобного производств, промежуточные воды водогрейных котлов). Норма потребления последовательно используемой воды равна для всех турбоагрегатов

$$H_{\text{тех}}^{\text{з.п.п.}} = H_{\text{ГЗУ}}^{\text{з.п.п.}} = 0,37 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$H_{\text{тех}}^{\text{т.п.п.}} = H_{\text{ГЗУ}}^{\text{т.п.п.}} = 0,06 \text{ м}^3/\text{ГДк.}$$

На вспомогательных производствах потребляется только последовательно используемая вода.

$$H_g^{\text{з.п.п.}} = 0,066 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}),$$

Эта норма распространяется на все турбоагрегаты (как и норма водоконсументации на хозяйствственно-питьевые нужды).

На хозяйствственно-питьевые нужды используется вода питьевого качества.

$$H_x^{\text{з.с.в.}} = 0,018 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}); \quad H_x^{\text{т.с.в.}} = 0,003 \text{ м}^3/\text{ГДк.}$$

Индивидуальные нормативы потерь воды представляют собой суммы нормативов потерь воды на технологические, вспомогательные и хозяйствственно-питьевые нужды.

На ТЭЦ вода теряется в основных технологических системах – системы охлаждения, БНУ, ГЗУ.

$$\Pi^{\beta} = \Pi_{\text{ox}}^{\beta} + \Pi_{\text{БНУ}}^{\beta} + \Pi_{\text{ГЗУ}}^{\beta} \quad \text{и} \quad \Pi^T = \Pi_{\text{ГЗУ}}^T.$$

Нормативы потерь в основных технологических системах на отрасли тепла равны для всех турбоагрегатов

$$\Pi^T = \Pi_{\text{ГЗУ}}^T = 0,05 \text{ м}^3/\text{ГДк.}$$

Нормативы четверт в основных технологических системах на отпуск электрической энергии равны

$$\Pi_{TA-1}^3 = 2,02 + 0,11 + 0,28 = 2,41 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$\Pi_{TA-2}^3 = 2,12 + 0,11 + 0,28 = 2,51 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$\Pi_{TA-3}^3 = 2,57 + 0,11 + 0,28 = 2,96 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$\Pi_{TA-4}^3 = 2,41 + 0,11 + 0,28 = 2,80 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

Индивидуальные нормативы переданной воды равны сумме нормативов воды, переданной на подпитку теплосети, а также с талым и паром на производство, и равны для всех турбоагрегатов

$$H_p^{Tper} = H_{TCA}^{Tper} + H_{BPU}^{Tper} = 0,264 + 0,124 = 0,39 \text{ м}^3/\text{ГДж}.$$

Средне воды от основных и вспомогательных систем ТЭЦ поступают в систему ГЗУ, и только сточные воды от ГЗУ сбрасывают в водоподачник.

Прием сбросов, в том числе водоснабжения для всех турбоагрегатов

$$H^{3CT} = H_{GZU}^{3CT} = 2,16 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$H^{TCT} = H_{GZU}^{TCT} = 0,26 \text{ м}^3/\text{ГДж}.$$

Порядок отведения хозяйственно-бытовых сточных вод, заправки генераторов, очистки воздуха и речи

$$\mu_x^{3CT} = 0,016 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}) ; \quad H_x^{TCT} = 0,007 \text{ м}^3/\text{ГДж}.$$

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 складывать индивидуальные нормы каждого турбоагрегата.

Поскольку нормы водонагревания и водоснабжения 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).

$$H_{TЭЦ}^{2,сб} = \frac{4,67 \cdot 43,4 + 4,79 \cdot 41,4 + 5,32 \cdot 70,7 + 5,13 \cdot 76,4}{230,9} = 5,04 \text{ м}^3 / (\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

$$H_{TЭЦ}^{3,об} = \frac{143,84 \cdot 43,4 + 150,78 \cdot 41,4 + 187,83 \cdot 70,7 + 176,12 \cdot 76,4}{230,9} =$$

$$= 169,09 \text{ м}^3 / (\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

$$\Pi^3 = \frac{2,41 \cdot 43,4 + 2,51 \cdot 41,4 + 2,96 \cdot 70,7 + 2,80 \cdot 76,4}{230,9} = 2,72 \text{ м}^3 / (\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

Нормы потребления и отведения воды по другим направлениям разны для каждого турбогенератора и принимаются по ТЭЦ в целом.

Данные расчета сводятся в формы 1 и 2.

Для оценки достоверности расчета норм проверяется баланс ТЭЦ:

$$(H_{TEx}^{3,сб} + H_x^{3,сб})_3 + (H_{TEx}^{T,сб} + H_x^{T,сб})_1 = (H_x^{3,ст} + H_x^{3,ст} + \Pi^3)_3 + \\ + (H_x^{T,ст} + H_x^{T,ст} + \Pi^T + H_p^{T,пер})_T$$

Первая часть уравнения равна

$$(5,04+0,018) \cdot 230,9 + (0,78+0,003) \cdot 1894,1 = 2550,97 \text{ м}^3.$$

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 недолив в 0,94 м³ объясняется тем, что при расчете числовые значения норм округлялись до двух знаков после запятой.

10. Расчет угольных количеств
загрязняющих воду веществ
и приведенного стока системы ГЭУ

Сточные воды всех технологических систем сбрасываются в систему ГЭУ. Отведение сточных вод ТЭС в водный объект организовано с засорителя. Степень загрязненности стводимых сточных вод определяется расчетом.

Расчет производится по формулам (4.12) - (4.20). Результаты расчета сводятся в табл. ПБ.4.

Так, для сульфатов:

$$C_{SO_4}^{c\delta} = 58 \text{ мг/л} - \text{концентрация сульфатов в свежей речной воде.}$$

$$C_{SO_4}^{ct'} = 250 \text{ мг/л} - \text{концентрация сульфатов в стоках ГЭУ (т.е. после технологического процесса).}$$

$$C_{SO_4}^{ct''} = 250 \text{ мг/л} - \text{концентрация сульфатов в стоках, подлежащих сбросу в водоемы после их очистки.}$$

Ввиду того, что на электростанции очистные сооружения с существуют, показатели $C^{ct'}$ и $C^{ct''}$ загрязняющих воду веществ одинаковы.

$$\Delta C_{SO_4}^{ct'} = C_{SO_4}^{ct'} - C_{SO_4}^{c\delta} = 250 - 58 = 192 \text{ мг/л;}$$

$$\Delta C_{SO_4}^{ct''} = C_{SO_4}^{ct''} - C_{SO_4}^{c\delta} = 250 - 58 = 192 \text{ мг/л.}$$

Удельное количество загрязняющего воду вредного вещества (сульфатов) на единицу продукции (1 МВт·ч, ГДж), попадающего в стоки в процессе производства:

$$M_{SO_4}^{13} = H_{ГЭУ}^{act} \Delta C_{SO_4}^{ct'} \cdot 10^{-3} = 2,16 \cdot 192 \cdot 10^{-3} = 0,41 \text{ кг/(МВт·ч);}$$

$$M_{SO_4}^{11} = H_{ГЭУ}^{act} \Delta C_{SO_4}^{ct''} \cdot 10^{-3} = 0,36 \cdot 192 \cdot 10^{-3} = 0,07 \text{ кг/ГДж.}$$

Удельное количество загрязняющего воду вредного вещества (сульфатов) на единицу продукции (1 МВт·ч, 1 ГДж), оставшееся в сточных водах после очистки:

$$M_{30_4}^{33} = H_{334}^{3 CT} \quad C_{SO_4}'' 10^{-3} = 2,16 \cdot 250 \cdot 10^{-3} = 0,54 \text{ kP/(MBT} \cdot \text{u});$$

$$M_{S_{D_4}}^{H_T} = H_{T3Y}^{CT} C_{S_{D_4}}^{H} \cdot 10^{-3} = 0,36 \cdot 250 \cdot 10^{-6} = 0,09 \text{ кг/ГДж.}$$

Удельное количество загрязняющего воду вредного вещества (сульфатов) на единицу продукции (1 МВт·ч, 1 ГДж), поступающего в водоем с очищенными сточными водами с учетом "фонового" загрязнения водосисточника:

$$M_{S0_4}^{'''3} = H_{r3y}^{3,CT} \Delta C_{S0_4}^{'''} 10^{-3} = 2,16 \cdot 192 \cdot 10^{-3} = 0,41 \text{ kr/(MBT · u)}$$

$$M_{50_4}^{H,T} = H_{T,3y}^{T,CT} \Delta C_{50_4}'' \cdot 10^{-3} = 0,36 \cdot 192 \cdot 10^{-3} = 0,07 \text{ кг/ГДж.}$$

Удельный "приведенный" сток на единицу продукции ($\text{т МВт} \cdot \text{ч}$) I ГЭС) до очистки:

$$Z_{SO_4}^{13} = H_{ГЗУ}^{3 \text{ ст}} \frac{C_{SO_4}^{ст}}{ПДК_{SO_4}} = 2,16 \cdot \frac{250}{500} = 1,08 \text{ м}^3 / (\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

Состав и концентрация загрязнений в сточных

- 61 -

$$Z_{SO_4}^{II} = H_{ГЗУ}^{ст} \frac{C_{SO_4}^c}{ПДК_{SO_4}} = 0,36 \cdot \frac{250}{500} = 0,18 \text{ м}^3/\text{ГДк};$$

заслуживает:

$$Z_{SO_4}^{III} = H_{ГЗУ}^{ст} \frac{C_{SO_4}^{ст''}}{ПДК_{SO_4}} = 2,16 \cdot \frac{250}{500} = 1,08 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч})$$

$$Z_{SO_4}^{IT} = H_{ГЗУ}^{ст} \frac{C_{SO_4}^{ст''}}{ПДК_{SO_4}} = 0,36 \cdot \frac{250}{500} = 0,18 \text{ м}^3/\text{ГДк}.$$

Поскольку очистные сооружения на ТЭЦ отсутствуют, показа-

M^{I3} и M^{III3} , M^{IT} и M^{IIIIT} , Z^{I3} и Z^{III3} , Z^{IT} и Z^{IIIIT}
между собой равны.

По данным таблицы ПБ.4 составляется форма 3 данного прило-
жения.

Таблица ПБ.4

вода Челябинск за ТЭЦ за 19__ г.

Форма табуляции						
$H_d^{ст} = C_d H_{ГЗУ}^{ст}$	Удельное количество загрязненного воду потребления, состоящее из сточных вод $\text{м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч})$	Удельное количество загрязненного воду потребления, состоящее из сточных вод $\text{м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч})$	Удельное количество загрязненного воду потребления, состоящее из сточных вод $\text{м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч})$	Удельное приве- денное количество $\text{м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч})$	Удельное приве- денное количество $\text{м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч})$	$Z_d^{ст} = H_{ГЗУ}^{ст} / ПДК_d$
$0,0 \cdot 9/0,00216$	0,043/0,0372	0,0129/0,00216	-	-	-	
$3,51 \cdot 10^{-4}/1,44 \cdot 10^{-4}$	$2,16 \cdot 10^{-5}/0,36 \cdot 10^{-5}$	$8,64 \cdot 10^{-4}/1,44 \cdot 10^{-4}$	$21,6/3,6$	$21,6/3,6$	$21,6/3,6$	
	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	
$0,41/0,07$	0,54/0,09	0,41/0,07	$1,08/0,16$	$1,08/0,18$		
$0,199/0,032$	0,216/0,036	$0,199/0,032$	$0,617/0,108$	$0,617/0,108$		
$0,028/0,046$	0,032/0,054	$0,023/0,0046$	$21,6/3,6$	$21,6/3,6$		
$2,06 \cdot 10^{-4}/0,34 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 16 \cdot 10^{-5}/0,36 \cdot 10^{-5}$	$2,05 \cdot 10^{-4}/0,34 \cdot 10^{-4}$	$4,32/0,72$	$4,32/0,72$		
$6,48 \cdot 10^{-4}/1,08 \cdot 10^{-4}$	$8,64 \cdot 10^{-5}/1,44 \cdot 10^{-5}$	$6,48 \cdot 10^{-4}/1,08 \cdot 10^{-4}$	$8,64/1,41$	$8,64/1,41$		
$1,40/0,23$	1,94/0,32	1,4/0,32	$1,94/0,32$	$1,94/0,32$		

Расчет индивидуальной нормы водопотребления на

Ном. турбинам	Вид и объем [*] продукции	Вид тепло- из- во-	Система водо- снабже- ния	Индивидуальная норма								
				на технологические нужды						на воспроизвод- ство и подсобные		
				Всего	В том числе вода				Всего	В том числе		
1	2	3	4		свежая вода	питьевая	иное	обратная		питьевое использование	иное	использование
III-60-130 13 (ТА-1)	электроэнергия 320726 МВт ч Тепло 3375752 ГДж	Уголь		148,83	4,67	-	4,67	143,84	0,37	0,065	-	-
III-60-130/13 (ТА-2)	электроэнергия 346697 МВт ч Тепло 3269311,5 ГДж	-"		155,94	4,79	-	4,79	150,78	0,37	0,065	-	-
I-100-130 (ТА-3)	Электроэнергия 602434,7 МВт Тепло 4082411,1 ГДж	-"	Система охлаждения - погорелка	193,52	5,32	-	5,32	187,83	0,37	0,065	-	-
I-100-130 (ТА-4)	Электроэнергия 494566,6 МВт ч Тепло 3718297,1 ГДж	-"	Система охлаждения - погорелка; ГРУ - система ГРУ	181,62	5,13	-	5,13	176,12	0,37	0,065	-	-
по ТЭЦ в целям	Электроэнергия 1763606,3 МВт ч Тепло 14445772 ГДж	-"		174,50	5,04	-	5,04	169,09	0,39	0,065	-	-
				6,84	0,78	-	0,78	-	0,06	-	-	-

*указана расчетная объемы продукции, усредненные за три года.

единицу предъяви (1 МВт·ч. I ГЭк) по Челябинской ТЭЦ

Ф о р м а I

водопотребления, м ³ /ед. продукции											
питьевые нужды			на хозяйствственно-питьевые нужды						В том числе вода		
число		В том числе						свежая вода			
воды	оборотная	последовательно используемой	Всего	техническая	питьевая	итого	оборотная	последовательно используемый	Всего	техническая	питьевая
итого	оборотная	последовательно используемой	17	18	19	20	21	22	23	24	25
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
-	-	0,065	0,018	-	0,018	0,018	-	-	148,97	4,67	0,018
-	-	-	0,003	-	0,003	0,003	-	-	0,78	0,78	0,003
-	-	0,065	0,018	-	0,018	0,018	-	-	156,03	4,79	0,018
-	-	-	0,003	-	0,003	0,003	-	-	0,78	0,78	0,003
-	-	0,065	0,018	-	0,018	0,018	-	-	193,61	5,32	0,018
-	-	-	0,003	-	0,003	0,003	-	-	0,78	0,78	0,003
-	-	0,065	0,018	-	0,018	0,018	-	-	131,71	5,10	0,018
-	-	-	0,003	-	0,003	0,003	-	-	0,78	0,78	0,003
-	-	0,065	0,018	-	0,018	0,018	-	-	174,69	5,04	0,018
-	-	-	0,003	-	0,003	0,003	-	-	0,78	0,78	0,003

Ф о р м а 2

Расчет индивидуальной нормы водостечения на единицу продукции (1 МВт·ч, 1 Гж) по Челябинской ТЭЦ

Тип турбины	Вид продукции	Вид топлива	Система водоснабжения	Индивидуальные нормативы потерь, м ³ /ед. продукции					Индивидуальная норма водостечения по направлению использования воды, м ³ /ед. продукции										
				На технологические нужды	На кухню	На хлебопекарное производство	На хозяйственное питание	Всего (графы 5-6+7)	Индивидуальные нормативы воды, переданной другой потребительской группе, ч/ед. продукции			Технологические нужды	Нужды испомогательного или подсобного производства			Хозяйственно-бытовые нужды	В том числе сточные воды		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ПГ-60-130 (ТА-1)	Электроэнергия	Уголь	Система скважин - оборотная с градирнями, система ГЗУ - промточная	2,41 0,05	-	-	2,41 0,05	- 0,39	2,16 0,36	-	2,16 0,36	-	-	-	0,018 0,003	2,18 0,36	2,18 0,36	-	-
ПГ-60-130 (ТА-2)	Электроэнергия	-"		2,51 0,05	-	-	2,51 0,05	- 0,39	2,16 0,36	-	2,16 0,36	-	-	-	0,018 0,003	2,18 0,36	2,18 0,36	-	-
Т-100-130 (ТА-3)	Электроэнергия	-"		2,96 0,05	-	-	2,96 0,05	- 0,39	2,16 0,36	-	2,16 0,36	-	-	-	0,018 0,003	2,18 0,36	2,18 0,36	-	-
Т-100-130 (ТА-4)	Электроэнергия	-"		2,80 0,05	-	-	2,80 0,05	- 0,39	2,16 0,36	-	2,16 0,36	-	-	-	0,018 0,003	2,18 0,36	2,18 0,36	-	-
В целом по ТЭЦ	Электроэнергия	-"		2,72 0,05	-	-	2,72 0,05	- 0,39	2,16 0,36	-	2,16 0,36	-	-	-	0,018 0,003	2,18 0,36	2,18 0,36	-	-

Качество отходной воды из единиц продукции (1 МВт·ч, 1 ГДж)
Челябинская ТЭЦ

Вид продукции энергетич. ректия	Значение вещества	Данные из-заражения предназнач. вещества	Удельное количество загрязняющего воду вещества кг/ед.продукции		Метод очистки	Удельные при в- ведении сме- ши кг/ед.продукции	
			до очи- стки	после очистки		до очи- стки	после очистки
I		3	4	5	6	7	8
Электроэнергия	Бария	Взвешенное вещество		0,0129	0,0129	-	-
Тепло				0,00216	0,00216	-	-
Электроэнергия	Нефтепродукты			$3,64 \cdot 10^{-4}$	$8,64 \cdot 10^{-4}$	21,0	21,6
Газо				$1,44 \cdot 10^{-4}$	$44 \cdot 10^{-4}$	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	23,7	21,6
Тепло				0,0045	0,0045	3,5	3,6
Электроэнергия	Бензин			$2,05 \cdot 10^{-4}$	$2,05 \cdot 10^{-4}$	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	0,22	0,32	0,32

Сопоставление расчетного расхода свежей воды, в том числе питьевого

вид продукци- и, единица измерения	Фактиче- ский отпуск продукции	Индивидуальная норма потребления свежей воды, м ³ /ед. продукции						Расчетная потребность в свежей воде при отпуске продукции,			
		Всего	В том числе				Всего	В том числе			
			питьево- го качес- тва	на промыш- ленные нужды	на хозяйст- венно-питьевые нужды	Всего		Всего	на производ- ственные нужды	В том числе питьево- го качес- тва	
Электро- энергия, МВт·ч	1769628	5,06	0,018	0,04	-	0,018	0,018	5952,30	31,86	8920,44	-
Газо-	13018276	0,763	0,003	0,700	-	0,003	0,003	10193,31	39,06	10154,26	-
Итого ...								19145,61	70,91	19074,70	-

Чистота, с фактическим ее использованием за 19__ г. по Челябинской ТЭЦ

воды на фильтрах		Фактический расход воды в 1990 году, тыс. м ³						Снижение ("+" позитивное) фактического использования смешанной воды, в том числе питьевого качества, по сравнению с ее потребностью, определяемой по нормам			
		Всего	В том числе				Всего	В том числе			
на хозяйственное-питьевые нужды			на питьевого водоснабжения	на производственные нужды	на хозяйственное-питьевые нужды	Всего	В том числе	питьевого качества	на промышленные нужды	на хозяйственное-питьевые нужды	
Всего	В том числе питьевого качества		Всего	В том числе питьевого качества	Всего	Всего	В том числе питьевого качества	на промышленные нужды	Всего	В том числе питьевого качества	
31,86	31,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
,05	39,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
,91	70,91	22998,43	108,70	22941,73	-	134,70	108,70	+3029,52 (+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 турбоагрега-
тов в летний период составляет

$$W_{ox}^{ct} = 2 \cdot 180 + 2 \cdot 360 = 1080 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для сокращения потребления свежей воды в оборотную систему
подаются предварительно очищенные слабоминерализованные стоки в
количество

$$W_{ct}^{ct} = 70 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

На подпитку оборотной системы ГЗУ из системы охлаждения ис-
пользуется вода в количестве

$$W_{ox}^{pp} = W_{ГЗУ}^{tot} - W_{блу}^{ct} - W_{б.к}^{ct} - W_{x,pr}^{ct} - W_b^{ct} = 152-71-0,04-0,28-15 = 65,7 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Требуемый расход воды на подпитку оборотной системы охлажде-
ния составляет

$$W_{ox}^{доб} = W_{ox}^u + W_{ox}^{ку} + W_{ox}^{pp} = 604,8 + 240 + 65,7 = 910,5 \text{ м}^3/\text{ч},$$

и том числе свежей речной воды

$$(W_{ox}^{cb})' = W_{ox}^{\partial\partial} - W_{ox}^{cr} = 910,5 - 70 = 840,5 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

(относительное сокращение потребления свежей воды на подпитку оборотной системы охлаждения:

$$\delta_{ox} = \frac{W_{ox}^{cb} - (W_{ox}^{cb})'}{W_{ox}^{cb}} \cdot 100 = \frac{1080 - 840,5}{1080} \cdot 100 = 22\%$$

Коэффициент упаривания оборотной воды:

$$\psi = \frac{W_{ox}^{\partial\partial}}{W_{ox}^{\partial\partial} - W_{ox}^{cr}} = \frac{910,5}{910,5 - 604,8} = 3,0.$$

Принимая, что солевой состав подаваемых в оборотную систему слабоминерализованных стоков близок к составу свежей речной воды, можно оценить солесодержание оборотной воды:

$$(W_0)_{ob} = 3,0 \cdot 2,2 = 6,6 \text{ мг-экв/л};$$

$$(K_0)_{ob} = 3,0 \cdot 3,1 = 9,3 \text{ мг-экв/л};$$

$$(Ca^{2+})_{ob} = 3,0 \cdot 36 = 108 \text{ мг/л};$$

$$(Mg^{2+})_{ob} = 3,0 \cdot 15,8 = 47,4 \text{ мг/л};$$

$$(Na^+)_{ob} = 3,0 \cdot 20,7 = 62,1 \text{ мг/л};$$

$$(SO_4^{2-})_{ob} = 3,0 \cdot 58 = 174 \text{ мг/л};$$

$$(Cl^-)_{ob} = 3,0 \cdot 12,4 = 37,2 \text{ мг/л};$$

$$(SiO_3^{2-})_{ob} = 3,0 \cdot 4,9 = 14,7 \text{ мг/л};$$

$$(Fe_0)_{ob} = 3,0 \cdot 0,2 = 0,6 \text{ мг/л};$$

$$(u_{\text{рас}})_{\text{об}} = 3,0 \cdot 35,4 = 106,2 \text{ мг/л};$$

$$(CO)_{\text{об}} = 3,0 \cdot 282 = 847 \text{ мг/л}.$$

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 1 мг/л. При этом содержание сульфатов в оборотной воде повысится до 260 мг/л, а сухой остаток составит 826 мг/л. Новые расходы свежей воды $(W_{\text{ox}}^{\text{об}})'$ на подпитку оборотной системы охлаждения для каждого турбогенератора определяются пропорционально первоначальным расходам свежей воды $W_{\text{ox}}^{\text{об}}$.

Для турбогенератора ПТ-60-130/13 они составят

$$(W_{\text{ox}}^{\text{об}})' = \frac{840,5 \cdot 192}{1080} = 140,1 \text{ м}^3/\text{ч};$$

а для турбогенератора Т-100-130 -

$$(W_{\text{ox}}^{\text{об}})' = \frac{840,5 \cdot 360}{1080} = 280,2 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Сравним новые нормы потребления свежей воды $(H_{\text{ox}}^{\text{об}})'$ с первоначальными $H_{\text{ox}}^{\text{об}}$ для системы охлаждения четырех турбогенераторов в летний период:

турбогенератор №1 ПТ-60-130/13:

$$(H_{\text{ox}}^{\text{об}})' = \frac{140,1}{40,9} = 3,42 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$H_{\text{ox}}^{\text{об}} = \frac{180}{40,9} = 4,4 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

турбогенератор №2 ПГ-60-130/ 3:

$$(H_{ox}^{CB})' = \frac{140,1}{40,7} = 3,44 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$H_{ox}^{CB} = \frac{180}{40,7} = 4,42 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

турбогенератор №3 Т-100-130:

$$(H_{ox}^{CB})' = \frac{280,2}{74,2} = 3,78 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$H_{ox}^{CB} = \frac{360}{74,2} = 4,85 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

турбогенератор №4 Т-100-130:

$$(H_{ox}^{CB})' = \frac{280,2}{75,4} = 3,72 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$H_{ox}^{CB} = \frac{360}{75,4} = 4,77 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч}).$$

Пример 2. Перевод системы ГЗУ на эксплуатацию по обратной схеме.

Исходные данные – см. приложение 3.

Потоки воды в обратной системе ГЗУ составляют

$$W_{r3y}^{tot} = W_{r3y}^u + W_{r3y}^{ej} + W_{r3y}^{\theta_H} = 51 + 49 + 52 = 152 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

В систему ГЗУ поступают осадки на золоотвале W_{r3y}^H и стоки от других технологических систем $W_{r3g}^{n,n}$

$$W_{r3y}^{tot} = W_{r3y}^H + W_{Bny}^{CT} + W_{ox}^{CT} + W_{X np}^{CT} + W_{\theta_K}^{CT} + W_{\theta}^{CT} =$$

$$= 38 + 71 + 65,7 + 0,26 + 0,04 + 15 = 190 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$W_{ox}^{CT} = 65,7 \text{ м}^3/\text{ч}$ – принимаем из примера I.

Поступление воды в оборотную систему ГЭУ превышает потери на

$$W_{ГЭУ}^{np} = 190 - 152 = 38 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Значение минимальной продувки системы ГЭУ с учетом стоков от других технологических систем определяется по формуле (Б.134):

$$W_{ГЭУ}^{np} = \frac{\left\{ W_{оп.В} (W_{оп.В} + 3,95^{np} + 7,05 \sqrt{S^{np}}) + [SO_4^{2-}]^{ добав } \cdot W_{ГЭУ}^{ добав } \right\} e^{-0,0054t}}{36} - \\ - \left[0,5 (\psi_3 + \psi_{шл}) + W_{ГЭУ}^{\phi} \right].$$

Расход воды на орошение мокрых золоудовителей $W_{оп.В}$, по данным проектно-технической документации, составляет $230 \text{ м}^3/\text{ч}$; $W_{оп.В}$ равно $2,3 \text{ мг-экв/л}$ (осветленная вода после подкисления); S^{np} - процентное содержание серы в топливе, приведенное к $1000 \text{ ккал/кг } Q_H^p$.

По данным электростанции, $S_{об}^c$ угля равно 1% , влажность разбочая W^p 19% .

Рабочее процентное содержание серы в топливе:

$$S^p = S_{об}^c \cdot \frac{100 - W^p}{100} = 1 \cdot \frac{100 - 19}{100} = 0,81\%.$$

Низшая теплота сгорания угля Q_H^p , по эксплуатационным данным, составляет 3200 МДж/кг (ккал/кг).

Тогда S^{np} определяется как

$$S^{np} = \frac{S^p}{Q_H^p : 1000} = \frac{0,81}{3,2} = 0,25\%.$$

Расход добавочной воды, включавший свежую воду:

$$W_{ГЭУ}^{ добав } = W_{ВНУ}^{ CT } + W_{ОХ}^{ CT } + W_{Х.пР}^{ CT } + W_{Ф.К}^{ CT } + W_F^{ CT } + W_{ГЭУ}^H = 190 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$[SO_4^{2-}]^{ добав } -$ усредненное содержание сульфатов в добавочной воде (мг-экв/л) - определяется как средневзвешенная концентрация сульфатов всех потоков воды, поступающих в систему ГЭУ.

$$\left[SO_4^{2-} \right]_{\text{внУ}}^{\text{обб}} = \frac{\left[SO_4^{2-} \right]_{\text{внУ}}^{\text{ct}} W_{\text{внУ}}^{\text{ct}} + \left[SO_4^{2-} \right]_{\text{ox}}^{\text{ct}} W_{\text{ox}}^{\text{ct}} + \left[SO_4^{2-} \right]_{x, np}^{\text{ct}} W_{x, np}^{\text{ct}} + \left[SO_4^{2-} \right]_{\delta}^{\text{ct}} W_{\delta}^{\text{ct}}}{190};$$

концентрация сульфатов в сточных водах ПНУ:

$$\left[SO_4^{2-} \right]_{\text{внУ}}^{\text{ct}} = \frac{\left[SO_4^{2-} \right]_{\text{хим. об}}^{\text{ct}} W_{\text{хим. об}}^{\text{ct}} + \left[SO_4^{2-} \right]_{\text{умнеч}}^{\text{ct}} W_{\text{умнеч}}^{\text{ct}}}{W_{\text{хим. об}}^{\text{ct}} + W_{\text{умнеч}}^{\text{ct}}} =$$

$$= \frac{33,8 \cdot 51 + 20 \cdot 1,2}{51 + 20} = 24,47 \text{ мг-экв/л};$$

$$\left[SO_4^{2-} \right]_{\text{ox}}^{\text{ct}} = 250 \text{ мг/л} = 5,21 \text{ мг-экв/л};$$

$\left[SO_4^{2-} \right]_{x, np}^{\text{ct}}$ не учитывается, так как химическая очистка производится обессоливкой водой;

$\left[SO_4^{2-} \right]_{\delta}^{\text{ct}} = 5,21 \text{ мг-экв/л}$ (принимается аналогично оборотной системе охлаждения);

$$\left[SO_4^{2-} \right]_{\text{обб}}^{\text{обб}} = \frac{24,47 \cdot 71 + 5,21 \cdot 65,7 \cdot 5,21 \cdot 15}{190} = 11,36 \text{ мг-экв/л};$$

$\left[SO_4^{2-} \right]_{\text{обб}}^{\text{сум}} =$ усредненное содержание сульфатов в добавочной воде: по данным проектно-технической документации равно 11,36 мг-экв/л;

T — продолжительность пребывания осветленной воды на засоре; принимается 200 ч.

φ — сопряжение натуральных логарифмов разное 2,7183;

$W_{\text{фильтр}}^{\Phi}$ — суммарные потери на фильтрации в системе ГРУ; в данном случае равно 0;

$\psi_j, \psi_{\text{шл}}$ — количество золы и шлака, поступающих на золоотвал.

По данным технического проекта:

$$\psi_j = 98,1 \text{ т/ч};$$

$$\psi_{\text{шл}} = 18,0 \text{ т/ч}.$$

$$W_{T3Y}^{pp} = \frac{[230 \cdot (2,3+3,9 \cdot 0,25 + 0,06 \cdot 0,25) + 11,36 \cdot 190] e^{-0,005 \cdot 200}}{36}$$

$$= 0,5 \cdot (98,1 \cdot 18) = 38 - 58 = -20 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Отрицательное значение W_{T3Y}^{pp} указывает на отсутствие опасности появления сульфатных отложений.

Значение продувки системы ГЭУ принимается из условия поддержания водного баланса на уровне $38 \text{ м}^3/\text{ч.}$

Таким образом, в систему ГЭУ поступают осадки, принимаемые как W_{T3Y}^t , в количестве $38 \text{ м}^3/\text{ч}$ и стоки других систем

W_{T3Y}^{pp} в количестве $152 \text{ м}^3/\text{ч}$. Количество сточных вод системы

$W_{T3Y}^{st} = 38 \text{ м}^3/\text{ч}$. Количество потерь $W_{T3Y}^{pot} = 152 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Новые нормы водопользования системы ГЭУ определяются аналогично первоначальным на два вида продукции пропорционально расходам теплива:

$$H_{T3Y}^3 = \frac{W_{T3Y} B^3}{B_{T3C} \beta_{T3C}} \quad \text{и} \quad H_{T3Y}^T = \frac{W_{T3Y} B^T}{B_{T3C} T_{T3C}};$$

$$H_{T3Y}^{3CB} = \frac{38 \cdot 55,9}{132,8 \cdot 230,9} = 0,069 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$H_{T3Y}^{TCB} = \frac{38 \cdot 76,9}{132,8 \cdot 1894,1} = 0,012 \text{ м}^3/\text{ГДж};$$

$$H_{T3Y}^{3PP} = \frac{152 \cdot 55,9}{132,8 \cdot 230,9} = 0,277 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$H_{T3Y}^{TCP} = \frac{152 \cdot 76,9}{132,8 \cdot 1894,1} = 0,046 \text{ м}^3/\text{ГДж};$$

$$H_{T3Y}^{3CT} = \frac{38 \cdot 55,9}{132,8 \cdot 230,9} = 0,069 \text{ м}^3/(\text{МВт} \cdot \text{ч});$$

$$H_{T3Y}^{TCCT} = \frac{38 \cdot 76,9}{132,8 \cdot 1894,1} = 0,012 \text{ м}^3/\text{ГДж}.$$

Использованная литература

1. НОРМАТИВНЫЕ характеристики конденсационных установок паровых турбин типа К. - М.: СНТИ ОГРЭС, 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.: СНТИ ОГРЭС, 1975.
4. ТИПОВАЯ энергетическая характеристика конденсатора 800-КЦС-3 турбины К-300-240-3 ТМЗ. - М.: СПО Союзтехэнерго, 1984.
5. РУКОВ ДЛЯЧЕ указания по генеральному расчету поверхностных конденсаторов мощных турбин тепловых и атомных электростанций. - М.: СПО Спецтехэнерго, 1982.
6. МИРСАНОВ И.М. Конденсационные установки. - М.-Л.: Энергия, 1965.
7. ВОДОСНАБЖЕНИЕ. Наружные сети и сооружения: СНиП 7-31-74/Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1975.
8. ЧИБАШЕВ К.П., ГОРШКОВ И.Ф. Гидрологические расчеты. - Л.: Гидрометеоиздат, 1970.
9. СПРАВОЧНИК гидрогеолога/ Под общей ред. М.Е. Альтовского. - М.: Госгегитехиздат, 1962.
10. СПРАВОЧНИК по инженерно-геологическим расчетам при изысканиях для гидроэнергетического строительства. - М.: Госэнергоиздат, 1955.
11. МЕЛЕНТЬЕВ В.А., Нагли Е.З. Гидроссыудление и залостиаглы. - 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. КУСТАРИЧЕНКО Ю.М. Инструкция по анализу воды, пара и отложений в теплоэнергетическом хозяйстве. - М.: Энергия, 1967.
15. СПРАВОЧНИК химика-энергетика. Т.1. Водоподготовка и водный режим парогенераторов. - М.: Энергия, 1972.
16. РУКОВОДЯЩИЕ указания по известкованию воды на электростанциях. - М.: ЦГИТИ ОРГРЭС 1973.
17. РУКОВОДСТВО по проектированию обработки и очистки производственных сточных вод тепловых электростанций. - М.: Информэнерго, 1976.
18. ВНУТРЕННИЙ водопровод и канализации зданий: СНиП II-30-76/ Госстрой СССР. - 4.: Стройиздат, 1977.
19. МЕТОДИЧЕСКИЕ указания по разработке норм и нормативов водопотребления и водоотведения с учетом качества потребляемой и отводимой воды в промышленности. - М.: НИИПГ 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	12
4. Индивидуальные текущие нормы и нормативы водопотребления и водоотведения с учетом качества потребляемой и отводимой воды.....	13
5. Индивидуальные нормы и нормативы водопотребления и водоотведения основных технологических систем.....	21
5.1. Система охлаждения.....	21
5.2. Система охлаждения вспомогательных механизмов основного оборудования ТЭС.....	35
5.3. Водоподготовительные установки.....	36
5.4. Система гидроэрозоль удаления.....	57
5.5. Промышленные регенеративные воздухоподогреватели и водогрейные котлы.....	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.....	71
Приложение I. Основные термины и определения по водопотреблению и водоотведению в теплоэнергетике.	73
Приложение 2. Текущие индивидуальные нормы и нормативы водопотребления и водоотведения	76
Приложение 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 хозяйствственно-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 водонагревания 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.