

Утверждена
Министерством энергетики
и электрификации СССР
4 января 1987 года

Согласовано
с Украинским филиалом НИИПиН
при Госплане СССР
24 декабря 1986 года

Срок действия установлен
с 1 января 1987 года
до 1 января 1992 года

Взамен "Отраслевой методики
по разработке норм и нормативов
водопотребления и водоотведения
на предприятиях теплоэнергетики"

**МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ НОРМ И НОРМАТИВОВ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ
И ВОДООТВЕДЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ
МТ 34-00-030-87**

Составлена Уральским филиалом Всесоюзного дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехнического научно-исследовательского института им. Ф.Э. Дзержинского (УралВТИ).

Согласована с Украинским филиалом НИИПиН при Госплане СССР 24.12.86.

Директор Б.В. Щербицкий.

Утверждена Министерством энергетики и электрификации СССР 04.01.87.

Заместитель министра А.Н. Макухин.

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотривших на сайте [фахверковые дома](#).

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

Методика разработана на основе "Отраслевой методики по разработке норм и нормативов водопотребления и водоотведения на предприятиях теплоэнергетики" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1982) с учетом накопленного опыта работы по нормированию водопользования электростанций в 11-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".

1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

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

1. ГОСТ 17403-72. Гидрохимия. Основные понятия. Термины и определения.
2. ГОСТ 19179-73. Гидрология суши. Термины и определения.
3. ГОСТ 19185-73. Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения.
4. ГОСТ 17.1.1.01-77. Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения.

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

Основные принятые сокращения

А	- содержание анионов, г-экв/куб. м.
А	- расход золошлаковых остатков, т/ч.
ЭШ	
В	- расход топлива, т/ч.

b	- удельный расход соли, г-экв/г-экв.
С, ДЕЛЬТА С концентрации	- соответственно концентрация и приращение вещества, мг/л.
С	- удельная теплоемкость воды, кДж/(кг x град.).
В	
D	- доза реагента, г-экв/г.
D м/ч.	- пропуск отработавшего пара в конденсатор, куб.
2	
d	- концентрация осадка, %.
E	- высота слоя испарения, мм.
F	- площадь зеркала водохранилища, кв. км.
g	- фильтрационный расход, л/(с x м).
G	- количество осаждающихся веществ, г/куб. м.
K , K лет зим	- коэффициент сезонной неравномерности.
M вещества,	- удельное количество загрязняющего воду вредного вещества, кг/МВт.ч; кг/ГДж.
P	- относительные потери воды.
p	
Q	- низшая теплота сгорания топлива.
н	
Q	- объем продукции, МВт.ч; ГДж.
q	- удельный расход воды, куб. м/т.
R	- глубина залегания водоупорного слоя, м.
t	- начальная температура охлаждающей воды, °С.
1	
W	- расход воды, куб. м/ч.
Z м/ГДж.	- условный расход сточных вод, куб. м/МВт.ч, куб.
ДЕЛЬТА t	- перепад температур, °С.

ДЕЛЬТА h пара, кДж/кг.	- удельная теплота конденсации отработавшего
б электроэнергии	- удельный расход условного топлива на отпуск и тепла, г/кВт.ч и кг/ГДж (кг/Гкал).
эпсилон	- обменная емкость ионита, г-экв/куб. м.
ТЕТА	- значение сухого остатка, г/кг.
тау	- продолжительность, ч.
фи	- коэффициент упаривания воды в системе.
фи	- количество золы, т/ч.
з	
фи	- количество шлака, т/ч.
шл	
И	- расход извести, г/куб. м.
Ж	- жесткость, мг-экв/л.
Н отпуск единицы	- норма водопотребления или водоотведения на электроэнергии или тепла, куб. м/МВт.ч или куб. м/ГДж.
Орг	- содержание органических веществ, г/куб. м.
П м/ГДж.	- норматив безвозвратных потерь воды на отпуск электроэнергии или тепла, куб. м/МВт.ч или куб.
Т	- отпуск тепла, ГДж (Гкал).
Щ	- щелочность, г-экв/л.
Э	- отпуск электроэнергии, МВт.ч.

Подстрочные и надстрочные индексы

в	- вспомогательное и подсобное производство.
вн	- внутростанционные.
вп	- водопотребление.
в.к	- водогрейный котел.

г	- газоохладитель.
д.и	- дополнительное испарение.
доб	- добавочная.
доп	- допустимый.
е.и	- естественное испарение.
ик	- известково-коагулированная.
исп	- испарение, упаривание.
исх	- исходная.
кар	- карбонатная.
конд	- конденсационный цикл.
конц	- концентрация.
к.у	- капельный унос.
м	- маслоохладитель.
об	- обратная.
ор	- орошение.
ост	- остаточная.
от	- отпущенная.
отх	- отходы.
ох	- охлаждение.
оч	- очищенная.
п	- содержание соответствующих компонентов после предварительной обработки воды.
пер	- переданная.
под	- подкисление.
потр	- потребляемая.
пот	- потери.
пп	- последовательно или повторно используемая.
пр	- продувка.
пред	- предварительная обработка.
с	- сухое.
св	- свежая.

- сл - слабоминерализованная.
- ср - среднее.
- ст - сточная.
- тех - технологические нужды.
- ф - фильтрация.
- х - хозяйственно-питьевые нужды.
- х.пр - химическая очистка (промывка).
- j, i - номер.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ НОРМ И НОРМАТИВОВ

Нормирование водопотребления и водоотведения - установление плановой меры потребления воды и отвода сточных вод с учетом качества потребляемой и отводимой воды. Нормирование включает разработку и утверждение норм на единицу планируемой продукции (работы) в установленной номенклатуре, а также контроль за их выполнением.

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

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

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

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;

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотревших на сайте [фахверковые дома](#).

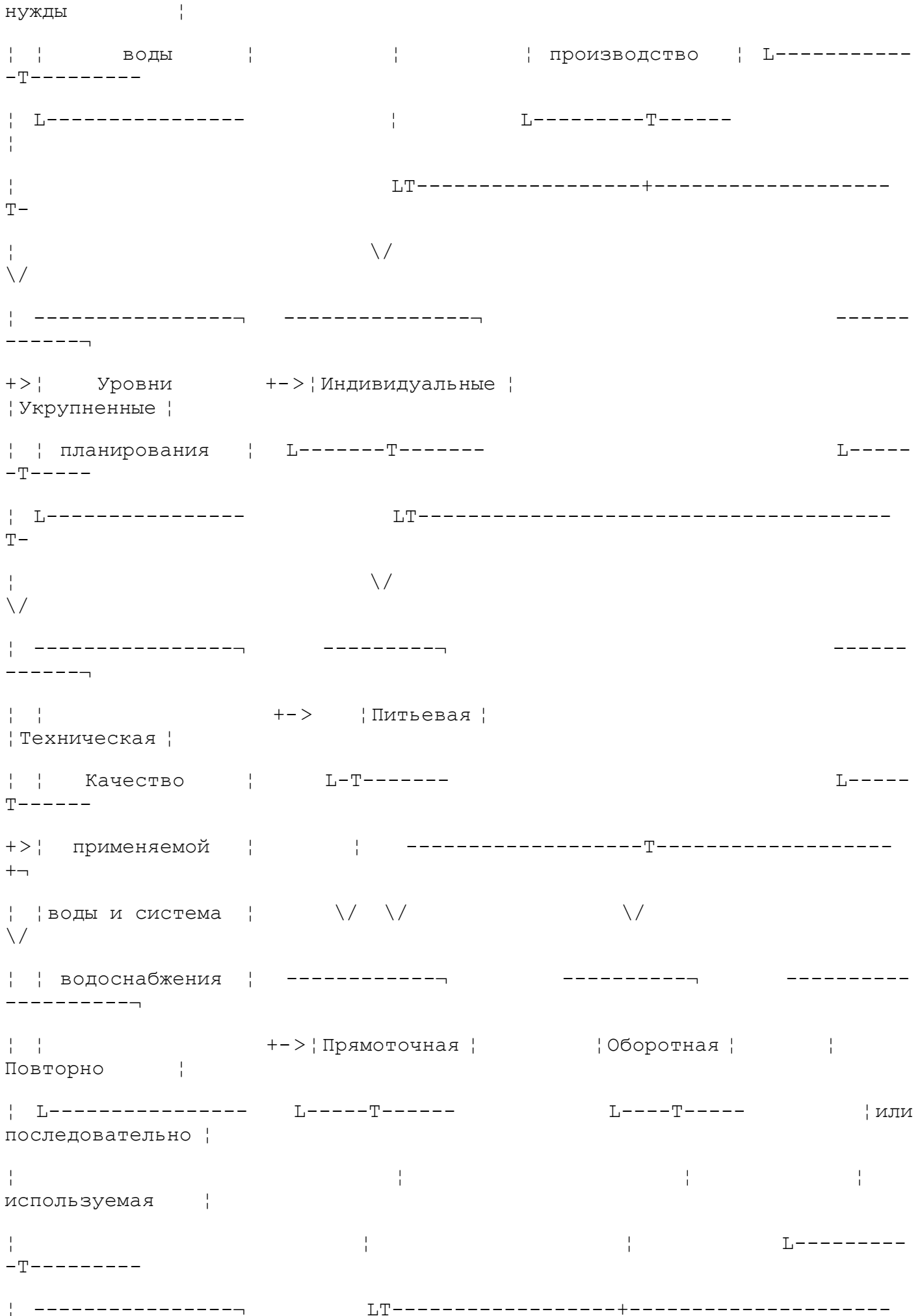
- направлению использования воды;
- уровню планирования;
- качеству применяемой воды и системам водоснабжения;
- степени загрязненности сточных вод, отводимых от производства.

-----		-----	
	Признаки		Классификационные группы
--+	классификации		L-----T-----
	норм		-----+-----
--			
	L-----		\/
\/			
	-----		-----

+>	Степень	+->	Оценочные
Балансовые			
	прогрессивности		L---T-----
-----T-----			L---T-
	L-----		-----
	\/		\/
\/			
	-----		-----

+>	Период действия	+->	Текущие
	Перспективные		
	L-----		L-----T-----
-T-----			L-----
			LT-----T-----
T-			
	\/		\/
\/			
	-----		-----

+>	Направление	+->	Технологические
	Хозяйственно-питьевые		
	использования		L-----T-----
			подсобное



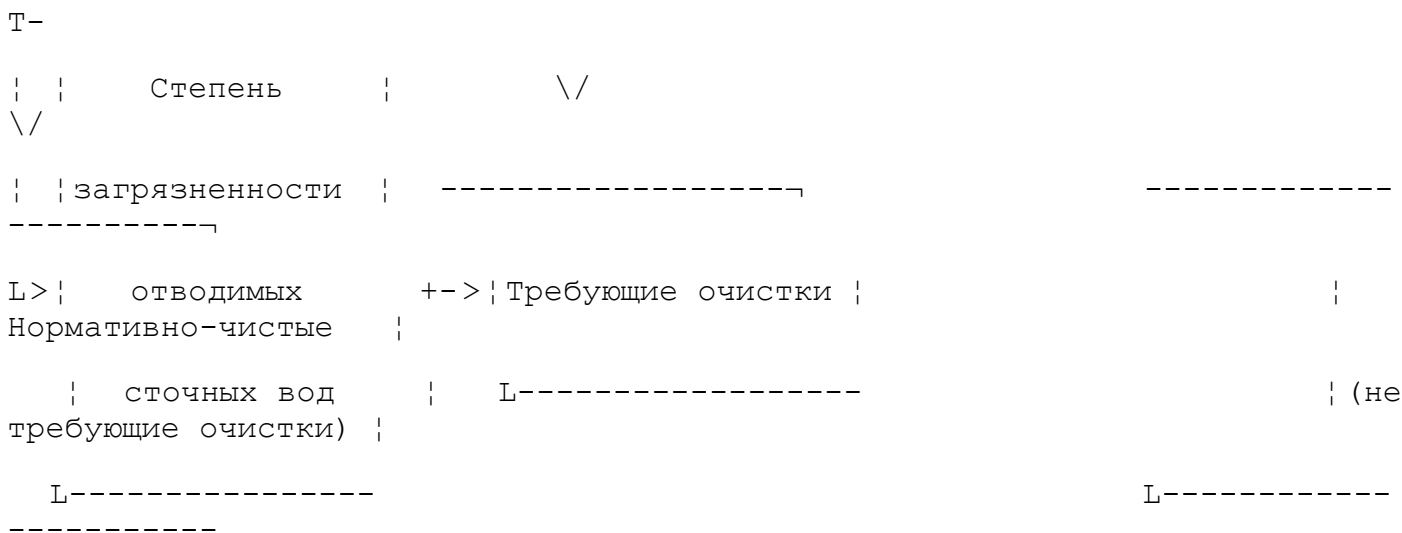


Рис. 1. Классификация норм водопотребления и водоотведения на предприятиях теплоэнергетики

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:

- определения плановой потребности в воде предприятий (объединений);
- установления лимитов отпуска воды и сброса сточных вод по предприятиям (объединениям);
- разработки водохозяйственных балансов;
- контроля за использованием воды и сбросом сточных вод на предприятии (объединении).

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

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

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

Оценочные нормы предназначены для:

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотреших на сайте [фахверковые дома](#).

- разработки планирующими органами (Госпланом, министерством) заданий объединениям, предприятиям по сокращению водопотребления и водоотведения;
- оценки хозяйственной деятельности министерств и ведомств (объединений, предприятий);
- разработки перспективных норм водопотребления и водоотведения.

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

По периоду действия нормы подразделяются на текущие и перспективные.

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

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

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

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

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

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

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

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

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотрвших на сайте [фахверковые дома](#).

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

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

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

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

Индивидуальные нормы предназначены для:

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

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

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

Укрупненные нормы предназначены для:

- планирования водопотребления и водоотведения;
- составления схем комплексного использования водных ресурсов;
- составления прогнозов водопотребления и водоотведения.

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

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

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

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотреших на сайте [фахверковые дома](#).

обоснованными для конкретных существующих условий производства) одновременно.

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

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

3. ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

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

Производством электростанций являются электроэнергия, отпущенная с шин, и отпущенное тепло. Нормы водопотребления и водоотведения на единицу продукции электростанций в натуральном выражении измеряются соответственно в куб. м/МВт.ч и куб. м/ГДж (куб. м/Гкал).

При разработке укрупненных норм на уровне Минэнерго СССР нормы определяются на единицу продукции в стоимостном выражении и измеряются в куб. м/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

пот

Потребность в водных ресурсах W на ТЭС выражается в виде

св об

суммы потребностей в свежей W , оборотной W и повторно или

пп

последовательно используемой W воде:

пот св об пп

$$W = W + W + W . \quad (4.1)$$

Общий баланс воды для ТЭС в целом выражается в виде:

$$\begin{array}{ccccccc} & \text{св} & & \text{ст} & & \text{пер} & & \text{пот} \\ W & = & W & + & W & + & W & . \end{array} \quad (4.2)$$

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

$$\begin{array}{cccccccc} & \text{св} & & \text{пп}' & & \text{ст} & & \text{пер} & & \text{пот} & & \text{пп}'' \\ W & + & W & = & W & + & W & + & W & + & W & . \end{array} \quad (4.3)$$

$$\begin{array}{cccccccc} j & & j & & j & & j & & j & & j \end{array}$$

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{cccccccc} & \text{об} & & \text{ст} & & \text{пер} & & \text{пп}'' & & \text{пот} \\ W & = & W & - & W & - & W & - & W & . \end{array} \quad (4.4)$$

$$\begin{array}{cccccccc} j & & j & & j & & j & & j \end{array}$$

Норма водопотребления N в общем виде выражается аналогично уравнению (4.1) в виде суммы норм свежей, оборотной и повторно или последовательно используемой воды:

$$N_{ВП} = N_{СВ} + N_{ОБ} + N_{ПП} \quad (4.5)$$

Баланс норм для ТЭС в общем виде аналогично уравнению (4.2) имеет вид:

$$N_{СВ} = N_{СТ} + N_{ПЕР} + П. \quad (4.6)$$

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

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

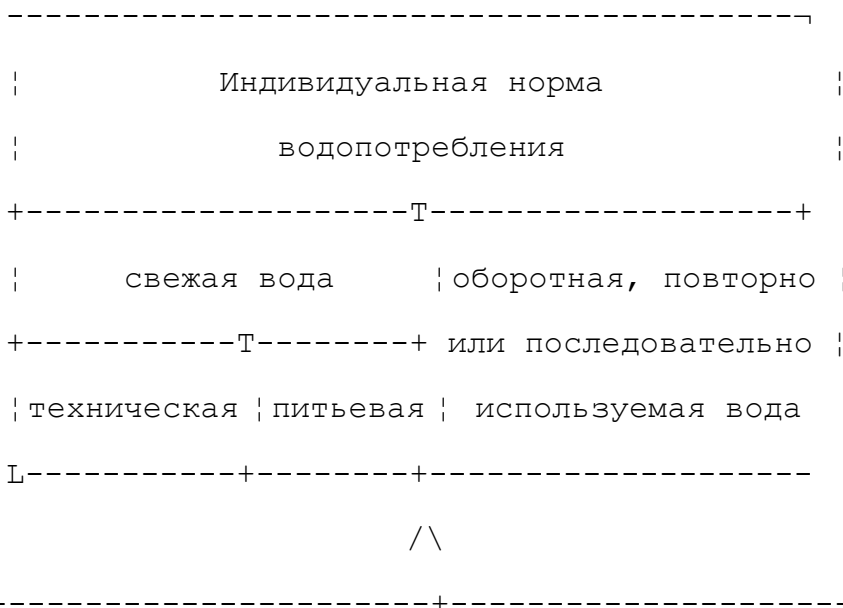




Рис. 2. Состав индивидуальной нормы водопотребления на единицу продукции электростанций

Индивидуальная норма водоотведения		
+-----T-----+		
	Отводимые нормативно-	Отводимые
----- >	чистые сточные воды сточные воды, <-----	
	(не требующие требующие	
	очистки) очистки	
	L-----T-----+	
	/ \ / \	
	-----+-----	
-----+-----+-----	-----+-----+-----	-----+-----

Индивидуальная норма Индивидуальная норма		
Индивидуальная		
водоотведения основных водоотведения норма		
водоотведения		
технологических вспомогательного и хозяйственно-		
питьевых		
процессов (циклов) подсобного производств		
нужд		
L-----	L-----	L-----

/ \ / \ / \		
-----+-----	-----+-----	-----+-----

Отводимые сточные Отводимые сточные Отводимые сточные		
воды от основных воды вспомогательно- воды		
хозяйственно-		
технологических го и подсобного питьевых нужд		
процессов производств		
+-----T-----+	+-----T-----+	+-----

нормативно- требую- нормативно- требую- требующие очистки		

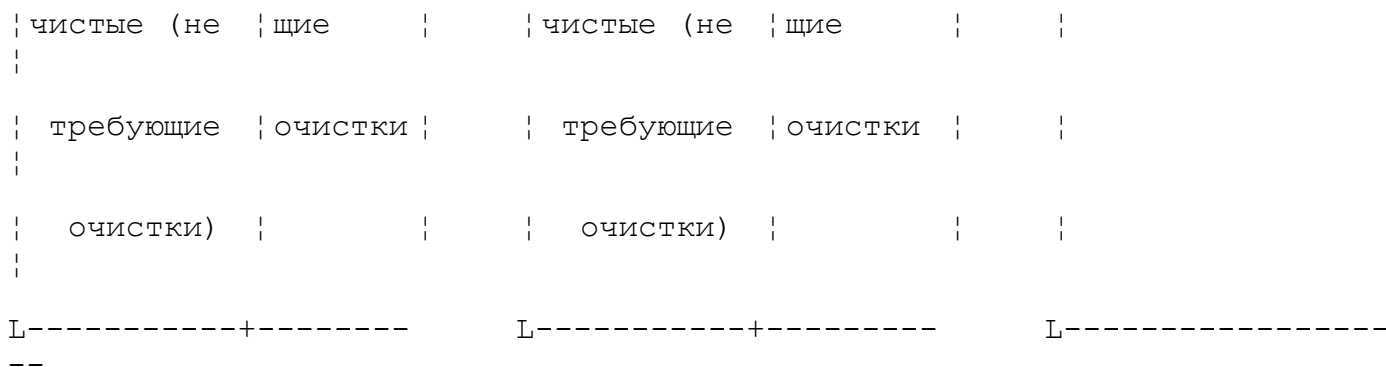


Рис. 3. Состав индивидуальной нормы водоотведения на единицу продукции электростанций

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

$$\begin{aligned}
 N &= N_{\text{тех}} + N_{\text{в}} + N_{\text{х}} ; \\
 N_{\text{пер}} &= N_{\text{тех}} + N_{\text{в}} + N_{\text{х}} ; \quad (4.7) \\
 P &= P_{\text{тех}} + P_{\text{в}} + P_{\text{х}} .
 \end{aligned}$$

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

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

$$W = \frac{W_{\text{ох ТЭС}}}{\sum_{\text{конд ТЭС}} W_{\text{ох j}}}, \quad (4.8)$$

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

$$W_i = W_{i \text{ Т}} + W_{i \text{ Э}};$$

$$W_{i \text{ Т}} = \frac{W_{\text{ТЭС}}}{\sum_{\text{ТЭС}} W_{\text{Т}}}; \quad W_{i \text{ Э}} = \frac{W_{\text{ТЭС}}}{\sum_{\text{ТЭС}} W_{\text{Э}}}. \quad (4.9)$$

Расход топлива на отпуск электроэнергии и тепла определяется следующим образом:

$$B_{\text{ТЭС от ТЭС}}^{\text{Э}} = b_{\text{Э}}^{\text{Э}} \times 10^{-3} \text{ Т}; \quad B_{\text{ТЭС от ТЭС}}^{\text{Т}} = b_{\text{Т}}^{\text{Т}} \times 10^{-3} \text{ Т}.$$

Следует отметить, что некоторое количество тепла ТЭЦ поступает потребителям от пиковых водогрейных котлов, а также из пароводяного тракта через редуционно-охладительные установки

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотрвших на сайте [фахверковые дома](#).

(РОУ).

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

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

$$K_{лет} = \frac{W_{лет}}{W_{лет\ ср}}; K_{зим} = \frac{W_{зим}}{W_{зим\ ср}}. \quad (4.10)$$

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

$$\begin{aligned} & \begin{matrix} \text{э.св} & \text{т.св} & \text{э.ст} & \text{т.ст} & \text{э} & \text{т} \\ \text{Н} & \text{Э} + \text{Н} & \text{Т} = \text{Н} & \text{Э} + \text{Н} & \text{Т} + \text{П} & \text{Э} + \text{П} & \text{Т} + \end{matrix} \\ & \begin{matrix} \text{э.пер} & \text{т.пер} \\ + \text{Н} & \text{Э} + \text{Н} & \text{Т}. \end{matrix} \end{aligned} \quad (4.11)$$

Сумма расчетных расходов свежей воды ($\text{Н} \quad \text{Э} + \text{Н} \quad \text{Т}$) сравнивается с фактическим расходом свежей воды (по форме 2ТП-водхоз) в целом по электростанции. Сравнение выполняется по форме 4 Приложения 2. Отклонения расчетных расходов от фактических обосновываются в пояснительной записке.

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

выбора рациональной технологии производства с точки зрения охраны водных ресурсов;

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотревших на сайте [фахверковые дома](#).

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

$$\Delta C'_d = \Delta C_d - C_{св} ; \quad (4.12)$$

после очистки

$$\Delta C''_d = \Delta C_d - C_{св} . \quad (4.13)$$

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

$$\Delta C'_d = \sum_{i=1}^n C'_{d, \text{тех } i} - C'_d \quad (4.14)$$

после очистки

$$\Delta C''_d = \sum_{i=1}^n C''_{d, \text{тех } i} - C''_d \quad (4.15)$$

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

$$M'_d = \left(\sum_{i=1}^n \Delta C'_d \cdot H_{i, \text{тех } i} + \sum_{q=1}^u \Delta C'_d \cdot H_{q, \text{в } q} + \sum_{j=1}^n \Delta C'_d \cdot H_{j, \text{х } j} \right) \times 10^{-3} \quad (4.16)$$

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

$$M''_d = \left(\sum_{i=1}^n C''_d \cdot H_{i, \text{тех } i} + \sum_{q=1}^u C''_d \cdot H_{q, \text{в } q} + \sum_{j=1}^n C''_d \cdot H_{j, \text{х } j} \right) \times 10^{-3} \quad (4.17)$$

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

$$M' = \left(\sum_{i=1}^n \Delta C'_{i \text{тех}} H_{i \text{тех}} + \sum_{q=1}^u \Delta C'_{q \text{в}} H_{q \text{в}} + \sum_{j=1}^{\text{ст}} \Delta C'_{j \text{д}} H_{j \text{д}} \right) \times 10^{-3} \quad (4.18)$$

Условное количество сточных вод на единицу продукции (1 МВт.ч, 1 ГДж) с учетом их разбавления пропорционально значению содержащегося в сточных водах вредного вещества (d), по которому установлена предельно допустимая концентрация ([ПДК]), т.е.

удельный "приведенный" сток, определяется по следующим формулам (в куб. м/МВт.ч, куб. м/ГДж):

до очистки сточных вод:

$$Z' = H_{\text{тех}} \sum_{i=1}^n \frac{C'_{i \text{тех}}}{d_{i \text{тех}} [\text{ПДК}]} + H_{\text{в}} \sum_{q=1}^u \frac{C'_{q \text{в}}}{d_{q \text{в}} [\text{ПДК}]} + H_{\text{д}} \sum_{j=1}^{\text{ст}} \frac{C'_{j \text{д}}}{d_{j \text{д}} [\text{ПДК}]}; \quad (4.19)$$

после очистки сточных вод:

$$Z'' = H \sum_{i=1}^{n} \frac{C_{tdi}}{d} + H \sum_{q=1}^{u} \frac{C_{tdq}}{d} + H \sum_{j=1}^{H} \frac{C_{tdj}}{d}. \quad (4.20)$$

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

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

5.1. Система охлаждения

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

2

1

Пропуск отработавшего пара определяется электрической, а для теплофикационных турбин также и тепловой нагрузкой (производительностью) турбоагрегата. При любом значении D расход

2

охлаждающей воды должен обеспечивать эксплуатацию конденсационной установки в режиме экономического вакуума.

Для определения $W_{ох}$ по известным D и t_1 целесообразно

ох

2

1

пользоваться типовыми нормативными характеристиками турбоагрегатов

и конденсационных установок [1 - 4], а при их отсутствии методикой [5], причем D и t следует принимать усредненными за рассматриваемый период времени (предыдущие 3 - 5 лет).

Оптимальный расход охлаждающей воды можно определить, кроме того, и графическим методом. В данном случае режим экономического вакуума или оптимальный расход охлаждающей воды определяется минимумом суммы потерь мощности при ухудшении вакуума и затрат мощности на собственные нужды системы охлаждения (привод циркуляционных насосов). Для этого, пользуясь нормативными характеристиками конденсатора, кривой поправок на изменение вакуума для турбины, характеристиками циркуляционных насосов и системы трубопроводов, необходимо построить графики двух зависимостей: зависимости недовыработки мощности турбиной от расхода охлаждающей воды $\Delta N = f(W_{ох})$ и зависимости затрат

мощности на перекачку охлаждающей воды от ее расхода $N_{с.н} = f(W_{ох})$. После этого по сумме $(\Delta N + N_{с.н})$ строится для различных расходов охлаждающей воды график, минимум которого и определяет оптимальный расход охлаждающей воды (см. рис. 4 - не приводится).

При эксплуатации турбоагрегата в режиме экономического вакуума нормативный расход охлаждающей воды (куб. м/ч) можно также получить из уравнения теплового баланса:

$$W_{конд} = \frac{\Delta h}{C_v (t_2 - t_1)} D \quad (5.1)$$

Кроме охлаждения пара в конденсаторах некоторая часть воды системы охлаждения используется для охлаждения масла и газа в масло- и газоохладителях ТА, устанавливаемых, как правило, параллельно конденсатору по ходу воды. Таким образом, общий потребный расход охлаждающей воды равен:

$$W_{\text{ох}} = W_{\text{конд}} + W_{\text{м}} + W_{\text{г}}, \quad (5.2)$$

где:

$W_{\text{м}} + W_{\text{г}}$ – принимаются по данным проектно-технической документации.

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

Величину $W_{\text{м}}$ можно принимать по данным табл. 5.1 [6].

Таблица 5.1

РАСХОД ВОДЫ НА МАСЛООХЛАДИТЕЛИ КОНДЕНСАЦИОННЫХ ТУРБИН

Мощность конденсационной турбины, МВт	Расход воды, куб. м/ч
2,5	25
3,0	
4,0	

6,0	40 - 50	
12,0		
+-----+-----+		
25	61	
50	122	
100	182	
150	288	
200	435	
L-----+-----		

Величину W (для отечественных турбоагрегатов) можно принимать

Γ

из следующего расчета: при мощности 12 МВт W равен 100 куб. м/ч;

Γ

25 - 50 МВт - 200 куб. м/ч; 100 - 200 МВт - 400 - 800 куб. м/ч.

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

Таблица 5.2

РАСХОД ВОДЫ НА МАСЛО- И ГАЗООХЛАДИТЕЛИ ТУРБИН ТИПОВ Т, ПТ И Р

Т		Т		Т	
Тип турбины	Расход воды	Тип турбины	Расход	Тип турбины	Расход
(по заводским данным),	(по заводским данным),	(по заводским данным),	(по заводским данным),	(по заводским данным),	(по заводским данным),
куб. м/ч	куб. м/ч	куб. м/ч	куб. м/ч	куб. м/ч	куб. м/ч
Т-250/300	850	ПТ-25			
375					

Т-175/210 235	750		ПТ-12
Т-100/120 700	650		Р-100
Т-50 560	440		Р-50
Т-25 500	375		Р-25
Т-6 300	125		Р-12
ПТ-135 200	650		Р-6
ПТ-60 и ПТ-80 	520		
L-----+-----+-----+----- -----			

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

Примечание. Нормативный $W_{ох}$ 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 градирнями или брызгальными бассейнами;
- обратная с водохранилищем-охладителем.

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

При прямоточной системе охлаждения объем водопотребления равен сумме объемов

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотреших на сайте [фахверковые дома](#).

водоотведения и потерь на дополнительное испарение в водном объекте за счет сброса нагретой воды.

$$W_{\text{ох}}^{\text{св}} = W_{\text{ох}}^{\text{ст}} + W_{\text{ох}}^{\text{д.и}} \quad (5.3)$$

В соответствии с расчетами ТЭП эти потери целесообразно принять в размере 1% $W_{\text{ох}}$, т.е. в данном случае:

$W_{\text{ох}}^{\text{св}}$

$$W_{\text{ох}}^{\text{св}} = W_{\text{ох}} ;$$

$$W_{\text{ох}}^{\text{ст}} = 0,99 W_{\text{ох}} ; \quad (5.4)$$

$$W_{\text{ох}}^{\text{д.и}} = 0,01 W_{\text{ох}} .$$

Для прямоточных систем охлаждения качество сточных вод определяется по формуле:

$$(C_i^{\text{ст}}) = 1,01 (C_i^{\text{св}}) \quad (5.5)$$

Для оборотной системы охлаждения с градирнями объем водопотребления равен сумме объемов водоотведения (продувки) и

потерь на испарение и с капельным уносом из градирен.

$$W_{\text{ох}}^{\text{св}} = W_{\text{ох}}^{\text{пр}} + (W_{\text{ох}}^{\text{к.у}} + W_{\text{ох}}^{\text{и}}) \quad (5.6)$$

Потери на испарение определяются по [7]:

$$W_{\text{ох}}^{\text{и}} = K \Delta t W_{\text{ох}} \quad (5.7)$$

где:

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

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

Потери с капельным уносом определяются [7] как:

$$W_{\text{ох}}^{\text{к.у}} = p W_{\text{ох}}^{\text{к.у}} \quad (5.8)$$

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

Расчетный расход продувочной воды составляет:

$$W_{\text{ох}}^{\text{пр}} = \frac{1}{\phi_{\text{и}} - 1} W_{\text{ох}}^{\text{и}} - W_{\text{ох}}^{\text{к.у}} \quad (5.9)$$

доп

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

$$\varphi_{\text{доп}} \leq \frac{C_i}{C_{\text{св}}}. \quad (5.10)$$

пр

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

$$\varphi_{\text{и}} = \frac{W_{\text{к.у}} + W_{\text{ох}}}{W_{\text{к.у}}}. \quad (5.11)$$

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

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

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

При фосфатировании концентрация полифосфатов поддерживается на уровне 2 - 2,5 мг/л в пересчете на P_2O_5 . Фосфатирование эффективно

2 5

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

	Т	Т	Т	Т	Т
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 ОЭДФ поддерживается на уровне 1 мг/л.

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

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотреших на сайте [фахверковые дома](#).

$$\frac{C_{Ca} \cdot C_{SO_4} \cdot f^2}{127100} < 1, \quad (5.12)$$

где:

C_{Ca} , C_{SO_4} - концентрация ионов кальция и сульфат-ионов в

оборотной воде, мг/л;

f - коэффициент активности двухвалентных ионов,

$$f = 10^{-\frac{2 \sqrt{I_m}}{1 + 1,5 \sqrt{I_m}}};$$

I_m - ионная сила раствора,

$$I_m = 2,2 \times 10^{-5} \times C_{ox},$$

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

ox

Если условие (5.12) для рассмотренных режимов не выполняется, необходимо провести дополнительное умягчение воды, например известкованием или содоизвесткованием. В этом случае сброс оборотной воды в водоемы, как правило, не производится. Вывод растворимых солей из системы обеспечивается только капельным уносом 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:

$$(C_{i, CT}) = \phi_i (C_{i, CB}) \quad (5.13)$$

Таблица 5.4

КОНЦЕНТРАЦИЯ КОМПОНЕНТОВ СБРОСНЫХ ВОД

Показатель воды	Метод обработки охлаждающей воды			
	подкислением	полифосфатами	полифосфатами и подкислением	кислотой ОЭДФ
Щелочность, мг-экв/л	2,0 - 5,0	-	4,0	-

2-				
SO ₄ , мг/л фи F <*>	фи F <*>	-	фи F <*>	-
4 1	1		1	
Солесодер- жанье, мг/л 2	фи F <***>	-	фи F <***>	-
<***>	2		2	
Р О ₄ , мг/л 2,5	-	2,5	2,5	-
Кислота 1,0	-	-	-	Табл. 5.3
ОЭДФ, мг/л				
				исх
Граница 7,5 Условие	Условие	фи <= 1,6	фи <= 1,6	фи Щ <=
применимости (5.12)	(5.12)	исх		
метода		фи Щ <= 4,5	Условие	
			(5.12)	

$$\begin{array}{cccc}
 & \text{исх} & & \text{Щ} \\
 \langle * \rangle F & = SO & + 48 & (\text{Щ} - \text{--}) . \\
 & 1 & 4 & \text{фи}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{cccc}
 & \text{исх} & & \text{Щ} \\
 \langle ** \rangle F & = C & - 13 & (\text{Щ} - \text{--}) . \\
 & 2 & c & \text{фи}
 \end{array}$$

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.:

$$\begin{array}{cccc}
 \text{св} & \text{ст} & \text{е.и} & \text{д.и} \\
 W & = W & + W & + W . \\
 \text{ох} & \text{ох} & \text{ох} & \text{ох}
 \end{array} \quad (5.14)$$

$$\begin{array}{cccccc}
 \text{ст} & \text{пр} & \text{ф} & \text{об} & & \text{св} \\
 \text{При этом: } W & = W & + W & ; & W & = W & + W . \\
 \text{ох} & \text{ох} & \text{ох} & \text{ох} & \text{ох} & \text{ох}
 \end{array}$$

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 - среднегоголетний 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.:

$$W_{\text{ох}} = \frac{W_{\text{пр}} + W_{\text{фи}} - 1}{\text{доп}} (W_{\text{е.и}} + W_{\text{д.и}}) - W_{\text{ф}} \quad (5.15)$$

Расход сточных вод системы составит:

$$W_{\text{ох}} = W_{\text{ст}} + W_{\text{пр}} + W_{\text{ф}} = \frac{W_{\text{е.и}} + W_{\text{д.и}}}{\text{доп}} (W_{\text{фи}} - 1) \quad (5.16)$$

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

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

Потери воды (куб. м) на естественное испарение с зеркала водохранилищ определяются по формуле [8]:

$$W_{\text{ох}} = E F \times 0,001, \quad (5.17)$$

где:

F - площадь зеркала водохранилища, кв. м;

E - высота слоя испарения [8], мм.

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

Фильтрация в основании плотины [9]:

плотина на однородном основании:

- с плоским флютбетом:

$$g_{\text{ф.п}} = K H g_r, \quad (5.18)$$

где:

K - коэффициент фильтрации грунта, м/сут.;

H - напор плотины, м;

R

&n bsp;

g_r - приведенный расход, определяемый зависимостью $g_r = f(-)$
 L

(рис. 5 - не приводится);

- с цементационной завесой:

$$g_{\text{ф.з}} = K H g'_r, \quad (5.19)$$

где g'_r определяется по графику (рис. 6 - не приводится);

r

плотина на неоднородном основании:

задача не имеет точного решения.

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

Таблица 5.5

КОЭФФИЦИЕНТ ФИЛЬТРАЦИИ ГРУНТА

Т

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

При незначительном различии водопроницаемости слоев (кратность максимального и минимального значений коэффициентов фильтрации слоев менее 10) q определяется так же, как и для плотины с

ф.з

однородным основанием, с той лишь разницей, что глубина залегания водоупорного слоя R определяется по методу приведения действительной толщины пласта к эквивалентной ей в фильтрационном отношении.

Эквивалентная толщина (м) определяется как:

$$R = R_1 + \frac{K_2}{K_1} R_2 + \frac{K_3}{K_1} R_3 + \dots + \frac{K_n}{K_1} R_n, \quad (5.20)$$

где:

K - коэффициенты фильтрации слоев;

$1 \dots n$

R - толщина слоев, м.

$1 \dots n$

Значение фильтрации [куб. м / (сут. x м)] соответственно этому определяется как:

$$g_{\text{ф.п}} = \frac{K_1 H}{L + R}; \quad (5.21)$$

основание плотины сложено двумя горизонтальными водопроницаемыми слоями:

водопроницаемость нижнего слоя во много раз больше, чем верхнего; значение фильтрации [куб. м / (сут. x м)] определяется по формуле Каменского:

$$g_{\text{ф.п}} = \frac{H}{\frac{L}{K_1 R} + 2 \sqrt{\frac{L}{K_1 K_2 R}}}. \quad (5.22)$$

Фильтрация в обход плотины [9]:

Ориентировочно значение фильтрации через один берег

водохранилища:

- для безнапорных вод:

$$W_{\text{ф.б}} = K_{\text{н}} (h_1 + H_1); \quad (5.23)$$

- для напорных вод:

$$W_{\text{ф.б}} = 2 K_{\text{н}} m, \quad (5.24)$$

где:

h_1 - расстояние от уровня воды в водном объекте ниже плотины до водоупорного слоя, м;

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

m - мощность водонапорного слоя, м.

Качество сточных вод оборотных систем охлаждения с водохранилищами определяется по формуле:

Качество сточных вод оборотных систем охлаждения с водохранилищами определяется по формуле:

Качество сточных вод оборотных систем охлаждения с водохранилищами определяется по формуле:

$$(C_{\text{ст}})_i = \phi_i (C_{\text{св}})_i \quad (5.25)$$

или принимается по данным химического контроля ТЭС.

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

Для расчета норм расхода воды в системе охлаждения определяются 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:

$$W_{\text{потр}} = W_{\text{оч}} + W_{\text{ст}} \quad (5.26)$$

Потребляемая ВПУ вода может включать в себя как свежую воду, забираемую из водоисточника, так и повторно или последовательно используемую (продувка системы охлаждения, нефтесодержащие стоки и

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотревших на сайте [фахверковые дома](#).

т.д.), т.е.:

$$W_{\text{потр}} = W_{\text{св}} + W_{\text{пп}} \quad (5.27)$$

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

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

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

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

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

5.3.1. Установка двухступенчатого натрий-катионирования с предварительной обработкой воды

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

$$W_{\text{ст}} = W_{\text{оч}} [K_{\text{пред}} + (K_{\text{пред}} + 1) (K_{\text{I}} + K_{\text{II}} + K_{\text{I}} K_{\text{II}})], \quad (5.28)$$

где:

$W_{\text{ст}}$

$W_{\text{оч}}$

$K_{\text{пред}}$

$$K = \frac{W_{\text{пред}}}{W_{\text{оч}}}; \quad (5.29)$$

$$K = \frac{q_{\text{I}} (Ж_{\text{I пред}} - Ж_{\text{I ост}})}{I_{\text{I}} \text{эпсилон}}; \quad (5.30)$$

$$K = \frac{q_{\text{II}} (Ж_{\text{II I}} - Ж_{\text{II ост}})}{I_{\text{II}} \text{эпсилон}}; \quad (5.31)$$

где:

K – коэффициент, учитывающий долю сбросных вод от пред

установки предварительной обработки воды;

I

K – коэффициент, учитывающий долю умягченной воды, расходуемой на собственные нужды фильтров первой ступени;

II

K – то же фильтров второй ступени;

пред

$Ж$ – общая жесткость воды после предварительной обработки;

I

Ж - жесткость воды, обработанной на первой ступени;

ост

II

Ж - жесткость воды, обработанной на второй ступени.

ост

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

$$Ca = \frac{(Ca_{п I} - Ca_{ост I})}{K} + Ca_{п I}; \quad (5.32)$$

$$Mg = \frac{(Mg_{п I} - Mg_{ост I})}{K} + Mg_{п I}; \quad (5.33)$$

$$Na = \frac{(Ж_{п I} - Ж_{ост I}) (b - 1)}{K} + Na_{п I}; \quad (5.34)$$

$$\begin{aligned}
 & \text{I} \\
 & \text{K} \\
 & \text{II} \quad \text{I} \quad \text{I} \\
 & (\text{Ж} - \text{Ж}) \text{ b} \\
 & \text{I} \quad \text{ост} \quad \text{II} \\
 \text{Cl} = & \frac{\text{I}}{\text{K}} + \text{Cl} . \tag{5.35}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 & \text{I} \quad \text{II} \quad \text{II} \\
 & (\text{Ca} - \text{Ca}) (\text{K} + 1) \\
 & \text{II} \quad \text{ост} \quad \text{ост} \\
 \text{Ca} = & \frac{\text{II}}{\text{K}}; \tag{5.36}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{I} \quad \text{II} \quad \text{II} \\
 & (\text{Mg} - \text{Mg}) (\text{K} + 1) \\
 & \text{II} \quad \text{ост} \quad \text{ост} \\
 \text{Mg} = & \frac{\text{II}}{\text{K}}; \tag{5.37}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{I} \quad \text{II} \quad \text{II} \quad \text{II} \\
 & (\text{Ж} - \text{Ж}) (\text{K} + 1) (\text{b} - 1) \\
 & \text{II} \quad \text{ост} \quad \text{ост} \\
 \text{Na} = & \frac{\text{II}}{\text{K}}; \tag{5.38}
 \end{aligned}$$

II

K

$$Cl = \frac{(Ж_{I ост} - Ж_{II ост}) (K + 1) b}{II} + Cl_{II}, \quad (5.39)$$

II

K

где:

Ca, Mg, Na, Cl

- содержание соответствующих компонентов в воде после ее предварительной обработки;

Ca_{I ост}, Mg_{I ост}, Na_{I ост}, Cl_{I ост}, Ca_{II ост}, Mg_{II ост}, Na_{II ост}, Cl_{II ост} -

содержание соответствующих компонентов в воде после фильтров первой (I) и второй (II) ступеней.

Усредненный состав сточных вод (г-экв/куб. м) от двухступенчатой натрий-катионитной установки определяется по формулам:

$$Ca_{cp} = \frac{K_{Ca I} + K_{Ca II}}{K_I + K_{II}}; \quad (5.40)$$

$$K_{Mg} = \frac{K_{Mg I} + K_{Mg II}}{K_I + K_{II}}$$

$$Mg_{cp} = \frac{K_I + K_{II}}{K + K}; \quad (5.41)$$

$$Na_{cp} = \frac{K_I Na + K_{II} Na}{K + K}; \quad (5.42)$$

$$Cl_{cp} = \frac{K_I Cl + K_{II} Cl}{K + K}. \quad (5.43)$$

Концентрации остальных компонентов по сравнению с исходными не изменяются.

5.3.2. Установки двухступенчатого химического обессоливания

Количество сточных вод (куб. м/ч) от ионитной части установок двухступенчатого химического обессоливания:

$$W_{ст} = W_{оч} \left\{ K_{AII} + K_{NII} (1 + K_{AII}) + (1 + K_{AII}) (1 + K_{NII}) \times \right. \\ \left. \times [K_{AI} + K_{HI} (1 + K_{AI})] \right\}; \quad (5.44)$$

$$(Ж - Ж)$$

$$K_{HI} = q \frac{\text{ИСХ} \quad \text{ОСТ}}{\text{HI} \quad \text{HI} \quad \text{эпсилон} \quad \text{HI}}; \quad (5.45)$$

$$K_{HII} = q \frac{(\text{Ж} + \text{Na}) \quad \text{ОСТ}}{\text{HII} \quad \text{HII} \quad \text{эпсилон} \quad \text{HII}}; \quad (5.46)$$

$$K_{AI} = q \frac{\text{SUM} (\text{Cl} + \text{SO})}{\text{AI} \quad \text{AI} \quad \text{эпсилон} \quad \text{AI}}; \quad (5.47)$$

$$K_{AII} = q \frac{\text{HSiO}_3 + \text{CO}_2}{\text{AII} \quad \text{AII} \quad \text{эпсилон} \quad \text{AII}}; \quad (5.48)$$

где:

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

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

$\text{SUM} (\text{Cl} + \text{SO})$ – суммарное содержание хлоридов и сульфатов в

воде, поступающей на ионитные фильтры, мг-экв/л;

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

3

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

Качественный состав сбросных вод (г-экв/куб. м), поступающих в бак-нейтрализатор:

$$Ca = Ca_{\text{пред}} \frac{W_{\text{ст}} + W_{\text{оч}}}{W_{\text{ст}}}; \quad (5.49)$$

$$Mg = Mg_{\text{пред}} \frac{W_{\text{ст}} + W_{\text{оч}}}{W_{\text{ст}}}; \quad (5.50)$$

$$Na = \frac{Na_{\text{пред}} (W_{\text{ст}} + W_{\text{оч}}) + D_{NaOH}}{W_{\text{ст}}}; \quad (5.51)$$

$$SO_4 = \frac{SO_4_{\text{пред}} (W_{\text{ст}} + W_{\text{оч}}) + D_{H_2SO_4}}{4}; \quad (5.52)$$

W

$$C1 = \frac{\text{пред} \quad \text{СТ} \quad \text{оч}}{C1 \quad (W + W)} \frac{\text{СТ}}{W}; \quad (5.53)$$

$$HSiO_3 = \frac{\text{пред} \quad \text{СТ} \quad \text{оч}}{HSiO_3 \quad (W + W)} \frac{\text{СТ}}{W}; \quad (5.54)$$

$$HCO_3 = \frac{\text{пред} \quad \text{СТ} \quad \text{оч}}{HCO_3 \quad (W + W)} \frac{\text{СТ}}{W}; \quad (5.55)$$

$$Org = \frac{\text{пред} \quad \text{СТ} \quad \text{оч}}{Org \quad (W + W)} \frac{\text{СТ}}{W}; \quad (5.56)$$

$$D = \delta \quad \text{СТ} \quad \text{оч} \quad \text{SUM A} \quad (W + W); \quad (5.57)$$

NaOH NaOH

$$D_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \alpha \cdot \sum K \cdot (W_{\text{ст}} + W_{\text{оч}}), \quad (5.58)$$

где:

b , α – удельные расходы соответственно едкого NaOH и H_2SO_4

натра и серной кислоты на регенерацию ионитов, г-экв/г-экв;

$\sum A$ – суммарное содержание анионов сульфатов, хлоридов, кремнекислоты, бикарбонатов, нитратов, органики, г-экв/куб. м;

$\sum K$ – суммарное содержание катионов кальция, магния, натрия, г-экв/куб. м.

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/куб. м) рассчитывается по равенствам:

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

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

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

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

Количество сточных вод (куб. м/ч) от ВПУ определяется по формуле:

ст оч

$$W = W (K + K K + K), \quad (5.59)$$

1 1 пред пред

где:

K - коэффициент, учитывающий долю сбросных вод после
пред

предварительной обработки; определяется по формуле (5.29);

K_1 - коэффициент, учитывающий долю сбросных вод ионитных
1

фильтров ВПУ, работающей по схеме "цепочка"; определяется по табл.

5.6.

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

$$Ca = Ca \frac{(K + 1)}{пред \ 1} \frac{K}{1}; \quad (5.60)$$

$$Mg = Mg \frac{(K + 1)}{пред \ 1} \frac{K}{1}; \quad (5.61)$$

$$Na = Na \frac{(K + 1)}{пред \ 1} \frac{SUM \ A \ \delta \ (K + 1)}{2} \frac{K}{1} + \frac{K}{1}; \quad (5.62)$$

$$SO_4 = SO_4 \frac{(K + 1) \text{ пред } 1}{K} + \frac{\text{SUM K альфа } (K + 1) \text{ пред } 1}{K}; \quad (5.63)$$

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

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

$$HSiO_3 = HSiO_3 \frac{(K + 1) \text{ пред } 1}{K}; \quad (5.66)$$

где:

K - коэффициент собственных нужд по обессоленной воде;
2

определяется по табл. 5.6.

SUM K, SUM A - сумма катионов и анионов в воде после предварительной обработки, г-экв/куб. м;

альфа, дельта – удельные расходы кислоты и щелочи (100-процентные) на регенерацию, г-экв/г-экв; определяются по табл. 5.6.

Таблица 5.6

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТАНОВОК ХИМИЧЕСКОГО ОБЕССОЛИВАНИЯ, РАБОТАЮЩИХ ПО СХЕМЕ "ЦЕПОЧКА"

2-	К	К	Удельный расход	Удельный расход	Схема
SUM (C1 + SO ₄), мг-экв/л	г-экв/г-экв	г-экв/г-экв	едкого натра,	серной	
До 2-А	0,1	0,02	2,4	1,5	Н'-Н -Д-А
1 2					1 1
31-АВ-17					СК-1-АН-
3 - 4 Д-Н -А	0,2	0,05	1,75	1,2	Н'-Н -А -
1 2 2					1 1
2АН-31					СК-1-КУ-

17						СК-1-АВ-
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----						
-----+						
Св. 4 до 5 же		0,25	0,08	1,75		1,2 То
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----						
-----+						
6 - 7 Д-Н -А		0,5	0,1	1,75		1,8 Н'-Н -А -
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----						
-----+						
1 2 2						1 1
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----						
-----+						
31-СК-1						КУ-2-АН-
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----						
-----+						
17						АВ-
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----						
-----+						

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

Количество сточных вод (куб. м/ч) такой ВПУ определяется как:

$$W_{\text{исп}} = \frac{W_{\text{оч}}}{1 - K_{\text{пред}}} [K_{\text{пред}} + (1 + K_{\text{пред}}) (K_{\text{I}} + K_{\text{II}} + K_{\text{I}} K_{\text{II}})], \quad (5.67)$$

$$K = \frac{W_{\text{исх}}}{W_{\text{исп}}}, \quad (5.68)$$

КОНЦ

где:

K – коэффициент упаривания;

$C_{исп}$

$C_{исх}$

$C_{С$ – солесодержание воды, поступающей в испаритель, мг/л;

$C_{С_{конц}}$ – солесодержание концентрата испарителя, мг/л

(практически на действующих испарителях $C_{С_{конц}} = 50$ г/л).

$C_{С_{конц}}$

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

$$C_{С_{исх}} = C_{С_{пред}} + Mg_{пред} (23 - 12) + Ca_{пред} (23 - 20) =$$
$$= C_{С_{пред}} + 11 Mg_{пред} + 3 Ca_{пред} . \quad (5.69)$$

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

$$C_{конц} = \frac{C_{исх}}{K_{исп}} . \quad (5.70)$$

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

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотрвших на сайте [фахверковые дома](#).

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{c}
 K + K + K \\
 \text{ИСП} \\
 \\
 \begin{array}{ccccccc}
 & \text{исх} & & \text{I} & & \text{II} & & \text{конц} \\
 \text{SO} & & & (K + K) & & + K & & \text{SO} \\
 & 4 & & & & & \text{ИСП} & 4
 \end{array} \\
 (\text{SO})_{4 \text{ ср}} = \frac{\text{ИСП}}{K + K + K}; \quad (5.75)
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 \text{исх} \quad \text{I} \quad \text{II} \quad \text{конц} \\
 \text{НСО} \quad (K + K) + K \quad \text{НСО} \\
 3 \quad \quad \quad \text{ИСП} \quad 3 \\
 (\text{НСО})_{3 \text{ ср}} = \frac{\text{ИСП}}{K + K + K}, \quad (5.76)
 \end{array}$$

где:

I II

K и K – коэффициенты собственных нужд натрий-катионитных фильтров первой и второй ступеней, определяются по формулам (5.30) и (5.31).

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

5.3.5. Водоподготовительная установка параллельного водород-натрий-катионирования

Количество сточных вод (куб. м/ч) от ВПУ определяется как:

$$W_{H-Na} = 0,5 W_{исх} (Ж_{ост} - Ж_{эпсилон}) \left(\frac{q_{Na}}{\epsilon_{Na}} + \frac{q_{H}}{\epsilon_{H}} \right). \quad (5.77)$$

Качество сбросных вод (г-экв/куб. м) от натрий-катионитных фильтров определяется по формулам:

$$Ca_{Na} = Ca_{исх} + \frac{Ca_{исх} (K + 1)}{K}; \quad (5.78)$$

$$Mg_{Na} = Mg_{исх} + \frac{Mg_{исх} (K + 1)}{K}; \quad (5.79)$$

$$Na_{Na} = Na_{исх} + \frac{(b - 1) (Ж_{исх} - 0,1) (K + 1)}{K}; \quad (5.80)$$

исх

$$C_{Na} = C_{Na}^{исх} + \frac{b_{Na} (K_{Na} - 0,1) (K_{Na} + 1)}{K_{Na}}, \quad (5.81)$$

где:

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

b_{Na}

$$K_{Na} = \frac{q_{Na}^{исх} (K_{Na} - 0,1)}{\epsilon_{Na}}; \quad (5.82)$$

b_{Na} – удельный расход NaCl, г-экв/г-экв [15].

b_{Na}

Концентрации остальных компонентов по сравнению с исходными не изменяются.

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

$$C_{Ca} = C_{Ca}^{исх} + \frac{C_{Ca}^{исх} (K_{Ca} + 1)}{K_{Ca}}; \quad (5.83)$$

$$Mg = Mg_{исх} + \frac{Mg_{исх} (K + 1)}{K}; \quad (5.84)$$

$$(SO_4) = (SO_4)_{исх} + \frac{альфа (Ж - 0,1) (K + 1)}{K}; \quad (5.85)$$

КИСЛОТНОСТЬ :

$$K = \frac{(Ж - 0,1) (K + 1) (альфа - 1)}{K}; \quad (5.86)$$

где :

K - коэффициент собственных нужд Н-катионитных фильтров,
H

$$K = \frac{q (Ж - Ж_{ост})}{H};$$

Н ЭПСИЛОН

Н

альфа - удельный расход кислоты на регенерацию, г-экв/г-экв

Н

[15].

Усредненный состав сточных вод (г-экв/куб. м) от водород-натрий-катионитной установки определяется по формулам:

$$\text{Ca}_{\text{ср}} = \frac{\text{Ca}_{\text{Na}} \cdot \text{K}_{\text{Na}} + \text{Ca}_{\text{H}} \cdot \text{K}_{\text{H}}}{\text{K}_{\text{Na}} + \text{K}_{\text{H}}}; \quad (5.87)$$

$$\text{Mg}_{\text{ср}} = \frac{\text{Mg}_{\text{Na}} \cdot \text{K}_{\text{Na}} + \text{Mg}_{\text{H}} \cdot \text{K}_{\text{H}}}{\text{K}_{\text{Na}} + \text{K}_{\text{H}}}; \quad (5.88)$$

$$\text{Na}_{\text{ср}} = \frac{\text{исх}_{\text{Na}} \cdot \text{K}_{\text{Na}} + \text{Na}_{\text{H}} \cdot \text{K}_{\text{H}}}{\text{K}_{\text{Na}} + \text{K}_{\text{H}}}; \quad (5.89)$$

$$\text{Cl}_{\text{ср}} = \frac{\text{исх}_{\text{Cl}} \cdot \text{K}_{\text{Na}} + \text{Cl}_{\text{H}} \cdot \text{K}_{\text{H}}}{\text{K}_{\text{Na}} + \text{K}_{\text{H}}}$$

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

$$(SO_4)_{cp} = \frac{\text{исх} \left(\frac{(SO_4)_K}{4 Na} + \frac{(SO_4)_K}{4 H} \right)}{K + K_{Na} + K_H}; \quad (5.91)$$

$$(HCO_3)_{cp} = \frac{\text{исх} \left(\frac{HCO_3_K}{3 Na} \right)}{K + K_{Na} + K_H}. \quad (5.92)$$

Кислотность сбросных вод нейтрализуется известью Ca(OH)₂

bsp; 2

&n

после их смешения со сбросными водами Na-катионитных фильтров.

Содержание взвешенных веществ (г/куб. м) после нейтрализации сбросных вод известью составит:

$$B_{вз} = K \times 28 \frac{100 - C}{C};$$

$$100 - C$$

o

$$V_{вз} = \frac{КИС \times 28}{C} \quad (5.93)$$

где:

C – содержание активной окиси кальция в исходной извести, %;

o

КИС – кислотность сбросных вод после смешения, г-экв/куб. м,

$$КИС = \text{SUM } A - \text{SUM } K.$$

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

5.3.6. Водоподготовительная установка одноступенчатого натрий-катионирования с предварительной обработкой

Количество сточных вод (куб. м/ч) от ВПУ составит:

$$W_{п-На}^{ст} = W_{п}^{оч} [K \times (1 + K) + K] \quad (5.94)$$

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

5.3.7. Водоподготовительные установки, работающие по схеме известкование - подкисление

Расход сточных вод (куб. м/ч) от ВПУ определяется как

$$W_{ст} = K W_{оч} \quad (5.95)$$

где:

K – коэффициент, учитывающий долю сбросных вод при
под

известковании (ориентировочно $K = 0,03$).

под

Сточные воды от ВПУ, работающей по схеме известкование –
подкисление, – это продувочные воды осветлителя, содержащие шлам.
В состав шлама входят $CaCO_3$, $Mg(OH)_2$ и известковые отходы И.

3 2 отх

Количество $CaCO_3$ (г/куб. м), образующейся при известковании,
 3

составляет:

исх

$$CaCO_3 = 50 [2 (Ж_{кар} - 0,5) + CO_2], \quad (5.96)$$

3 кар 2

где:

исх

$Ж_{кар}$ – карбонатная жесткость исходной воды, мг-экв/л.

кар

Количество $Mg(OH)_2$ (г/куб. м), образующейся при известковании,
 2

составит:

исх

$$Mg(OH)_2 = 29 (Mg_{кар} - 1,4). \quad (5.97)$$

2

Количество известковых отходов (г/куб. м) определяется по формуле:

$$I_{\text{отх}} = \frac{I(100 - C)}{C}, \quad (5.98)$$

где:

I – расход извести на обработку 1 куб. м воды;

C – доля активной окиси кальция в товарном продукте, %.

○

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

5.3.8. Предварительная обработка воды

Для предварительной обработки воды чаще всего используется коагуляция сернокислым алюминием или совместная коагуляция сернокислым железом с известкованием в осветлителях.

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

Коагуляция сернокислым алюминием

Качество сточных вод (мг-экв/л):

$$\text{Щ}_{\text{СТ}} = \text{Щ}_{\text{ИСХ}} - d, \quad (5.99)$$

к

где:

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

к

Содержание сульфатов (мг/л):

$$\begin{array}{c} \text{СТ} \\ \text{SO} \\ 4 \end{array} = \begin{array}{c} \text{ИСХ} \\ \text{SO} \\ 4 \end{array} + d \times 48. \quad (5.100)$$

Содержание кремнекислоты (мг/л):

$$\begin{array}{c} \text{СТ} \\ \text{SiO} \\ 2 \end{array} = 0,75 \begin{array}{c} \text{ИСХ} \\ \text{SiO} \\ 2 \end{array}. \quad (5.101)$$

Содержание органических веществ (мг/л):

$$\begin{array}{c} \text{СТ} \\ \text{Орг} \end{array} = 0,25 \begin{array}{c} \text{ИСХ} \\ \text{Орг} \end{array}. \quad (5.102)$$

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

Солесодержание коагулированной воды (мг/л):

$$\begin{array}{c} \text{СТ} \\ \text{СС} \end{array} = \begin{array}{c} \text{ИСХ} \\ \text{СС} \end{array} - (61 - 48) d - 0,25 \begin{array}{c} \text{ИСХ} \\ \text{SiO} \\ 2 \end{array} - 0,75 \begin{array}{c} \text{ИСХ} \\ \text{Орг} \end{array}. \quad (5.103)$$

Общее количество осаждающихся веществ на 1 куб. м обрабатываемой воды (г/куб. м):

$$G = G_{\text{Al(OH)3}} + G_{\text{SiO2}} + G_{\text{орг}} + G_{\text{в}}, \quad (5.104)$$

где:

$$G_{\text{Al(OH)3}} = 26 d_{\text{к}}; \quad (5.105)$$

$$G_{\text{SiO2}} = 0,25 \frac{\text{исх SiO}_2}{2}; \quad (5.106)$$

$$G_{\text{орг}} = 0,75 \frac{\text{исх Орг}}{\text{орг}}; \quad (5.107)$$

$$G_{\text{в}} = \frac{\text{исх В}}{\text{в}}, \quad (5.108)$$

где:

В - содержание взвешенных веществ в исходной воде.

исх

Количество сточных вод на 1 куб. м обрабатываемой воды:

$$q = \frac{G \times 100}{\alpha \times 10^6}, \text{ куб. м/куб. м}, \quad (5.109)$$

шл

где:

альфа - концентрация осадка в шламоборнике, %; при

шл

коагуляции сернокислым алюминием альфа равна 0,5%.

шл

Коагуляция сернокислым железом с известкованием

Качество обработанной и сточной воды:

ст

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

ст исх исх ст

$$\text{Ж} = \text{Ж} - \text{Щ} + \text{Щ} + d, \quad (5.110)$$

к

где:

d - доза коагулянта; обычно находится в пределах от 0,25 до

к

0,75 мг-экв/л;

ст

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

ст ст ст

$$\text{Ca} = \text{Ж} - \text{Mg}, \text{ мг-экв/л}; \quad (5.111)$$

ст исх

$$\text{SO} = \text{SO} + 48 d, \text{ мг-экв/л}; \quad (5.112)$$

4

4

к

$$\frac{SiO_2^{ст}}{2} = 0,35 \frac{SiO_2^{исх}}{2}, \text{ мг/л}; \quad (5.113)$$

$$Cl^{ст} = Cl^{исх}, \text{ мг/л};$$

$$\frac{Org^{ст}}{2} = 0,25 \dots Org^{исх}, \text{ мг/л}. \quad (5.114)$$

Солесодержание известкованно-коагулированной воды (мг/л) :

$$SS_{и-к} = 20 (Ж_{исх} - Щ_{исх}) + 48 \frac{SO_4^{исх}}{4} + 0,35 \frac{SiO_2^{исх}}{2} + 23 Na_{исх} + 35 Cl_{исх} + 0,25 Org^{исх} + 51,8. \quad (5.115)$$

Общее количество осаждающихся веществ на 1 куб. м обработанной воды составляет (г/куб. м) :

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

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

где :

исх

Ж, Ж - карбонатная жесткость воды до и после
кар кар.ост

предварительной обработки, мг-экв/л;

(Ж ≈ 0,5 мг-экв/л);

кар.ост

107 исх

$$G_{\text{Fe(OH)3}} = 53,5 d + \frac{107}{56} \text{Fe} \text{ исх}; \quad (5.118)$$

исх

$$G_{\text{Mg(OH)2}} = 29 (\text{Mg} - \text{Mg} \text{ ост}) \quad (5.119)$$

(Mg = 1,4 мг-экв/л при известковании воды);

ост

исх

$$G_{\text{SiO2}} = 0,65 \text{SiO} \quad (5.120)$$

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

исх

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

(0,75 - доля органических веществ, переходящих в осадок);

исх

$$G = V \cdot \rho, \text{ г/куб. м};$$

в

И - количество недопала извести, определяемое по формуле:

отх

$$И = \frac{И (100 - С)}{С}, \text{ г/куб. м,}$$

отх

где:

$$И = 28 \left(\frac{\text{исх}}{100} + \text{Mg} - \text{Mg} + \text{Fe} + d + \text{CO} + 0,2 \right), \text{ г/куб. м}$$

(5.122)

ост к 2

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

Количество продувочной воды на 1 куб. м обработанной воды (куб. м/куб. м):

$$q = \frac{G \times 100}{\alpha \times 10}, \quad (5.123)$$

шл

где:

альфа - концентрация шлама (осадка) в шламосборнике, равная

шл

примерно 3% (при известковании с коагуляцией).

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

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

Для ВПУ подпитки пароводяного тракта составят:

$$W_{\text{оч}} = W_{\text{пер}} + W_{\text{вн.пот}} \quad (5.124)$$

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

$$H_{\text{т.пер}} = \frac{W_{\text{пер}}}{T} \quad (5.125)$$

$$H_{\text{э.пот}} = \frac{W_{\text{вн.пот}}}{\text{Э}} \quad (5.126)$$

Как свежую, так и сточную воду от ВПУ распределяют на отпуск тепла и электроэнергии пропорционально $W_{\text{пер}}$ и $W_{\text{вн.пот}}$.

Например,

$$\text{Э.СВ} = \frac{\text{СВ} \cdot W_{\text{вн.пот}}}{W}$$

$$W_{\text{оч}} = W_{\text{пер}} \cdot \frac{W_{\text{оч}}}{W_{\text{пер}}}; \quad (5.127)$$

$$W_{\text{оч}} = W_{\text{пер}} \cdot \frac{W_{\text{оч}}}{W_{\text{пер}}}. \quad (5.128)$$

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

$$W_{\text{оч}} = W_{\text{пер}}. \quad (5.129)$$

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 внутриванционных потерь, поэтому она является потерями электростанции.

$$W_{\text{оч}} = W_{\text{вн.пот}} \cdot \frac{W_{\text{оч}}}{W_{\text{вн.пот}}}. \quad (5.130)$$

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 гидрозолоудаления

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотреших на сайте [фахверковые дома](#).

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

Общее количество воды (куб. м/ч), необходимое для удаления золошлаковых остатков, определяется по формуле [11]:

$$W_{\text{ГЗУ}} = q_{\text{зш}} A, \quad (5.131)$$

где:

q - принимается по данным проектно-технической документации.

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

Водный баланс систем ГЗУ за годичный период определяется [11] следующими уравнениями:

- приходная часть баланса, куб. м:

$$W_1 = W_{\text{ГЗУ}}^{\text{ст}} + W_{\text{ГЗУ}}^{\text{н}} + W_{\text{ГЗУ}}^{\text{вл}} + W_{\text{ГЗУ}}^{\text{пер}}, \quad (5.132)$$

где:

$W_{\text{ГЗУ}}^{\text{ст}}$

- объем водной составляющей пульпы, поступающей в отвал, ГЗУ

с учетом сточных вод от других систем, сбрасываемых в систему ГЗУ;

$W_{\text{ГЗУ}}^{\text{н}}$

- объем осадков, выпадающих на поверхность ГЗУ

золошлакоотвала, бассейна и каналов осветленной воды;

$W_{\text{ГЗУ}}^{\text{вл}}$

- объем поверхностного стока, поступающего в систему ГЗУ;

ГЗУ

пер

W - объем сбросных вод от других цехов электростанции или ГЗУ

других предприятий, направляемых непосредственно на золоотвал;

- расходная часть баланса, куб. м:

$$W = W_{\text{ГЗУ}} + W_{\text{ГЗУ}}^{\text{фп}} + W_{\text{ГЗУ}}^{\text{фк}} + W_{\text{ГЗУ}}^{\text{ив}} + W_{\text{ГЗУ}}^{\text{г}} + W_{\text{ГЗУ}}^{\text{ис}} + W_{\text{ГЗУ}}^{\text{д}}, \quad (5.133)$$

где:

W - объем воды, забираемой из отстойного пруда для ГЗУ

повторного использования в системе ГЗУ, исходя из потребностей [см. формулу (5.131)] внутростанционной системы золоулавливания и

вс

шлакоудаления, включая внутростанционные потери воды ($W_{\text{ГЗУ}}$);

ГЗУ

фп

$W_{\text{ГЗУ}}^{\text{фп}}$ - потери на фильтрацию через ложе отстойного пруда;

ГЗУ

фк

$W_{\text{ГЗУ}}^{\text{фк}}$ - потери на фильтрацию через ложе бассейна и каналов

ГЗУ

осветленной воды;

ив

$W_{\text{ГЗУ}}^{\text{ив}}$ - потери на испарение с водной поверхности отстойного

ГЗУ

пруда, бассейна и каналов осветленной воды;

г

W – потери воды на заполнение пор намытого золошлакового ГЗУ материала;

ис

W – потери на испарение с поверхности золоотвала, покрытой ГЗУ снегом;

д

W – потери воды на подъем уровня отстойного пруда с целью ГЗУ обеспечения необходимого пути осветления (в связи с частичным заполнением емкости пруда зольными отложениями).

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

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

Продувка оборотной системы ГЗУ (сточные воды) имеет место в случае положительного водного баланса системы, т.е. $W_{ГЗУ1} > W_{ГЗУ2}$,

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 (куб. м/ч) оборотной системы ГЗУ, необходимый для обеспечения концентрации растворенных солей на безопасном с точки зрения образования отложений уровне, определяется по методике ВТИ им. Ф.Э. Дзержинского:

- для систем с мокрыми золоуловителями:

$0,005 \tau_{ау} \frac{pr}{pr} 2- \text{доб} \text{ доб} -$

$$W_{\text{пр.в.}} = \frac{\{W_{\text{ор.в.}} (\text{Щ} + 3,9 S + 7,05 \sqrt{S}) + [SO_4] W\} e}{\text{ГЗУ}}$$

$$\text{ГЗУ} \quad 36$$

$$\Phi - [0,5 (\phi_{\text{в}} + \phi_{\text{шл}}) + W_{\text{ГЗУ}}]; \quad (5.134)$$

- для систем с сухими золоуловителями:

$$W_{\text{прод.в.}} = \frac{\{1,5 \phi_{\text{в}} (SO_3) + [SO_4] W\} e}{\text{ГЗУ}}$$

2- доб доб -0,005тау

з 3 золы 4 ГЗУ

$$\text{ГЗУ} \quad 20$$

$$\Phi - [0,5 (\phi_{\text{в}} + \phi_{\text{шл}}) + W_{\text{ГЗУ}}], \quad (5.135)$$

где:

пр

S - процентное содержание серы в топливе, приведенное к 1000 ккал/кг - нижней теплоте сгорания;

2- доб

[SO₄] - усредненное содержание сульфатов в добавочной

воде, мг-экв/кг;

φ

W - суммарные потери на фильтрацию в системе ГЗУ, куб. м/ч;

ГЗУ

(SO) - содержание сульфата в золе, %.

Z зола

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

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

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

5.5. Промывка регенеративных воздухоподогревателей и водогрейных котлов

Объем водопотребления на промывку регенеративных воздухоподогревателей (РВП) и пиковых водогрейных котлов зависит от ряда факторов, в том числе от качества сжигаемого топлива, типа и режима 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 куб. м на 1 кв. м площади сечения ротора;

продолжительность - 1 ч;

периодичность - 1 раз в 30 сут.;

- для промывки конвективных поверхностей нагрева котла:

расход воды на промывку котла паропроизводительностью 300 т/ч и более - 300 куб. м;

продолжительность - 2 ч;

периодичность - 1 раз в год перед ремонтом;

- для промывки пиковых котлов:

расход воды на промывку водогрейного котла:

ПТВМ-50-1 - 15 куб. м;

КВГМ-100 (ПТВМ) - 20 куб. м;

КВГМ-180 (ПТВМ) - 25 куб. м;

продолжительность - 30 мин.;

средняя периодичность - 1 раз в 15 сут.

Периодичность промывок пиковых котлов, оборудованных устройством дробеочистки, - 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 т.д.) и принимаются на основе фактических данных химического контроля.

При отсутствии данных химического контроля состав промывочных вод (мг/л) после известковой обработки, как наиболее распространенной, можно принимать по данным Теплоэлектропроекта: взвешенные вещества - 25; сухой остаток - 2000 - 2400; SO - 1400;

4

Ni <= 0,1; Cu <= 0,1; Fe <= 0,1; V <= 0,1; pH - 9,5 - 10.

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

Для ТЭЦ на теплофикационном режиме расходы воды относят на отпуск электроэнергии и тепла пропорционально расходам топлива, затрачиваемого на выработку этих двух видов продукции рассматриваемым турбоагрегатом.

5.6. Химическая очистка оборудования

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

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

Таблица 5.7

ОРИЕНТИРОВОЧНОЕ КОЛИЧЕСТВО СТОКОВ ПРИ ПРЕДПУСКОВЫХ ОЧИСТКАХ

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотревших на сайте [фахверковые дома](#).

КОТЛОВ

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

Прямоточный	2650	Двухконтурная	
		в два этапа:	
20000		1-й	550
		2-й	700

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]:

$$\text{альфа} = \frac{3}{4} \cdot \frac{\text{ТЭТА}}{0,13 \cdot \text{тау}} \quad (5.136)$$

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.

Таблица 5.8

ПРИМЕРНЫЙ СОСТАВ ПРИМЕСЕЙ В СТОЧНЫХ ВОДАХ ОТ ХИМИЧЕСКИХ ОЧИСТОК ОБОРУДОВАНИЯ НА ТЭС, МГ/КГ

Показатель очисток	Методы химических					
	соляно-	ком-	моно-	фталевом-	концен-	
	кислотный	плек-	аммо-	кислот-	тратом	
	сонный	ний	ний	ний	низко-	
	цит-				молеку-	
	ратный				лярных	
					кислот	
Хлориды	4500	-	-	-	-	-
Сульфаты	50	400	400	40	40	
Железо общее	5	15	15	10	10	
Ингибиторы ОП-7,	70	70	70	70	70	
ОП-10						
Ингибиторы ПБ-5,	30	-	-	-	-	-
В-1, В-2						
Каптакс	-	15	15	15	15	
Формальдегид	200	-	-	-	-	-
Аммонийные	500	500	500	280	500	

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотревших на сайте [фахверковые дома](#).

соединения						
Нитриты	-	250	250	-	250	-
Сухой остаток	10000	6000	6000	6000	6000	
Содержание органических веществ:						
ХПК, мг О /кг	350	1900	1700	3400	3000	
БПК, мг О /кг	180	650	1300	2400	2200	

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

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

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

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

В зависимости от принятых технологических схем вспомогательных

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотривших на сайте [фахверковые дома](#).

производства использованная вода может сбрасываться в водный объект
ст пп
(W), направляться в другие системы (W) или использоваться в
об
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 хозяйственно-питьевым нуждам относятся расходы воды на столовые, душевые, сатураторы, туалеты и т.д. Расход воды, используемой на хозяйственно-питьевые нужды, принимается по данным проектно-технической документации или СНиП [7, 18].

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

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

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

8. УКРУПНЕННЫЕ НОРМЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

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

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

Индивидуальные балансовые нормы разрабатываются для каждого типа установленных турбоагрегатов.

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотреших на сайте [фахверковые дома](#).

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

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

где:

N_{ys} - укрупненная норма водопотребления (водоотведения) на

единицу продукции S (электроэнергии, тепла), отпускаемой ТЭС;

N_{isl} - индивидуальные нормы водопотребления (водоотведения) на

единицу продукции по каждому турбоагрегату l ;

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

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

Аналогично рассчитываются укрупненные нормативы потерь и переданной воды.

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

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

В ГВЦ Госплана СССР

/\

			Укрупненные нормы формируются	
	Минэнерго		по видам продукции	
	СССР		в натуральном (электроэнергия	
	L-----T-----		и тепло) и стоимостном	
			(товарная продукция) выражении	
			L-----	
			/\	
			Укрупненные нормы формируются	
			по видам продукции в	
	Главк		натуральном выражении	
	L-----T-----		(электроэнергия, тепло),	
			вырабатываемым одностипными	
Уровни			турбинами с одинаковыми	Сте-
плани-			условиями водообеспечения,	пень
рования			и в целом по главку	укруп-
			L-----	нения
			/\	
			Укрупненные балансовые нормы	
			формируются по видам продукции	
	РЭУ, ПЭУ		(электроэнергия и тепло),	
	L-----T-----		вырабатываемым одностипными	
			турбинами, и в целом по РЭУ,	
			ПЭУ	
			L-----	
			/\	
			Индивидуальные балансовые	
	Электро-		нормы определяются для каждой	

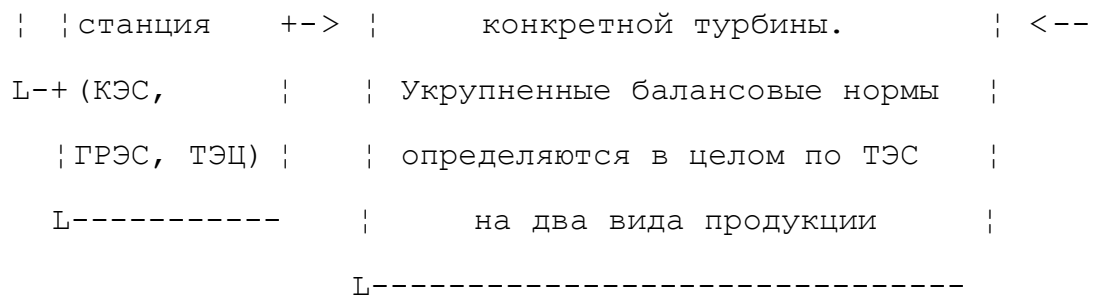


Рис. 7. Схема разработки текущих балансовых норм

Укрупненные нормы в натуральном выражении по уровням управления определяются по формуле:

$$H_{\psi} = \frac{\sum_{\psi=1}^n H_{\psi} Q_{\psi}}{\sum_{\psi=1}^n Q_{\psi}}, \quad (8.2)$$

где:

H_{ψ} – укрупненная соответствующая норма ψ -го уровня управления (электростанция, РЭУ, главк) на единицу продукции, отпускаемой электростанциями (РЭУ, главк) данного уровня управления;

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

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

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

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

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

$$M' = \frac{\sum_{\psi=1}^n d_{\psi} Q_{\psi}}{\sum_{\psi=1}^n Q_{\psi}} \cdot y_{ds} \quad (8.3)$$

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

$$M'' = \frac{\sum_{\psi=1}^n d'_{\psi} Q_{\psi}}{\sum_{\psi=1}^n Q_{\psi}} \cdot y_{ds} \quad (8.4)$$

где:

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

Средневзвешенный удельный приведенный сток, т.е.

средневзвешенное условное количество сточных вод (Z' , Z''),
 y_s y_s
соответственно до и после очистки с учетом разбавления
определяется по формулам:

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

$$Z'' = \frac{\sum_{\psi=1}^n Z''_{\psi} \cdot Q_{\psi}}{\sum_{\psi=1}^n Q_{\psi}}. \quad (8.6)$$

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 ввода в ЭВМ, выдачу результатов расчета, хранение, накопление и обновление норм, необходимых для разработки народнохозяйственных планов.

Таким образом, в рамках автоматизированной системы нормирования (АСН) на всех уровнях планирования предполагается создание фондов норм и нормативов с организацией их накопления и систематического обновления.

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

В ходе проведения работы ведущие отраслевые институты - разработчики норм выполняют

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотреших на сайте [фахверковые дома](#).

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 24204-80;

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

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

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

$$N_{\text{ум}} = \frac{\sum_{\psi=1}^n \sum_{s=1}^r H_{\psi\text{спси}} Q_{\text{спси}}}{\sum_{\psi=1}^n B_{\psi}} \quad (8.7)$$

где:

$N_{\text{ум}}$ – укрупненная норма водопотребления (водоотведения) на

1000 руб. товарной продукции по m -му министерству;

$H_{\psi\text{спси}}$ – укрупненная норма водопотребления (водоотведения) на

единицу продукции ψ -го уровня управления;

$Q_{\text{спси}}$ – объем производства s -го вида продукции по ψ -му

уровню управления;

n

$\sum_{\psi=1}^n B_{\psi}$ – объем товарной продукции в действующих ценах по

Минэнерго СССР в целом;

n - количество предприятия m-го министерства;

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

Сформированные групповые нормы и нормативы водопотребления и водоотведения представляются по формам 1 - 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 осуществляет Главное научно-техническое управление энергетики и электрификации Минэнерго СССР с привлечением отраслевых научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций.

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

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

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

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

9.6. Расчеты индивидуальных норм по направлениям использования воды (технологические, вспомогательные и подсобные, хозяйственно-питьевые нужды) и нормативов на единицу продукции осуществляются по настоящей Методике непосредственно на электростанциях и утверждаются их руководством.

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

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

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотривших на сайте [фахверковые дома](#).

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, ВНИПИэнергопромом, УралВТИ, утверждаются Минэнерго СССР, сообщаются в Госплан СССР и Минводхоз СССР для планирования и контроля.

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

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

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

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

Приложение 1

Рекомендуемое

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЮ И ВОДООТВЕДЕНИЮ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

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

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

Вода добавочная - вода, подаваемая в систему оборотного водоснабжения из природного

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотревших на сайте [фахверковые дома](#).

источника, других водохозяйственных систем (каналов, городского водопровода и др.), или очищенная сточная вода, подаваемая для восполнения потерь на продувку и безвозвратных потерь воды.

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

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 поочередно в нескольких производственных процессах или агрегатах без промежуточного охлаждения или очистки (использование воды в системе ГЗУ и водоподготовки после конденсаторов турбин и др.).

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

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

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

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

Водопотребление - потребление воды из водного объекта или системы водоснабжения.

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

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

Качество воды - характеристика состава и свойств воды.

Коэффициент неравномерности расхода воды (сброса сточных вод):

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

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

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

Минерализация воды - сумма всех найденных при химическом анализе воды минеральных

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотривших на сайте [фахверковые дома](#).

веществ (в мг/л и г/кг).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Приложение 2

Обязательное

ТЕКУЩИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ НОРМЫ И НОРМАТИВЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Расчет норм и нормативов должен включать:

1. Пояснительную записку, в которой необходимо указать:
 - тип и установленную мощность электростанции;
 - объем отпускаемой продукции каждым турбоагрегатом;
 - вид топлива, системы ГЗУ;
 - оснащенность электростанции водоизмерительными приборами;
 - метод определения норм различных технологических систем (расчетный, метод измерений, по паспортным и проектным данным);
 - места направления стоков различных технологических систем;
 - причины отклонений расчетных объемов свежей воды от фактических (по форме 2-ТП (водхоз)).
2. Таблицы индивидуальных норм водопотребления на единицу продукции (форма 1).
3. Таблицы индивидуальных норм водоотведения на единицу продукции (форма 2).
4. Таблицы состава и концентрации загрязнений в сточных водах от электростанции, сбрасываемых в водоем, приходящихся на единицу продукции (форма 3).
5. Таблицы сопоставления расчетного количества свежей воды, в том числе питьевого качества, с фактическим ее использованием за истекший год (форма 4).
6. Таблицы состава сточных вод и концентрации загрязнений в них (табл. П2.1). Формы и примеры их заполнения представлены в Приложении 5.

Таблица П2.1

СОСТАВ И КОНЦЕНТРАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В СТОЧНЫХ ВОДАХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Показатель		Единица		Качество		Производственный процесс, цикл	

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотреших на сайте [фахверковые дома](#).

-----Т-----Т-----Т-----Т-----+

			изме-	ис-	до	после	метод	даль-	прира-	прира-
удельное	удельное	удельное	удель-	удель-						
			рения	ход-	очи-	очи-	очист-	ней-	щение	щение
количес-	количес-	количес-	ный	ный						
			ной	стки	стки	ки		шее	концен-	концен-
тво	тво	тво	"при-	"при-						
			воды					ис-	трации	трации
загряз-	загряз-	вещест-	веден-	веден-						
			по					поль-	загряз-	загряз-
няющего	няющего	ва,	ный"	ный"						
			опре-					зова-	няющих	няющих
воду	воду	поступа-	сток до	сток						
			деля-					ние	воду	воду
вещест-	вещест-	ющего в	очист-	после						
			ющим							
веществ	веществ	ва,	ва,	водоем с	ки,			очист-		
			пока-					в	в	
попадаю-	остающе-	очищен-	куб. м/	ки,						
			зате-					стоках	стоках	
щего в	гося в	ными	МВт.ч;	куб. м/						
			лям					до	после	
стоки в	стоках	стоками,	куб. м/	МВт.ч;						
очистки	очистки	процессе	после	с учетом	ГДж			куб. м/		
произ-	очистки,	фонового		ГДж						
водства,	кг/	загряз-								
кг/	МВт.ч;	нения								
МВт.ч;	кг/ГДж	водоема,								
кг/ГДж		кг/								
		МВт.ч;								
		кг/ГДж								
Физические										

Температура	°С								
Взвешенные вещества	мг/л								
Нефтепродукты	мг/л								
Химические									
рН									
Жесткость общая	мг- экв/л								
Жесткость карбонатная	мг- экв/л								
Щелочность общая	мг- экв/л								
Солесодер- жание	мг/л								
Кальций	мг/л								
Магний	мг/л								
Натрий	мг/л								

Хлориды	мг/л								
Сульфаты	мг/л								
Нитраты	мг/л								
Нитриты	мг/л								
Железо общее	мг/л								
Медь	мг/л								
Марганец	мг/л								
Кислород растворенный	мг/л								
Углекислота свободная	мг/л								
ПАВ	мг/л								
ХПК	мг/л								
Биологические									
БПК	мг/л								
Биогенные элементы	мг/л								

Фосфор		мг/л							
Азот общий		мг/л							
Специфические									
Ванадий		мг/л							
Никель		мг/л							
Фтор		мг/л							
Мышьяк		мг/л							

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

Приложение 3

Обязательное

**МАКЕТ СБОРНИКА ТЕКУЩИХ УКРУПНЕННЫХ НОРМ И НОРМАТИВОВ
ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ**

1. Формы 1 - 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, принятым Госпланом СССР на планируемый год. При несоблюдении указанных требований формы 1 - 3 к рассмотрению Госпланом СССР приниматься не будут.

3. Информация форм 1 - 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 (СОЕИ). 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 (СОАТО). М.: Статистика, 1976.
- Перечень министерств, ведомств (с полным и сокращенным названием) и шифровка министерств и предприятий по подчиненности. Утв. ЦСУ СССР. М., 1976.
- Экономическое районирование СССР. Шифровка, рекомендуемая СОПС АН СССР. М., 1976.

4. По формам 1 - 3 институты Теплоэлектропроекта и ВНИПИэнергопром представляют укрупненные нормы на уровне главков, промышленных объединений и Минэнерго СССР.

При заполнении форм 1 - 3 в заголовочной части таблиц указываются:

Слева:

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

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

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

Справа:

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотревших на сайте [фахверковые дома](#).

коды формы (пятизначное число); года (двухзначное число); министерства, ведомства СССР (четырёхзначное число); отрасли (пятизначное число); продукции (двумя числами: шестизначное - часть 1, четырёхзначное - часть 2); бассейна реки; номер листа (четырёхзначное число); дата и час составления (шестизначное число).

Графа "Код признака" Теплоэлектропроектом и ВНИПИэнергопромом не заполняется.

При заполнении табличной части формы 1 указываются:

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

в графе Б - наименование единицы измерения нормы;

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

в графах 2 и 3 - код направлений водопотребления (двумя числами: шестизначное - часть 1, четырёхзначное - часть 2);

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

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

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

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

в графе Г - процент снижения (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).

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

5. При заполнении формы 2 в табличной части указываются:

в графе А - наименование направлений водоотведения;

в графе Б - наименование единицы измерения нормы;

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

в графах 2 и 3 - код направлений водоотведения (двумя числами: шестизначное - часть 1, четырёхзначное - часть 2);

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

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

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

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотравших на сайте [фахверковые дома](#).

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

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

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

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

При расчете текущих укрупненных балансовых норм водоотведения и нормативов безвозвратного потребления и потерь на единицу продукции используются объемы производства, указанные в форме 1.

6. При заполнении табличной части формы 3 указываются:

в графе А - наименование вредного вещества;

в графе Б - наименование единицы измерения вредного вещества;

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

в графах 2 и 3 - код вредного вещества (двумя числами: шестизначное - часть 1, 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 год (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 1.

Формы 1 - 3 должны оформляться на белой бумаге и заполняться на пишущей машинке. Представление форм на синьках и заполнение форм вручную не допускаются.

Форма 1

Нормы водопотребления по продукции теплоэнергетики на
19 ____ г.

(министерство, ведомство СССР,

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотривших на сайте [фахверковые дома](#).

Снижение ("+" повышение)		водопотребления и качество		нища		п/п		потребления	
норм водопотребления		используемой воды		из-		+-----Т-----+-----Т-----+		в 19__ г. относительно	
19__ г.		19__ г.		мере-		направле-		еди- 19__ 19__	
-----Т-----+		ния		ния		ницы		г. г. +-	
абс.		%		нормы		водопот-		изме-	
						ребления		рения	
						+----Т----+ нормы			
						ч. 1 ч. 2			
-----+-----+		-----+-----+		-----+-----+		-----+-----+		-----+-----+	
В		А		Г		Б		1 2 3 4 5 6	
-----+-----+		-----+-----+		-----+-----+		-----+-----+		-----+-----+	
Свежая вода									
на производственные нужды									
всего									
в том числе питьевого									
качества									
Повторно или									
последовательно									
используемая вода на									
производственные нужды									

Свежая вода на
хозяйственно-питьевые
нужды всего
в том числе питьевого
качества
Повторно или
последовательно
используемая вода на
хозяйственно-питьевые
нужды
Свежая вода на
производственные и
хозяйственно-питьевые
нужды всего
в том числе питьевого
качества повторно или
последовательно
используемая вода на
производственные и
хозяйственно-бытовые нужды

| |
| Обратная вода | |
| | | |
L-----+-----+

" _____ " _____ 19 ____ г. _____
(дата) (должность) (подпись)

Форма 2

Нормы водоотведения по продукции теплоэнергетики
на 19 ____ г.

(министерство, ведомство СССР,
союзная республика)

(отраслевое направление)

(продукция)

(бассейн реки, климатический
район)

-----T-----T-----

Код | Номер | Дата | |
+-----T-----T-----T-----T-----T-----
-----T-----+ листа | и час |

| формы | года | при- | министерства, | от-

Производственные		
сточные воды		
Хозяйственно-бытовые		
сточные воды		
Всего производственные		
и хозяйственно-		
бытовые сточные воды		
в том числе:		
Нормативно-чистые,		
допускаемые к сбросу		
без очистки		
Требующие очистки		

" _____ " _____ 19 _____ г. _____
 (дата) (должность) (подпись)

Форма 3

Качество отводимой воды по продукции теплоэнергетики на

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотревших на сайте [фахверковые дома](#).

(министерство, ведомство СССР,
союзная республика)

(отраслевое направление)

(продукция)

(производственный процесс)

(бассейн реки, климатический
район)

Код	Номер	Дата
+ лист	+ и час	
реки	бассейна	формы года при- министерства, от-
2	ления	знака ведомства рас- +---T---+
		СССР, союзной ли ч. 1 ч.
		республики

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

" _____ " _____ 19__ г. _____
 (дата) (должность) (подпись)

Приложение 4

Обязательное

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

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

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

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

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотревших на сайте [фахверковые дома](#).

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

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

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

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

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

- внедрение на ВПУ таких 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 остановках и ремонтах и т.п.;

- перевод подшипников некоторых видов вращающихся механизмов (мельниц, дымососов, вентиляторов и т.п.) на густую консистентную смазку, не требующую водяного охлаждения.

Разработанные мероприятия по экономичному использованию водных ресурсов и определенные с учетом этих мероприятий новые текущие индивидуальные нормы водопотребления и водоотведения согласовываются с местными органами Минводхоза СССР.

Необходимые для внедрения мероприятий дополнительные затраты, если таковые имеют место, рассчитываются на базе "Инструкции по определению экономической эффективности использования новой техники, изобретений и рационализаторских предложений в энергетике" (М., 1986).

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

Пример расчета снижения нормы за счет рекомендуемых мероприятий приведен в Приложении

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотрвших на сайте [фахверковые дома](#).

ПРИМЕР РАСЧЕТА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТЕКУЩИХ НОРМ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ ДЛЯ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ТЭЦ

1. Основное оборудование

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

Топливо - бурый уголь.

Система водоснабжения - оборотная с градирнями.

Источник технического водоснабжения - река Миасс.

Источник хозяйственно-питьевого водоснабжения - городской водопровод.

Качество исходной речной воды приведено в табл. П5.1.

Таблица П5.1

-----Т-----Т-----Т-----Т-----Т-----Т-----Т-----Т-----Т-----Т-----
 -----Т-----

В	В	ния за	венные	ний	лет-	зим-		
летний	зимний	год, ч	нужды		ний	ний		
период	период		<*>		пе-	пе-		
					риод	риод		
ПТ-60-130/13	7390	48,8	5,4	43,4	40,9	46,6	420,4	456,8
372,6	557,3							
(ТА-1)							(100,4)	(109,1)
(89)	(133,1)							
ПТ-60-130/13	8355	46,5	5,1	41,4	40,7	42,1	360,1	391,3
238,2	530,9							
(ТА-2)							(86)	(93,5)
(56,9)	(126,8)							
Т-100-130	8521	79,5	8,8	70,7	74,2	67,3	440,9	479,1
366,3	585,3							
(ТА-3)							(105,3)	(114,4)
(87,5)	(139,9)							
Т-100-130	6559	84,7	9,3	75,4	75,4	75,4	521,7	566,9
423,3	641,0							
(ТА-4)							(124,6)	(135,4)
(101,1)	(153,1)							
ПТВМ-180	3268	-	-	-	-	-	352,6	-
-	-							-
(2 шт.)							(84,2)	
Всего		259,5	28,6	230,9	-	-	-	1894,1
								(452,4)

32-Д-19 номинальной подачей 6000 куб. м/ч каждый.

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

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

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

2.1. Летний режим

Расход охлаждающей воды для турбоагрегата ПТ-60-130/13 определяется подачей двух параллельно работающих циркуляционных насосов и равен 8000 куб. м/ч; для турбоагрегата Т-100-130 расход охлаждающей воды равен 16000 куб. м/ч. Перепад температур охлаждающей воды Δt равен 9 °С (форма 3-тех).

Коэффициент испарения K равен 0,0014. Относительные потери с капельным уносом P равны 0,005.

к.у

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

и

$$W_{\text{ох}} = K \Delta t W = 0,0014 \times 9 \times 8000 = 100,8 \text{ куб. м/ч;}$$

турбоагрегатов Т-100-130:

и

$$W_{\text{ох}} = 0,0014 \times 9 \times 16000 = 201,6 \text{ куб. м/ч.}$$

Потери с капельным уносом

турбоагрегатов ПТ-60-130/13:

к.у

$$W_{\text{ох к.у ох}} = P_{\text{к.у}} W_{\text{к.у}} = 0,005 \times 8000 = 40 \text{ куб. м/ч};$$

ох к.у ох

турбоагрегатов Т-100-130:

к.у

$$W_{\text{ох к.у ох}} = 0,005 \times 16000 = 80 \text{ куб. м/ч.}$$

ох

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

Отсюда допустимый коэффициент упаривания:

(Щ)

о доп 5

$$\text{фи} = \frac{\text{доп}}{\text{св}} = \frac{5}{2,2} = 2,27.$$

доп св 2,2

(Щ)

о

Значение необходимой продувки

для турбоагрегатов ПТ-60-130/13:

пр 1 и к.у 1

$$W_{\text{ох пр 1 и к.у 1}} = \frac{W_{\text{пр 1}}}{\text{фи} - 1} - W_{\text{к.у}} = \frac{40}{2,27 - 1} \times 100,8 - 40 = 39,2 \text{ куб. м/ч};$$

ох фи - 1 ох ох 2,27 - 1

доп

для турбоагрегатов Т-100-130:

$$W_{\text{ох}} = \frac{1}{2,27 - 1} \times 201,6 - 80 = 78,4 \text{ куб. м/ч.}$$

Расходы свежей воды, подаваемой в систему:

$$W_{\text{ох}} = W_{\text{св}} + W_{\text{пр}} + W_{\text{и}} + W_{\text{к.у}} ;$$

для турбоагрегатов ПТ-60-130/13:

$$W_{\text{ох}} = 39,2 + 100,8 + 40 = 180 \text{ куб. м/ч;}$$

для турбоагрегатов Т-100-130:

$$W_{\text{ох}} = 78,4 + 201,6 + 80 = 360 \text{ куб. м/ч.}$$

Расходы оборотной воды:

$$W_{\text{ох}} = W_{\text{об}} - (W_{\text{пр}} + W_{\text{и}} + W_{\text{к.у}}) ;$$

для турбоагрегатов ПТ-60-130/13:

об

$$W = 8000 - 180 = 7820 \text{ куб. м/ч};$$

ох

для турбоагрегатов Т-100-130:

об

$$W = 16000 - 360 = 15640 \text{ куб. м/ч.}$$

ох

Качество продувочной воды системы:

$$\begin{matrix} \text{пр} & & \text{св} \\ (C_i) & = & \text{фи} (C_i) , \end{matrix}$$

т.е.:

пр

$$(Ж) = 2,27 \times 3,1 = 7,0 \text{ мг-экв/л};$$

о

пр

$$(Щ) = 2,27 \times 2,2 = 5,0 \text{ мг-экв/л};$$

о

2+ пр

$$(Ca) = 2,27 \times 36 = 81,7 \text{ мг/л};$$

2+ пр

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

+ пр

$$(\text{Na}) = 2,27 \times 20,7 = 47 \text{ мг/л};$$

2- пр

$$(\text{SO}) = 2,27 \times 58 = 131,7 \text{ мг/л};$$

4

- пр

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

2- пр

$$(\text{SiO}) = 2,27 \times 4,9 = 11,1 \text{ мг/л};$$

3

пр

$$(\text{Fe}) = 2,27 \times 0,2 = 0,5 \text{ мг/л};$$

о

пр

$$(\text{Org}) = 2,27 \times 15,6 = 35,4 \text{ мг/л};$$

пр

$$(\text{CO}) = 249 \times 2,27 = 565 \text{ мг/л}.$$

2.2. Зимний режим

Расход охлаждающей воды для турбоагрегата ПТ-60-130/13 равен

4700 куб. м/ч, а для турбоагрегата Т-100-130 - 11000 куб. м/ч.

Перепад температур охлаждающей воды ДЕЛЬТА t равен $3\text{ }^{\circ}\text{C}$; $K - 0,0008$; $P - 0,005$.

к.у

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

и

$$W = 0,0008 \times 3 \times 4700 = 11,3 \text{ куб. м/ч;}$$

ох

турбоагрегатов Т-100-130:

и

$$W = 0,0008 \times 3 \times 11000 = 26,4 \text{ куб. м/ч.}$$

ох

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

к.у

$$W = 0,005 \times 4700 = 23,5 \text{ куб. м/ч;}$$

ох

для турбоагрегатов Т-100-130:

к.у

$$W = 0,005 \times 11000 = 55 \text{ куб. м/ч.}$$

ох

Допустимый коэффициент упаривания принимается таким же, что и

для летнего периода.

Расход необходимой продувки

для турбоагрегатов ПТ-60-130/13:

$$W_{\text{ох}} = \frac{1}{2,27 - 1} \times 11,3 - 23,5 = -14,6 \text{ куб. м/ч};$$

для турбоагрегатов Т-100-130:

$$W_{\text{ох}} = \frac{1}{2,27 - 1} \times 26,4 - 55 = -34 \text{ куб. м/ч.}$$

При $\phi_{\text{и}}$, равном 2,27, продувка имеет отрицательное значение;

доп

это указывает на то, что продувка не требуется, а заданная кратность упаривания не будет достигнута.

Фактический коэффициент упаривания:

$$\phi_{\text{и}} = \frac{W_{\text{и}} + W_{\text{к.у}}}{W_{\text{ох}}};$$

$$\phi_{\text{и}} = \frac{11,3 + 23,5}{23,5} = 1,48;$$

$$\Phi_{\text{ТАЗ-4}} = \frac{26,4 + 55}{55} = 1,48.$$

Расходы свежей воды, подаваемой в систему:

$$W_{\text{св}} = W_{\text{и}} + W_{\text{к.у}};$$

$$W_{\text{ох}} \quad \text{ох} \quad \text{ох}$$

для турбоагрегатов ПТ-60-130/13:

$$W_{\text{св}} = 11,3 + 23,5 = 34,8 \text{ куб. м/ч};$$

$$W_{\text{ох}}$$

для турбоагрегатов Т-100-130:

$$W_{\text{св}} = 26,4 + 55 = 81,4 \text{ куб. м/ч.}$$

$$W_{\text{ох}}$$

Расходы оборотной воды:

$$W_{\text{об}} = W_{\text{и}} - (W_{\text{к.у}} + W_{\text{ох}});$$

$$W_{\text{ох}} \quad \text{ох} \quad \text{ох} \quad \text{ох}$$

для турбоагрегатов ПТ-60-130/13:

об

$$W = 4700 - 34,8 = 4665 \text{ куб. м/ч};$$

ох

для турбоагрегатов Т-100-130:

об

$$W = 11000 - 81 = 10919 \text{ куб. м/ч.}$$

ох

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

$$N_{\text{ох}} = \frac{W_{\text{ср}} + W_{\text{зим}} + W_{\text{лет}}}{2 \cdot \varepsilon}$$

Нормы потребления свежей воды:

$$N_{\text{ох ТА-1}} = \frac{\varepsilon_{\text{св}} \cdot (180 + 34,8) + 2 \cdot 43,4}{2 \cdot \varepsilon} = 2,47 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

$$N_{\text{ох ТА-2}} = \frac{\varepsilon_{\text{св}} \cdot (180 + 34,8) + 2 \cdot 41,4}{2 \cdot \varepsilon} = 2,59 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

$$N_{\text{ох ТА-3}} = \frac{\varepsilon_{\text{св}} \cdot (360 + 81,4) + 2 \cdot 70,7}{2 \cdot \varepsilon} = 3,12 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

$$\begin{array}{l}
 \text{э.св} \quad 360 + 81,4 \\
 \text{Н} \quad = \text{-----} = 2,93 \text{ куб. м/МВт.ч.} \\
 \text{ох ТА-4} \quad 2 \times 75,4
 \end{array}$$

Нормы потребления оборотной воды:

$$\begin{array}{l}
 \text{э.об} \quad 7820 + 4665 \\
 \text{Н} \quad = \text{-----} = 143,84 \text{ куб. м/МВт.ч.} \\
 \text{ох ТА-1} \quad 2 \times 43,4
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 \text{э.об} \quad 7820 + 4665 \\
 \text{Н} \quad = \text{-----} = 150,78 \text{ куб. м/МВт.ч.} \\
 \text{ох ТА-2} \quad 2 \times 41,4
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 \text{э.об} \quad 15640 + 10919 \\
 \text{Н} \quad = \text{-----} = 187,83 \text{ куб. м/МВт.ч.} \\
 \text{ох ТА-3} \quad 2 \times 70,7
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 \text{э.об} \quad 15640 + 10919 \\
 \text{Н} \quad = \text{-----} = 176,12 \text{ куб. м/МВт.ч.} \\
 \text{ох ТА-4} \quad 2 \times 75,4
 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{l}
 \text{э.ст} \quad 39,2 + 0 \\
 \text{Н} \quad = \text{-----} = 0,45 \text{ куб. м/МВт.ч.} \\
 \text{ох ТА-1} \quad 2 \times 43,4
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 \text{э.ст} \quad 39,2 + 0
 \end{array}$$

$$H_{\text{ох ТА-2}} = \frac{78,4 + 0}{2 \times 41,4} = 0,47 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

$$\text{э.ст} \quad 78,4 + 0$$

$$H_{\text{ох ТА-3}} = \frac{78,4 + 0}{2 \times 70,7} = 0,55 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

$$\text{э.ст} \quad 78,4 + 0$$

$$H_{\text{ох ТА-4}} = \frac{78,4 + 0}{2 \times 75,4} = 0,52 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

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

$$\text{э} \quad (100,8 + 11,3) + (40 + 23,5)$$

$$H_{\text{ох ТА-1}} = \frac{(100,8 + 11,3) + (40 + 23,5)}{2 \times 43,4} = 2,02 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

$$\text{э} \quad (100,8 + 11,3) + (40 + 23,5)$$

$$H_{\text{ох ТА-2}} = \frac{(100,8 + 11,3) + (40 + 23,5)}{2 \times 41,4} = 2,12 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

$$\text{э} \quad (201,6 + 26,4) + (80 + 55)$$

$$H_{\text{ох ТА-3}} = \frac{(201,6 + 26,4) + (80 + 55)}{2 \times 70,7} = 2,57 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

$$\text{э} \quad (201,6 + 26,4) + (80 + 55)$$

$$H_{\text{ох ТА-3}} = \frac{(201,6 + 26,4) + (80 + 55)}{2 \times 75,4} = 2,41 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

Коэффициенты изменения среднегодового показателя по сезонам года определяются только для забора свежей воды:

$$K_{лет} = \frac{W_{лет} (180 + 360) \times 2}{W_{ср} (180 + 34,8) + (360 + 81,4)} = 1,65;$$

$$K_{зим} = \frac{W_{зим} 2 \times (34,8 + 81,4)}{W_{ср} (180 + 34,8) + (360 + 81,4)} = 0,35.$$

3. Водоподготовительные установки

На ТЭЦ имеются две установки подготовки воды:

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

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

3.1. Установка двухступенчатого химического обессоливания

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

Внутростанционные потери составляют 2% паропроизводительности котлов, что меньше допустимого значения [13], поэтому они и выбираются в качестве расчетных. Паропроизводительность установленных котлов составляет:

$$210 \times 9 = 1890 \text{ т/ч.}$$

Потери составят (2%):

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

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

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

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

$$360 + 40 = 400 \text{ куб. м/ч.}$$

Фактическая среднегодовая производительность обессоливающей установки составляет 260 куб. м/ч.

Для расчета норм принимаем фактическую производительность ВПУ, равную 260 куб. м/ч, из них 25 куб. м/ч предназначены для восполнения внутрисканционных потерь (2%), а 235 куб. м/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

ИК

ИК

Щ = 0,4 - 0,8 мг-экв/л. Принимаем Щ равной 0,7 мг-экв/л.

Дозу коагулянта (сернокислого железа) d принимаем равной 0,5

К

мг-экв/л;

ИК

ИСХ

ИСХ

ИК

Ж = Ж - Щ + Щ + d = 3,1 - 2,2 + 0,7 + 0,5 = 2,1 мг-экв/л.

ИК

$$\text{Mg} = 1,4 \text{ мг-экв/л};$$

ИК ИК ИК

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

ИК ИСХ

$$\text{SO}_4 = \text{SO}_4 + 48 \times d = 58 + 48 \times 0,5 = 82 \text{ мг/л};$$

4 4 к

ИК ИСХ

$$\text{SiO}_2 = 0,35 \text{ SiO}_2 = 1,72 \text{ мг/л};$$

2 2

ИК ИСХ

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

ИК ИСХ

$$\text{Org} = 0,25 \text{ Org} = 3,9 \text{ мг/л};$$

ИК ИСХ

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

Солесодержание известкованно-коагулированной воды:

ИК ИСХ ИСХ ИСХ ИСХ ИСХ

$$\text{СС} = 20 (\text{Ж} - \text{Щ}) + 48 \text{ SO}_4 + 0,35 \text{ SiO}_2 + 23 \times \text{Na} +$$

4 2

$$\begin{aligned}
 & \text{исх} \qquad \qquad \text{исх} \\
 & + 0,25 \text{ Орг} \quad + 35 \text{ Cl} \quad + 51,8 = 20 \times (3,1 - 2,2) + 48 \times 1,2 + \\
 & + 0,35 \times 4,9 + 23 \times 0,89 + 0,25 \times 15,6 + 35 \times 0,37 + 51,8 = 166,5 \\
 & \text{мг/л.}
 \end{aligned}$$

3.1.2. Расчет количества сточных вод от ВПУ

Определяются коэффициенты собственных нужд ионитных фильтров по ступеням обработки.

Первая ступень Н-катионирования; катионит - сульфуголь:

$$q_{1Н} = 6,5 \text{ куб. м/куб. м;}$$

1Н

$$\text{эпсилон}_{1Н} = 300 \text{ г-экв/куб. м;}$$

1Н

п

(Ж - Ж)

ост (3,1 - 0,2)

$$K_{1Н} = q_{1Н} \frac{\text{эпсилон}_{1Н}}{\text{эпсилон}} = 6,5 \times \frac{300}{300} = 0,063.$$

1Н

1Н

эпсилон

300

1Н

Первая ступень ОН-анионирования; анионит АН-31:

$$q_{1А} = 21,8 \text{ куб. м/куб. м;}$$

1А

$$\text{эпсилон}_{1А} = 700 \text{ г-экв/куб. м;}$$

1А

$$K_{1A} = q_{1A} \frac{\text{SUM} (Cl + SO)}{4 \text{ (} 0,37 + 1,71 \text{)}} \cdot \frac{21,8}{\text{эпсилон}} = 21,8 \times \frac{1}{700} = 0,065.$$

1Н

Вторая ступень Н-катионирования; катионит - сульфуголь:

$$q_{2H} = 11,1 \text{ куб. м/куб. м;}$$

$$\text{эпсилон}_{2H} = 200 \text{ г-экв/куб. м;}$$

$$K_{2H} = q_{2H} \frac{\text{ост} (Ж + Na)}{200 \text{ (} 0,2 + 0,89 \text{)}} = 11,1 \times \frac{1}{200} = 0,060.$$

2Н

Вторая ступень ОН-анионирования; анионит АВ-17:

$$q_{2A} = 14,5 \text{ куб. м/куб. м;}$$

$$\text{эпсилон}_{2A} = 200 \text{ г-экв/куб. м;}$$

$$K_{2A} = q_{2A} \frac{HSiO_3}{2A \text{ эписилон}} = 14,5 \times \frac{0,023}{200} = 0,002.$$

Количество сточных вод от ионитной части ВПУ:

$$W_{ст.оч. ВПУ} = W_{ВПУ} \left\{ K_{2A} + K_{2H} (1 + K_{2A}) + (1 + K_{2A}) (1 + K_{2H}) \times \right. \\ \left. \times [K_{1A} + K_{1H} (1 + K_{1A})] \right\} = 260 \times \{ 0,002 + 0,060 \times (1 + 0,002) + \\ + (1 + 0,002) \times (1 + 0,060) \times [0,065 + 0,063 \times (1 + 0,065)] \} = \\ = 260 \times 0,195 = 51 \text{ куб. м/ч.}$$

Количество воды, подаваемой на установку:

$$W_{ВПУ} = W_{св. ВПУ} + W_{ст. ВПУ} = 260 + 51 = 311 \text{ куб. м/ч.}$$

Количество сточных вод от установки предварительной обработки не учитывается, поскольку вода после отстаивания шлама возвращается в осветлитель.

3.1.3. Расчет качественного состава сточных вод от ВПУ

Расходы реагентов на регенерацию ионитов:

$$D = 875 \text{ г-экв/ч};$$

NaOH

$$D = 1180 \text{ г-экв/ч.}$$

H₂SO₄

В 1 куб. м сточных вод, поступающих в бак-нейтрализатор, содержится:

$$\text{Ca} = \frac{n_{\text{ст}} (W_{\text{ст}} + W_{\text{оч}})}{W_{\text{ст}}} = \frac{0,7 \times (51 + 260)}{51} = 4,27 \text{ г-экв/куб. м};$$

$$\text{Mg} = \frac{n_{\text{ст}} (W_{\text{ст}} + W_{\text{оч}})}{W_{\text{ст}}} = \frac{1,4 \times (51 + 260)}{51} = 8,54 \text{ г-экв/куб. м};$$

$$\text{Na} = \frac{n_{\text{ст}} (W_{\text{ст}} + W_{\text{оч}}) + D}{W_{\text{ст}}} = \frac{0,89 \times (51 + 260) + 875}{51} = 22,6 \text{ г-экв/куб. м};$$

$$\text{SO}_4 = \frac{n_{\text{ст}} (W_{\text{ст}} + W_{\text{оч}}) + D}{4} = \frac{\text{H}_2\text{SO}_4 \quad 1,71 \times (51 + 260) + 1180}{4}$$

$$SO = \frac{4 \text{ г-экв/куб. м;}}{51} = 33,6$$

$$Cl = \frac{n_{ст} \text{ оч} (W_{ст} + W_{оч})}{51} = \frac{0,37 \times (51 + 260)}{51} = 2,26 \text{ г-экв/куб. м;}$$

$$HSiO_3 = \frac{n_{ст} \text{ оч} (W_{ст} + W_{оч})}{51} = \frac{0,02 \times (51 + 260)}{51} = 0,12 \text{ г-экв/куб. м;}$$

$$HCO_3 = \frac{n_{ст} \text{ оч} (W_{ст} + W_{оч})}{51} = \frac{0,1 \times (51 + 260)}{51} = 0,61 \text{ г-экв/куб. м;}$$

$$Org = \frac{n_{ст} \text{ оч} (W_{ст} + W_{оч})}{51} = \frac{3,9 \times (51 + 260)}{51} = 23,8 \text{ г/л.}$$

В бак-нейтрализатор поступает всего:

$$\text{SUM K} = 35,4 \text{ г-экв/куб. м};$$

$$\text{SUM A} = 36,6 \text{ г-экв/куб. м.}$$

Избыток кислотности составляет:

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

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

$$\text{Ca} = 4,27 + 1,2 = 5,47 \text{ г-экв/куб. м.}$$

нейтр

3.1.4. Расчет норм водопотребления и водоотведения обессоливающей установки

На ТЭЦ все пароводяные потери фиксируются в целом по ТЭЦ, поэтому и нормы по ВПУ определяются в целом по ТЭЦ. Распределение объемов воды на два вида продукции производится пропорционально внешним (235 куб. м/ч) и внутрисканционным (25 куб. м/ч) пароводяным потерям.

Следует отметить, что внешние пароводяные потери электростанции не являются потерями для водного объекта. Эта вода (235 куб. м/ч) передается на производство и учитывается в графе "Переданная вода". Поэтому для ВПУ определяются нормативы переданной воды (в целом по ТЭЦ) и относятся на отпуск тепла. Поскольку обессоленная вода (25 куб. м/ч) используется для восполнения внутрисканционных пароводяных потерь, т.е. сама является потерей для ТЭЦ, то для ВПУ кроме норм водопотребления и водоотведения и нормативов переданной воды определяются нормативы потерь в целом по ТЭЦ и относятся на отпуск электроэнергии.

Расходы очищенной, сточной и свежей воды по обессоливающей установке на два вида продукции составили соответственно:

пер оч

$$W = W = 235 \text{ куб. м/ч};$$

Т.СТ

$$W = 46 \text{ куб. м/ч};$$

Т.СВ Т.пер Т.СТ

$$W = W + W = 235 + 46 = 281 \text{ куб. м/ч};$$

оч пот

$$W = W = 25 \text{ куб. м/ч};$$

Э.СТ

$$W = 5 \text{ куб. м/ч};$$

Э.СВ Э.ОЧ Э.СТ

$$W = W + W = 25 + 5 = 30 \text{ куб. м/ч.}$$

Таким образом, нормы водопотребления свежей воды по ВПУ, отнесенные на два вида продукции, в целом по ТЭЦ составляют:

Т.СВ

$$N = \frac{W}{T} = \frac{281}{1894,1} = 0,148 \text{ куб. м/ГДж};$$

Э.СВ

$$N = \frac{W}{Э} = \frac{30}{230,9} = 0,13 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

Нормы водоотведения (стоки от ВПУ сбрасываются в систему ГЗУ и учитываются как последовательно используемая вода) в целом по ТЭЦ

СОСТАВЛЯЮТ:

$$\begin{array}{l} \text{Т.СТ} \\ \text{Т.СТ} \quad \text{W} \quad 46 \\ \text{Н} = \frac{\text{---}}{\text{---}} = \frac{\text{---}}{\text{---}} = 0,024 \text{ куб. м/ГДж;} \\ \text{ВПУ} \quad \text{Т} \quad 1894,1 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Э.СТ} \\ \text{Э.СТ} \quad \text{W} \quad 5 \\ \text{Н} = \frac{\text{---}}{\text{---}} = \frac{\text{---}}{\text{---}} = 0,022 \text{ куб. м/МВт.ч;} \\ \text{ВПУ} \quad \text{Э} \quad 230,9 \end{array}$$

нормативы потерь в целом по ТЭЦ:

$$\begin{array}{l} \text{Э.ПОТ} \\ \text{Э} \quad \text{W} \quad 25 \\ \text{П} = \frac{\text{---}}{\text{---}} = \frac{\text{---}}{\text{---}} = 0,108 \text{ куб. м/МВт.ч;} \\ \text{ВПУ} \quad \text{Э} \quad 230,9 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Т.ПЕР} \\ \text{Т.пер} \quad \text{W} \quad 235 \\ \text{Н} = \frac{\text{---}}{\text{---}} = \frac{\text{---}}{\text{---}} = 0,124 \text{ куб. м/ГДж.} \\ \text{ВПУ} \quad \text{Т} \quad 1894,1 \end{array}$$

3.2. Установка подпитки теплосети

Производительность установки - 500 куб. м/ч.

Количество сточных вод от установки рассчитывается по формуле:

$$\text{СТ} \quad \text{ОЧ} \\ \text{W} = \text{K} \quad \text{W} \quad .$$

Na

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

$$K_{Na} = q_{Na} \frac{\text{исх} - \text{ост}}{\text{эпсилон}_{Na}};$$

$$q_{Na} = 4,0 \text{ куб. м/куб. м};$$

$$\text{эпсилон}_{Na} = 300 \text{ г-экв/куб. м};$$

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

$$W_{СТ} = 0,04 \times 500 \text{ куб. м/ч} = 20 \text{ куб. м/ч},$$

$$\text{отсюда } W = W_{св} + W_{оч} + W_{СТ} = 500 + 20 = 520 \text{ куб. м/ч}.$$

Качественный состав сбросных вод:

исх ост

$$(Ca_{исх} - Ca_{ост}) \quad (1,8 - 0,06)$$

$$Ca = \frac{\dots}{K} + Ca_{ост} = \dots + 1,8 \approx 45,3 \text{ г-экв/куб. м;}$$

$$K \quad 0,04$$

Na

исх

$$(Mg_{исх} - Mg_{ост})$$

$$\text{ост} \quad \text{исх} \quad (1,3 - 0,04)$$

$$Mg = \frac{\dots}{K} + Mg_{ост} = \dots + 1,3 \approx 32,8 \text{ г-экв/куб. м;}$$

$$K \quad 0,04$$

Na

исх

$$(Ж_{исх} - Ж_{ост}) (b - 1)$$

$$\text{ост} \quad \text{исх} \quad (3,1 - 0,1) \times (2,1 - 1)$$

$$Na = \frac{\dots}{K} + Na_{ост} = \dots + 0,89 \approx$$

$$K \quad 0,04$$

Na

$$\approx 83,39 \text{ г-экв/куб. м;}$$

исх

$$(Ж_{исх} - Ж_{ост}) b$$

$$\text{ост} \quad \text{исх} \quad (3,1 - 0,1) \times 2,1$$

$$Cl = \frac{\dots}{K} + Cl_{ост} = \dots + 0,37 =$$

$$K \quad 0,04$$

Na

$$= 157,87 \text{ г-экв/куб. м,}$$

где:

b - удельный расход соли на регенерацию сульфогля, равный 2,1 г-экв/г-экв.

Содержание остальных компонентов в сточной воде после натрий-катионитных фильтров по сравнению с исходной для ВПУ водой остается без изменения.

Сточные воды установки подпитки теплосети направляются в систему ГЗУ для смыва золы и шлака.

3.3. Расчет норм водопотребления и водоотведения установки подпитки теплосети

При расчете норм все расходы очищенной, сточной и исходной воды относят на тепло, отпущенное турбинами на подогреватели сетевой воды, в целом по ТЭЦ, и нормы рассчитываются в целом по ТЭЦ. Очищенная вода передается другим потребителям (теплосетям), поэтому кроме норм водопотребления и водоотведения определяются нормативы переданной воды (также в целом по ТЭЦ).

Норма водопотребления

$$N_{\text{ВПУ}} = \frac{t_{\text{СВ}} \cdot W}{T} = \frac{520}{1894,1} = 0,275 \text{ куб. м/ГДж.}$$

Норма водоотведения

$$N_{\text{ВПУ}} = \frac{t_{\text{СТ}} \cdot W}{T} = \frac{20}{1894,1} = 0,011 \text{ куб. м/ГДж.}$$

Нормативы переданной воды

$$t_{\text{пер}} = \frac{W}{T} = \frac{500}{1894,1}$$

$$N = \frac{W}{T} = \frac{1894,1}{7200} = 0,264 \text{ куб. м/ГДж.}$$

4. Система гидрозолоудаления

Система гидрозолоудаления ТЭЦ – прямоточная.

В соответствии с проектно-технической документацией общий расход воды W на удаление золы и шлака, составляющий 1300 куб.

ГЗУ

м/ч, распределяется следующим образом: смыв золы и шлака – 770 куб. м/ч; орошение скрубберов – 230 куб. м/ч; на аппараты Москалькова – 300 куб. м/ч.

N

Объем осадков W , поступающих в систему ГЗУ, составляет 38

ГЗУ и

куб. м/ч; потерь на испарение W с золоотвала – 51 куб. м/ч;

ГЗУ г

потерь на заполнение пор золошлакового материала W – 49 куб.

ГЗУ

м/ч. $W_{вн}$

Внутристанционные потери воды W равны 52 куб. м/ч.

ГЗУ

Приходная часть баланса:

N

$$W = W_1 + W_{ГЗУ} = 1300 + 38 = 1338 \text{ куб. м/ч.}$$

1 ГЗУ ГЗУ

Расходная часть баланса:

ИВ ГЗ ВН

$$W_2 = W_{ГЗУ} + W_{ГЗУ} + W_{ГЗУ} = 51 + 49 + 52 = 152 \text{ куб. м/ч.}$$

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

$$W_{СТ} = W_1 - W_2 = 1338 - 152 = 1186 \text{ куб. м/ч.}$$

В общий расход воды $W_{ГЗУ}$ на удаление золошлаков входят:

ГЗУ

СВ

исходная речная вода $W_{П}$, а также повторно или последовательно

ПП

используемая вода W ;

продувка системы охлаждения - 117,6 куб. м/ч (в среднем за год);

сточные воды от ВПУ - 51 + 20 = 71 куб. м/ч;

промывочные воды водогрейных котлов - 0,04 куб. м/ч;

сбросные воды после химических очисток котлов - 0,28 куб. м/ч;

сбросные воды вспомогательного и подсобного производств - 15 куб. м/ч.

Таким образом, принимаем

$$W_{ГЗУ} = (W_{СТ} + W_{П} + W_{ПП}) - W_{ГЗУ} = (1186 + 152) - 203,92 = 1134,08 \text{ куб. м/ч;}$$

ПП СТ пр СТ СТ СТ

$$W_{ГЗУ} = W_{ВПУ} + W_{ох} + W_{вк} + W_{х.пр} + W_{в} = 117,6 + 71 + 0,04 + 0,28 + 15 =$$

ГЗУ ВПУ ох вк х.пр в

$$= 203,92 \text{ куб. м/ч};$$

пот

$$W_{ГЗУ} = 152 \text{ куб. м/ч};$$

ГЗУ

ст

$$W_{ГЗУ} = 1186 \text{ куб. м/ч.}$$

ГЗУ

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

$$H_{ГЗУ} = \frac{W_{В} \cdot \varepsilon}{TЭС \cdot \varepsilon} \text{ и } H_{ГЗУ} = \frac{W_{В} \cdot \tau}{TЭС \cdot \tau};$$

$$H_{ГЗУ} = \frac{1134,08 \times 55,95}{132,81 \times 230,9} = 2,07 \text{ куб. м/МВт.ч};$$

$$H_{ГЗУ} = \frac{1134,08 \times 76,86}{132,81 \times 1894,1} = 0,35 \text{ куб. м/ГДж (1,61 куб. м/Гкал)};$$

$$\varepsilon_{.пп} = 203,92 \times 55,95$$

$$H = \frac{132,81 \times 230,9}{203,92 \times 76,86} = 0,37 \text{ куб. м/МВт.ч;}$$

$$\text{ГЗУ } 132,81 \times 230,9$$

$$\text{т.пп } 203,92 \times 76,86$$

$$H = \frac{132,81 \times 1894,1}{1186 \times 55,95} = 0,06 \text{ куб. м/ГДж (0,1 куб. м/ГДж);}$$

$$\text{ГЗУ } 132,81 \times 1894,1$$

$$\text{э.ст } 1186 \times 55,95$$

$$H = \frac{132,81 \times 230,9}{1186 \times 76,86} = 2,16 \text{ куб. м/МВт.ч;}$$

$$\text{ГЗУ } 132,81 \times 230,9$$

$$\text{т.ст } 1186 \times 76,86$$

$$H = \frac{132,81 \times 1894,1}{152 \times 55,95} = 0,36 \text{ куб. м/ГДж (1,52 куб. м/Гкал);}$$

$$\text{ГЗУ } 132,81 \times 1894,1$$

$$\text{э } 152 \times 55,95$$

$$H = \frac{132,81 \times 230,9}{152 \times 76,86} = 0,28 \text{ куб. м/МВт.ч;}$$

$$\text{ГЗУ } 132,81 \times 230,9$$

$$\text{т } 152 \times 76,86$$

$$H = \frac{132,81 \times 1894,1}{152 \times 55,95} = 0,05 \text{ куб. м/ГДж (0,19 куб. м/Гкал).}$$

$$\text{ГЗУ } 132,81 \times 1894,1$$

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

рН	8,0
Взвешенные вещества	до 20 мг/л
Щелочность общая	2 мг-экв/л
Сульфаты	250 мг/л
Хлориды	100 мг/л
Фториды	15 мг/л

Мышь як	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 куб. м/год, или 0,040 куб. м/ч. Вода на промывку поступает из системы охлаждения, загрязненная вода сбрасывается в систему ГЗУ.

Расход промывочных вод водогрейных котлов целиком относится на отпуск тепла.

$$W_{\text{пп}} = W_{\text{ст}} = 0,04 \text{ куб. м/ч,}$$

отсюда

$$H_{\text{т.пп}'} = H_{\text{т.пп}} = \frac{0,04}{1894,1} = 0,00002 \text{ куб. м/ГДж (0,00009 куб. м/Гкал) .}$$

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
Ванадий	0,3 мг/л

6. Химическая очистка котлов

Химическая очистка каждого котла производится один раз в четыре года 5%-ным раствором

соляной кислоты с расходом 1000 куб. м на одну очистку.

Среднегодовое количество воды от очистки котла составляет:

$$W_{\text{исх}} = W_{\text{ст}} = \frac{1000 \times 9}{4} = 2250 \text{ куб. м/год} = 0,28 \text{ куб. м/ч.}$$

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

При расчете норм эти воды целиком относят на отпуск электроэнергии.

$$H_{\text{э.пп}} = H_{\text{э.ст}} = \frac{0,28}{230,9} = 0,0012 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

Качественный состав сбросных вод:

рН	1 - 3
Хлориды	4,5 г/л
Железо	6 г/л
Медь	0,4 г/л

7. Вспомогательные и подсобные производства

К вспомогательным и подсобным производствам ТЭЦ относятся ацетилено-генераторная и электролизерная станции, масло- и мазутохозяйства, открытое распределительное устройство ТЭЦ. Суммарный расход технической воды из системы охлаждения, повторно используемой на их нужды, составляет 5 куб. м/ч. После использования эти воды сбрасываются в канал ГЗУ на смыв золы и шлака. Кроме того, к расходам воды на вспомогательные нужды относятся расходы технической воды из системы охлаждения, используемой на гидроборку главного корпуса ТЭЦ. После использования эти воды в количестве 10 куб. м/ч также направляются на смыв золы и шлака в систему ГЗУ.

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

$$N = \frac{N_{\text{э.пп}} \cdot \text{э.пп}' \cdot 15}{230,9} = 0,065 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

Качественный состав этих вод соответствует составу воды системы охлаждения, за исключением содержания нефтепродуктов (10 мг/л) и взвешенных веществ (50 мг/л).

8. Хозяйственно-питьевые нужды

К расходам воды на хозяйственно-питьевые нужды ТЭЦ относятся расходы воды из городского водопровода на бытовые нужды работающих в цехах и административном здании ТЭЦ (включая строителей из субподрядных организаций), на душевые, столовые, прачечную и гостиницу, находящиеся на территории ТЭЦ.

Расчетный (средний за год) суточный расход воды определяется по формуле (1) СНиП II-31-74, нормы расхода принимаются по табл. 2 и 3 СНиП II-30-76 и табл. П5.3.

Таблица П5.3

РАСЧЕТ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Потребители	Норма	Количество
Средний суточный	водопотребления,	потребителей
расход воды,	л/сут.	
куб. м/сут.		
Административно-	15	261
3,9		
управленческий аппарат		

Рабочие в горячих цехах	45	322
14,5		
Рабочие в остальных цехах	25	641
16,0		
Душевые	500 <*>	316 <*>
118,5		
Столовая	12	6000 блюд
72,0		
Прачечная	75 <***>	100 кг
7,5		
Гостиница	120	20
2,4		

+-----+-----+-----+		
-----+		
Итого	-	-
234,8		
L-----+-----+-----+		

<*> 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 234,8 куб. м/сут., или 9,8 куб. м/ч.

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

$$\begin{array}{ccccccc}
 & & & & & & T \\
 & & & & & & W \quad B \\
 T.CB & & T.CT & \times & 9,8 \times 76,9 & & \\
 W & = & W & = & \frac{\quad}{\quad} = \frac{\quad}{\quad} = 5,7 \text{ куб. м/ч;} & & \\
 x & & x & & B & 132,8 & \\
 \\
 Э.CB & & Э.CT & & & &
 \end{array}$$

$$W = W = 9,8 - 5,7 = 4,1 \text{ куб. м/ч};$$

x x

$$T.CB \quad T.CT \quad 5,7$$

$$H = H = \frac{5,7}{1894,1 (452,4)} = 0,003 \text{ куб. м/ГДж (0,013 куб. м/Гкал)};$$

$$x \quad x \quad 1894,1 (452,4)$$

$$Э.CB \quad Э.CT \quad 4,1$$

$$H = H = \frac{4,1}{230,9} = 0,018 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

$$x \quad x \quad 230,9$$

Хозяйственно-бытовые сточные воды направляются в общегородскую канализацию.

9. Расчет индивидуальных норм водопотребления и водоотведения в целом по ТЭЦ

На ТЭЦ норма потребления свежей воды на основные технологические нужды равна сумме норм потребления свежей воды в системе охлаждения, ГЗУ и ВПУ.

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Э.CB} & \text{Э.CB} & \text{Э.CB} & \text{Э.CB} & & \text{T.CB} & \text{T.CB} & \text{T.CB} \\ H & = H & + H & + H & \text{и} & H & = H & + H \\ \text{тех} & \text{ох} & \text{ГЗУ} & \text{ВПУ} & & \text{тех} & \text{ГЗУ} & \text{ВПУ} \end{array} .$$

Поскольку в системе охлаждения нормы определяются для каждого турбоагрегата в отдельности, а в остальных технологических

T.CB

системах - в целом по электростанции, H будет одинакова для

тех

Э.CB

всех турбин, а H определяется для каждой турбины:

тех

Т.СВ

$$H = 0,35 + (0,15 + 0,28) = 0,78 \text{ куб. м/ГДж.}$$

тех

Э.СВ

$$H = 2,47 + 2,07 + 0,13 = 4,67 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

тех ТА-1

Э.СВ

$$H = 2,59 + 2,07 + 0,13 = 4,79 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

тех ТА-2

Э.СВ

$$H = 3,12 + 2,07 + 0,13 = 5,32 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

тех ТА-3

Э.СВ

$$H = 2,93 + 2,07 + 0,13 = 5,13 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

тех ТА-4

Норма потребления оборотной воды равна норме оборотной воды системы охлаждения, так как остальные технологические системы - прямоточные.

э.об

э.об

$$H = H = 143,84 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

тех ТА-1

ох ТА-1

э.об

э.об

$$H = H = 150,78 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

тех ТА-2

ох ТА-2

$$\frac{H_{\text{тех TA-3}}}{N_{\text{э.об}}} = \frac{H_{\text{ох TA-3}}}{N_{\text{э.об}}} = 187,83 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

$$\frac{H_{\text{тех TA-4}}}{N_{\text{э.об}}} = \frac{H_{\text{ох TA-4}}}{N_{\text{э.об}}} = 176,12 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

Норма потребления повторно или последовательно используемой воды на основные технологические нужды складывается из норм водоотведения систем, сбрасывающих свои отработанные воды в систему ГЗУ (продувка системы охлаждения, сточные воды от ВПУ, химических очисток котлов, вспомогательного и подсобного производств, промывочные воды водогрейных котлов). Норма потребления последовательно используемой воды равна для всех турбоагрегатов:

$$\frac{H_{\text{тех ГЗУ}}}{N_{\text{э.пп}}} = \frac{H_{\text{э.пп}}}{N_{\text{э.пп}}} = 0,37 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

$$\frac{H_{\text{тех ГЗУ}}}{N_{\text{т.пп}}} = \frac{H_{\text{т.пп}}}{N_{\text{т.пп}}} = 0,06 \text{ куб. м/ГДж.}$$

На вспомогательных производствах потребляется только последовательно используемая вода.

$$\frac{H_{\text{в}}}{N_{\text{э.пп}}} = 0,065 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

Эта норма распространяется на все турбоагрегаты (как и норма водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды).

На хозяйственно-питьевые нужды используется вода питьевого качества.

$$\begin{array}{l} \text{Э.СВ} \qquad \qquad \qquad \text{Т.СВ} \\ \text{Н} \qquad = 0,018 \text{ куб. м/МВт.ч}; \text{ Н} \qquad = 0,003 \text{ куб. м/ГДж.} \\ \text{х} \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \text{х} \end{array}$$

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

На ТЭЦ вода теряется в основных технологических системах - системе охлаждения, ВПУ, ГЗУ.

$$\begin{array}{cccccc} \text{Э} & \text{Э} & \text{Э} & \text{Э} & \text{Т} & \text{Т} \\ \text{П} = \text{П} & + \text{П} & + \text{П} & \text{и} & \text{П} = \text{П} & . \\ & \text{ох} & \text{ВПУ} & \text{ГЗУ} & \text{ГЗУ} & \end{array}$$

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

$$\begin{array}{l} \text{Т} \quad \text{Т} \\ \text{П} = \text{П} = 0,05 \text{ куб. м/ГДж.} \\ \text{ГЗУ} \end{array}$$

Нормативы потерь в основных технологических системах на отпуск электроэнергии равны:

$$\begin{array}{l} \text{Э} \\ \text{П} = 2,02 + 0,11 + 0,28 = 2,41 \text{ куб. м/МВт.ч;} \\ \text{ТА-1} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Э} \\ \text{П} = 2,12 + 0,11 + 0,28 = 2,51 \text{ куб. м/МВт.ч;} \\ \text{ТА-2} \end{array}$$

э

$$П = 2,57 + 0,11 + 0,28 = 2,96 \text{ куб. м/МВт.ч;}$$

ТА-3

э

$$П = 2,41 + 0,11 + 0,28 = 2,80 \text{ куб. м/МВт.ч.}$$

ТА-4

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

$$\begin{aligned} & \text{т.пер} & \text{т.пер} & \text{т.пер} \\ Н & = Н & + Н & = 0,264 + 0,124 = 0,39 \text{ куб. м/ГДж.} \\ р & \text{тех} & \text{ВПУ} \end{aligned}$$

Сточные воды от основных и вспомогательных систем ТЭЦ поступают в систему ГЗУ, и только сточные воды от ГЗУ сбрасываются в водоисточник.

Таким образом, нормы водоотведения для всех турбоагрегатов равны:

$$\begin{aligned} & \text{э.ст} & \text{э.ст} \\ Н & = Н & = 2,16 \text{ куб. м/МВт.ч;} \\ & & \text{ГЗУ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{т.ст} & \text{т.ст} \\ Н & = Н & = 0,36 \text{ куб. м/ГДж.} \\ & & \text{ГЗУ} \end{aligned}$$

Нормы отведения хозяйственно-бытовых сточных вод, направляемых на городские очистные сооружения, равны:

$$\begin{array}{l} \text{Э.ст} \qquad \qquad \qquad \text{Т.ст} \\ \text{Н} \qquad \qquad = 0,018 \text{ куб. м/МВт.ч}; \text{ Н} \qquad \qquad = 0,003 \text{ куб. м/ГДж.} \\ \text{х} \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \text{х} \end{array}$$

Нормы, рассчитанные по направлениям использования воды (технологические, вспомогательные и хозяйственно-бытовые нужды), составляют индивидуальные нормы каждого турбоагрегата.

Для определения норм в целом по ТЭЦ необходимо укрупнить индивидуальные нормы каждого турбоагрегата.

Поскольку нормы водопотребления и водоотведения на единицу отпускаемого тепла каждым турбоагрегатом равны, они принимаются в целом по ТЭЦ.

Нормы водопотребления и водоотведения на единицу отпускаемой электроэнергии в целом по ТЭЦ определяются по формуле (8.1).

$$\begin{array}{l} \text{Э.св} \quad 4,67 \times 43,4 + 4,79 \times 41,4 + 5,32 \times 70,7 + 5,13 \times 75,4 \\ \text{Н} \quad = \frac{\text{-----}}{\text{ТЭЦ} \qquad \qquad \qquad 230,9} = \\ = 5,04 \text{ куб. м/МВт.ч.} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Э.об} \quad 143,84 \times 43,4 + 150,78 \times 41,4 + 187,83 \times 70,7 + 176,12 \times 75,4 \\ \text{Н} \quad = \frac{\text{-----}}{\text{ТЭЦ} \qquad \qquad \qquad 230,9} = \\ = 169,09 \text{ куб. м/МВт.ч.} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Э} \quad 2,41 \times 43,4 + 2,51 \times 41,4 + 2,96 \times 70,7 + 2,80 \times 75,4 \\ \text{П} \quad = \frac{\text{-----}}{\text{-----}} = \end{array}$$

230,9

= 2,72 куб. м/МВт.ч.

Нормы потребления и отведения воды по другим направлениям равны для каждого турбоагрегата и принимаются по ТЭЦ в целом. Данные расчета сводятся в формы 1 и 2.

Для оценки достоверности расчета норм проверяется баланс ТЭЦ:

$$\begin{aligned} & \begin{matrix} \text{Э.СВ} & \text{Э.СВ} & & \text{Т.СВ} & \text{Т.СВ} \\ (Н & + Н &) \text{ Э} + (Н & + Н &) \text{ Т} = \\ \text{тех} & \text{х} & & \text{тех} & \text{х} \end{matrix} \\ \\ & \begin{matrix} \text{Э.СТ} & \text{Э.СТ} & \text{Э} & \text{Т.СТ} & \text{Т.СТ} & \text{Т} & \text{Т.пер} \\ = (Н & + Н & + П &) \text{ Э} + (Н & + Н & + П & + Н &) \text{ Т}. \\ & \text{х} & & & \text{х} & & \text{р} \end{matrix} \end{aligned}$$

Первая часть уравнения равна:

$$(5,04 + 0,018) \times 230,9 + (0,78 + 0,003) \times 1894,1 = 2650,97 \text{ куб. м.}$$

Вторая часть уравнения равна:

$$(2,16 + 0,018 + 2,72) \times 230,9 + (0,36 + 0,003 + 0,39 + 0,05) \times 1894,1 = 2651,9 \text{ куб. м.}$$

Незначительный небаланс в 0,94 куб. м объясняется тем, что при расчете числовые значения норм округлялись до двух знаков после запятой.

10. Расчет удельных количеств загрязняющих воду веществ и приведенного стока системы ГЗУ

Сточные воды всех технологических систем сбрасываются в систему ГЗУ. Отведение сточных

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотрящим на сайте [фахверковые дома](#).

вод ТЭС в водный объект организовано с золоотвала. Степень загрязненности отводимых сточных вод определяется расчетом.

Расчет производится по формулам (4.12 - 4.20). Результаты расчета сводятся в табл. П5.4.

Так, для сульфатов:

СВ

$C_{SO4} = 58 \text{ мг/л}$ - концентрация сульфатов в свежей речной воде.

SO4

ст'

$C_{SO4} = 250 \text{ мг/л}$ - концентрация сульфатов в стоках ГЗУ (т.е.

SO4

после технологического процесса).

с''

$C_{SO4} = 250 \text{ мг/л}$ - концентрация сульфатов в стоках, подлежащих

SO4

сбросу в водоем после их очистки.

Ввиду того, что на электростанции очистные сооружения

ст с''

отсутствуют, показатели C_{SO4} и C_{SO4} загрязняющих воду веществ одинаковы.

ст' СВ

ДЕЛЬТА $C'_{SO4} = C_{SO4} - C_{SO4} = 250 - 58 = 192 \text{ мг/л};$

SO4 SO4 SO4

ст'' СВ

ДЕЛЬТА $C''_{SO4} = C_{SO4} - C_{SO4} = 250 - 58 = 192 \text{ мг/л}.$

SO4

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

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотревших на сайте [фахверковые дома](#).

$$M'_{\text{э}} = H_{\text{э.ст}} \Delta C'_{\text{SO}_4} \times 10^{-3} = 2,16 \times 192 \times 10^{-3} = 0,41 \text{ кг/МВт.ч;}$$

SO₄ ГЗУ SO₄

$$M'_{\text{т}} = H_{\text{т.ст}} \Delta C'_{\text{SO}_4} \times 10^{-3} = 0,36 \times 192 \times 10^{-3} = 0,07 \text{ кг/ГДж.}$$

SO₄ ГЗУ SO₄

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

$$M''_{\text{э}} = H_{\text{э.ст}} C''_{\text{SO}_4} \times 10^{-3} = 2,16 \times 250 \times 10^{-3} = 0,54 \text{ кг/МВт.ч;}$$

SO₄ ГЗУ SO₄

$$M''_{\text{т}} = H_{\text{т.ст}} C''_{\text{SO}_4} \times 10^{-3} = 0,36 \times 250 \times 10^{-3} = 0,09 \text{ кг/ГДж.}$$

SO₄ ГЗУ SO₄

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

$$M'''_{\text{э}} = H_{\text{э.ст}} \Delta C'''_{\text{SO}_4} \times 10^{-3} = 2,16 \times 192 \times 10^{-3} = 0,41 \text{ кг/МВт.ч;}$$

SO₄ ГЗУ SO₄

т т.ст -3 -3

$$M''' = H \text{ ДЕЛЬТА } C'' \times 10 = 0,36 \times 192 \times 10 = 0,07 \text{ кг/ГДж.}$$

SO4 ГЗУ SO4

Удельный "приведенный" сток на единицу продукции (1 МВт.ч, 1 ГДж) до очистки:

ст'

С

э э.ст SO4 250

$$Z' = H \text{ -----} = 2,16 \times \text{---} = 1,08 \text{ куб. м/МВт.ч;}$$

SO4 ГЗУ ПДК 500

SO4

ст'

С

т т.ст SO4 250

$$Z' = H \text{ -----} = 0,36 \times \text{---} = 0,18 \text{ куб. м/ГДж;}$$

SO4 ГЗУ ПДК 500

SO4

после очистки:

ст''

С

э э.ст SO4 250

$$Z'' = H \text{ -----} = 2,16 \times \text{---} = 1,08 \text{ куб. м/МВт.ч;}$$

SO4 ГЗУ ПДК 500

SO4

$$Z'' = \frac{M' \cdot C}{M'' \cdot \text{ГЗУ} \cdot \text{ПДК}} = 0,36 \times \frac{250}{500} = 0,18 \text{ куб. м/ГДж.}$$

Поскольку очистные сооружения на ТЭЦ отсутствуют, показатели M' и M'' , Z' и Z'' между собой равны.

По данным таблицы П5.4 составляется форма 3 данного Приложения.

Таблица П5.4

СОСТАВ И КОНЦЕНТРАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В СТОЧНЫХ ВОДАХ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ТЭЦ ЗА 19__ Г.

Показатели	Единица	Ка-	Система			
			гидрозо-	лоуда-	ления	
измере-	чество	до	после	метод	даль-	прира-
ния	воды	удельное	удельное		удельное	ращение
приращение	удельное	прием-	очи-	очист-	очист-	ней-
удельный	удельный	ки	ки	ки	ки	шение
концент-	количество	прием-	очи-	очист-	очист-	ней-
приведенный	приведенный	ки	ки	ки	ки	шение
рации	загрязняющего	ника	стки	ки	ки	шее
до	сток после	загрязняющего	загрязняющего	загрязняющего	загрязняющего	концент-
		концент-	концент-	концент-	концент-	сток

0,18 | 1,08 / 0,18 |

| Хлориды | мг/л | 12,4 | 100 | 100 | | | 87,6
| 87,6 | 0,199 / 0,032 | | 0,216 / 0,036 | 0,189 / 0,032 | 0,617
/ | 0,617 / |

| 0,103 | 0,103 |

| Фториды | мг/л | 2,0 | 15,0 | 15,0 | | | 13,0
| 13,0 | 0,028 / 0,0046 | | 0,032 / 0,0054 | 0,028 / 0,0046 | 21,6 /
3,6 | 21,6 / 3,6 |

| -4 | | -4 | | -4

| Мышьяк | мг/л | 0,005 | 0,1 | 0,1 | | | 0,095
| 0,095 | 2,05 x 10 / | | 2,16 x 10 / | 2,05 x 10 / | 4,32 /
0,72 | 4,32 / 0,72 |

| -4 | | -4 | | -4

| 0,34 x 10 | | 0,36 x 10 | | 0,34 x 10

| -4 | | -4 | | -4

| Ванадий | мг/л | 0,1 | 0,4 | 0,4 | | | 0,3
| 0,3 | 6,48 x 10 / | | 8,64 x 10 / | 6,48 x 10 / | 8,64 /
1,44 | 8,64 / 1,44 |

| -4 | | -4 | | -4

		1,08 × 10		1,44 × 10		1,08 × 10
Сухой	мг/л	249	900	900		651
651	1,40 / 0,23		1,94 / 0,32		1,4 / 0,23	1,94 / 0,32
остаток						

Форма 1

РАСЧЕТ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ НОРМЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ НА ЕДИНИЦУ ПРОДУКЦИИ (1 МВт.ч, 1 ГДж) ПО ЧЕЛЯБИНСКОЙ ТЭЦ

Тип	Вид и	Вид	Система
водопотребления, куб. м/ед. продукции	Индивидуальная норма	Коэф-	
турбины	объем <*> топ-	ма	Т--
		фи-	Т--
	продукции	лива	вода
	вспомогательные и подсобные	на технологические нужды	на хозяйственно-питьевые нужды
	в том числе вода	коэффициент	всего
	нужды	снабжения	нерав-
		жения	номер-
всего	в том числе	всего	в том числе
	свежая вода	обос-	пос-
		ности	

0,78	-	-	-	-	-	0,003	-	0,003	0,003	-	-
0,78	0,78	0,003	0,78	-	-	зим					
		3375752				ротная					
							0,35				
		ГДж				с гра-					
ПТ-60-	Электро-	-"-		дирня-	155,94	4,79	-	4,79	150,78	0,37	
0,065	-	-	-	0,065	0,018	-	0,018	0,018	-	-	
156,03	4,79	0,018	4,81	150,78	0,44						
130/13	энергия			ми;							
(ТА-2)	345897			систе-							
	МВт.ч			ма ГЗУ							
	Тепло			пря-	0,84	0,78	-	0,78	-	0,06	-
0,78	-	-	-	-	0,003	-	0,003	0,003	-	-	
0,78	0,78	0,003	0,78	-							
		3269311,5		моточ-							
		ГДж		ная							
Т-100-	Электро-	-"-			193,52	5,32	-	5,32	187,83	0,37	
0,065	-	-	-	0,065	0,018	-	0,018	0,018	-	-	
193,61	5,32	0,018	5,34	187,83	0,44						
130	энергия										
(ТА-3)	602434,7										
	МВт.ч										
	Тепло				0,84	0,78	-	0,78	-	0,06	-
0,78	-	-	-	-	0,003	-	0,003	0,003	-	-	
0,78	0,78	0,003	0,78	-							

**КАЧЕСТВО ОТВОДИМОЙ ВОДЫ НА ЕДИНИЦУ ПРОДУКЦИИ (1 МВт.ч, 1 ГДЖ)
ЧЕЛЯБИНСКАЯ ТЭЦ**

Вид Удельный	Вредное вещество	Единица измерения	Удельное количество загрязняющего вредного вещества, кг/ед. продукции	Метод очистки	
до очистки	после очистки	до очистки	после очистки		
1	2	3	4	5	
7	8			6	
Электроэнергия	Взвешенные вещества	мг/л	0,0129	0,0129	Очистные сооружения
Тепло			0,00216	0,00216	отсутствуют
				-4	-4

Электро- 21,6	Нефтепро- 21,6		8,64 x 10	8,64 x 10	
энергия	дукты				
				-4	-4
Тепло 3,6			1,44 x 10	1,44 x 10	
Электро- 1,08	Сульфаты 1,08		0,41	0,41	
энергия					
Тепло 0,18			0,07	0,07	
Электро- 0,617	Хлориды 0,617		0,189	0,189	
энергия					
Тепло 0,103			0,032	0,032	
Электро- 21,7	Фториды 21,6		0,028	0,028	
энергия					
Тепло 3,6			0,0046	0,0046	
				-4	-4
Электро- 4,32	Ванадий 4,32		2,05 x 10	2,05 x 10	
энергия					

				ства					
Электро-	1769928	5,06	0,018	5,04	-		0,018	0,018	8952,30
31,86	8920,44	-	31,86	31,86	-	-	-	-	-
энергия,									
МВт.ч									
Тепло,	13018276	0,783	0,003	0,780	-		0,003	0,003	
10193,31	39,05	10154,26	-	39,05	39,05	-	-	-	
ГДж									
Итого...									
19145,61	70,91	19074,70	-						
70,91	70,91	22978,43	136,70	22841,73	-				
136,70	136,70	+3832,82	+65,79	+3767,03	+65,79				
		(~ 17%)							

Приложение 6

Справочное

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ СНИЖЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТЕКУЩИХ НОРМ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Пример 1. Снижение потребления свежей воды для системы охлаждения за счет использования слабоминерализованных сточных вод в системе.

Исходные данные: см. Приложение 3.

Не официальная версия документа (однако достоверная) бесплатно предоставляется клиентам компании ДревГрад смотреших на сайте [фахверковые дома](#).

В соответствии с нормами расход свежей воды на подпитку оборотной системы охлаждения ТЭЦ при работе четырех турбоагрегатов в летний период составляет

св

$$W = 2 \times 180 + 2 \times 360 = 1080 \text{ куб. м/ч.}$$

ох

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

ст

$$W = 70 \text{ куб. м/ч.}$$

сл

На подпитку оборотной системы ГЗУ из системы охлаждения используется вода в количестве

$$\begin{aligned} W_{\text{ох}} &= W_{\text{ГЗУ}} - W_{\text{ВПУ}} - W_{\text{в.к}} - W_{\text{х. пр}} - W_{\text{в}} = \\ &= 152 - 71 - 0,04 - 0,28 - 15 = 65,7 \text{ куб. м/ч.} \end{aligned}$$

Требуемый расход воды на подпитку оборотной системы охлаждения составляет

$$\begin{aligned} W_{\text{ох}} &= W_{\text{дох}} + W_{\text{к.у}} + W_{\text{пр}} = 604,8 + 240 + 65,7 = 910,5 \text{ куб. м/ч,} \end{aligned}$$

в том числе свежей речной воды

$$\begin{aligned} & \text{св} \quad \text{доб} \quad \text{ст} \\ (W_{\text{ох}})' &= W_{\text{доб}} - W_{\text{ст}} = 910,5 - 70 = 840,5 \text{ куб. м/ч.} \\ & \text{ох} \quad \text{ох} \quad \text{сл} \end{aligned}$$

Относительное сокращение потребления свежей воды на подпитку оборотной системы охлаждения:

$$\begin{aligned} & \text{св} \quad \text{св} \\ W_{\text{ох}} - (W_{\text{ох}})' & \\ & \text{ох} \quad \text{ох} \quad 1080 - 840,5 \\ \delta &= \frac{\quad}{\quad} \times 100 = \frac{1080 - 840,5}{1080} \times 100 = 22\%. \\ & \text{ох} \quad \text{св} \quad 1080 \\ & W \\ & \text{ох} \end{aligned}$$

Коэффициент упаривания оборотной воды:

$$\begin{aligned} & \text{доб} \\ W_{\text{ох}} & \\ & \text{ох} \quad 910,5 \\ \phi_{\text{и}} &= \frac{\quad}{\quad} = \frac{910,5 - 604,8}{910,5 - 604,8} = 3,0. \\ & \text{доб} \quad \text{и} \quad 910,5 - 604,8 \\ & W_{\text{ох}} - W_{\text{ох}} \\ & \text{ох} \quad \text{ох} \end{aligned}$$

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

$$(\text{Щ}) = 3,0 \times 2,2 = 6,6 \text{ мг-ЭКВ/л};$$

о об

$$(\text{Ж}) = 3,0 \times 3,1 = 9,3 \text{ мг-ЭКВ/л};$$

о об

2+

$$(\text{Ca}) = 3,0 \times 36 = 108 \text{ мг/л};$$

об

2+

$$(\text{Mg}) = 3,0 \times 15,8 = 47,4 \text{ мг/л};$$

об

+

$$(\text{Na}) = 3,0 \times 20,7 = 62,1 \text{ мг/л};$$

об

2-

$$(\text{SO}) = 3,0 \times 58 = 174 \text{ мг/л};$$

4 об

-

$$(\text{Cl}) = 3,0 \times 12,4 = 37,2 \text{ мг/л};$$

об

2-

$$(\text{SiO}) = 3,0 \times 4,9 = 14,7 \text{ мг/л};$$

3 об

$$(\text{Fe}) = 3,0 \times 0,2 = 0,6 \text{ мг/л};$$

о об

$$(O_{rg}) = 3,0 \times 35,4 = 106,2 \text{ мг/л};$$

об

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

об

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 250 мг/л, а сухой остаток составит 826 мг/л. Новые расходы свежей воды

св

(W)' на подпитку оборотной системы охлаждения для каждого

ох

турбоагрегата определяются пропорционально первоначальным расходам

св

свежей воды W .

ох

Для турбоагрегата ПТ-60-130/13 они составят

$$\text{св} \quad 840,5 \times 180$$

$$(W)' = \frac{\text{св}}{\text{ох}} = \frac{840,5 \times 180}{1080} = 140,1 \text{ куб. м/ч};$$

$$\text{ох} \quad 1080$$

а для турбоагрегата Т-100-130 -

$$\text{св} \quad 840,5 \times 360$$

$$(W_{\text{ох}})' = \frac{1080}{3,8} = 280,2 \text{ куб. м/ч.}$$

ох 1080

св

Сравним новые нормы потребления свежей воды $(H_{\text{св}})'$ с

св

ох

первоначальными $H_{\text{ох}}$ для системы охлаждения четырех турбоагрегатов

ох

в летний период:

турбоагрегат N 1 ПТ-60-130/13:

св 140,1

$$(H_{\text{св}})' = \frac{140,1}{42,4} = 3,42 \text{ куб. м/МВт.ч;}$$

ох 40,9

св 180

$$H_{\text{св}} = \frac{180}{42,4} = 4,4 \text{ куб. м/МВт.ч;}$$

ох 40,9

турбоагрегат N 2 ПТ-60-130/13:

св 140,1

$$(H_{\text{св}})' = \frac{140,1}{42,4} = 3,44 \text{ куб. м/МВт.ч;}$$

ох 40,7

св 180

$$H_{\text{св}} = \frac{180}{42,4} = 4,42 \text{ куб. м/МВт.ч;}$$

ох 40,7

турбоагрегат N 3 Т-100-130:

$$\begin{aligned} \text{св} & 280,2 \\ (\text{H})' & = \frac{280,2}{74,2} = 3,78 \text{ куб. м/МВт.ч;} \\ \text{ох} & 74,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{св} & 360 \\ \text{H} & = \frac{360}{74,2} = 4,85 \text{ куб. м/МВт.ч;} \\ \text{ох} & 74,2 \end{aligned}$$

турбоагрегат N 4 Т-100-130:

$$\begin{aligned} \text{св} & 280,2 \\ (\text{H})' & = \frac{280,2}{75,4} = 3,72 \text{ куб. м/МВт.ч;} \\ \text{ох} & 75,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{св} & 360 \\ \text{H} & = \frac{360}{75,4} = 4,77 \text{ куб. м/МВт.ч.} \\ \text{ох} & 75,4 \end{aligned}$$

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

Исходные данные - см. Приложение 3.

Потери воды в оборотной системе ГЗУ составляют

$$\begin{aligned} \text{пот} & \text{ и } & \text{ГЗ} & \text{ вН} \\ W & = W & + W & + W = 51 + 49 + 52 = 152 \text{ куб. м/ч.} \\ \text{ГЗУ} & \text{ ГЗУ} & \text{ГЗУ} & \text{ГЗУ} \end{aligned}$$

н

В систему ГЗУ поступают осадки на золоотвале $W_{\text{пп}}$ и стоки от

пп

ГЗУ

других технологических систем $W_{\text{дт}}$.

ГЗУ

$$W_{\text{ГЗУ}} = W_{\text{ГЗУ}} + W_{\text{ВПУ}} + W_{\text{ох}} + W_{\text{х. пр}} + W_{\text{в.к}} + W_{\text{в}} =$$

$$= 38 + 71 + 65,7 + 0,28 + 0,04 + 15 = 190 \text{ куб. м/ч.}$$

$$W_{\text{ст}} = 65,7 \text{ куб. м/ч - принимаем из примера 1.}$$

Поступление воды в оборотную систему ГЗУ превышает потери на

$$W_{\text{пр}} = 190 - 152 = 38 \text{ куб. м/ч.}$$

ГЗУ

Значение минимальной продувки системы ГЗУ с учетом стоков от других технологических систем определяется по формуле (5.134):

$$W_{\text{ГЗУ}} = \frac{0,005 \tau_{\text{ау}} \left\{ W_{\text{пр.в}} \left(\frac{\text{Щ}}{\text{ор.в}} + 3,9 S + 7,05 \sqrt{S} \right) + [SO_4] W_{\text{ГЗУ}} \right\} e}{36}$$

$$- \left[0,5 \times (\phi_{\text{з}} + \phi_{\text{шл}}) + W_{\text{ГЗУ}} \right].$$

Расход воды на орошение мокрых золоуловителей W , по данным

ор.в

проектно-технической документации, составляет 230 куб. м/ч;

Σ равна 2,3 мг-экв/л (осветленная вода после подкисления);

ор.в

пр

S - процентное содержание серы в топливе, приведенное к 1000

р

ккал/кг Q .

н

с

По данным электростанции, S угля равно 1%, влажность

р

об

рабочая W - 19%.

Рабочее процентное содержание серы в топливе:

р

$$S_{\text{об}} = S_{\text{с}} \times \frac{100 - W}{100} = 1 \times \frac{100 - 19}{100} = 0,81\%.$$

р

Низшая теплота сгорания угля Q , по эксплуатационным данным,

н

составляет 3200 МДж/кг (ккал/кг).

пр

Тогда S определяется как

р

$$S = \frac{S_{\text{с}}}{\text{р}} = \frac{0,81}{3,2} = 0,25\%.$$

$$Q / 1000$$

н

Расход добавочной воды, включающий свежую воду:

$$W_{\text{ГЗУ}} = W_{\text{доб}} + W_{\text{СТ ВПУ}} + W_{\text{СТ ох}} + W_{\text{СТ х.пр}} + W_{\text{СТ в.к}} + W_{\text{СТ в}} + W_{\text{СТ ГЗУ}} = 190 \text{ куб. м/ч.}$$

2- доб

$[SO_4]_4$ - усредненное содержание сульфатов в добавочной

воде (мг-экв/л) - определяется как средневзвешенная концентрация сульфатов всех потоков воды, поступающих в систему ГЗУ.

$$[SO_4]_4 = \frac{[SO_4]_{\text{СТ ВПУ}} W_{\text{СТ ВПУ}} + [SO_4]_{\text{СТ ох}} W_{\text{СТ ох}} + [SO_4]_{\text{СТ х.пр}} W_{\text{СТ х.пр}} + [SO_4]_{\text{СТ в}} W_{\text{СТ в}} + [SO_4]_{\text{СТ ГЗУ}} W_{\text{СТ ГЗУ}}}{190}$$

концентрация сульфатов в сточных водах ВПУ:

$$[SO_4]_{\text{ВПУ}} = \frac{[SO_4]_{\text{СТ хим.об}} W_{\text{СТ хим.об}} + [SO_4]_{\text{СТ умягч}} W_{\text{СТ умягч}}}{W_{\text{СТ}} + W_{\text{СТ}}}$$

$$33,6 \times 51 + 20 \times 1,2$$

$$= \frac{\quad}{51 + 20} = 24,47 \text{ мг-экв/л};$$

2- ст

$$[SO_4] = 250 \text{ мг/л} = 5,21 \text{ мг-экв/л};$$

4 ох

2- ст

[SO₄] - не учитывается, так как химическая очистка

4 х.пр

производится обессоленной водой;

2- ст

$$[SO_4] = 5,21 \text{ мг-экв/л (принимается аналогично оборотной}$$

4 в

системе охлаждения);

$$2- \text{ доб } 24,47 \times 71 + 5,21 \times 65,7 \times 5,21 \times 15$$

$$[SO_4] = \frac{\quad}{190} = 11,36 \text{ мг-экв/л};$$

4

190

2- доб

$$[SO_4] = \text{усредненное содержание сульфатов в добавочной}$$

4

воде: по данным проектно-технической документации равно 11,36 мг-экв/л;

тау - продолжительность пребывания осветленной воды на золоотвале; принимается за 200 ч;

$$e - \text{основание натуральных логарифмов, равное } 2,7183;$$

φ

W - суммарные потери на фильтрацию в системе ГЗУ; в данном ГЗУ

случае равны 0;

φ_з, φ_{шл} - количество золы и шлака, поступающих на золоотвал.

По данным технического проекта:

φ_з = 98,1 т/ч; φ_{шл} = 18,0 т/ч.

$$W_{\text{ГЗУ}} = \frac{0,005 \times 200 \times \{230 \times (2,3 + 3,9 \times 0,25 + 7,05 \times 0,25) + 11,36 \times 190\} \times e}{36} - 0,5 \times (98,1 \times 18) = 38 - 58 = -20 \text{ куб. м/ч.}$$

пр

Отрицательное значение W указывает на отсутствие опасности ГЗУ

появления сульфатных отложений.

Значение продувки системы ГЗУ принимается из условия поддержания водного баланса на уровне 38 куб. м/ч.

Таким образом, в систему ГЗУ поступают осадки, принимаемые как свпп, в количестве 38 куб. м/ч и стоки других систем W в ГЗУ ГЗУ количестве 152 куб. м/ч. Количество сточных вод системы

$H = \text{-----} = 0,069 \text{ куб. м/МВт.ч;}$

ГЗУ 132,8 x 230,9

т.ст 38 x 76,9

$H = \text{-----} = 0,012 \text{ куб. м/ГДж.}$

ГЗУ 132,8 x 1894,1

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Нормативные характеристики конденсационных установок паровых турбин типа К. М.: СЦНТИ ОРГРЭС, 1974.
2. Типовая энергетическая характеристика конденсатора 300-КЦС-3 турбины К-300-240-ЛМЗ: ТХ 34-70-001-82. М.: СПО Союзтехэнерго, 1982.
3. Типовая нормативная характеристика турбоагрегата ПТ-60-130/13 ЛМЗ. М.: СЦНТИ ОРГРЭС, 1975.
4. Типовая энергетическая характеристика конденсатора 800-КЦС-3 турбины К-800-240-3 ЛМЗ. М.: СПО Союзтехэнерго, 1984.
5. Руководящие указания по тепловому расчету поверхностных конденсаторов мощных турбин тепловых и атомных электростанций. М.: СПО Союзтехэнерго, 1982.
6. Кирсанов И.М. Конденсационные установки. М.- Л.: Энергия, 1965.
7. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения: СНиП II-31-74/Госстрой СССР. М.: Стройиздат, 1975.
8. Клибашев К.П., Горшков И.Ф. Гидрологические расчеты. Л.: Гидрометеиздат, 1970.
9. Справочник гидрогеолога / Под общей ред. М.Е. Альтовского. М.: Госгеолтехиздат, 1962.
10. Справочник по инженерно-геологическим расчетам при изысканиях для гидроэнергетического **строительства**. М.: Госэнергоиздат, 1955.
11. Мелентьев В.А., Нагли Е.З. Гидрозолаудаление и золоотвалы. Л.: Энергия, 1968.
12. Рекомендации по проектированию золошлакоотвалов тепловых

электрических станций: П. 26-85/ВНИИГ. Л., 1986.

13. Нормы технологического проектирования тепловых электростанций: ВНТП-81. М., 1981.

14. Кострикин Ю.М. Инструкция по анализу воды, пара и отложений в теплосиловом хозяйстве. М.: Энергия, 1967.

15. Справочник химика-энергетика. Т. I. Водоподготовка и водный режим парогенераторов. М.: Энергия, 1972.

16. Руководящие указания по известкованию воды на электростанциях. М.: СЦНТИ ОРГРЭС, 1973.

17. Руководство по проектированию обработки и очистки производственных сточных вод тепловых электростанций. М.: Информэнерго, 1976.

18. Внутренний водопровод и канализация зданий: СНиП II-30-76/Госстрой СССР. М.: Стройиздат, 1977.

19. Методические указания по разработке норм и нормативов водопотребления и водоотведения с учетом качества потребляемой и отводимой воды в промышленности. М.: НИИПин Госплана СССР, 1979.