

**МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОФИКАЦИИ СССР**  
**ГЛАВНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОФИКАЦИИ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО РАСЧЕТУ НОРМ РАСХОДА  
СЕРНОЙ КИСЛОТЫ И КАУСТИЧЕСКОЙ СОДЫ  
НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ НУЖДЫ  
ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

**РД 34.10.416-89**



**СОЮЗТЕХЭНЕРГО**  
**Москва 1989**

**МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР**  
**ГЛАВНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ**

---

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО РАСЧЕТУ НОРМ РАСХОДА  
СЕРНОЙ КИСЛОТЫ И КАУСТИЧЕСКОЙ СОДЫ  
НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ НУЖДЫ  
ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

**РД 34.10.416-89**

**Р А З Р А Б О Т А Н О** Производственной единицей по нормированию и экономическим методам управления в электроэнергетике "Экономтехэнерго" и Производственным объединением "Союзтехэнерго"

**И С П О Л Н И Т Е Л И** А.А.РЫБАК, А.Г.ОРЕНКОВА (Экономтехэнерго), В.С.СОКОЛОВА (Союзтехэнерго)

**С О Г Л А С О В А Н О** с НИИПИИ 30.12.87 г.

Заместитель директора по научной части Л.А.ШЕВЧЕНКО

**У Т В Е Р Ж Д Е Н О** Главтехуправлением Минэнерго СССР  
22.09.88 г.

Заместитель начальника А.П.БЕРСЕНЕВ

---

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАСЧЕТУ  
НОРМ РАСХОДА СЕРНОЙ КИСЛОТЫ И  
КАУСТИЧЕСКОЙ СОДЫ НА ЭКСПЛУАТА-  
ЦИОННЫЕ НУЖДЫ ОБОРУДОВАНИЯ ТЕП-  
ЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

---

РД 34.10.416-89

Срок действия установлен  
с 01.05.89 г.  
до 01.05.94 г.

Настоящие Методические указания разработаны с целью обеспечения единого методологического подхода к определению норм расхода серной кислоты и каустической соды на нужды тепловых электростанций на всех уровнях планирования.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Основная задача нормирования - применение в производстве и планировании технически и экономически обоснованных прогрессивных норм расхода материалов в целях их рационального распределения по направлениям потребления, осуществления режима экономии и наиболее эффективного использования ресурсов.

1.2. Норма расхода химических материалов в производстве - это плановый показатель их расхода для производства единицы продукции установленного качества.

1.3. Нормы расхода базируются на современных научно-технических достижениях, их внедрение в технологические процессы способствует прогрессивным направлениям в технологии.

1.4. Прогрессивность норм расхода означает, что они должны основываться на прогрессивной технике и технологии, передовых методах организации производства, должны учитывать достижения лучших предприятий по рациональному использованию химических материалов. Прогрессивные нормы должны быть динамичными, т.е. изменяться в результате внедрения организационно-технических мероприятий и изменений условий производства.

1.5. Нормы расхода химических материалов в производстве должны разрабатываться на всех уровнях планирования на единой методической основе; периодически пересматриваться с учетом планируемого внедрения новейших научно-технических достижений в отрасли, а также проведения организационно-технических мероприятий, предусматривающих рациональное и эффективное использование химических материалов; способствовать максимальной мобилизации внутренних резервов экономии химических материалов, достижению высоких технико-экономических результатов в производстве.

1.6. При нормировании расхода химических материалов на планируемый год допускается повышение или снижение норм расхода по сравнению с отчетным годом при изменении структуры эксплуатируемого оборудования, изменении качества обрабатываемой воды, снижении обменной способности фильтрующих материалов и пр.

1.7. Нормы расхода химических материалов классифицируются по степени агрегации на индивидуальные и групповые; по периоду действия - на годовые и пятилетний периоды.

1.8. Индивидуальной нормой называется установленный максимально допустимый расход химреагентов, требующихся для выработки 1 т химически очищенной воды, 1 МВт·ч электроэнергии или проведения какого-либо технологического процесса.

1.9. Индивидуальные нормы дифференцируются по направлениям расхода химреагентов (индивидуальные дифференцированные нормы) и разрабатываются для всех уровней планирования: предприятие, энергосистема, главк, отрасль.

В настоящих Методических указаниях дана методика расчета индивидуальных норм на уровне энергопредприятий.

Для энергосистем, главных управлений и отрасли в целом они определяются как средневзвешенные значения дифференцированных индивидуальных норм соответственно предприятий, энергосистем, главков.

1.10. Индивидуальные нормы используются для разработки групповых норм на всех уровнях планирования, определения потребности в химреакентах по каждому направлению их расхода и измеряются в граммах на тонну (г/т) обработанной воды, граммах на меговатт-час (г/МВт·ч) выработанной электроэнергии.

1.11. При определении значения индивидуальных норм учитываются результаты работы технологических установок, находящихся в

нормальных условиях эксплуатации, без нарушений технологического режима и без срывов в материально-техническом обеспечении производства, с минимальными потерями ресурсов.

I.12. Групповые нормы определяют расход химического материала на производство продукции для хозяйственного объекта (предприятия, энергосистемы, главка, отрасли).

I.13. На каждом уровне планирования групповая норма представляет собой сумму индивидуальных дифференцированных норм по направлениям расхода реагентов: групповая норма на уровне предприятий, энергосистем и т.д. Они разрабатываются при составлении годовых и пятилетних планов и используются при планировании потребления химреагентов на производство электроэнергии или подготовку добавочной воды для подпитки теплосети.

I.14. Групповые нормы измеряются в граммах на мегаватт-час (г/МВт·ч) выработанной электроэнергии (при ее производстве) или в граммах на тонну (г/т) обработанной воды (для системы теплоснабжения)<sup>1</sup>.

I.15. Состав норм расхода устанавливается для конкретных процессов соответствующими отраслевыми нормативными документами, учитывающими особенности производства электроэнергии и тепла. Произвольное изменение состава норм не допускается.

I.16. При производстве электроэнергии в составе групповых норм предусматриваются следующие направления расхода химреагентов:

на регенерацию фильтров водоподготовительных установок (ВПУ) для подпитки котлов;

на регенерацию фильтров блочных обессоливающих установок (БОУ), автономных обессоливающих установок (АОУ) ТЭС;

на подкисление добавочной воды циркуляционных систем охлаждения конденсаторов турбин;

на восстановление обменной емкости высокоосновного аммония;

на производство эксплуатационных химических очисток энергооборудования;

на очистку производственного конденсата;

---

<sup>1</sup>Размерность г/т групповой нормы расхода реагентов на обработку подпиточной воды для системы теплоснабжения принята в связи с трудностями выделения объема производства тепла в Гкал с использованием реагентов для обработки подпиточной воды.

на корректировку pH исходной воды при коагуляции;  
на корректировку pH котловой воды.

I.17. При подготовке добавочной воды для подпитки теплосети в состав групповой нормы включаются следующие индивидуальные дифференцированные нормы:

на регенерацию фильтров ВПУ для подпитки теплосети;  
на обработку добавочной воды методом подкисления,  
на корректировку pH подпиточной воды.

I.18. Индивидуальные и групповые нормы расхода разрабатываются I раз в пять лет и ежегодно уточняются на каждом уровне планирования с учетом тенденции развития.

I.19. Настоящие методические указания позволяют произвести расчеты с использованием ЭМ.

## 2. РАСЧЕТ НОРМ РАСХОДА ХИМРЕАГЕНТОВ НА УРОВНЕ ЭНЕРГОПРЕДПРИЯТИЙ

2.1. Расчет групповых норм расхода серной кислоты  $N_{i,эл}^{H_2SO_4}$  и каустической соды  $N_{i,эл}^{NaOH}$  на выработку единицы электроэнергии производится по формулам

$$N_{i,эл}^{H_2SO_4} = N_{п.к}^{H_2SO_4} + N_{БОУ}^{H_2SO_4} + N_{\Sigma} \frac{(G_{лвч}^{H_2SO_4} + G_{бос}^{H_2SO_4} + G_{х.оч}^{H_2SO_4} + G_{рн\text{ мск}}^{H_2SO_4} + G_{канд}^{H_2SO_4}) \cdot 10^6}{Э_{пл}}, \quad (1)$$

$$N_{i,эл}^{NaOH} = N_{п.к}^{NaOH} + N_{БОУ}^{NaOH} + \frac{(G_{лвч}^{NaOH} + G_{бос}^{NaOH} + G_{х.оч}^{NaOH} + G_{рн\text{ мск}}^{NaOH} + G_{канд}^{NaOH} + G_{рн\text{ котл}}^{NaOH}) \cdot 10^6}{Э_{пл}}, \quad (2)$$

где  $N_{п.к}^{H_2SO_4}, NaOH$  - индивидуальные дифференцированные нормы расхода реагентов на регенерацию фильтров ВПУ для подпитки котлов, г/МВт·ч;

$N_{БОУ}^{H_2SO_4}, NaOH$  - индивидуальные дифференцированные нормы расхода реагентов на регенерацию фильтров БОУ ТЭС, г/МВт·ч;

$N_{\Sigma}$  - индивидуальная дифференцированная норма расхода серной кислоты на подкисление подпиточной воды циркуляционных систем охлаждения конденсаторов турбины, г/МВт·ч;

- $G_{\text{лог}}^{\text{H}_2\text{SO}_4, \text{NaOH}}$  - планируемая годовая потребность реагентов на регенерацию фильтров автономной обессоливающей установки, т;  
 $G_{\text{вос}}^{\text{H}_2\text{SO}_4, \text{NaOH}}$  - планируемая годовая потребность реагентов на восстановление обменной емкости высокоосновного анионита, т;  
 $G_{\text{х.оч}}^{\text{H}_2\text{SO}_4, \text{NaOH}}$  - то же на эксплуатационные химические очистки энергооборудования, т;  
 $G_{\text{рН иск}}^{\text{H}_2\text{SO}_4, \text{NaOH}}$  - то же на корректировку рН исходной воды при коагуляции, т;  
 $G_{\text{конд}}^{\text{H}_2\text{SO}_4, \text{NaOH}}$  - то же на очистку конденсата, возвращаемого от внешних потребителей, т;  
 $G_{\text{рН котл}}^{\text{NaOH}}$  - годовая потребность едкого натра на корректировку рН котловой воды, т;  
 $10^6$  - переводной коэффициент;  
 $Z_{\text{пл}}$  - выработка электроэнергии, планируемая предприятием, МВт·ч.

$$Z_{\text{пл}} = N_{\text{уст}} K_{\text{исп.пл}} \cdot 8760, \quad (3)$$

$$K_{\text{исп.пл}} = \frac{Z_{\text{пл}}}{8760}, \quad (4)$$

где  $N_{\text{уст}}$  - установленная мощность на энергоспредприятиях, МВт;  
 $Z_{\text{пл}}$  - планируемое число часов работы оборудования;  
 $K_{\text{исп.пл}}$  - коэффициент использования мощности на энергоспредприятии.

2.2. Расчет индивидуальных дифференцированных норм расхода реагентов  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{NaOH}$  на регенерацию фильтров ВПУ для подпитки котлов производится следующим образом. Определяется среднее за 3-5 лет качество исходной воды.

В соответствии с действующими Нормами удельных расходов серной кислоты и гидроксида натрия на подготовку добавочной воды и обработку турбинного конденсата тепловых электростанций Минэнерго СССР и Методическими указаниями по расчету потребности в серной кислоте и гидроксида натрия для регенерации ионитовых фильтров обессоливающих установок рассчитываются значения удель-



ных расходов химреагентов ( $y$ ) в граммах на I г - эквивалент поглощенных солей (г/г-экв) и расход химреагентов ( $P$ ) в граммах на тонну (г/т) обрабатываемой воды в зависимости от усредненного качества исходной воды, способов ионирования и типов используемых ионитов для установок подпитки котлов.

Если фактическое значение  $P$ , меньше определенного по указанным выше нормам, для расчета принимается его фактическое значение. Если фактическое значение  $P$  больше определенного по нормам, допускается увеличение последнего не более чем на 5%.

Полученные данные по имеющимся на предприятии схемам водоподготовки заносятся в табл. I приложения.

Определяется удельное значение (кг/МВт·ч) фактического и планируемого добавка химически очищенной воды ( $q_{доб.ф}$  и  $q_{доб.пл}$ ) и питательной воды ( $q_{п.в}$ ) по каждой группе оборудования, установленного на предприятии.

$$q_{доб.ф} = \frac{(G_1 + G_2) \cdot 10^6}{\mathcal{E}_ф}, \quad (5)$$

$$q_{доб.пл} = \frac{[(G_1 \pm \Delta G_1) + (G_2 \pm \Delta G_2)] \cdot 10^6}{\mathcal{E}_{пл}}, \quad (5,а)$$

$$q_{п.в} = \frac{B_{п.в} \cdot 10^6}{\mathcal{E}_ф}, \quad (6)$$

- где  $G_1$  - абсолютное значение внутристанционных потерь пара и конденсата, включая продувку котлов, тыс.т;  
 $\Delta G_1$  - планируемое изменение абсолютного значения внутристанционных потерь пара и конденсата при вводе нового оборудования и с учетом проведения мероприятий по сокращению потерь, тыс.т;  
 $G_2$  - абсолютное значение невозврата конденсата, тыс.т;  
 $\Delta G_2$  - планируемое изменение невозврата конденсата при изменении отдачи пара на производство (для ТЭЦ), тыс.т;  
 $B_{п.в}$  - расход питательной воды по данной группе оборудования, тыс.т;  
 $\mathcal{E}_{пл}, \mathcal{E}_ф$  - планируемая и фактическая выработка электроэнергии соответствующей группой оборудования, тыс.кВт·ч;  
 $10^6$  - переводной коэффициент.

Значения  $G_1, G_2, G_{п.в}, Э_{ф}$  определяются по форме 3-тех(энерго) отчетного года.

Результаты расчетов записываются в табл.2 приложения.

Определяется удельный расход серной кислоты и каустической соды  $g^{H_2SO_4}$  и  $g^{NaOH}$  (г/МВт·ч) на регенерацию фильтров ВПУ для каждой группы оборудования предприятия

где  $\rho^{H_2SO_4, NaOH} = g^{H_2SO_4, NaOH} = D^{H_2SO_4, NaOH} \varphi_{доб.пл} \cdot 10^{-3}$ , (7)

$\rho^{H_2SO_4, NaOH}$  - расход реагентов, г/т (берется по табл.приложения);

$\varphi_{доб.пл}$  - удельный расход добавочной воды (по данным табл.2 приложения)

Результаты записываются в табл.3 приложения.

Определяются дифференцированные нормы расхода  $H_{i п.к}^{H_2SO_4, NaOH}$  (г/МВт·ч) с учетом планируемой выработки электроэнергии каждой группой оборудования энергопредприятия

$$H_{i п.к}^{H_2SO_4, NaOH} = g^{H_2SO_4, NaOH} d \cdot 10^{-2}, \quad (8)$$

где  $d$  - планируемая доля выработки электроэнергии каждой группой оборудования по отношению к общей выработке электроэнергии, % (по данным РЭУ, ПТО ТЭС),

Значения  $g^{H_2SO_4, NaOH} \cdot 10^{-2}$  - определяются по табл. 3 приложения;

$10^{-2}$  - переводной коэффициент.

Результаты расчета записываются в табл.4 приложения.

Определяются индивидуальные дифференцированные нормы расхода реагентов  $H_{п.к}^{H_2SO_4, NaOH}$  (г/МВт·ч) на подготовку воды для подпитки котлов в целом по предприятию

$$H_{п.к}^{H_2SO_4, NaOH} = \sum_{i=1}^n H_{i п.к}^{H_2SO_4, NaOH}. \quad (9)$$

Результаты записываются в табл.4 и IO приложения.

2.3. Расчет индивидуальных дифференцированных норм расхода реагентов на регенерацию фильтров БОУ  $H_{БОУ}^{H_2SO_4}$  и  $H_{БОУ}^{NaOH}$  производится следующим образом.

Расчет потребности (г/МВт·ч) производится по формуле

$$H_{\text{БОУ}}^{\text{H}_2\text{SO}_4, \text{NaOH}} = \frac{\rho_{\text{БОУ}}^{\text{H}_2\text{SO}_4, \text{NaOH}} Q_{\text{пл}}^{\text{конд}} \cdot 10^3}{\mathcal{E}_{\text{пл}}}, \quad (10)$$

где  $\rho_{\text{БОУ}}^{\text{H}_2\text{SO}_4, \text{NaOH}}$  - норма расхода реагентов на регенерацию ионитов в фильтрах смешанного действия или в раздельных Н-ОН - фильтрах, г/т;  
 $Q_{\text{пл}}^{\text{конд}}$  - планируемый годовой объем очищенного конденсата, тыс.т.

$$Q_{\text{пл}}^{\text{конд}} = q_{\text{п.в}} \mathcal{E}_{\text{пл.пр}} K \cdot 10^{-6}, \quad (11)$$

где  $q_{\text{п.в}}$  - определяется из табл.2 приложения;  
 $\mathcal{E}_{\text{пл.пр}}$  - планируемая выработка электроэнергии прямоточными котлами ТЭС (по данным РЭУ, ПТО ТЭС);  
 $K$  - коэффициент, учитывающий уменьшение объема конденсата, поступающего из конденсатора на БОУ в отопительный период.

Для блоков с теплофикационными турбинами  $K = 0,6$ ;

для конденсационных блоков  $K = 0,8$ .

$\mathcal{E}_{\text{пл}}$  - планируемая выработка электроэнергии в целом по предприятию, тыс.кВт·ч.

Результаты расчетов записываются в табл.5, 10 приложения.

2.4. Расчет индивидуальных дифференцированных норм расхода серной кислоты на подкисление добавочной воды в циркуляционной системе охлаждения конденсаторов турбин  $H_{\text{ц}}$  выполняется по следующим формулам.

$$H_{\text{ц}} = g_{\text{к}} \beta \cdot 10^{-3} \text{ (г/МВт ч)}, \quad (12)$$

где  $g_{\text{к}}$  - удельный расход серной кислоты на обработку циркуляционной воды, рассчитываемый в соответствии с "Нормами расхода химических реагентов для обработки циркуляционной воды на тепловых электростанциях" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1983);

$\beta$  - удельный добавок воды в циркуляционную систему, кг/МВт·ч;

$10^{-3}$  - переводной коэффициент.

Показатели качества добавочной и циркуляционной воды, а также удельный добавок воды в циркуляционную систему определяются как средние значения за предшествующие 3-5 лет.

Результаты расчетов записываются в табл.6, 10 приложения.

2.5. Потребность в серной кислоте и каустической соде для регенерации фильтров АОУ ( $G_{\text{АОУ}}^{\text{H}_2\text{SO}_4}$  и  $G_{\text{АОУ}}^{\text{NaOH}}$ ) определяется по фактическим данным как среднее значение за предшествующие 3-5 лет.

Результаты записываются в табл. 10 приложения.

2.6. Расчет годовой потребности в реагентах на восстановление обменной емкости высокоосновного анионита  $G_{\text{вос}}^{\text{H}_2\text{SO}_4}$  и  $G_{\text{вос}}^{\text{NaOH}}$  производится по следующим формулам.

При обработке анионита серной кислотой расход реагентов принимается из расчета 200 кг 100%-ной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и 25 кг 100%-ной  $\text{NaOH}$  на  $1 \text{ м}^3$  анионита.

При сощелочной обработке расход едкого натра принимается из расчета 270 кг 100%-ной  $\text{NaOH}$  на  $1 \text{ м}^3$  анионита.

Расчет потребности ( $m$ ) производится по формулам

$$G_{\text{вос.к}}^{\text{H}_2\text{SO}_4} = 200 \cdot V n_1 \cdot 10^{-3}, \quad (I3)$$

$$G_{\text{вос.к}}^{\text{NaOH}} = 25 \cdot V n_1 \cdot 10^{-3}, \quad (I3a)$$

$$G_{\text{вос}}^{\text{NaOH}} = 275 \cdot V n_2 \cdot 10^{-3}, \quad (I4)$$

где  $V$  - планируемый объем обрабатываемого анионита,  $\text{м}^3$ ;

$n_1, n_2$  - частота обработки реагентами в год.

Результаты расчетов записать в табл. 7, 10 приложения.

2.7. Расчет годовой потребности в химреагентах на эксплуатационные химические очистки энергооборудования  $G_{\text{х.оч}}^{\text{H}_2\text{SO}_4}$  и  $G_{\text{х.оч}}^{\text{NaOH}}$  выполняется по приведенным ниже формулам.

Расход серной кислоты и каустической соды на проведение одной химической очистки котлов определяется в соответствии с "Нормами расхода реагентов для предпусковых и эксплуатационных химических очисток теплоэнергетического оборудования электростанций (М.: СПО Совзтехэнерго, 1985).

Годовая потребность ( $m$ ) в реагентах по ТЭС определяется:

$$G_{\text{х.оч}}^{\text{H}_2\text{SO}_4} = \sum_{i=1}^m \rho_{\text{л.х.оч}}^{\text{H}_2\text{SO}_4} \alpha_i, \quad (I5)$$

$$G_{\text{х.оч}}^{\text{NaOH}} = \sum_{i=1}^n \rho_{\text{л.х.оч}}^{\text{NaOH}} \alpha_i, \quad (I6)$$

где  $\rho_{\text{л.х.оч}}^{\text{H}_2\text{SO}_4, \text{NaOH}}$  - нормы расхода химических реагентов на проведе-

ние одной эксплуатационной химической очистки котла  $i$ -го типа, т;

$a_i$  - количество котлов  $i$ -го типа, подвергающихся химической очистке, с нормой расхода на проведение очистки  $P_i$  х.оч, шт.;

$m, n$  - количество котлов, предусмотренных к химической очистке в планируемом году с использованием соответственно  $H_2SO_4$  и  $NaOH$ , шт.

Результаты записываются в табл. 8, 10.

2.8. Расчет годовой потребности в химреагентах на обработку конденсата, возвращаемого от внешних потребителей  $G_{\text{конд. пр}}^{H_2SO_4}$  и  $G_{\text{конд. пр}}^{NaOH}$  ведется следующим образом.

Определяется удельный расход  $\rho_{\text{конд. пр}}^{H_2SO_4, NaOH}$  реагентов (г/т) обрабатываемого конденсата как среднее значение за предшествующие 3-5 лет.

Рассчитывается годовая потребность в реагентах

$$G_{\text{конд. пр}}^{H_2SO_4, NaOH} (т)$$

$$G_{\text{конд. пр}}^{H_2SO_4, NaOH} = \rho_{\text{конд. пр}}^{H_2SO_4, NaOH} Q_{\text{пл}}^{\text{конд. пр}} \cdot 10^{-6}, \quad (I7)$$

где  $Q_{\text{пл}}^{\text{конд. пр}}$  - планируемый объем обрабатываемого конденсата, возвращаемого с производства, т.

Результаты записываются в табл. 9, 10.

2.9. Расчет годовой потребности в химреагентах на корректировку pH исходной воды при коагуляции  $G_{\text{рН исх}}^{H_2SO_4, NaOH}$  выполняется в следующей последовательности.

Удельный расход реагентов (г/т коагулированной воды)

$\rho_{\text{рН исх}}^{H_2SO_4, NaOH}$  на корректировку pH при коагуляции воды принимается по средним фактическим данным за последние 3-5 лет.

Определяется годовая потребность в химреагентах

$$G_{\text{рН исх}}^{H_2SO_4, NaOH} (т)$$

$$G_{\text{рН исх}}^{H_2SO_4, NaOH} = \rho_{\text{рН исх}}^{H_2SO_4, NaOH} Q_{\text{пл}}^{\text{рН исх}} \cdot 10^{-6}, \quad (I8)$$

где  $Q_{пл}^{рН\text{ исх}}$  - планируемое количество коагулированной воды с использованием реагентов на корректировку рН, т.  
 Результаты записываются в табл.10 приложения.

2.10. Потребность каустической соды на обработку котловой воды  $G_{рН\text{ котл}}$  определяется по фактическим данным как среднее значение за предшествующие 3-5 лет.

Результаты записываются в табл.10 приложения.

2.11. Расчет норм расхода реагентов на выработку 1 т химочищенной воды для подпитки теплосети на уровне энергопредприятий производится с учетом принятых на предприятии схем обработки добавочной воды

$$N_{i\text{ т.с}}^{\text{реаг}} = N_{i\text{ т.с}}^{\text{кат}} + N_{i\text{ т.с}}^{\text{подк}} + N_{i\text{ т.с}}^{\text{кор}}, \quad (19)$$

где  $N_{i\text{ т.с}}^{\text{реаг}}$  - групповая норма расхода реагентов для обработки 1 т химочищенной воды, г/т;  
 $N_{i\text{ т.с}}^{\text{кат}}$ ,  $N_{i\text{ т.с}}^{\text{подк}}$ ,  $N_{i\text{ т.с}}^{\text{кор}}$  - индивидуальные дифференцированные нормы расхода серной кислоты при обработке добавочной воды соответственно методами Н-катионирования при режиме "голодной регенерации", подкисления, корректировки рН серной кислотой, г/т;

$$N_{i\text{ т.с}}^{\text{кат, подк, кор. H}_2\text{SO}_4} = (\text{Щ}_{\text{исх}}^{\text{HCO}_3^-} - \text{Щ}_{\text{подп.в}}^{\text{HCO}_3^-}) \gamma_3, \quad (20)$$

где  $\text{Щ}_{\text{исх}}^{\text{HCO}_3^-}$  - щелочность исходной воды, поступающей на обработку, г-экв/м<sup>3</sup>;

$\text{Щ}_{\text{подп.в}}^{\text{HCO}_3^-}$  - щелочность подпиточной воды, г-экв/м<sup>3</sup>

$\gamma_3$  - удельный расход серной кислоты в г/г-экв разрушаемых ионов:  $\gamma_3 = 49$  - при подкислении;  $\gamma_3 = 45+50$  - при режиме "голодной регенерации".

Индивидуальная дифференцированная норма расхода едкого натра на корректировку рН подпиточной воды  $N_{i\text{ т.с}}^{\text{кор. NaOH}}$  (г/т) равна:

$$N_{i\text{ т.с}}^{\text{кор. NaOH}} = C_{\text{CO}_2} \cdot 40, \quad \text{г/т} \quad (21)$$

где  $C_{\text{CO}_2}$  - содержание углекислоты после дегарбонизатора, г-экв/м<sup>3</sup>;

Эквивалент  $\text{CO}_2 = 44$  (при нейтрализации до  $\text{HCO}_3^-$ );

Эквивалент  $\text{CO}_2 = 22$  (при нейтрализации до  $\text{CO}_3^{2-}$ );

40 - стехиометрический расход едкого натра, г/г-экв.  
Результаты расчетов записываются в табл. II приложения.

### 3. РАСЧЕТ НОРМ РАСХОДА ХИМРЕАГЕНТОВ НА УРОВНЕ ЭНЕРГОСИСТЕМ (ГЛАВКОВ, ОТРАСЛИ)

3.1. Нормы расхода серной кислоты и каустической соды на выработку 1 МВт·ч электроэнергии  $N_i$  эл.сист(гл.отр) (г/МВт·ч) рассчитываются по формуле

$$N_i \text{ эл.сист} \left( \frac{\text{г}}{\text{МВт}} \right) = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \text{ эл.сист} \left( \frac{\text{г}}{\text{МВт}} \right) \cdot \mathcal{E}_i \text{ эл.сист} \left( \frac{\text{г}}{\text{МВт}} \right)}{\mathcal{E}_i \text{ эл.сист} \left( \frac{\text{г}}{\text{МВт}} \right)}, \quad (22)$$

где  $N_i \text{ эл.сист} \left( \frac{\text{г}}{\text{МВт}} \right)$ ,  $N_i \text{ эл.сист.} \left( \frac{\text{г}}{\text{М}} \right)$  - групповые нормы расхода реагентов на уровне соответственно энергосистемы (главка, отрасли) и энергопредприятий (энергосистем, главков), входящих в систему (главк, отрасль);  
 $\mathcal{E}_i \text{ эл.сист} \left( \frac{\text{г}}{\text{М}} \right)$ ,  $\mathcal{E}_i \text{ эл.сист.} \left( \frac{\text{г}}{\text{М}} \right)$  - планируемая годовая выработка электроэнергии соответственно энергосистемой (главком, отраслью) и каждым энергопредприятием (системой, главком), входящим в систему (главк, отрасль);  
 $n$  - количество энергопредприятий (систем, главков) в системе (главке, отрасли).

3.2. Групповая норма (г/МВт·ч) на уровне энергосистем (главков, отрасли) может быть также выражена суммой дифференцированных индивидуальных норм на том же уровне

$$N_i \text{ эл.сист} \left( \frac{\text{г}}{\text{МВт}} \right) = N_{\text{п.к.сист}} \left( \frac{\text{г}}{\text{МВт}} \right) + N_{\text{б.ов.сист}} \left( \frac{\text{г}}{\text{МВт}} \right) + N_{\text{ц.сист}} \left( \frac{\text{г}}{\text{МВт}} \right) + \frac{\sum_{i=1}^n D_i \text{ H}_2\text{SO}_4 \left( \frac{\text{г}}{\text{М}} \right) \cdot 10^6}{\mathcal{E}_i \text{ эл.сист} \left( \frac{\text{г}}{\text{МВт}} \right)}, \quad (23)$$

$$N_i \text{ эл.сист} \left( \frac{\text{г}}{\text{МВт}} \right) = N_{\text{п.к.сист}}^{\text{NaOH}} \left( \frac{\text{г}}{\text{МВт}} \right) + N_{\text{б.ов.сист}} \left( \frac{\text{г}}{\text{МВт}} \right) + \frac{\sum_{i=1}^n D_i \text{ NaOH} \left( \frac{\text{г}}{\text{М}} \right) \cdot 10^6}{\mathcal{E}_i \text{ эл.сист} \left( \frac{\text{г}}{\text{МВт}} \right)}, \quad (24)$$

где  $N_{п.к. сист}^{реаг}$  - индивидуальные дифференцированные нормы расхода реагентов энергосистемы (главка, отрасли) для установки подпитки котлов, г/МВт·ч;  
 $N_{БОУ сист}^{реаг}$  - то же для БОУ, г/МВт·ч;  
 $N_{ц. сист}^{реаг}$  - то же на подкисление добавочной воды в циркуляционной системе охлаждения конденсаторов турбин, г/МВт·ч.

$$D_{i(сист)}^{H_2SO_4} = G_{АОУ(сист)}^{H_2SO_4} + G_{вос(сист)}^{H_2SO_4} + G_{х.оч(сист)}^{H_2SO_4} + G_{рн иск(сист)}^{H_2SO_4} + G_{рн колл(сист)}^{H_2SO_4} + G_{конд(сист)}^{H_2SO_4} \quad (25)$$

уровне энергопредприятий (систем, главков), входящих в энергосистему (главок, отрасль), т;

$$D_{i(сист)}^{NaOH} = G_{АОУ(сист)}^{NaOH} + G_{вос(сист)}^{NaOH} + G_{х.оч(сист)}^{NaOH} + G_{рн иск(сист)}^{NaOH} + G_{рн колл(сист)}^{NaOH} + G_{конд(сист)}^{NaOH} \quad (26)$$

уровне энергопредприятий (систем, главков), входящих в энергосистему (главок, отрасль), т;

$IO^6$  - переводной коэффициент.

3.3. Индивидуальные дифференцированные нормы на уровне энергосистем (главков, отрасли)  $N_i^{реаг}$  диф. сист (гл.отр) (г/т) для установок подпитки котлов, для БОУ и на подкисление добавочной воде в циркуляционных системах рассчитываются как средневзвешенные значения индивидуальных дифференцированных норм по соответствующему направлению расхода на уровне энергопредприятий (систем, главков), входящих в систему (главок, отрасль)

$$N_{i \text{ диф. сист}} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \text{ диф. сист} B_i \text{ эл. сист}}{B_i \text{ эл. сист}} \quad (27)$$

где  $N_i \text{ диф. сист}$  (гл.отр),  $N_i \text{ диф}$  (сист.гл) - индивидуальные дифференцированные нормы расхода реагентов по соответствующему направлению расхода на уровне соответственно энергосистемы (главка, отрасли) и энергопредприятия (энергосистем, главка) в г/т обрабатываемой воды или г/МВт·ч выработанной электроэнергии;



$V_i$  эл. сист. (сист., гл.), - количество обработанной воды (т) или выра-  
 $V_i$  эл. сист. (гл. отр) ботанной электроэнергии (МВт·ч) в зависи-  
 мости от измерителя индивидуальных норм  
 $N_i$  диф. сист. (сист., гл.) соответственно каждому  
 энергопредприятием (системой, главком),  
 исходящим в систему (главк, отрасль) и  
 системой (главком, отрасль) в целом.

$$N_i^{реар} \text{ диф. сист. (отр)} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i^{реар} \text{ диф. сист. (гл)} Q_i \text{ эл. сист. (отр)}}{Q_i \text{ эл. сист. (отр)}}, \quad (28)$$

$$N_i^{реар} \text{ диф. сист. (отр)} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i^{реар} \text{ диф. сист. (гл)} \mathcal{E}_i \text{ эл. сист. (отр)}}{\mathcal{E}_i \text{ эл. сист. (отр)}}, \text{ г/МВт·ч.} \quad (29)$$

где  $Q_i \text{ эл. сист. (отр)}$  - количество обработанной воды соответствен-  
 $Q_i \text{ эл. сист. (отр)}$  но каждому энергопредприятием (системой,  
 главком) и энергосистемой (главком, отрасль)  
 в целом, т;

$\mathcal{E}_i \text{ эл. сист. (отр)}$ ,  $\mathcal{E}_i \text{ эл. сист. (отр)}$  - планируемая выработка электроэнергии соот-  
 $\mathcal{E}_i \text{ эл. сист. (отр)}$  ветственно каждому энергопредприятием (си-  
 стемой, главком) и энергосистемой (главком,  
 отрасль) в целом, МВт·ч;

$n$  - количество энергопредприятий в системе.

3.4. При расчете годовой потребности главных управлений и  
 Милэнерго СССР в целом в химреагентах на эксплуатационные хими-  
 ческие очистки энергооборудования необходимо учесть следующее:

прямоточные котлы подвергаются химической очистке в среднем  
 1 раз в четыре года (табл.12 приложения);

Ежегодно 30% всего установленного парка барабанных котлов  
 подвергается химической очистке соляной кислотой, 20% всего пар-  
 ка - композициями на основе комплексонов;

барабанные котлы производительностью до 200 т/ч промываются  
 с дополнениями, барабанные котлы производительностью свыше  
 200 т/ч - без дополнений;

водогрейные котлы подвергаются химической очистке I раз в два года.

3.5. Групповые нормы расхода химреагентов на выработку I т химочищенной воды для подпитки теплосети в энергосистеме (главке, отрасли)  $N_i^{реаг}$  (г/т) определяются как суммы индивидуальных дифференцированных норм на этом же уровне

$$N_{i \text{ т.с. сист. }}^{(г/т)} = N_{i \text{ т.с. сист. }}^{кат (г/т)} + N_{i \text{ т.с. сист. }}^{подк (г/т)} + N_{i \text{ т.с. сист. }}^{кор (г/т)}, \quad (30)$$

где  $N_{i \text{ т.с. сист. }}^{кат (г/т)}$ ,  $N_{i \text{ т.с. сист. }}^{подк (г/т)}$ ,  $N_{i \text{ т.с. сист. }}^{кор (г/т)}$  - индивидуальные дифференцированные нормы расхода реагентов на уровне энергосистемы (главка, отрасли) на обработку добавочной воды соответственно способами N-рационарирования, подкисления, корректировки pH.

3.6. Дифференцированные нормы (г/т) энергосистем (главков, отраслей) по каждому направлению расхода определяются как средне-взвешенные значения индивидуальных норм расхода на уровне предприятий (систем, главков) по соответствующему направлению расхода

$$N_{i \text{ т.с. сист. }}^{кат (г/т)} = \frac{\sum_{l=1}^a N_{i \text{ т.с. сист. }}^{кат (г/т)} Q_{i \text{ т.с. сист. }}^{кат (г/т)}}{Q_{i \text{ т.с. сист. }}^{кат (г/т)}}, \quad (31)$$

$$N_{i \text{ т.с. сист. }}^{подк (г/т)} = \frac{\sum_{l=1}^b N_{i \text{ т.с. сист. }}^{подк (г/т)} Q_{i \text{ т.с. сист. }}^{подк (г/т)}}{Q_{i \text{ т.с. сист. }}^{подк (г/т)}}, \quad (32)$$

$$N_{i \text{ т.с. сист. }}^{кор (г/т)} = \frac{\sum_{l=1}^c N_{i \text{ т.с. сист. }}^{кор (г/т)} Q_{i \text{ т.с. сист. }}^{кор (г/т)}}{Q_{i \text{ т.с. сист. }}^{кор (г/т)}}, \quad (33)$$

где  $Q_{i \text{ т.с. сист. }}^{кат (г/т)}$ ,  $Q_{i \text{ т.с. сист. }}^{подк (г/т)}$ ,  $Q_{i \text{ т.с. сист. }}^{кор (г/т)}$  - планируемый годовой объем добавочной воды для подпитки теплосети, обработанной соответственно методами: N-рационарирования, подкисления, корректировки pH для каждого энергопредприятия

(системы главка), входящего в энерг - систему (главк, отрасль), т  
 $Q_{т.с. сист}^{кат}$  ( $\frac{тл}{отр}$ ),  $Q_{т.с. сист}^{подк}$  ( $\frac{тл}{отр}$ ),  $Q_{т.с. сист}^{кор}$  ( $\frac{тл}{отр}$ ) - то же для энергосистем (главков, отрасля) в целом, т;

$a, b, c$  - количество энергопредприятий, использующих для обработки соответственно методы Н-катионирования, подкисления, корректировки рН.

## Приложение

### ПРИМЕР РАСЧЕТА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ И ГРУППОВЫХ НОРМ РАСХОДА СЕРНОЙ КИСЛОТЫ И КАУСТИЧЕСКОЙ СОДЫ ДЛЯ ТЭС

#### 1. Исходные данные

1.1. Теплофикационное оборудование Р=13 МПа (130 кгс/см<sup>2</sup>)  
(I очередь ТЭС)

Две турбины ПТ-150-130/7, две турбины ПТ-60-130/13, две турбины Р-50-130/13, пять котлов ГМ-84.

Выработка электроэнергии за отчетный год - 1585300 тыс.кВт·ч.

Планируемая выработка электроэнергии - 1685300 тыс.кВт·ч.

Отпуск пара на производство - по уровню отчетного года.

1.2. Конденсационное оборудование Р =24 МПа (240 кгс/см<sup>2</sup>)  
(II очередь ТЭС)

Пять блоков мощностью каждый 300 МВт (пять турбин К-300-240, два котла ТГМП-114, три котла ТГМП-324).

Выработка электроэнергии за отчетный год - 7884000 тыс.кВт·ч.

Планируемая выработка электроэнергии - 8500000 тыс.кВт·ч.

1.3. Водоподготовительные установки (ВПУ)

Установка для приготовления добавочной воды барабанных котлов работает по схеме: известкование, коагуляция в осветителях - фильтрация на механических фильтрах - ступенчато-противоточное Н-катионирование - анионирование I ступени - декарбонизация - Н-катионирование II ступени - анионирование II ступени.

Используемые иониты:

I ступень Н-катионирования - сульфо-уголь, катионит "КУ-2 ";

I ступень анионирования - слабоосновный анионит "АН-31";

II ступень Н-катионирования - сульфоуголь;

II ступень анионирования - сильноосновный анионит "АВ-17-8".

Источник водоснабжения - река.

Установка для приготовления добавочной воды прямоточных котлов работает по схеме: известкование, коагуляция в осветителе - фильтрация на механических фильтрах - ступенчато-противоточное Н-катионирование I ступени - анионирование I ступени - декарбонизация - Н-катионирование II ступени - анионирование II ступени - III ступень обессоливания на ФСД.

Используемые иониты - те же что и при приготовлении добавочной воды барабанных котлов.

Источник водоснабжения - река.

Установка для приготовления подпиточной воды теплосети с открытым водоразбором работает по схеме: прямое подкисление подпиточной воды - декарбонизация - Na-катионирование части подкисленной воды - подделачивание едким натром.

Источник водоснабжения - горводопровод.

Выработка подпиточной воды за отчетный год - 6000 тыс.т.  
Планируемая выработка - 7500 тыс.т.

Качество исходной речной воды, известково-коагулированной и горводопроводной воды приводится ниже:

Показатель	Обозначение	Размерность	Исходная речная вода	Известково-коагулированная вода	Горводопроводная вода
Щелочность общая	$Щ_0$	мг-экв/л	2,55	1,0	3,5
Жесткость общая	$Ж_0$	- " -	3,25	2,2	7,8
Суммарное содержание анионов сильных кислот	$\Sigma A_{СК} = \Sigma SO_4^{2-} + Cl^- + NO_3^- + NO_2^-$	- " -	2,00	2,5	5,0
Кальций	$Ca^{2+}$	- " -	2,15	-	-
Магний	$Mg^{2+}$	- " -	1,10	-	-
Натрий	$Na^+$	- " -	1,30	-	-
Сумма катионов	$\Sigma K$	- " -	4,55	3,5	-
Кремнекислота растворенная	$SiO_3^{2-}$	- " -	0,22	0,17	-
		мг/л	8,36	6,46	-

Общая сумма анионов, поступающая на анионитовые фильтры, составляет  $\Sigma A_0 = 2,93$  мг-экв/л, с учетом содержания  $CO_2$  после декарбонизатора  $C_{CO_2} = 5$  мг/л (0,22 мг-экв/л).

1.4. Система охлаждения конденсаторов турбин - оборотная, с градирнями.

Источник водоснабжения - река.

1.5. Очистка производственного конденсата проводится по схеме: Н-катионирование - ОН-анионирование.

1.6. Очистка собственного конденсата блоков 300 МВт на БОУ по схеме: механические фильтры - ФСД. Нейтрально-кислородный водный режим.

1.7. Расход реагентов на ТЭС:

на регенерацию ионитовых фильтров ВПУ подпитки котлов - серная кислота, каустическая сода;

на регенерацию ионитовых фильтров БОУ - серная кислота, каустическая сода;

на обработку добавочной воды циркуляционной системы охлаждения турбины - серная кислота;

на восстановление обменной емкости анионитов на ВПУ - серная кислота, каустическая сода;

на очистку производственного конденсата - серная кислота, каустическая сода;

на химическую очистку прямоточных котлов, производительностью 950 т/ч - серная кислота (в составе композиции на основе комплексонов). Одна промывка в год;

на подкисление добавочной воды тепловой сети - серная кислота.

2. Расчет индивидуальной нормы расхода реагентов (г/МВт·ч) на регенерацию фильтров подпитки котлов

### 1 очередь ТЭС

2.1. Из годовых форм отчетности 3-тех (энерго)

$G_{п.в}$  - 10200 тыс.т;  $G_1$  - 265,2 тыс.т (2,6% расхода питательной воды);  $G_2$  - 2040 тыс.т (20% расхода питательной воды);  $Z_{ф}$  - 1585300 тыс.кВт·ч;  $Z_{п.в}$  - 1685300 тыс.кВт·ч.

По формулам 5, 5а, 6 настоящих Методических указаний определяем

$$q_{доб.ф} = \frac{(265,2 + 2040) \cdot 10^6}{1585300} = 1454 \text{ кг/МВт}\cdot\text{ч},$$

$$q_{доб.п.в} = \frac{(265,2 + 2040) \cdot 10^6}{1685300} = 1368,0 \text{ кг/МВт}\cdot\text{ч},$$

$$q_{п.в} = \frac{10200 \cdot 10^6}{1585300} = 6435 \text{ кг/МВт}\cdot\text{ч}.$$

2.2. Расход серной кислоты и каустической соды  $\rho^{H_2SO_4}$ ,  $\rho^{NaOH}$  (г/т обессоленной воды) рассчитывается по формулам

$$\rho^{H_2SO_4} = [y_{H_2SO_4} \cdot (\Sigma K - 0,3) + y_{Na_2CO_3} \cdot 0,3] \cdot K_{CH} =$$

$$= [105 (3,5 - 0,3) + 150 \cdot 0,3] \cdot 1,2 = 457 \text{ г/м}^3 \text{ (г/т);}$$

$$\rho^{NaOH} = y_{OH_2} \cdot \Sigma A_0 \cdot K_{CH} = 100 \cdot 2,93 \cdot 1,1 = 322 \text{ г/м}^3 \text{ (г/т),}$$

где  $y_{H_2SO_4}$ ,  $y_{Na_2CO_3}$  - удельный расход серной кислоты на регенерацию Н-катионитовых фильтров I, II ступени определяется по табл. I, п. I.2 [5] и составляет для указанного качества известково-коагулированной воды и данной технологии соответственно 105 и 150 г/т-экв;

0,3 - пропуск катионов в Н-фильтрах I ступени, г-экв/м<sup>3</sup>;

$\Sigma K$  - суммарное содержание катионов в известково-коагулированной воде, 3,5 г-экв/м<sup>3</sup>;

$\Sigma y_{OH_2, CH_2}$  - удельный расход каустической соды на регенерацию анионитовых фильтров I, II ступени определяется по табл. 3 [3] и составляет 100 г/т-экв.

$\Sigma A_0$  - суммарное содержание анионов сильных и слабых кислот, удаляемое на анионитовых фильтрах I, II ступени - 2,93 г-экв/м<sup>3</sup>;

$K_{CH}$  - коэффициент, учитывающий расход Н-катионированной, частично-обессоленной воды - определяется по табл. 7,8 [3] и составляет соответственно 1,2 и 1,1.

2.3. По формуле (7) определяем удельный расход реагентов на регенерацию фильтров ВПУ подпитки котлов для групп теплофикационного оборудования  $P = 13 \text{ МПа}$  ( $130 \text{ кгс/см}^2$ )

$$g^{H_2SO_4} = 457 \cdot 1368 \cdot 10^{-3} = 625,0 \text{ г/МВт}\cdot\text{ч}$$

$$g^{NaOH} = 322 \cdot 1368 \cdot 10^{-3} = 440,5 \text{ г/МВт}\cdot\text{ч}$$

Исходные и расчетные данные представлены в табл. I, 2, 3.

### II очередь ТЭС

2.4. Из формы 3-тех (энерго)

$G_{п.г}$  - 24835 тыс.т;  $G_1$  - 869,2 тыс.т (3,5% от расхода питательной воды);  $G_2$  - 0;  $Z_{ф}$  - 7884000 тыс.кВт.ч;  $Z_{пл}$  - 8500000 тыс.кВт.ч.

По формулам 5, 5а, 6 определяем

$$q_{\text{доб.ф}} = \frac{869,2 \cdot 10^6}{7884000} = 110,0 \text{ кг/МВт}\cdot\text{ч},$$

$$q_{\text{доб.пл.}} = \frac{869,2 \cdot 10^6}{8500000} = 102,0 \text{ кг/МВт}\cdot\text{ч},$$

$$q_{\text{п.в}} = \frac{24835 \cdot 10^6}{7884000} = 3150,0 \text{ кг/МВт}\cdot\text{ч}$$

2.5. С учетом регенерации III ступени и в соответствии с п.1.3 и 2.3 [3]

$$\rho_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 457,0 + 3,5 = 460,5 \text{ г/м}^3 \text{ (г/т) обессоленной воды}$$

$$\rho_{\text{NaOH}} = 322,0 + 3,5 = 325,5 \text{ г/м}^3 \text{ (г/т) обессоленной воды}$$

2.6. Для групп конденсационного оборудования

$$P = 24 \text{ МПа (240 кгс/см}^2\text{):}$$

по формуле 7 определяем

$$g_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 460,5 \cdot 102 \cdot 10^{-3} = 47,0 \text{ г/МВт}\cdot\text{ч},$$

$$g_{\text{NaOH}} = 325,5 \cdot 102 \cdot 10^{-3} = 33,0 \text{ г/МВт}\cdot\text{ч}$$

2.7. Определяем по формуле (8) дифференцированные нормы расхода реагентов с учетом планируемой выработки электроэнергии каждой группой оборудования ТЭС

для группы теплофикационного оборудования

$$P = 13 \text{ МПа (130 кгс/см}^2\text{):}$$

$$H_{i \text{ п.к}}^{\text{H}_2\text{SO}_4} = 625,0 \cdot 16,5 \cdot 10^{-2} = 100,0 \text{ г/МВт}\cdot\text{ч},$$

$$H_{i \text{ п.к}}^{\text{NaOH}} = 440,5 \cdot 16,5 \cdot 10^{-2} = 72,7 \text{ г/МВт}\cdot\text{ч}$$

для группы конденсационного оборудования

$$P = 24 \text{ МПа (240 кгс/см}^2\text{):}$$

$$H_{i \text{ п.к}}^{\text{H}_2\text{SO}_4} = 47,0 \cdot 83,5 \cdot 10^{-2} = 39,0 \text{ г/МВт}\cdot\text{ч},$$

$$H_{i \text{ п.к}}^{\text{NaOH}} = 33,0 \cdot 83,5 \cdot 10^{-2} = 27,5 \text{ г/МВт}\cdot\text{ч}$$

Исходные и расчетные данные представлены в табл. 1, 2, 3.

2.8. Определяем по формуле (9) индивидуальную дифференцированную норму расхода реагентов на подготовку воды для подпитки котлов в целом по предприятию

$$H_{п.к}^{H_2SO_4} = 90,0 + 34,0 = 124,0 \text{ г/МВт}\cdot\text{ч}$$

$$H_{п.к}^{NaOH} = 72,7 + 27,5 = 100,2 \text{ г/МВт}\cdot\text{ч}$$

Результаты расчета представлены в табл.4.

3. Расчет индивидуальных дифференцированных норм расхода реагентов на регенерацию фильтров БОУ ( $H_{БОУ}^{H_2SO_4}$ ,  $H_{БОУ}^{NaOH}$ ).

3.1. По табл. 5 [3] для нейтрально-кислородного водного режима

$$\rho_{БОУ}^{H_2SO_4} = 3,0 \text{ г/м}^3 \text{ (г/т) обессоленного конденсата;}$$

$$\rho_{БОУ}^{NaOH} = 3,0 \text{ г/м}^3 \text{ (г/т) обессоленного конденсата.}$$

3.2. Определяем по формуле (II) планируемое количество очищаемого конденсата на БОУ

$$Q_{пл}^{конд} = 3,15 \cdot 8500000 \cdot 0,8 \cdot 10^{-6} = 21420 \text{ тыс.т.}$$

3.3. Определяем по формуле (I0)

$$H_{БОУ}^{H_2SO_4} = \frac{3 \cdot 21420 \cdot 10^3}{10185300} = 6,3 \text{ г/МВт}\cdot\text{ч;}$$

$$H_{БОУ}^{NaOH} = \frac{3 \cdot 21420 \cdot 10^3}{10185300} = 6,3 \text{ г/МВт}\cdot\text{ч.}$$

Исходные и расчетные данные представлены в табл.5.

4. Расчет индивидуальных норм расхода серной кислоты на подкисление добавочной воды циркуляционной системы охлаждения турбин ( $H_{ц}$ ).

4.1. В соответствии с п.2.3 [5] определяется предельно-допустимая карбонатная жесткость циркуляционной воды

$$Ж_{пр}^4 = 2 \text{ мг-экв/л.}$$

4.2. Определяется коэффициент упаривания -  $\varphi$

$$\varphi = \frac{CE^4}{CE^{доб}^4},$$

где  $CE^4$  - содержание хлоридов в циркуляционной воде;  
 $CE^{доб}$  - содержание хлоридов в добавочной воде.

$$\varphi = \frac{17}{8,5} = 1,5.$$



4.3. В соответствии с [5], [7], [8] (или по фактическим данным) определяется среднегодовой удельный добавок воды в циркуляционную систему

$$\delta = 3200 \text{ кг/МВт}\cdot\text{ч.}$$

4.4. Остаточная карбонатная жесткость добавочной воды определяется по формуле (2) [5].

$$Ж_0^{\partial} = \frac{Ж_{пр}^{\partial}}{\varphi} = \frac{2}{1,5} = 1,33 \text{ мг-экв/л.}$$

Карбонатная жесткость добавочной воды  $Ж_K^{\partial}$  равна 3 мг-экв/л

По формуле I [5] определяем

$$g_K = 49 \cdot (3 - 1,33) = 81,8 \text{ г/м}^3 \text{ (г/т) добавочной воды.}$$

4.5. Определяем дифференцированную норму серной кислоты на подкисление добавочной воды циркуляционной системы по формуле (12)

$$H_4 = 81,8 \cdot 3200 \cdot 10^{-3} = 261,7 \text{ г/МВт}\cdot\text{ч.}$$

Расчетные данные представлены в табл.6.

5. Расчет годовой потребности в реагентах на восстановление обменной емкости высокоосновного анионита  $G_{вос}^{H_2SO_4}$ ,  $G_{вос}^{NaOH}$ .

5.1. Планируемый объем обрабатываемого анионита  $V = 30 \text{ м}^3$

Обработка серной кислотой - I раз в год

$$G_{вос}^{H_2SO_4} = 200 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 6 \text{ т.}$$

$$G_{вос}^{NaOH} = 25 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 0,75 \text{ т.}$$

Обработка содовым раствором - 2 раза в год

$$G_{вос}^{NaOH} = 270 \cdot 30 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 16,2 \text{ т.}$$

Удельный расход серной кислоты и каустической соды принят в соответствии с табл.4 [3].

Исходные и расчетные данные приведены в табл.7.

6. Расчет годовой потребности в химреагентах на эксплуатационные химические очистки энергооборудования  $G_{х.оч}^{H_2SO_4}$ ,  $G_{х.оч}^{NaOH}$ .

По формуле (15) Методических указаний определяем:

$$G_{x.04}^{H_2SO_4} = 6,96 + 1,98 = 8,94 \text{ т.}$$

Норма расхода (6,96 и 1,96) на одну эксплуатационную очистку (промывку) котла ТИМП-324, производительностью 950 т/ч принята в соответствии с табл. 3.9 [6].

Исходные и расчетные данные приведены в табл. 8.

7. Расчет годовой потребности в химреагентах на обработку конденсата, возвращаемого от внешних потребителей  $G_{конд.пр}^{H_2SO_4}$ ,  $G_{конд.пр}^{NaOH}$ .

По формуле 17 определяем

$$G_{конд.пр}^{H_2SO_4} = 30,0 \cdot 265,6 \cdot 10^{-6} = 7,97 \text{ т.}$$

$$G_{конд.пр}^{NaOH} = 30,0 \cdot 265,6 \cdot 10^{-6} = 7,97 \text{ т.}$$

где 30,0 -  $\rho_{H_2SO_4, NaOH}^{конд}$  - фактический удельный расход реагентов (г/т).

8. В итоговую табл.10 внесены индивидуальные дифференцированные нормы  $H_{п.к}^{H_2SO_4, NaOH}$ ,  $H_{воз}^{H_2SO_4, NaOH}$ ,  $H_{ц}^{H_2SO_4}$ , расчетная годовая потребность  $G_{бос}^{H_2SO_4, NaOH}$ ,  $G_{x.04}^{H_2SO_4, NaOH}$ ,  $G_{конд.пр}^{H_2SO_4, NaOH}$ .

По формулам (1), (2) определяем

$$H_{i.эл}^{H_2SO_4} = 139,0 + 6,3 + 261,7 + \frac{(6 + 8,94 + 7,97) \cdot 10^6}{10185300} = 409,3 \text{ г/МВт} \cdot \text{ч}$$

$$H_{i.эл}^{NaOH} = 100,2 + 6,3 + \frac{(16,95 + 7,97) \cdot 10^6}{10185300} = 108,95 \text{ г/МВт} \cdot \text{ч}$$

9. Расчет годовой потребности реагентов на выработку электроэнергии  $G_{эл}^{H_2SO_4, NaOH}$  выполняется следующим образом.

$$G_{эл}^{H_2SO_4, NaOH} = H_{i.эл}^{H_2SO_4, NaOH} \cdot \text{Э}_{пл} \cdot 10^{-6} \text{ (т);}$$

$$G_{эл}^{H_2SO_4} = 409,3 \cdot 10185300 \cdot 10^{-6} = 4169 \text{ т;}$$

$$G_{эл}^{NaOH} = 108,95 \cdot 10185300 \cdot 10^{-6} = 11097 \text{ т.}$$

10. Расчет норм расхода реагентов на выработку одной тонны жмычищенной воды для подпитки теплосети.

10.1. Исходные данные:

щелочность исходной воды ( $\Pi_{\text{исх.в.}}$ ) - 3,5 г-экв/м<sup>3</sup>;

остаточная щелочность подпиточной воды

( $\Pi_{\text{подп.в}}$ ) - 0,7 г-экв/м<sup>3</sup>;

содержание CO<sub>2</sub> после декарбонизатора - 5 мг/л

(0,11 г-экв/м<sup>3</sup>) при нейтрализации до NaHCO<sub>3</sub> ).

Планируемое годовое количество подпиточной воды  $Q$  -  
7500 тыс.т.

10.2. По формуле 20 определяем норму расхода серной кислоты на подкисление

$N_{i.t.c}^{\text{подк}} = (3,5 - 0,7) \cdot 49 = 2,8 \cdot 49 = 137,2 \text{ г/м}^3 \text{ (г/т) подпиточной воды.}$

10.3. По формуле 21 определяем норму расхода каустической соды на корректировку pH

$N_{i.t.c}^{\text{кор. NaOH}} = 0,11 \cdot 40 = 4,4 \text{ г/т (нейтрализация до NaHCO}_3 \text{, pH} = 8,5).$

10.4. Рассчитывается годовая потребность реагентов на получение подпиточной воды для теплосети

$$G_{t.c}^{H_2SO_4, NaOH} = N_{i.t.c}^{\text{подк. кор NaOH}} Q \cdot 10^{-3} \text{ т;}$$

$$G_{t.c}^{H_2SO_4} = 137,2 \cdot 7500 \cdot 10^{-3} = 1029 \text{ т;}$$

$$G_{t.c}^{NaOH} = 4,4 \cdot 7500 \cdot 10^{-3} = 33 \text{ т - при нейтрализации CO}_2 \text{ до pH} = 8,5.$$

Таблица I

Среднезвешенное качество исходной воды, поступающей на ионитовую часть ВПУ,  
 имеющихся на предприятии, и удельный расход реагентов  
 на регенерацию ионитовых фильтров

Схема водопод- готовительной установки	Показатели качества исходной воды, поступающей на ионито- вую часть ВПУ, мг-экв/л						Расход кислоты				Расход H-ка- тиони- рован- ной воды на соб- ствен- ные нужд., %	Расход каустической соды			Расход час- тично обес- соленной воды на соб- ственные нужд., %		
							$\gamma_{H_2SO_4}$ г/т-экв		$\rho_{H_2SO_4}$ шт	$\rho_{H_2SO_4}$ с учетом собствен- ных нужд		$\rho_{NaOH}$ III	$\rho_{NaOH}$ с учетом собств. нужд	$\gamma_{NaOH}$ г/г-экв			
	$\gamma_{H_1}$	$\gamma_{H_2}$	г/т	г/т обес. воды	$\gamma_{OH1}$	$\gamma_{OH2}$	$\gamma_{общ}$	г/т	г/т								
I. Известкование, коагуляция (обесремнива- ние)																	
- по развернутой схеме обессоли- вания	1,0	2,5	3,5	0,2	0,22	2,93	105,0	150,0	3,5	457,0	20	-	-	100,0	3,5	322,0	10
- по упрощенной схеме обессо- ливания										460,5	- с учетом регенерации ФСД					325,5	- с учетом регенерации ФСД
- параллельное H-Na -катиониро- вание																	
2. Коагуляция (без коагуляции)																	
по развернутой схеме обессо- ливания																	
по упрощенной схеме обессоли- вания																	
параллельное H-Na катиониро- вание																	

Примечания: I.  $\Sigma K = \Sigma A_{СК} + \Sigma O$   $- 2 \cdot \Sigma A_O = \Sigma A_{СК} + SiO_3^{2-} + CO_2$ ;  $\Sigma SiO_3^{2-} = 38$ ;  $\Sigma CO_2 = 22$ .

Э-эквивалентный вес.

Таблица 2

Удельный расход питательной и добавочной воды  
для каждой группы оборудования, имеющейся на предприятии

Тип оборудования	Давление пара МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	$G_{лв}$ тис.т.	$z_{ф}/z_{пл}$ тис.кг/кг	$q_{лв}$ кг/МВт·ч	Внутростанционные потери $\beta_1$				Невозврат конденсата $\beta_2$				$q_{доб.ф}$ $q_{доб.пл}$ кг/МВт·ч
					Норма		Фактический		Норма		Фактический		
					%	тис.т.	%	тис.т.	%	тис.т.	%	тис.т.	
1. Конденсационное	24,0 (240)	24835	$\frac{7884000}{8500000}$	3150	3,0	745	3,5	869,2	-	-	-	-	$\frac{112}{102}$
2. То же	13,0 (130)												
3. -"-	9,0 (90)												
4. Теплофикационное	24,0 (240)												
5. То же	13,0 (130)	10200	$\frac{1585300}{1685300}$	6435	2,1	214,2	2,6	265,2	-	-	20	2040	$\frac{1454}{1368}$
6. -"-	9,0 (90)												
7. Конденсационное и теплофикационное	4,5 ≤ (45)												

Таблица 3

Характеристика расхода химреагентов на регенерацию фильтров  
для подпитки котлов ТЭС (по группам оборудования)

Тип оборудования	Давление пара, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	$\rho_{H_2SO_4}$ г/м <sup>3</sup>	$\rho_{NaOH}$ г/м <sup>3</sup>	$q_{доб.пл}$ кг/МВт·ч	$g_{H_2SO_4}$ г/МВт·ч	$g_{NaOH}$ г/МВт·ч
1. Конденсационное	24,0 (240)	460,5	325,5	102	47,0	33
2. То же	13,0 (130)					
3. -"-	9,0 (90)					
4. Теплофикационное	24,0 (240)					
5. То же	13,0 (130)	457,0	322	1368	625,0	440,5
6. -"-	9,0 (90)					
7. Конденсационное и теплофикационное	4,5 ≤ (45)					

Таблица 4

Расчет индивидуальных дифференцированных норм расхода  
серной кислоты и каустической соды на регенерацию фильтров  
для подпитки котлов предприятия с учетом удельной выработки электроэнергии

Тип оборудования	Давление пара, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Выработка электроэнергии, тыс.кВт·ч		Процент к об- щей выработ- ке предприя- тия, %		Норма расхо- да серной кислоты $\sum_{i=1}^n H_i \cdot \frac{H_2SO_4}{i.p.k.}$ г/МВт·ч	Норма расхо- да каусти- ческой соды $\sum_{i=1}^n H_i \cdot \frac{NaOH}{i.p.k.}$ г/МВт·ч
		Факти- ческая $\Sigma_{ф}$	Плано- вая $\Sigma_{пл}$	Факти- ческая $\alpha_{ф}$	Плано- вая $\alpha_{пл}$		
1. Конденсационное	24,0 (240)	7884000	8500000	83,26	83,5	39,0	27,9
2. -"-	13,0 (130)						
3. -"-	9,0 (90)						
4. Теплофикационное	24,0 (240)						
5. -"-	13,0 (130)	1585300	1685300	16,74	16,5	100,0	72,7
6. -"-	9,0 (90)						
7. Конденсационное и теплофикационное	≤ 4,5 (45)						
						$\sum_{i=1}^n H_i \cdot \frac{H_2SO_4}{i.p.k.} = 139,0$	
							$\sum_{i=1}^n H_i \cdot \frac{NaOH}{i.p.k.} = 100,2$

Т а б л и ц а 5

Расчет индивидуальных дифференцированных норм расхода  
реагентов на регенерацию фильтров БОУ

Фактическая выработка электроэнергии, тыс.кВт·ч		Планируемая выработка электроэнергии, тыс.кВт·ч		$Q_{п.в}$ кг/МВт·ч	Планируемое количество обрабатываемого конденсата на БОУ  $Q_{пл}^{конд}$ тыс.т	Норма расхода реагентов, г/т		Индивидуальная дифференцированная норма расхода реагента, г/МВт·ч	
в целом по предприятию	оборудованием с прямоточными котлами	в целом по предприятию	оборудованием с прямоточными котлами			$P_{BOY}^{H_2SO_4}$	$P_{BOY}^{NaOH}$	$H_{BOY}^{H_2SO_4}$	$H_{BOY}^{NaOH}$
$\Sigma_{ф.}$	$\Sigma_{ф.пр}$	$\Sigma_{пл}$	$\Sigma_{пл.пр}$						
9469300	7884000	10185300	8500000	3150,0	21420	3,0	3,0	6,3	6,3

Т а б л и ц а 6

Расчет индивидуальных дифференцированных норм расхода серной кислоты на обработку  
добавочной воды циркуляционных систем охлаждения конденсаторов турбин

Карбонатная жесткость добавочной воды  $J_k^d$ мг-экв /л	Предельно допустимая карбонатная жесткость циркуляционной воды  $J_{пр}^4$ мг-экв /л	Коэффициент упаривания  $\varphi$	Жесткость остаточная добавочной воды  $J_o^d$ мг-экв /л	Удельный расход кислоты  $d_k$ г/т	Удельный добавок воды в циркуляционную систему  $B$ кг/МВт·ч	Индивидуальная дифференцированная норма расхода серной кислоты  $H_4$ г/МВт·ч
3,0	2,0	1,5	1,33	81,8	3200	261,7

Т а б л и ц а 7

Расчет годовой потребности реагентов на восстановление  
обменной емкости анионитов

Наименование реагентов	Планируемый объем обраба- тываемого ани- онита $V, \text{м}^3$	Удельный рас- ход реагента на обработку, $\text{кг}/\text{м}^3$	Количество обработок в год, шт.	Годовая пот- ребность 100%-ного реа- гента, т
<b>Обработка серной кислотой</b>				
Серная кислота	30	200	1	6,0
Каустическая сода	30	25	1	0,75
<b>Солещелочная обработка</b>				
Каустическая сода	30	270	2	16,2

- 12 -



Т а б л и ц а 8

Расчет дифференцированных норм расхода реагентов  
на эксплуатационные химические очистки котлов

Тип котлов	Количество котлов на энергопредприятии, подвергающиеся химической очистке в планируемом году, шт.	Норма расхода серной кислоты на одну химическую очистку, т	Норма расхода каустической соды на одну химическую очистку, т	Планируемая годовая потребность реагентов на эксплуатационные химические очистки, т	
				$G_{\text{H}_2\text{SO}_4}$	$G_{\text{NaOH}}$
Прямоточные: газотрубные печькотельные	I	6,96+1,96*	-	8,92	-
Барабанные: газотрубные печькотельные					
Водогрейные					

\*Норма расхода принята в соответствии с [6] (табл.3.9)

Т а б л и ц а 9

Расчет годовой потребности реагентов  
на очистку производственного конденсата

Количество производственного конденсата, обрабатываемого на ВПУ, тыс.т		Фактический расход реагентов, т		Фактический удельный расход реагентов, г/т		Годовая потребность в реагентах, т	
фактическое конд $Q_{ф}$	планируемое конд $Q_{пл}$	$G_{H_2SO_4}$ конд. ф	$G_{NaOH}$ конд. ф	$P_{H_2SO_4}$ конд	$P_{NaOH}$ конд	$G_{H_2SO_4}$ конд. пл	$G_{NaOH}$ конд. пл
250,0	265,6	7,5	7,5	30	30	7,97	7,97

Т а б л и ц а 10

Расчет групповых норм расхода реагентов на выработку электроэнергии на уровне предприятия

Наименование реагента	$n_{п.к}$	$n_{воу}$	$n_{ц}$	$G_{лос}$	$G_{вс}$	$G_{х.оч}$	$G_{р.исх}$	$G_{р.кота}$	$G_{конд.пр.}$	$\Delta_{пл}$	Групповая норма $n_{г.эл.}$ г/МВт·ч
	г/МВт·ч	г/МВт·ч	г/МВт·ч	т	т	т	т	т	т	тыс.кВт·ч	
Серная кислота	139,0	6,3	261,7	-	6,0	8,92	-	-	7,97	10185300	409,3
Каустическая сода	100,2	6,3	-	-	16,95	-	-	-	7,97	10185300	108,95

Т а б л и ц а II

Расчет групповых и индивидуальных норм расхода реагентов  
на обработку подпиточной воды для теплосети

Схема обработки, принятая на энергопредприятии	Индивидуальная норма расхода серной кислоты, г/т	Индивидуальная норма расхода едкого натра, г/т
1. Н-катионирование	$N_{i.т.с.}^{кат}$	-
2. Подкисление	$N_{i.т.с.}^{подк} = 137,2$	-
3. Корректировка pH	$N_{i.т.с.}^{кор. H_2SO_4}$	$N_{i.т.с.}^{кор. NaOH} = 4,4$
Групповая норма, г/т	$N_{i.т.с.}^{H_2SO_4} = 137,2$	$N_{i.т.с.}^{NaOH} = 4,4$

---

---

**С п и с о к   и с п о л ь з о в а н н о й  
л и т е р а т у р ы**

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ рекомендации по совершенствованию нормирования расхода химических материалов в производстве. М.: НИИПН, 1986.
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ указания по разработке норм расхода материалов на ремонтно-эксплуатационные нужды в энергетике. М.: СЮ Совтехэнерго, 1985.
3. НОРМЫ удельных расходов серной кислоты и гидроксида натрия на подготовку добавочной воды и обработку турбинного конденсата тепловых электростанций Минэнерго СССР. РД 34.10.415-88 М.: ВТИ (готовится к печати).
4. МЕТОДИЧЕСКИЕ указания по расчету потребности в серной кислоте, гидроксида натрия для регенерации ионитных фильтров обессоливающих установок. РД 34.10.114-88 М.: ВТИ (готовится к печати).
5. НОРМЫ расхода химических реагентов для обработки циркуляционной воды на тепловых электростанциях. М.: СЮ Совтехэнерго, 1983.
6. НОРМЫ расхода реагентов для предпусковых и эксплуатационных химических очисток теплоэнергетического оборудования электростанций М.: СЮ Совтехэнерго, 1985.
7. РУКОВОДЯЩИЕ указания по предотвращению образования минеральных и органических отложений в конденсаторах турбин и их очистке. М.: СИНТИ ОРТЭС, 1975.
8. МЕТОДИКА разработки норм и нормативов водопотребления и водоотведения на предприятиях теплоэнергетики. М.: СЮ Совтехэнерго, 1987.

