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

СОЮЗТЕХЭНЕРГО
Москва 1989

gost.e-ecolog.ru

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

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ПО "СОЮЗТЕХЭНЕРГО"
Москва 1989

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.ЮРЕНКОВА (Экономтехэнерго), Е.С.СОКОЛОВА (Союзтехэнерго)

С О Г Л А С О В А Н О с НИИПиН 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

© СПО Союзтехэнерго, 1989.

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

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. 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.

I.2. Норма расхода химических материалов в производстве - это плановый показатель их расхода для производства единицы продукции установленного качества.

I.3. Нормы расхода базируются на современных научно-технических достижениях, их внедрение в технологические процессы способствует прогрессивным направлениям в технологии.

I.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.

I.5. Нормы расхода химических материалов в производстве должны разрабатываться на всех уровнях планирования на единой методической основе; переодически 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.

I.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.

I.7. Нормы расхода химических материалов классифицируются по степени агрегации на индивидуальные и групповые; по периоду действия - на годовые и пятилетний периоды.

I.8. Индивидуальной нормой называется установленный максимально допустимый расход химреагентов, требующихся для выработки I т химически очищенной воды, I МВт·ч электроэнергии или проведения какого-либо технологического процесса.

I.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.

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

I.II. 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.I2. Групповые нормы определяют расход химического материала на производство продукции для хозяйственного объекта (предприятия, энергосистемы, главка, отрасли).

I.I3. 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.I4. 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)[1].

I.I5. Состав норм расхода устанавливается для конкретных процессов соответствующими отраслевыми нормативными документами, учитывающими особенности производства электроэнергии и тепла. Произвольное изменение состава норм не допускается.

I.I6. 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 анионита;

на производство эксплуатационных химических очисток энергооборудования;

на очистку производственного конденсата;

---

[1] 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.I7. 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.I8. Индивидуальные и групповые нормы расхода разрабатываются I раз в пять лет и ежегодно уточняются на каждом уровне планирования с учетом тенденции развития.

I.I9. Настоящие методические указания позволяют производить расчеты с использованием ЭВМ.

2. РАСЧЕТ НОРМ РАСХОДА ХИМРЕАГЕНТОВ НА УРОВНЕ ЭНЕРГОПРЕДПРИЯТИЙ

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

$$H_{i\,эл}^{H_2SO_4}=H_{п.к}^{H_2SO_4}+H_{БОУ}^{H_2SO_4}+H_{ц}+\frac{\left(б_{ВОУ}^{H_2SO_4}+б_{Вос}^{H_2SO_4}+б_{х.оч}^{H_2SO_4}+б_{pH\,исх}^{H_2SO_4}+б_{конд}^{H_2SO_4}\right)\cdot 10^6}{Э_{пл}}, \quad (I)$$

$$H_{i\,эл}^{NaOH}=H_{п.к}^{NaOH}+H_{БОУ}^{NaOH}+\frac{\left(б_{ВОУ}^{NaOH}+б_{Вос}^{NaOH}+б_{х.оч}^{NaOH}+б_{pH\,исх}^{NaOH}+б_{конд}^{NaOH}+б_{pH\,котл}^{NaOH}\right)\cdot 10^6}{Э_{пл}}, \quad (2)$$

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

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

$H_{ц}$ – индивидуальная дифференцированная норма расхода серной кислоты на подкисление подпиточной воды циркуляционных систем охлаждения конденсаторов турбин, г/МВт·ч;

$G^{H_2SO_4, NaOH}_{АОУ}$ – планируемая годовая потребность реагентов на регенерацию фильтров автономной обессоливающей установки, т;

$G^{H_2SO_4, NaOH}_{Вос}$ – планируемая годовая потребность реагентов на восстановление обменной емкости высокоосновного анионита, т;

$G^{H_2SO_4, NaOH}_{х.оч}$ – то же на эксплуатационные химические очистки энергооборудования, т;

$G^{H_2SO_4, NaOH}_{pH\ исх}$ – то же на корректировку pH исходной воды при коагуляции, т;

$G^{H_2SO_4, NaOH}_{конд}$ – то же на очистку конденсата, возвращаемого от внешних потребителей, т;

$G^{NaOH}_{pH\ котл}$ – годовая потребность едкого натра на корректировку pH котловой воды, т;

10^6 – переводной коэффициент;

$Э_{пл}$ – выработка электроэнергии, планируемая предприятием, МВт·ч.

$$Э_{пл} = N_{уст} K_{исп.пл} \cdot 8760 , \qquad (3)$$

$$K_{исп.пл} = \frac{\tau_{пл}}{8760} , \qquad (4)$$

где $N_{уст}$ – установленная мощность на энергопредприятии, МВт;

$\tau_{пл}$ – планируемое число часов работы оборудования;

$K_{исп.пл}$ – коэффициент использования мощности на энергопредприятии.

2.2. Расчет индивидуальных дифференцированных норм расхода реагентов $H^{H_2SO_4}_{п.к}$ и $H^{NaOH}_{п.к}$ 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 гидроокиси натрия на подготовку добавочной воды и обработку турбинного конденсата тепловых электростанций Минэнерго СССР и Методическими указаниями по расчету потребности в серной кислоте и гидроокиси 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.

$$q_{доп.ф} = \frac{(G_1 + G_2)\cdot 10^6}{Э_ф}, \qquad (5)$$

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

$$q_{п.в} = \frac{G_{п.в}\cdot 10^6}{Э_ф}, \qquad (6)$$

где G_1 – абсолютное значение внутристанционных потерь пара и конденсата, включая продувку котлов, тыс.т;

ΔG_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;

ΔG_2 – планируемое изменение невозврата конденсата при изменении отдачи пара на производство (для ТЭЦ), тыс.т;

$G_{п.в}$ – расход питательной воды по данной группе оборудования, тыс.т;

$Э_{пл}, Э_ф$ – 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 подпитки котлов для каждой группы оборудования предприятия

$$g^{H_2SO_4, NaOH} = p^{H_2SO_4, NaOH} q_{доб.пл} \cdot 10^{-3}, \qquad (7)$$

где $p^{H_2SO_4, NaOH}$ – расход реагентов, г/т (берется по табл.приложения);

$q_{доб.пл}$ – 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

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

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

Значения $g^{H_2SO_4, NaOH}$ – 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

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

Результаты записываются в табл.4 и 10 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

$$H_{БОУ}^{H_2SO_4,\,NaOH} = \frac{p_{БОУ}^{H_2SO_4,\,NaOH} Q_{пл}^{конд} \cdot 10^3}{Э_{пл}}, \qquad (IO)$$

где $p_{БОУ}^{H_2SO_4,\,NaOH}$ – норма расхода реагентов на регенерацию ионитов в фильтрах смешанного действия или в раздельных Н-ОН - фильтрах, г/т;

$Q_{пл}^{конд}$ – планируемый годовой объем очищенного конденсата, тыс.т.

$$Q_{пл}^{конд} = q_{п.в} Э_{пл.пр} K \cdot 10^{-6}, \qquad (II)$$

где $q_{п.в}$ – определяется из табл.2 приложения;

$Э_{пл.пр}$ – 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 К = 0,6;
для конденсационных блоков К = 0,8.

$Э_{пл}$ – планируемая выработка электроэнергии в целом по предприятию, тыс,кВт.ч.

Результаты расчетов записываются в табл.5, IO приложения.

2.4. Расчет индивидуальных дифференцированных норм расхода серной кислоты на подкисление добавочной воды в циркуляционной системе охлаждения конденсаторов турбин $Н_Д$ выполняется по следующим формулам.

$$H_Ц = g_К в \ 10^{-3} \ (г/МВт\ ч), \qquad (I2)$$

где $g_К$ – 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);

$в$ – 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, IO приложения.

2.5. Потребность в серной кислоте и каустической соде для регенерации фильтров АОУ ($G_{АОУ}^{H_2SO_4}$ и $G_{АОУ}^{NaOH}$) определяется по фактическим данным как среднее значение за предшествующие 3-5 лет.

Результаты записываются в табл. IO приложения.

2.6. Расчет годовой потребности в реагентах на восстановление обменной емкости высокоосновного анионита $G_{Boc}^{H_2SO_4}$ и G_{Boc}^{NaOH} производится по следующим формулам.

При обработке анионита серной кислотой расход реагентов принимается из расчета 200 кг I00%-ной H_2SO_4 и 25 кг I00%-ной $NaOH$ на I м^3 анионита.

При солещелочной обработке расход едкого натра принимается из расчета 270 кг I00%-ной $NaOH$ на I м^3 анионита.

Расчет потребности (m) производится по формулам

$$G_{Boc.K}^{H_2SO_4} = 200 \cdot V n_1 \cdot 10^{-3}, \qquad (I3)$$

$$G_{Boc.K}^{NaOH} = 25 \cdot V n_1 \cdot 10^{-3}, \qquad (I3a)$$

$$G_{Boc}^{NaOH} = 275 \cdot V n_2 \cdot 10^{-3}, \qquad (I4)$$

где V – планируемый объем обрабатываемого анионита, м^3;

n_1, n_2 – частота обработки реагентами в год.

Результаты расчетов записать в табл. 7, IO приложения.

2.7. Расчет годовой потребности в химреагентах на эксплуатационные химические очистки энергооборудования $G_{x.оч}^{H_2SO_4}$ и $G_{x.оч}^{NaOH}$ 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 Союзтехэнерго, I985).

Годовая потребность (m) в реагентах по ТЭС определяется:

$$G_{x.оч}^{H_2SO_4} = \sum_{i=1}^{m} p_{i\ x.оч}^{H_2SO_4} a_i, \qquad (I5)$$

$$G_{x.оч}^{NaOH} = \sum_{i=1}^{n} p_{i\ x.оч}^{NaOH} a_i, \qquad (I6)$$

где $p_{i\ x.оч}^{H_2SO_4, NaOH}$ – 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, I0.

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

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

Рассчитывается годовая потребность в реагентах

$$G^{H_2SO_4,NaOH}_{конд.пр}(m)$$

$$G^{H_2SO_4,NaOH}_{конд.пр} = p^{H_2SO_4,NaOH}_{конд.пр} Q^{конд.пр}_{пл} \cdot 10^{-6}, \qquad (I7)$$

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

Результаты записываются в табл.9, I0.

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

Удельный расход реагентов (г/т коагулированной воды) $p^{H_2SO_4,NaOH}_{pH\ исх}$ на корректировку pH при коагуляции воды принимается по средним фактическим данным за последние 3-5 лет.

Определяется годовая потребность в химреагентах

$$G^{H_2SO_4,NaOH}_{pH\ исх}(m)$$

$$G^{H_2SO_4,NaOH}_{pH\ исх} = p^{H_2SO_4,NaOH}_{pH\ исх} Q^{pH\ исх}_{пл} \cdot 10^{-6}, \qquad (I8)$$

где $Q_{пл}^{pH\ исх}$ – планируемое количество коагулированной воды с использованием реагентов на корректировку pH, т.

Результаты записываются в табл.I0 приложения.

2.I0. Потребность каустической соды на обработку котловой воды $G_{pH\ котл}$ определяется по фактическим данным как среднее значение за предшествующие 3-5 лет.

Результаты записываются в табл.I0 приложения.

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

$$H_{i\ т.с}^{реаг} = H_{i\ т.с}^{кат} + H_{i\ т.с}^{подк} + H_{i\ т.с}^{кор} , \qquad (I9)$$

где $H_{i\ т.с}^{реаг}$ – групповая норма расхода реагентов для обработки I т химоочищенной воды, г/т;

$H_{i\ т.с}^{кат}$, $H_{i\ т.с}^{подк}$, $H_{i\ т.с}^{кор}$ – индивидуальные дифференцированные нормы расхода серной кислоты при обработке добавочной воды соответственно методами Н-катионирования при режиме "голодной регенерации", подкисления, корректировки pH серной кислотой, г/т;

$$H_{i\ т.с}^{кат,подк,кор.H_2SO_4} = \left(Щ_{исх}^{HCO_3^-} - Щ_{подп.в}^{HCO_3^-}\right) y_э , \qquad (20)$$

где $Щ_{исх}^{HCO_3^-}$ – щелочность исходной воды, поступающей на обработку, г-экв/м^3;

$Щ_{подп.в}^{HCO_3^-}$ – щелочность подпиточной воды, г-экв/м^3

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

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

$$H_{i\ т.с}^{кор.NaOH} = C_{CO_2} \cdot 40 , \ г/т \qquad (2I)$$

где C_{CO_2} – содержание углекислоты после декарбонизатора, г-экв/м^3;

Эквивалент CO_2 = 44 (при нейтрализации до HCO_3^-);

Эквивалент CO_2 = 22 (при нейтрализации до 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.I. Нормы расхода серной кислоты и каустической соды на выработку I МВт·ч электроэнергии H_{i} эл.сист(гл.отр) (г/МВт·ч) рассчитываются по формуле

$$H_{i\ эл.сист\ (гл.отр)} = \frac{\sum_{i=1}^{n} H_{i\ эл(сист)\ гл} \cdot Э_{i\ эл(сист.)\ гл}}{Э_{i\ эл.сист\ (гл.отр)}}, \qquad (22)$$

где $H_{i\ эл\ сист\ (гл.отр)}$, $H_{i\ эл(сист.)\ гл}$ - групповые нормы расхода реагентов на уровне соответственно энергосистемы (главка, отрасли) и энергопредприятий (энергосистем, главков), входящих в систему (главк, отрасль);

$Э_{i\ эл.сист\ (гл.отр)}$, $Э_{i\ эл(сист.)\ гл}$ - 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

$$H^{H_2SO_4}_{i\ эл\ сист\ (гл.отр)} = H_{п.к.сист\ (гл.отр)} + H_{боу\ сист\ (гл.отр)} + H_{ц\ сист\ (гл.отр)} + \frac{\sum_{i=1}^{n} D^{H_2SO_4}_{i\ (сист.)\ гл} \cdot 10^6}{Э_{i\ эл.сист\ (гл.отр)}}, \qquad (23$$

$$H^{NaOH}_{i\ эл.сист\ (гл.отр)} = H^{NaOH}_{п.к.сист\ (гл.отр)} + H_{боу\ сист\ (гл.отр)} + \frac{\sum_{i=1}^{n} D^{NaOH}_{i\ (сист.)\ гл} \cdot 10^6}{Э_{i\ эл.сист\ (гл.отр)}}, \qquad (24)$$

где $H^{реаг}_{п.к.сист\ (гл./отр)}$ – индивидуальные дифференцированные нормы расхода реагентов энергосистемы (главка, отрасли) для установки подпитки котлов, г/МВт·ч;

$H^{реаг}_{боу\ сист\ (гл./отр)}$ – то же для БОУ, г/МВт·ч;

$H_{ц.сист\ (гл./отр)}$ – то же на подкисление добавочной воды в циркуляционной системе охлаждения конденсаторов турбин, г/МВт·ч.

$$D^{H_2SO_4}_{i\ (сист./гл)} = G^{H_2SO_4}_{АОУ\ (сист./гл)} + G^{H_2SO_4}_{вос\ (сист./гл)} + G^{H_2SO_4}_{х.оч\ (сист./гл)} + G^{H_2SO_4}_{pH\ исх\ (сист./гл)} + G^{H_2SO_4}_{конд\ (сист./гл)} \quad (25)$$

– на уровне энергопредприятий (систем, главков), входящих в энергосистему (главк, отрасль), т;

$$D^{NaOH}_{i\ (сист./гл)} = G^{NaOH}_{АОУ\ (сист./гл)} + G^{NaOH}_{вос\ (сист./гл)} + G^{NaOH}_{х.оч\ (сист./гл)} + G^{NaOH}_{pH\ исх\ (сист./гл)} + G^{NaOH}_{pH\ котл\ (сист./гл)} + G^{NaOH}_{конд\ (сист./гл)} \quad (26)$$

– на уровне энергопредприятий (систем, главков), входящих в энергосистему (главк, отрасль), т;

10^6 – переводной коэффициент.

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

$$H_{i\ диф.сист\ (гл./отр)} = \frac{\sum_{i=1}^{n} H_{i\ диф\ (сист./гл)} B_{i\ эл\ (сист./гл)}}{B_{i\ эл.\ сист\ (гл./отр)}}, \quad (27)$$

где $H_{i\ диф.сист}$ (гл.отр), $H_{i\ диф}$ (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;

$B_{i\ эл(сист.,гл)}$, $B_{i\ эл.сист(гл.отр)}$ – количество обработанной воды (т) или выработанной электроэнергии (МВт·ч) в зависимости от измерителя индивидуальных норм $H_{i\ диф(сист.,гл.)}$ соответственно каждым энергопредприятием (системой, главком), входящим в систему (главк, отрасль) и системой (главком, отраслью) в целом.

$$H^{реаг}_{i\ диф.сист\ (гл.отр)} = \frac{\sum_{i=1}^{n} H^{реаг}_{i\ диф(сист.)\ гл}\, Q_{i\ эл(сист.)\ гл}}{Q_{i\ эл.сист\ (гл.отр)}}, \qquad (28)$$

$$H^{реаг}_{i\ диф.сист\ (гл.отр)} = \frac{\sum_{i=1}^{n} H^{реаг}_{i\ диф(сист.)\ гл}\, Э_{i\ эл(сист.)\ гл}}{Э_{i\ эл.сист\ (гл.отр)}}, \text{ г/МВт·ч}, \qquad (29)$$

где $Q_{i\ эл(сист.)\ гл}$, $Q_{i\ эл.сист\ (гл.отр)}$ – количество обработанной воды соответственно каждым энергопредприятием (системой, главком) и энергосистемой (главком, отраслью) в целом, т;

$Э_{i\ эл(сист.)\ гл}$, $Э_{i\ эл.сист\ (гл.отр)}$ – планируемая выработка электроэнергии соответственно каждым энергопредприятием (системой, главком) и энергосистемой (главком, отраслью) в целом, МВт·ч;

n – количество энергопредприятий в системе.

3.4. При расчете годовой потребности главных управлений и Минэнерго СССР в целом в химреагентах на эксплуатационные химические очистки энергооборудования необходимо учесть следующее:

прямоточные котлы подвергаются химической очистке в среднем I раз в четыре года (табл.I2 приложения);

Ежегодно 30% всего установленного парка барабанных котлов подвергаются химической очистке соляной кислотой, 20% всего парка – 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) $H_i^{реаг}$ (г/т) определяются как суммы индивидуальных дифференцированных норм на этом же уровне

$$H_{i\,т.с.сист}^{\ } = H_{т.с.сист}^{кат} + H_{т.с.сист}^{подк} + H_{т.с.сист}^{кор}, \qquad (30)$$

где $H_{т.с.сист}^{кат}$, $H_{т.с.сист}^{подк}$, $H_{т.с.сист}^{кор}$ – индивидуальные дифференцированные нормы расхода реагентов на уровне энергосистемы (главка, отрасли) на обработку добавочной воды соответственно способами Н-катионирования, подкисления, корректировки pH.

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

$$H_{т.с.сист}^{кат.} = \frac{\sum_{i=1}^{a} H_{i\,т.с}^{кат} Q_{i\,т.с}^{кат}}{Q_{i\,т.с.сист.}^{кат}}, \qquad (3I)$$

$$H_{т.с.сист}^{подк} = \frac{\sum_{i=1}^{b} H_{i\,т.с}^{подк} Q_{i\,т.с}^{подк}}{Q_{i\,т.с.сист}^{подк}}, \qquad (32)$$

$$H_{т.с.сист.}^{кор} = \frac{\sum_{i=1}^{c} H_{i\,т.с}^{кор} Q_{i\,т.с}^{кор}}{Q_{i\,т.с.сист}^{кор}}, \qquad (33)$$

где $Q_{т.с}^{кат}$, $Q_{т.с}^{подк}$, $Q_{т.с}^{кор}$ – планируемый годовой объем добавочной воды для подпитки теплосети, обработанной соответственно методами: Н-катионирования, подкисления, корректировки pH для каждого энергопредприятия

(системы главка), входящего в энерг - систему (главк, страсль), т

$Q^{кат}_{т.с.сист\ (гл.\ (отр)}$, $Q^{подк}_{т.с.сист\ (гл.\ (отр)}$, $Q^{кор}_{т.с.сист\ (гл.\ (отр)}$ - то же для энергосистем (главков, отрасли) в целом, т;

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

П р и л о ж е н и е

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

I. Исходные данные

I.I. Теплофикационное оборудование P=I3 МПа (I30 кгс/см^2)
(I очередь ТЭС)

Две турбины ПТ-I50-I30/7, две турбины ПТ-60-I30/I3, две турбины Р-50-I30/I3, пять котлов ГМ-84.

Выработка электроэнергии за отчетный год - I585300 тыс.кВт·ч.

Планируемая выработка электроэнергии - I685300 тыс.кВт·ч.

Отпуск пара на производство - по уровню отчетного года.

I.2. Конденсационное оборудование P =24 МПа (240 кгс/см^2)
(II очередь ТЭС)

Пять блоков мощностью каждый 300 МВт (пять турбин К-300-240, два котла ТПМП-II4, три котла ТПМП-324).

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

Планируемая выработка электроэнергии - 8500000 тыс.кВт·ч.

I.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-3I";

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 - подщелачивание 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	I,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,I5	-	-
Магний	Mg^{2+}	- " -	I,I0	-	-
Натрий	Na^+	- " -	I,30	-	-
Сумма катионов	ΣK	- " -	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 ΣA_0 = 2,93 мг-экв/л, с учетом содержания CO_2 после декарбонизатора C_{CO_2} = 5 мг/л (0,22 мг-экв/л).

I.4. Система охлаждения конденсаторов турбин - оборотная, с градирнями.

Источник водоснабжения - река.

I.5. Очистка производственного конденсатара проводится по схеме: Н-катионирование - ОН-анионирование.

I.6. Очистка собственного конденсата блоков 300 МВт на БОУ по схеме: механические фильтры - ФСД. Нейтрально-кислородный водный режим.

I.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 турбин - 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

I очередь ТЭС

2.I. Из годовых форм отчетности 3-тех (энерго)

$G_{п.в}$ - I0200 тыс.т; G_1 - 265,2 тыс.т (2,6% расхода питательной воды); G_2 - 2040 тыс.т (20% расхода питательной воды); $Э_{ф}$ - I585300 тыс.кВт·ч; $Э_{пл}$ - I685300 тыс.кВт·ч.

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

$$q_{доб.ф} = \frac{(265,2 + 2040) \cdot I0^6}{I585300} = I454 \text{ кг/МВт·ч},$$

$$q_{доб.пл} = \frac{(265,2 + 2040) \cdot I0^6}{I685300} = I368,0 \text{ кг/МВт·ч},$$

$$q_{п.в} = \frac{I0200 \cdot I0^6}{I585300} = 6435 \text{ кг/МВт·ч}.$$

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

$$p^{H_2SO_4} = \left[y_{H_1} \cdot (\Sigma K - 0{,}3) + y_{H_2} \cdot 0{,}3\right] \cdot K_{CH} =$$

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

$$p^{NaOH} = y_{OH_1, OH_2} \Sigma A_0 K_{CH} = 100 \cdot 2{,}93 \cdot 1{,}1 = 322\ г/м^3\ (г/т),$$

где y_{H_1}, y_{H_2} – 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/г-экв;

0,3 – проскок катионов в Н-фильтрах I ступени, г-экв/м^3;

ΣK – суммарное содержание катионов в известково-коагулированной воде, 3,5 г-экв/м^3;

$\Sigma y_{OH_1, OH_2}$ – удельный расход каустической соды на регенерацию анионитовых фильтров I,II ступени определяется по табл.3 [3] и составляет 100 г/г-экв.

ΣA_0 – суммарное содержание анионов сильных и слабых кислот, удаляемое на анионитовых фильтрах I,II ступени – 2,93 г-экв/м^3;

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 Р = 13 МПа (130 кгс/см^2)

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

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

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

II очередь ТЭС

2.4. Из формы 3-тех (энерго)

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

По формулам 5, 5а, 6 определяем

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

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

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

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

$p^{H_2SO_4} = 457{,}0+3{,}5 = 460{,}5$ г/м^3 (г/т) обессоленной воды

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

2.6. Для групп конденсационного оборудования P = 24 МПа (240 кгс/см^2):

по формуле 7 определяем

$$g^{H_2SO_4} = 460{,}5 \cdot 102 \cdot 10^{-3} = 47{,}0 \text{ г/МВт·ч},$$

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

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 МПа (130 кгс/см^2):

$$H_{i\,п.к}^{H_2SO_4} = 625{,}0 \cdot 16{,}5 \cdot 10^{-2} = 100{,}0 \text{ г/МВт·ч},$$

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

для группы конденсационного оборудования P = 24 МПа (240 кгс/см^2):

$$H_{i\,п.к}^{H_2SO_4} = 47{,}0 \cdot 83{,}5 \cdot 10^{-2} = 39{,}0 \text{ г/МВт·ч},$$

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

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

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

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

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

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

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

3.2. Определяем по формуле (11) 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 (10)

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

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

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

$$Ж_{пр}^{ц} = 2 \text{ мг-экв/л.}$$

4.2. Определяется коэффициент упаривания - φ

$$\varphi = \frac{Cl^{ц}}{Cl^{доб}},$$

где $Cl^{ц}$ - содержание хлоридов в циркуляционной воде;

$Cl^{доб}$ - 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

$$b = 3200 \text{ кг/МВт·ч.}$$

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

$$ж_0^д = \frac{ж_{пр}^ц}{\varphi} = \frac{2}{1{,}5} = 1{,}33 \text{ мг-экв/л.}$$

Карбонатная жесткость добавочной воды $ж_к^д$ равна 3 мг-экв/л

По формуле 1 [5] определяем

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

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

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

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 - 1 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 солещелочным 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:

$$G^{H_2SO_4}_{х.оч} = 6,96 + 1,98 = 8,94 \text{ т.}$$

Норма расхода (6,96 и 1,96) на одну эксплуатационную очистку (промывку) котла ТГМП-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 $G^{H_2SO_4}_{конд.пр}$, $G^{NaOH}_{конд.пр}$.

По формуле 17 определяем

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

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

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

8. В итоговую табл.10 внесены индивидуальные дифференцированные нормы $H^{H_2SO_4, NaOH}_{п.к}$, $H^{H_2SO_4, NaOH}_{воз}$, $H^{H_2SO_4}_{ц}$, расчетная годовая потребность $G^{H_2SO_4, NaOH}_{Вос}$, $G^{H_2SO_4, NaOH}_{х.оч}$, $G^{H_2SO_4, NaOH}_{конд.пр}$.

По формулам (1), (2) определяем

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

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

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

$$G^{H_2SO_4, NaOH}_{эл} = H^{H_2SO_4, NaOH}_{i\,эл} \cdot Э_{пл} \cdot 10^{-6} \text{ (т);}$$

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

$$G^{NaOH}_{эл} = 109,95 \cdot 10185300 \cdot 10^{-6} = 11097 \text{ т.}$$

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

10.1. Исходные данные:

щелочность исходной воды ($Щ_{исх.в}$) - 3,5 г-экв/м^3;

остаточная щелочность подпиточной воды ($Щ_{подп.в}$) - 0,7 г-экв/м^3;

содержание CO_2 после декарбонизатора - 5 мг/л (0,11 г-экв/м^3) при нейтрализации до $NaHCO_3$).

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

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

$$H_{i\,т.с}^{подк} = (3,5-0,7)\cdot 49 = 2,8\cdot 49 = 137,2 \text{ г/м}^3 \text{ (г/т)}$$

подпиточной воды.

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

$$H_{i\,т.с}^{кар.NaOH} = 0,11\cdot 40 = 4,4 \text{ г/т}$$

(нейтрализация до $NaHCO_3$, pH = 8,5).

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

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

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

$$G_{т.с}^{NaOH} = 4,4\cdot 7500\cdot 10^{-3} = 33 \text{ т} - \text{при нейтрализации } CO_2 \text{ до pH - 8,5.}$$

Таблица I

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

Схема водоподготовительной установки	Показатели качества исходной воды, поступающей на ионитовую часть ВПУ, мг-экв/л						Расход кислоты				Расход Н-катионированной воды на собственные нужды, %	Расход каустической соды					Расход частично обессоленной воды на собственные нужды, %
							$y^{H_2SO_4}$ г/г-экв		$p^{H_2SO_4}$ / Ш ст	$p^{H_2SO_4}$ с учетом собственных нужд		y^{NaOH} г/г-экв			p^{NaOH} / Ш	p^{NaOH} с учетом собств. нужд	
	$Щ_0$	$\Sigma A_{сл}$	ΣK	SiO_3^{2-}	CO_2 после декарб.	ΣA_0	$y_{н1}$	$y_{н2}$	г/т	г/т обес. воды		$y_{он1}$	$y_{он2}$	$y_{общ}$	г/т	г/т	
I. Известкование, коагуляция (обескремнивание) - по развернутой схеме обессоливания	I,0	2,5	3,5	0,2	0,22	2,98	I05,0	I50,0	3,5	457,0 460,5 - с учетом регенерации ФСД	20	-	-	I00,0	3,5	322,0 325,5 - с учетом регенерации ФСД	I0
- по упрощенной схеме обессоливания																	
- параллельное Н-Na -катионирование																	
2. Коагуляция (без коагуляции) по развернутой схеме обессоливания																	
по упрощенной схеме обессоливания																	
параллельное Н-Na катионирование																	

Примечания: I. $\Sigma K = \Sigma A_{сл} + Щ_0 - 2.\Sigma A_0 = \Sigma A_{ск} + SiO_3^{2-} + CO_2$; $Э_{SiO_3^{2-}} = 38$; $Э_{CO_2} = 22$.

Э-эквивалентный вес.

Таблица 2

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

Тип оборудования	Давление пара МПа (кгс/см²)	$G_{пв}$ тыс.т.	$Э_{ф}/Э_{пл}$ тыс.кВт·ч	$q_{пв}$ кг/МВт·ч	Внутристанционные потери G_1				Невозврат конденсата G_4				$q_{доб.ф}$ / $q_{доб.пл}$ кг/МВт·ч
					Норма		фактический		Норма		фактический		
					%	тыс.т.	%	тыс.т	%	тыс.т	%	тыс.т	
I. Конденсационное	24,0 (240)	24835	7884000 / 8500000	3I50	3,0	745	3,5	869,2	-	-	-	-	II9 / I02
2. То же	I3,0 (I30)												
3. -"-	9,0 (90)												
4. Теплофикационное	24,0 (240)												
5. То же	I3,0 (I30)	I0200	I585300 / I685300	6435	2,I	2I4,2	2,6	265,2	-	-	20	2040	I454 / I368
6. -"-	9,0 (90)												
7. Конденсационное и теплофикационное	4,5 ≤ (45)												

Таблица 3

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

Тип оборудования	Давление пара, МПа (кгс/см²)	$p^{H_2SO_4}$ г/м³	p^{NaOH} г/м³	$q_{доб.пл}$ кг/МВт·ч	$g^{H_2SO_4}$ г/МВт·ч	g^{NaOH} г/МВт·ч
I. Конденсационное	24,0 (240)	460,5	325,5	I02	47,0	33
2. То же	I3,0 (I30)					
3. -"-	9,0 (90)					
4. Теплофикационное	24,0 (240)					
5. То же	I3,0 (I30)	457,0	322	I368	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/см²)	Выработка электроэнергии, тыс.кВт·ч		Процент к общей выработке предприятия, %		Норма расхода серной кислоты $H^{H_2SO_4}_{i\,п.к}$ г/МВт·ч	Норма расхода каустической соды $H^{NaOH}_{i\,п.к}$ г/МВт·ч
		Фактическая $Э_ф$	Плановая $Э_{пл}$	фактическая $d_{ф}$	Плановая $d_{пл}$		
I. Конденсационное	24,0 (240)	7884000	8500000	83,26	83,5	39,0	27,9
2. -"-	I3,0 (I30)						
3. -"-	9,0 (90)						
4. Теплофикационное	24,0 (240)						
5. -"-	I3,0 (I30)	I585300	I685300	I6,74	I6,5	I00,0	72,7
6. -"-	9,0 (90)						
7. Конденсационное и теплофикационное	≤4,5 (45)						
						$\sum_{i=1}^{n} H^{H_2SO_4}_{i\,п.к} = 139,0$	
							$\sum_{i=1}^{n} H^{NaOH}_{i\,п.к} = 100,2$

Таблица 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 конд. на БОУ	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						
$Э_{ф.}$	$Э_{ф.пр}$	$Э_{пл}$	$Э_{пл.пр}$		$Q^{конд}_{пл}$ тыс.т	$р^{H_2SO_4}_{БОУ}$	$р^{NaOH}_{БОУ}$	$Н^{H_2SO_4}_{БОУ}$	$Н^{NaOH}_{БОУ}$
9469300	7884000	I0I85300	8500000	3I50,0	2I420	3,0	3,0	6,3	6,3

Таблица 6

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

Карбонатная жесткость добавочной воды $Ж^{д}_{к}$ мг-экв /л	Предельно допустимая карбонатная жесткость циркуляционной воды $Ж^{ц}_{пр}$, мг-экв /л	Коэффициент упаривания φ	Жесткость остаточная добавочной воды $Ж^{д}_{о}$ мг-экв /л	Удельный расход кислоты $g_к$ г/т	Удельный добавок воды в циркуляционную систему $в$ кг/МВт·ч	Индивидуальная дифференцированная норма расхода серной кислоты $Н_ц$ г/МВт·ч
3,0	2,0	I,5	I,33	8I,8	3200	26I,7

Таблица 7

Расчет годовой потребности реагентов на восстановление обменной емкости анионитов

Наименование реагентов	Планируемый объем обрабатываемого анионита $V, м^3$	Удельный расход реагента на обработку, $кг/м^3$	Количество обработок в год, шт.	Годовая потребность 100%-ного реагента, т
Обработка серной кислотой				
Серная кислота	30	200	I	6,0
Каустическая сода	30	25	I	0,75
Солещелочная обработка				
Каустическая сода	30	270	2	I6,2

Таблица 8

Расчет дифференцированных норм расхода реагентов
на эксплуатационные химические очистки котлов

Тип котлов	Количество котлов на энергопредприятии, подвергающееся 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	
				$G^{H_2SO_4}_{х.оч}$	$G^{NaOH}_{х.оч}$
Прямоточные: газомазутные пылеугольные	I	6,96+I,96*	-	8,92	-
Барабанные: газомазутные пылеугольные					
Водогрейные					

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

Таблица 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 $Q_{ф}^{конд}$	планируемое $Q_{пл}^{конд}$	$G_{конд.ф}^{H_2SO_4}$	$G_{конд.ф}^{NaOH}$	$p_{конд}^{H_2SO_4}$	$p_{конд}^{NaOH}$	$G_{конд.пл}^{H_2SO_4}$	$G_{конд.пл}^{NaOH}$
250,0	265,6	7,5	7,5	30	30	7,97	7,97

Таблица 10

Расчет групповых норм расхода реагентов на выработку
электроэнергии на уровне предприятия

Наименование реагента	$H_{п.к}$ г/МВт·ч	$H_{воу}$ г/МВт·ч	$H_{ц}$ г/МВт·ч	$G_{воу}$ т	$G_{вос}$ т	$G_{х.оч}$ т	$G_{рН\ исх}$ т	$G_{рН\ котл}$ т	$G_{конд.пр.}$ т	$Э_{пл}$ тыс.кВт·ч	Групповая норма $H_{i\ эл}$, г/МВт·ч
Серная кислота	139,0	6,3	261,7	-	6,0	8,92	-	-	7,97	101185300	409,3
Каустическая сода	100,2	6,3	-	-	16,95	-	-	-	7,97	101185300	108,95

Таблица 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
I. Н-катионирование	$H_{i\,т.с}^{кат}$	-
2. Подкисление	$H_{i\,т.с}^{подк} = 137,2$	-
3. Корректировка pH	$H_{i\,т.с}^{кор.H_2SO_4}$	$H_{i\,т.с}^{кор.NaOH} = 4,4$
Групповая норма, г/т	$H_{i\,т.с.}^{H_2SO_4} = 137,2$	$H_{i\,т.с}^{NaOH} = 4,4$

Список использованной литературы

I. МЕТОДИЧЕСКИЕ рекомендации по совершенствованию нормирования расхода химических материалов в производстве. М.: НИИПиН, 1986.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ указания по разработке норм расхода материалов на ремонтно-эксплуатационные нужды в энергетике. М.: СПО Союзтехэнерго, 1985.

3. НОРМЫ удельных расходов серной кислоты и гидроокиси 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, гидроокиси 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.: СПО Союзтехэнерго, 1983.

6. НОРМЫ расхода реагентов для предпусковых и эксплуатационных химических очисток теплоэнергетического оборудования электростанций М.: СПО Союзтехэнерго, 1985.

7. РУКОВОДЯЩИЕ указания по предотвращению образования минеральных и органических отложений в конденсаторах турбин и их очистке. М.: СЦНТИ ОРГРЭС, 1975.

8. МЕТОДИКА разработки норм и нормативов водопотребления и водоотведения на предприятиях теплоэнергетики. М.: СПО Союзтехэнерго, 1987.

О Г Л А В Л Е Н И Е

I. Общие положения 3
2. Расчет норм расхода химреагентов на уровне энергопредприятий 6
3. Расчет норм расхода химреагентов на уровне энергосистем (главков, отрасли) I4
П р и л о ж е н и е. Пример расчета индивидуальных и групповых норм расхода серной кислоты и каустической соды для ТЭС I8
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 .....

Литературный редактор Р.П.Васнева
Технический редактор Б.М.Полякова
Корректор Н.В.Зорина

Подписано к печати 3I.08.89 Формат 60х84 I/I6
Печать офсетная Усл.печ.л.2,09 Уч.-изд.л.2,0 Тираж II00 экз.
Заказ №365/89 Издат. № 8951Э

Производственная служба передового опыта эксплуатации энергопредприятий Союзтехэнерго
I05023, Москва, Семеновский пер., д.I5

Участок оперативной полиграфии СПО Союзтехэнерго
I09432, Москва, 2-й Кожуховский проезд, д.29,строение 6

gost.e-ecolog.ru