

Утверждены приказом
председателя Комитета
государственного энергетического
надзора и контроля
Республики Казахстан от
«___»_____20___ г.
№_____

Руководящие указания по сведению месячного пароводяного баланса на тепловых электростанциях

Содержание

Введение	2
1 Область применения	2
2 Нормативные ссылки	3
3 Термины, определения и сокращения	3
4 Основные положения	4
5 Суточный учет основных расходов пара и воды	6
6 Составление и сведение месячного пароводяного баланса	15
7 Пример сведения месячного пароводяного баланса тепловой электростанции	25
7.1 Общая проверка полученных месячных величин основных расходов пара и воды	26
7.2 Определение имеющейся величины общего пароводяного небаланса по электростанции	32
7.3 Увязка пароводяного баланса по электростанции и установление окончательных отчетных величин отдельных расходов	33
Приложение 1 Балансные уравнения основных пароводяных потоков тепловой электростанции	36
Приложение 2 Журнал I по учету расходов перегретого пара	44
Приложение 3 Журнал II по учету расходов питательной воды	46
Приложение 4 Журнал III по учету добавка воды в питательную систему котлов и потерь пара и питательной воды	48
Приложение 5 Принципиальная схема потоков пара и воды на тепловой электростанции	50
Приложение 6 Принципиальная схема потоков пара и воды на тепловой электростанции с котельным и турбинным оборудованием двух различных	52

Приложение 7 начальных параметров пара
Сводка основных потоков пара и воды 54
(пароводяной баланс) тепловой электростанции

Введение

Для составления качественного технического отчета по эксплуатации тепловой электростанции с отражением показателей работы отдельных агрегатов, цехов и станции в целом необходимо определение расходов основных потоков пара и воды с требуемой для практических целей точностью. Без этого невозможно проведение анализа технико-экономических показателей работы оборудования.

Правильное определение действительных расходов пара и воды необходимо также для поддержания экономичной эксплуатации установленного оборудования и возможности быстрого устранения возникающих дефектов в работе приборов или оборудования.

Помещаемые в технические отчеты по эксплуатации тепловой электростанции величины отдельных составляющих пароводяного баланса на некоторых электростанциях получаются не в результате обработки показаний соответствующих приборов, а на основе различных приближенных подсчетов и значительно отклоняются от фактических величин. На ряде электростанций методика сведения пароводяного баланса в разные месяцы произвольно изменяется в зависимости от показателей работы отдельных цехов.

Подсчет технико-экономических показателей должен производиться на основе количественного и качественного учета измеряемых расходов топлива, пара и питательной воды. Поэтому все расходы, определяющие качественные показатели, должны быть между собой увязаны в материальном и тепловом балансах станции.

1. Область применения

1.1. Настоящие Руководящие указания по сведению месячного пароводяного баланса на тепловых электростанциях (далее - Руководящие указания) рекомендуются для установления единой методике по составлению и сведению материального пароводяного баланса для тепловых электростанций. Предлагаемая методика позволяет, не усложняя подсчетов, правильно составлять и сводить пароводяной баланс, рационально использовать для этого установленные измерительные приборы.

1.2. Настоящие Руководящие указания предназначены для инженерно-

технических работников тепловых электростанций, занимающихся вопросами контроля эксплуатации теплового оборудования, топливоиспользования и сведения пароводяного баланса для обеспечения правильного посменного и ежесуточного учета основных потоков пара и воды, измеряемых расходомерами, и осуществления повседневного контроля за правильностью их работы.

2. Нормативные ссылки

1. Закон Республики Казахстан от 09.07.2004г. № 588-ІІ «Об электроэнергетике» с изменениями по состоянию на 13.10.2011г.

3. Термины, определения и сокращения

В настоящих Руководящих указаниях используются следующие термины и определения:

1. Пароводяной баланс: сопоставление расхода воды с количеством вырабатываемого пара.
2. Добавок воды: специально подготовленная вода, используемая для возмещения потерь конденсата электростанции.
3. Сходимость показаний приборов: качество измерений, отражающее близость друг к другу результатов измерений одного и того же параметра, выполненных одинаковыми средствами в одинаковых условиях.
4. Планиметрирование: определение площадей (интегрирование) замкнутых контуров, прорисованных на плоской поверхности (обработка диаграмм).
5. Неувязка расходов: несоответствие, расхождение показаний расходов по свежему пару и питательной воде.

В тексте настоящих Руководящих указаний применяются следующие сокращения:

БРОУ	- быстродействующая редуционно-охладительная установка
ВД	- высокое давление
ГРЭС	- государственная районная электростанция
ПВД	- подогреватель высокого давления
ПТН	- питательный турбонасос
ПТЭ	- правила технической эксплуатации
РОУ	- редуционно-охладительная установка
РУ	- редуционная установка

СД	- среднее давление
ТЭС	- тепловая электростанция
ТЭЦ	- тепловая электроцентраль
ХОВ	- химически очищенная вода

4. Основные положения

4.1. Для обеспечения нормальной текущей эксплуатации оборудования и правильного определения технических показателей тепловой электростанции необходимы организация систематического наблюдения за правильностью работы соответствующих контрольно-измерительных приборов и осуществление правильного текущего учета основных расходов пара и воды.

При этом каждая электростанция должна быть полностью оснащена требуемыми по ПТЭ расходомерами; все приборы должны находиться в исправном состоянии и погрешности их - в допустимых пределах; должны быть обеспечены повседневный надзор за ними и регулярные их проверки.

4.2. Пределы измерений отдельных приборов и их шкалы должны быть выбраны с учетом обеспечения требуемой точности измерений при фактически имеющихся пределах колебаний измеряемых расходов; если какой-либо из установленных приборов не удовлетворяет этому, необходимо заменить его, или сменить диафрагму, или переградуировать шкалу прибора.

4.3. При пользовании расходомерами, а также при организации учета отдельных потоков пара и воды необходимо иметь в виду, что эти приборы при колебаниях расходов в пределах от 50 до 100% имеют погрешность измерений до $1,0 \div 1,5\%$ от максимального значения шкалы.

Поэтому, учитывая возможное наличие приборов с положительной и отрицательной погрешностью, общая погрешность сведения пароводяного баланса не должна превышать $\pm 2 \div 3\%$.

4.4. При составлении технических отчетов по эксплуатации тепловой электростанции в качестве отчетных величин расходов пара и воды должны приниматься только проверенные и увязанные величины отдельных расходов, измеренных по расходомерам или подсчитанных по имеющимся нормам. Для проверки и увязки этих величин ежемесячно должен сводиться пароводяной баланс электростанции в соответствии с приводимыми далее указаниями.

4.5. Для возможности сведения месячного пароводяного баланса тепловой электростанции с достаточной для практических целей точностью необходимо, чтобы он базировался на ежедневном учете всех основных расходов пара и воды, обеспечивающем правильные суточные показания учитываемых расходомеров. Периодически и при необходимости производится уточнение показаний отдельных приборов за сутки.

Ежедневная проверка показаний основных расходомеров позволяет обнаружить и устранить неисправность отдельных приборов или нарушения технологического цикла работы оборудования электростанции. По прошествии более длительного периода времени подобное уточнение выполнить вообще невозможно, а без этого невозможно и правильное составление отчетности за месяц.

При рекомендуемой проверке взаимной сходимости суточных показаний расходомеров основных потоков пара и воды общая точность учета этих расходов значительно повышается, так как своевременно устраняются выявленные недостатки и неточности текущих измерений. При этом при надлежащей постановке учета и контроля величина небаланса в месячном разрезе должна получаться в нормальных для данной станции пределах и сведение пароводяного баланса за месяц значительно упрощается.

4.6. При составлении месячного пароводяного баланса отдельные расходы пара на собственные нужды и связанные с технологическим процессом работы станции потери пара и конденсата, не измеряемые непосредственно стационарными приборами, могут быть приняты на основании расчетов, специальных испытаний или по имеющимся нормам с учетом продолжительности работы данного объекта собственного расхода за отчетный период.

4.7. Обязательному учету и нормированию подлежат следующие расходы пара на собственные нужды и возможные потери пара и конденсата:

- а) при пусках котлов и турбин из холодного состояния и после разной продолжительности простоя;
- б) при остановках котлов и турбин;
- в) во время ремонтов оборудования;
- г) на турбонасосы, находящиеся в работе и в горячем резерве;
- д) на распыливание мазута и на мазутохозяйство;
- е) на обдувку поверхностей нагрева котельных агрегатов;
- ж) на отопление цехов, на душевые, на деаэраторы химически очищенной воды;
- з) потери с продувочной водой котлов;
- и) утечки пара через вестовые трубы турбин, из дренажных баков и из деаэраторов, потери пара и воды с пробами для химических анализов и имеющиеся другие значительные потери на данной станции.

Нормы устанавливаются на основе специальных испытаний, расчетов, периодических испытаний или эксплуатационных наблюдений, по заводским характеристикам оборудования и утверждаются главным инженером электростанции. Периодически, по мере изменения эксплуатационных условий или возникновения сомнений в правильности принимаемых норм, должны производиться их проверка и уточнение.

4.8. На электростанциях с одинаковыми параметрами пара у котлоагрегатов пароводяной баланс сводится по электростанции в целом.

На электростанциях, имеющих отдельные очереди (блоки) оборудования с различным давлением пара у котлоагрегатов, помимо общего пароводяного баланса в целом по электростанции, целесообразно сводить и отдельные балансы по каждой очереди (блоку).

4.9. Для возможности систематического определения и контроля за величиной потерь пара и питательной воды по электростанции необходимо ежедневно определять добавок химически очищенной воды в питательную систему и по нему учитывать пароводяные потери. Определение общего добавка воды в питательную систему электростанции и величины внутристанционных потерь конденсата производится согласно действующей «Инструкции к составлению технического отчета по эксплуатации тепловых электростанций».

На электростанциях, имеющих очереди (блоки) разных параметров, учет потерь пара и воды желательно вести отдельно по очередям (блокам). Для теплоэлектроцентралей в случаях затруднительности определения отдельных потоков по очередям такой учет может сводиться в целом по станции.

4.10. Приводимые указания по сведению пароводяного баланса являются общими для всех тепловых электростанций независимо от типа станции (ГРЭС или ТЭЦ), ее тепловой схемы, типа и мощности установленного оборудования и начальных параметров пара.

На чисто конденсационной электростанции в связи с меньшим количеством различных потоков сведение пароводяного баланса соответственно упрощается.

На электростанциях, работающих по чисто блочному принципу, при надобности может быть составлен пароводяной баланс по любому отдельному блоку по тем же балансным уравнениям, что и по станции в целом.

5. Суточный учет основных расходов пара и воды

5.1. Для правильного составления месячного пароводяного баланса на каждой электростанции обеспечивается правильный учет суточных показаний основных расходомеров. При этом ежедневно показания основных расходомеров записываются в учетных журналах, составленных по формам, облегчающим сопоставление отдельных расходов за сутки и подсчет месячных величин.

В случаях возникающих сомнений в точности измерения тех или иных расходов по приборам, соответствующие приборы должны быть немедленно проверены и установлены действительные величины этих расходов.

5.2. Ежедневно в обязательном порядке учитываются и записываются следующие расходы:

- 1) количество пара, выработанного котлами;
- 2) расход пара на турбины;
- 3) расход пара на редукционные установки (БРОУ, РОУ и РУ);
- 4) расход пара на питательные турбонасосы;
- 5) отпуск пара разных параметров производственным потребителям;
- 6) возврат конденсата от паровых потребителей;
- 7) количество конденсата турбин (после конденсаторов);
- 8) количество сетевой воды и количество подпиточной воды;
- 9) количество конденсата из основных подогревателей сетевой воды;
- 10) питательная вода после регенеративных подогревателей высокого давления (при наличии соответствующих расходомеров);
- 11) количество питательной воды, поступающей в котлы (по водомерам котлов, если они обеспечивают возможность точного учета этого расхода; подробнее см. ниже);
- 12) выработка химически очищенной воды химводоочисткой и расход ее;
- 13) количество перекачиваемого конденсата из дренажных баков;
- 14) количество перекачиваемого конденсата с одного блока на другой (на электростанциях с котлоагрегатами разных давлений).

5.3. Суточный учет основных расходов пара и воды рекомендуется производить в такой последовательности:

- а) определение всех измеряемых приборами расходов пара и воды;
- б) определение расчетным путем или принятие по нормам неизмеряемых расходов пара и воды, которые должны учитываться ежедневно (пар на питательные турбонасосы (ПТН), количество продувки из котлов и др.);
- в) определение суммарной величины внутростанционных пароводяных потерь;
- г) запись измеренных и подсчитанных величин расходов в учетные журналы;
- д) общая проверка взаимной сходимости (в допустимых пределах) суточных величин основных учитываемых расходов пара и воды;
- е) в отдельных случаях при увеличенной против обычной величине несходимости баланса по перегретому пару или пароводяного баланса котлоагрегатов, а также при резком возрастании внутростанционных потерь конденсата производится уточнение соответствующих расходов.

5.4. Определение всех измеряемых расходов производится путем планиметрирования диаграмм самопишущих приборов или путем подсчета расходов по счетчикам или специальным отметкам на диаграммах расходомеров (если расходомеры с отметчиками).

Одновременно должны быть введены поправки на отклонение

фактических параметров измеряемой среды от расчетных для данного прибора.

При наличии современных электронных устройств с блоками памяти, расходомеров с диаграммами и счетчиками определение суточной величины может производиться по счетчикам (в случае проверенной в эксплуатации работы их с достаточной точностью), а планиметрирование диаграмм может не производиться. Однако и в этом случае диаграммы (в т.ч. в электронном виде) должны ежедневно просматриваться с целью общего контроля режимов работы агрегата и своевременного выявления имевшихся дефектов прибора.

Все поправки и уточнения к показаниям приборов должны вноситься только при производстве первичных суточных подсчетов. В случае проведения тарировки или проверки какого-либо расходомера к его показаниям может быть введена необходимая поправка только при наличии соответствующего письменного указания из тепловой лаборатории.

Все определенные по приборам величины расходов с внесенными поправками на параметры измеряемой среды и внесенными в отдельных случаях необходимыми уточнениями должны записываться в соответствующем рабочем журнале по учету расходов пара и воды.

5.5. При суточном учете основных расходов необходимо иметь в виду следующее:

а) При временной неисправности отдельных самопишущих приборов определение расхода за данные сутки должно производиться по записям показывающих расходомеров в суточных ведомостях. В случае неполной записи на диаграмме или дефектности записи расход за данные сутки также берется с соответствующей корректировкой по показывающему прибору.

б) В случае выхода из строя какого-либо расходомера и отсутствия другого дублирующего прибора следует определить данный расход за нужный период времени косвенным образом, если это представляется возможным осуществить с достаточной точностью.

Так, например, расход пара на турбины, по которым имели место случаи отключения парометров или их неправильной работы, следует устанавливать по имеющимся характеристикам турбин с введением соответствующих поправок на отклонение фактических расходов от расходов по характеристике (для данного режима работы). В случае отключения парометра котла выработка пара данным котлом за необходимый промежуток времени может быть установлена по показанию водомера котла и величине продувки.

в) Точный учет количества питательной воды, поступающей в барабанные котлы, непосредственно по водомерам перед котлами вообще невозможен в следующих случаях:

при двухниточном питании котлов с пропуском по одной из линий только $10 \div 15\%$ общего расхода питательной воды, так как такое количество не может быть измерено достаточно точно расходомером с квадратичной шкалой,

рассчитанным на полный пропуск всего расхода питательной воды;

при наличии двухимпульсных регуляторов питания (например, типа АРП-4), вызывающих резкие колебания расхода питательной воды, которые исключают возможность точного планиметрирования диаграмм водомеров.

В подобных случаях при отсутствии возможности точного измерения данного расхода по водомерам за подогревателями высокого давления определение количества питательной воды, поступающей в котлы, возможно только расчетным путем как суммы выработки пара котлами и количества продувки котлов. Такое определение будет правильным, если утечка пара через предохранительные клапаны котлов и другие пароводяные потери у котлоагрегатов незначительны. В таких случаях суточного учета расходов по водомерам котлов вести не нужно.

г) Расход пара на РОУ должен определяться по паромерам перед РОУ. Если паромеры установлены на редуцированном паре, то для получения расхода редуцируемого пара из показаний этих паромеров нужно вычесть расход воды на увлажнение. Количество воды на РОУ в свою очередь находится по водомерам или по тепловому балансу РОУ. В подобных случаях расход пара на РОУ можно определять как расход редуцированного пара, умноженный на постоянный коэффициент, устанавливаемый по тепловому балансу РОУ (так как параметры пара и воды являются примерно постоянными).

д) Суммарный расход пара на собственные паровые нужды должен определяться по общим паромерам или как сумма отдельных составляющих расходов, измеренных по паромерам или специально подсчитанных (например, расход греющего пара на деаэраторы химически очищенной воды) или принятых по норме.

е) На электростанциях, отпускающих пар тепловым потребителям, организуется система ежедневного учета расхода отпускаемого пара (по паромерам) и возврата конденсата (по водомерам). При этом ведется постоянный контроль за тем, чтобы величина возвращаемого конденсата от потребителей не была ниже нормы установленного процента от количества отпущенного им пара.

5.6. Текущий суточный учет всех расходов и необходимые подсчеты могут производиться в любых ведущихся на электростанции учетных журналах. Однако для наглядности и возможности непосредственного сопоставления балансирующихся величин (приложение 1) текущий учет измеряемых основных расходов пара и воды рекомендуется вести в отдельных рабочих журналах, в которых все основные расходы расположены в определенной последовательности.

В приложениях 2, 3 и 4 приведены образцы таких журналов по учету расходов пара (журнал I), питательной воды (журнал II) и по учету добавка воды в питательную систему котлов и пароводяных потерь (журнал III)

применительно к электростанции с котельным оборудованием одинаковых параметров пара. Принципиальная тепловая схема подобной электростанции приведена в приложении 5.

Для электростанции с котельным оборудованием двух разных давлений пара учетные журналы целесообразно вести по оборудованию каждого давления в отдельности.

Необходимые пояснения по ведению указанных журналов даны непосредственно в образцах журналов.

В случае, если учет по водомерам котлов не производится (п.5.4. «в»), то журнал II не ведется. Отдельные учитываемые расходы воды, кроме расходов воды на питание котлов по их водомерам, помещаются в имеющихся других учетных журналах котельного и турбинного оборудования. Расход питательной воды по отдельным котлам и по котельной в целом в конце месяца определяется в этом случае из пароводяного баланса котлов или цеха в целом согласно приложению 1.

5.7. Формы журналов на каждой электростанции уточняются в зависимости от оборудования и типа электростанции, тепловой схемы и других местных условий. В частности, это относится к числу граф по котлам и турбинам, зависящим от количества установленных агрегатов. При этом:

а) На чисто конденсационных электростанциях, в особенности с оборудованием одинаковых параметров, уменьшается количество отдельных потоков и точек измерений. Соответственно сокращается объем записей в учетных журналах. Обычно оказываются лишними графа 9 в журнале I, графы 10 и 15 в журнале II, графы 3, 5 и 6 в журнале III и весь учетный журнал по отпуску тепла.

б) На электростанциях с промежуточным перегревом пара, а также имеющих надстройки высокого или сверхвысокого давления, в рабочих журналах по учету расходов пара и воды предусматриваются некоторые дополнительные графы сверх указанных в приведенных формах, учитывая особенности данной тепловой схемы (пар и вода к быстродействующим редуционно-охладительным установкам, пар на промежуточный перегрев и др.).

в) На ТЭЦ с большим добавком химически очищенной воды, подготовляемой разными способами (обессоленной воды, декремнизованной воды и др.), а также оборудованных паропреобразовательными и испарительными установками может потребоваться соответствующее расширение журнала III в части учета вырабатываемой химводоочисткой и расходующей химически очищенной воды.

Для облегчения разработки целесообразной формы учетных журналов на электростанциях со сложными тепловыми схемами можно рекомендовать составление принципиальной схемы учета основных потоков пара и воды

(аналогично схеме в Приложениях 5 или 6 или еще более упрощенной) с указанием мест установки расходомеров. Такая схема будет полезна и при составлении месячного пароводяного баланса.

Запись показаний всех расходомеров, имеющих на электростанции, может производиться в упомянутых журналах I, II, III, а также в журнале учета отпуска теплоэнергии и других ведущихся на станции учетных журналах - общестанционных или по учету работы отдельных котлов и турбин.

Во всех случаях любой учитываемый расход пара или воды должен записываться только в одном из ведущихся на станции учетных журналов. При этом для упрощения работы желательно, чтобы в журналах I, II и III были помещены все соответственно балансирующиеся расходы.

Учет отдельных расходов пара на собственные нужды и отдельных потерь пара и воды (пар на ПТН и другие собственные нужды, потери конденсата при пусках оборудования и т.п.) целесообразно вести ежедневно в специальном журнале учета расходов пара на собственные нужды. Это ускорит выявление причин резкого возрастания пароводяных потерь и облегчит составление пароводяного баланса за месяц.

5.8. Все исходные суточные величины учитываемых расходов пара и воды, определенные в соответствии с приведенными выше указаниями, записываются в учетные журналы. После этого производится проверка их взаимной сходимости, которая заключается в установлении получающихся неувязок расходов свежего пара и питательной воды и в определении внутростанционных пароводяных потерь. Суточные величины этих неувязок и пароводяных потерь также записываются в учетных журналах I, II и III в специальные графы.

Находятся они на основании составления простейших балансов пароводяных потоков согласно уравнениям, подробно рассматриваемым в приложении 1.

Получаемые неувязки расходов пара и питательной воды включают в себя погрешности приборов, измерений и отдельных подсчетов, а также имеющиеся по рассматриваемому узлу тепловой схемы весовые потери пара и воды, которые не поддаются непосредственному измерению.

Определение величины неувязки расходов свежего пара производится по уравнению (1)

$$\Delta D \approx D_K - (D_T + D_{роу} + D_{птн} + D_{ор.н}) \quad (1)$$

где: ΔD – неувязка расходов свежего пара, т;
 D_K – суммарный отпуск пара из котлов, т;
 D_T – суммарный расход пара на турбины, т;

$D_{роу}$ – суммарный расход пара на все виды редуционных установок, т;
 $D_{питн}$ – расход пара на питательные турбонасосы, т;
 $D_{др.н}$ – расход пара из котельной на другие нужды, т.

Неувязка расходов воды по показаниям водомеров питательной воды находится по уравнению (2):

$$\Delta G \approx G_{п.в}^к - (D_к + G_{прод}^к + G_{к.в}^{сн}) \quad (2)$$

где: ΔG – неувязка расходов воды по показаниям водомеров питательной воды, т;
 $G_{п.в}^к$ – общий расход питательной воды поступившей в котлы, включая расход воды на впрыск в пароперегреватели, т;
 $D_к$ – суммарный отпуск пара из котлов, т;
 $G_{прод}^к$ – количество воды на непрерывную и периодическую продувку котлов, т;
 $G_{к.в}^{сн}$ – количество котловой воды, спущенной при ремонтах котлов, т.

Определение общей величины внутростанционных потерь пара и воды производится по формуле (3):

$$G_{пот}^{вн} = G_{хов}^{п.с} - G_{конд}^{невоз} \quad (3)$$

где: $G_{пот}^{вн}$ – внутростанционные потери пара и воды, т;
 $G_{хов}^{п.с}$ – суммарный добавок в питательную систему химически очищенной воды, приготовленной разными способами, т;
 $G_{конд}^{невоз}$ – невозврат конденсата от паровых потребителей, т.

Если суточные величины неувязки расходов по свежему пару и питательной воде, а также внутростанционных потерь не превышают обычно имеющих на данной электростанции, то показания расходомеров за данные сутки считаются правильными (с допустимой погрешностью) и на этом их проверка заканчивается.

При наличии резкого возрастания какой-либо неувязки - по пару или по питательной воде, или величины внутростанционных потерь по сравнению с обычными для данной электростанции величинами, устанавливаемыми в процессе ее эксплуатации при нормальной работе приборов и нормальном технологическом режиме, необходимо произвести дополнительную проверку соответствующих расходов. При этом выявляются причины, обуславливающие

неточность определения отдельных расходов (из-за неисправности прибора или из-за допущенной ошибки в подсчетах) или появление дополнительных значительных неучитываемых внутростанционных пароводяных потерь. В последнем случае производится проверка отдельных составляющих внутростанционных потерь (п.7 приложения 1) для подтверждения суммарной величины и выявления причины роста этих потерь. По всем обнаруженным недостаткам принимаются меры для немедленного устранения.

Уточненные величины расходов, вызывавших сомнение, заносятся в соответствующие графы учетных журналов, а ранее записанные величины зачеркиваются.

На отдельных электростанциях для уточнения суточных показаний расходомеров целесообразно производить периодическую проверку сходимости показаний расходомеров других узлов тепловой схемы. Так, например, на ТЭЦ с большим количеством расходомеров отпуска пара потребителям периодически проверяется сходимость показаний этих парометров с суммарным отпуском пара из отборов турбин.

5.9. В качестве отдельных примеров суточного учета основных расходов пара и воды можно привести помещенные в таблицах раздела 7 настоящих Руководящих указаний учетные данные за трое суток по одной электростанции с установленными на ней четырьмя котлами и двумя турбинами. В таблицах указаны измеренные величины, полученные неувязки по пару и воде, подсчитанные внутростанционные потери и окончательно уточненные величины всех учитываемых расходов.

Из рассмотрения этих таблиц видно:

а) В первом случае (за 9-е число) величина неувязки по перегретому пару (графа 15 журнала I) получилась равной +1,7% при нормальных пределах колебания этой величины (учитывающей точность приборов и включающей имеющиеся потери пара) по станции в пределах от +1,5 до +2,5%.

Неувязка по питательной воде (графа 14 журнала II) составила +2,8% при нормальных пределах колебания суточной величины от +2,5 до +3,0%.

Величины общего добавка в питательную систему и внутростанционных потерь пара и питательной воды (графы 6 и 8 журнала III) находятся в обычных для данной электростанции пределах.

Следовательно, за 9-е число имела место сходимость в пределах точности приборов всех балансирующихся величин и поэтому все измеренные величины были признаны правильными, и на этом была закончена суточная обработка учитываемых расходов пара и воды.

б) Во втором случае (за 16-е число) имела место хорошая сходимость всех балансирующихся величин, за исключением неувязки по питательной воде (графы 9, 12 и 14 журнала II).

Так как расхождение между графами 9 и 12 журнала II составило 4,5%

при допустимой и обычно наблюдаемой на электростанции средней величине в пределах от 2,5 до 3,0%, то была проведена соответствующая проверка работы оборудования за 16-е число. В результате было обнаружено, что 15-го числа на включенном после текущего ремонта котле №3 был оставлен неполностью закрытым один из спускных вентилей водяного экономайзера на трубопроводе к дренажным бакам. Как только это было выявлено, 17-го числа указанный вентиль был плотно закрыт. По водомеру, имеющемуся на линии подачи воды из дренажных баков, было установлено, что из этих баков за сутки было фактически перекачено примерно на 220 т дренажа больше, чем обычно. Поэтому за 16-е число в графе 11 журнала II вместо прочерка было вписано 220 т и соответственно исправлены записи графы 12 - 13940 вместо 13720 т и графы 14 - 2,9 вместо 4,5%.

В данном случае уточнение суточных расходов позволило вскрыть и устранить допущенную ошибку в эксплуатации оборудования и подтвердило допустимую точность всех основных измеренных величин.

в) В третьем случае (за 27-е число) неувязка по пару по приборам составила 8,9% (графа 15 журнала I) вместо обычной $1,5 \div 2,5\%$. Это обстоятельство вызвало необходимость уточнения составляющих расходов пара.

Сопоставление расходов пара на турбины с приведенными к фактическим эксплуатационным условиям расходами по характеристикам последних показало явно заниженную величину по турбине №2, определенную по счетчику паромера. При дальнейшем выяснении было установлено, что расходомер был отключен в течение 4 ч (для устранения обнаруженной неисправности прибора), о чем дежурным прибористом не было сделано соответствующей отметки. С учетом дополнительного расхода пара за этот период времени по характеристике турбины фактически суточная величина по графе 8 оказалась равной 8855 т и соответственно неувязка +1,8%. Поэтому для граф 8, 13, 14 и 15 журнала I в качестве действительных значений приняты уточненные величины.

За данные сутки по журналу III получились также повышенные величины пароводяных потерь (графы 6, 8 и особенно 11). Проведенная проверка подтвердила действительно имевшее место за данные сутки резкое увеличение внутристанционных потерь пара, возникшее в результате того, что на паропроводе собственных нужд котельного цеха пробило прокладку между фланцами. Это не было своевременно обнаружено эксплуатационным персоналом, так как свищ находился в удаленном месте.

После устранения 28-го числа упомянутого дефекта, начиная с 29-го, потери пара и воды не превышали допустимого уровня.

По остальным показаниям расходомеров за 27-е число имела место нормальная сходимост.

Как видно из этого случая, суточная проверка расходов позволила выявить и быстро устранить возникшие потери пара из паропровода собственных нужд; кроме того, она позволила выявить наличие неисправности в работе паромера и установить действительные величины расхода пара на турбины.

Из приведенных примеров видно, что ежесуточная проверка основных расходов по существу является только уточнением ведущегося учета отдельных расходов пара и воды по имеющимся расходомерам путем проведения необходимых контрольных сопоставлений показаний основных приборов.

6. Составление и сведение месячного пароводяного баланса

6.1. Составление и сведение месячного пароводяного баланса электростанции должны производиться в следующем порядке:

а) определение месячных величин всех учитываемых расходов пара и воды;

б) составление и проверка сходимости балансов основных потоков пара и воды: пара, выработанного котлами; питательной воды, поступившей в котлы; расхода пара, отпускаемого внешним тепловым потребителям, и возврата конденсата от них; добавка химически очищенной воды в питательную систему электростанции и внутростанционных потерь;

в) проверка среднемесячной величины общего пароводяного небаланса по электростанции, получаемого вследствие имеющихся погрешностей установленных приборов и допущенной неточности при измерениях и подсчетах отдельных расходов;

г) установление окончательных отчетных величин расходов пара и воды, взаимно увязанных между собой.

6.2. Все исходные месячные величины основных расходов пара, питательной воды, добавка химически очищенной воды, отпуска пара тепловым потребителям и других измеряемых потоков пара и воды должны определяться как сумма суточных величин соответствующих расходов за рассматриваемый календарный месяц и записываться в итоговой строке упоминавшихся ранее учетных журналов.

Остальные учетные величины, не измеряемые непосредственно приборами, определяются расчетным путем на основании имеющихся норм, заводских характеристик оборудования или подсчетов. При этом с целью упрощения месячного учета допускается принимать на основе предварительно проведенных испытаний или расчетов средний процент выпара из расширителей непрерывной продувки котлов (если режим продувок остается постоянным), средний процент расхода воды на РОУ по отношению к расходу

редуцируемого пара, среднюю величину расхода пара на обдувку котлоагрегата (при выдерживании установленного режима обдувки). Величину расхода пара на отопление помещений электростанции следует принимать в зависимости от средней за месяц температуры наружного воздуха. Допускаются и другие упрощения в подсчете отдельных небольших расходов пара и воды, если при этом не вводится значительной погрешности.

6.3. Составление и проверка сходимости балансов основных пароводяных потоков за месяц производится по уравнениям, приводимым в приложении 1. Помимо потоков, указанных в п.6.1.«б», на ТЭЦ с большим добавком в питательную систему обессоленной, декремнизованной и другой химически очищенной воды в отдельных случаях целесообразно производить дополнительную проверку баланса расходуемой химически очищенной воды и вырабатываемой химводоочисткой.

При пользовании рекомендованными выше учетными журналами I, II и III, все расходы в которых расположены в должной последовательности, за месяц остается только произвести простые подсчеты по итоговым величинам отдельных расходов, аналогичные производимым при проверке сходимости суточных величин.

6.4. При ежедневной проверке показаний основных расходомеров (п.5.3.÷5.8) неувязки расходов по пару и питательной воде, а также величина внутростанционных потерь за месяц не должны превышать обычных, допустимых для данной электростанции размеров. Основным назначением проверки сходимости этих балансов за месяц является определение фактических средневзвешенных величин учитываемых неувязок по пару и по воде и внутростанционных потерь.

6.5. По подсчитанным месячным расходам отдельных потоков пара и воды производится определение получаемой величины общего пароводяного небаланса по электростанции за данный месяц, на основании которой в соответствии с указаниями п.6.10 устанавливаются окончательные отчетные величины всех этих расходов.

6.6. Проверка сходимости общего пароводяного баланса по электростанции и установление получаемой общей абсолютной величины небаланса производится путем сопоставления определенных по приборам и частично по подсчету величин суммарного количества воды, поступившей за рассматриваемый месяц в питательную систему электростанции ($G_{n.г}^{ном}$), и суммарного количества израсходованной из системы за это же время воды ($G_{n.г}^{pacx}$).

6.7. В зависимости от тепловой схемы и наличия установленных расходомеров общий пароводяной небаланс по электростанции определяется следующим образом:

а) Количество питательной воды, поступившей в питательную систему электростанции за данный месяц, находится из выражения (4):

$$G_{п.в}^{пост} = G_{конд}^{э.с} + G_{прод}^{воз} + G_{конд}^{воз} + G_{доб}^{п.с} \quad (4)$$

где: $G_{п.в}^{пост}$ – количество питательной воды, поступившей в питательную систему ТЭС, т;
 $G_{конд}^{э.с}$ – суммарное количество конденсата, поступившего из конденсаторов турбин, бойлеров и другого вспомогательного оборудования электростанции, т;
 $G_{прод}^{воз}$ – количество котловой воды, поступающей в питательную систему с продувкой и при спусках воды из котлов, т;
 $G_{конд}^{воз}$ – суммарное количество конденсата, возвращаемого от паровых потребителей, т;
 $G_{доб}^{п.с}$ – полный добавок химически очищенной воды в питательную систему, покрывающий имеющиеся потери пара и воды на электростанции и невозврат конденсата от тепловых потребителей, т.

Величина суммарного количества конденсата, поступившего из конденсаторов турбин, бойлеров и другого вспомогательного оборудования электростанции ($G_{конд}^{э.с}$) может быть определена по формуле (5) как сумма отдельных составляющих потоков:

$$G_{конд}^{э.с} = G_{конд}^m + G_{конд}^б + G_{конд}^{пвд} + G_{конд}^{с.н} \quad (5)$$

где: $G_{конд}^{э.с}$ – суммарное количество конденсата, поступившего из конденсаторов турбин, бойлеров и другого вспомогательного оборудования электростанции, т;
 $G_{конд}^m$ – суммарное количество конденсата турбин, т;
 $G_{конд}^б$ – суммарное количество конденсата бойлерной установки, т;
 $G_{конд}^{пвд}$ – суммарное количество конденсата регенеративных подогревателей, т;
 $G_{конд}^{с.н}$ – возврат конденсата паровых собственных нужд электростанции, т.

При этом величина количества конденсата турбин ($G_{конд}^m$) определяется по имеющимся у турбин конденсатомерам (после отвода линий рециркуляции к конденсаторам), количество конденсата бойлерной установки ($G_{конд}^б$) - по

непосредственному измерению по водомерам или на основе теплового баланса бойлеров, величина количества конденсата регенеративных подогревателей ($G_{конд}^{пвд}$) - по тепловому балансу подогревателей, а величина возврата конденсата паровых собственных нужд электростанции ($G_{конд}^{с.н}$) - по ориентировочным подсчетам количества перекачиваемого дренажа пара собственных нужд, попадаемого в дренажные баки, и остальных потоков.

В ряде случаев достаточно точное определение по приведенной формуле (5) весьма затруднено из-за отсутствия соответствующих регистрирующих приборов и необходимости проведения ряда ориентировочных подсчетов. Поэтому, учитывая, что в окончательном выражении для определения количества питательной воды, поступившей в питательную систему ТЭС ($G_{п.в}^{пост}$) желательнее иметь основные учетные расходы, величину суммарное количество конденсата, поступившего из конденсаторов турбин, бойлеров и другого вспомогательного оборудования электростанции ($G_{конд}^{э.с}$) лучше подсчитывать на основе имеющихся измерений основных расходов пара и воды по одному из следующих выражений (6), (6а):

$$G_{конд}^{э.с} = D_{п.п}^к + D_{н.п}^к + G_{роу} - D_{отп}^н - D_{пот}^{э.с} \quad (6)$$

или

$$G_{конд}^{э.с} = D_m + D_{роу} + G_{роу} + D_{птп} + D_{др.п} + D_{н.п}^к - D_{отп}^н - D_{пот}^{э.с} \quad (6а)$$

где: $G_{конд}^{э.с}$ – суммарное количество конденсата, поступившего из конденсаторов турбин, бойлеров и другого вспомогательного оборудования электростанции, т;

$D_{п.п}^к$ – количество перегретого и насыщенного пара, выработанного котлами, т;

$D_{н.п}^к$

$G_{роу}$ – расход воды на редуционно-охладительные установки, т;

$D_{отп}^н$ – суммарный отпуск пара разных параметров паровым потребителям, т;

$D_{пот}^{э.с}$ – потери пара на электростанции, т;

D_m – суммарный расход пара на турбины, т;

$D_{роу}$ – суммарный расход пара на все виды редуционных установок, т;

$D_{птп}$ – расход пара на питательные турбонасосы, т;

$D_{др.п}$ – расход пара из котельной на другие нужды, т.

б) Количество израсходованной за данный месяц воды из питательной системы электростанции определяется в зависимости от степени точности водомеров котлов по одному из приводимых далее уравнений.

В случае, если установленные у котлов водомеры обеспечивают достаточно точное измерение количества поступившей в котлы питательной воды и принимаются в качестве учетных приборов, то суммарное количество израсходованной из питательной системы воды будет равно:

$$G_{n.в}^{расх} = G_{n.в}^к + G_{роу} + G'_{ном} \quad (7)$$

где: $G_{n.в}^{расх}$ – суммарное количество воды, израсходованной из питательной системы, т;
 $G_{n.в}^к$ – общий расход питательной воды поступившей в котлы, включая расход воды на впрыск в пароперегреватели, т;
 $G_{роу}$ – расход воды на редукционно-охладительные установки, т;
 $G'_{ном}$ – потери воды из всей питательной системы электростанции, за исключением самих котлов, т. (Имеющиеся потери пара в системе и потери воды с продувкой котлов входят в общий расход питательной воды поступившей в котлы ($G_{n.в}^к$), так как они покрываются этой водой).

В случаях, когда водомеры котлов не обеспечивают достаточной точности измерения и не являются учетными приборами (п.5.5.«в»), количество питательной воды, поступающей в котлы, определяется подсчетом из пароводяного баланса котлов:

$$G_{n.в}^к = D_{n.п}^к + D_{н.п}^к + G_{прод}^к + G_{к.в}^{сн} \quad (8)$$

где: $G_{n.в}^к$ – количество питательной воды, поступающей в котлы, т;
 $D_{n.п}^к$ – количество перегретого и насыщенного пара, выработанного котлами, т;
 $D_{н.п}^к$
 $G_{прод}^к$ – количество воды на непрерывную и периодическую продувку котлов, т;
 $G_{к.в}^{сн}$ – количество котловой воды, спущенной при ремонтах котлов, т.

и тогда величина израсходованной питательной воды будет находиться по выражению (9):

$$G_{н.в}^{расх} = D_{н.п}^к + D_{н.п}^к + G_{прод}^к + G_{к.в}^{сн} + G_{роу} + G'_{ном} \quad (9)$$

где: $G_{н.в}^{расх}$ – количество израсходованной питательной воды, т;
 $D_{н.п}^к$ – количество перегретого и насыщенного пара, выработанного котлами, т;
 $D_{н.п}^к$ – количество перегретого и насыщенного пара, выработанного котлами, т;
 $G_{прод}^к$ – количество воды на непрерывную и периодическую продувку котлов, т;
 $G_{роу}$ – расход воды на редуционно-охладительные установки, т;
 $G_{к.в}^{сн}$ – количество котловой воды, спущенной при ремонтах котлов, т.

в) Абсолютная величина общего пароводяного небаланса по электростанции ($G_{неб}$) находится по одному из приводимых ниже уравнений.

$$G_{неб} = G_{н.в}^{пост} - G_{н.в}^{расх} \quad (10)$$

где: $G_{неб}$ – абсолютная величина общего пароводяного небаланса по электростанции, т;
 $G_{н.в}^{пост}$ – количество поступившей питательной воды, т;
 $G_{н.в}^{расх}$ – суммарное количество воды, израсходованной из питательной системы, т.

Для установок, где водомеры котлов являются учетными приборами, этот небаланс будет определяться на основе имеющихся измерений расходов пара и воды из уравнения (11)

$$G_{неб} = (D_{н.п}^к + D_{н.п}^к + G_{прод}^к + G_{к.в}^{сн} + G_{конд}^{воз} + G_{доб}^{н.с}) - (G_{н.в}^к + D_{отп}^н + G_{ном}^{вн}) \quad (11)$$

где: $G_{неб}$ – абсолютная величина общего пароводяного небаланса по электростанции, т;
 $D_{н.п}^к$ – количество перегретого и насыщенного пара, выработанного котлами, т;
 $D_{н.п}^к$ – количество перегретого и насыщенного пара, выработанного котлами, т;
 $G_{прод}^к$ – количество воды на непрерывную и периодическую продувку котлов, т;
 $G_{к.в}^{сн}$ – количество котловой воды, спущенной при ремонтах котлов, т;
 $G_{н.в}^{расх}$ – количество израсходованной питательной воды, т;
 $G_{конд}^{воз}$ – суммарное количество конденсата, возвращаемого от паровых потребителей, т;

- $G_{доб}^{n.c}$ – полный добавок химически очищенной воды в питательную систему, покрывающий имеющиеся потери пара и воды на электростанции и невозврат конденсата от тепловых потребителей, т;
- $G_{n.в}^κ$ – количество питательной воды, поступающей в котлы, т;
- $D_{отп}^n$ – суммарный отпуск пара разных параметров паровым потребителям, т;
- $G_{ном}^{вн}$ – внутростанционные потери пара и воды, т.

Уравнение (11) получается из уравнений (4), (6) и (7) при сокращении положительных и отрицательных значений расходов воды на редуционно-охладительные установки с учетом того, что:

$$G_{прод}^{воз} + G_{прод}^{ном} = G_{прод}^κ + G_{к.в}^{сн}$$

$$D_{ном}^{э.с} + G_{ном}^{э.с} = G_{ном}^{вн}$$

- где: $G_{прод}^{воз}$ – количество котловой воды, поступающей в питательную систему с продувкой и при спусках воды из котлов, т;
- $G_{прод}^{ном}$ – количество воды, теряемое с продувкой и при спусках воды из котлов, т;
- $G_{прод}^κ$ – количество воды на непрерывную и периодическую продувку котлов, т;
- $G_{к.в}^{сн}$ – количество котловой воды, спущенной при ремонтах котлов, т;
- $D_{ном}^{э.с}$ – потери пара на электростанции, т;
- $G_{ном}^{э.с}$ – потери питательной воды на электростанции, т;
- $G_{ном}^{вн}$ – внутростанционные потери пара и воды, т.

На электростанциях, где водомеры котлов не обеспечивают необходимой точности измерения расхода питательной воды и не являются учетными приборами, абсолютная величина общего пароводяного небаланса определяется по выражению (12), получаемому из уравнений (4), (6а) и (9) при сокращении положительных и отрицательных значений количества насыщенного пара, выработанного котлами и расходов воды на РОУ с учетом того, что:

$$G_{прод}^{воз} + G_{прод}^{ном} = G_{прод}^κ + G_{к.в}^{сн},$$

а

$$D_{ном}^{э.с} + G_{ном}^{э.с} = G_{ном}^{вн},$$

$$G_{неб} = (D_T + D_{роу} + D_{питн} + D_{др.н} + G_{конд}^{воз} + G_{доб}^{н.с}) - (D_{н.п}^к + D_{отп}^н + G_{пот}^{вн}) \quad (12)$$

- где: $G_{неб}$ – абсолютная величина общего пароводяного небаланса по электростанции, т;
- D_T – суммарный расход пара на турбины, т;
- $D_{роу}$ – суммарный расход пара на все виды редуцированных установок, т;
- $D_{питн}$ – расход пара на питательные турбонасосы, т;
- $D_{др.н}$ – расход пара из котельной на другие нужды, т.
- $G_{конд}^{воз}$ – суммарное количество конденсата, возвращаемого от паровых потребителей, т;
- $G_{доб}^{н.с}$ – полный добавок химически очищенной воды в питательную систему, покрывающий имеющиеся потери пара и воды на электростанции и невозврат конденсата от потребителей тепла, т;
- $D_{н.п}^к$ – количество перегретого пара, выработанного котлами, т;
- $D_{отп}^н$ – суммарный отпуск пара разных параметров паровым потребителям, т;
- $G_{пот}^{вн}$ – внутристанционные потери пара и воды, т;
- $G_{прод}^{воз}$ – количество котловой воды, поступающей в питательную систему с продувкой и при спусках воды из котлов, т;
- $G_{прод}^{пот}$ – количество воды, теряемое с продувкой и при спусках воды из котлов, т;
- $G_{прод}^к$ – количество воды на непрерывную и периодическую продувку котлов, т;
- $G_{к.в}^{сн}$ – количество котловой воды, спущенной при ремонтах котлов, т;
- $D_{пот}^{э.с}$ – потери пара на электростанции, т;
- $G_{пот}^{э.с}$ – потери питательной воды на электростанции, т.

В приводимые уравнения (11) и (12) для определения общего пароводяного небаланса входят основные учитываемые и измеряемые расходы пара и воды по электростанции. При этом в обоих случаях не учитывается возможное отклонение уровней в промежуточных емкостях (барабаны котлов, деаэраторы, резервные баки питательной воды, дренажные баки и др.). Возможная погрешность за счет этого попадает в общую величину небаланса.

6.8. При определении пароводяного небаланса электростанции нужно иметь в виду следующее:

а) Величины выработанного котлами перегретого и насыщенного пара определяются по имеющимся паромерам. К полученным величинам добавляется количество пара, выработанного при растопках котлов, не

учитываемое этими приборами.

б) В отдельных случаях при составлении отдельных балансов по очередям или блокам электростанции в балансные выражения необходимо дополнительно ввести расходы перепускаемого пара ($\pm D_{пер}$) и перекачиваемого конденсата ($\pm G_{пер}^{конд}$) с одного блока на другой.

6.9. Величина пароводяного небаланса в процентах от общего расхода питательной воды равна:

$$g_{неб} = \frac{G_{неб}}{G_{п.в}^к} \cdot 100\% \quad (13)$$

где: $g_{неб}$ – величина пароводяного небаланса, %;

$G_{неб}$ – абсолютная величина общего пароводяного небаланса по электростанции, т;

$G_{п.в}^к$ – количество питательной воды, поступающей в котлы, т.

Величина пароводяного небаланса должна находиться в обычных для данной электростанции пределах и не должна превышать $\pm 2 \div 3\%$.

6.10. После определения величины пароводяного небаланса производится окончательное уточнение и увязка месячных показаний расходомеров.

При этом вводятся необходимые поправки на получающуюся неувязку пароводяного баланса. В случае положительного небаланса поправка в размере «минус» 0,5 от абсолютной величины небаланса распределяется пропорционально между всеми приходными величинами уравнений (11) или (12) и в размере +0,5 от абсолютной величины небаланса - между всеми расходными величинами. В случае получения отрицательного небаланса знак поправки соответственно изменяется (пример в 7 разделе).

Для отдельных расходов, измеренных по приборам или принятых по норме и составляющих по абсолютному значению относительно небольшую величину (менее 4% от общего расхода питательной воды), поправка может не вводиться. В этом случае общая поправка разносится по остальным расходам.

В случае пользования уравнением (11) отчетные величины расходов пара на турбины (D_T), не входящие в это уравнение, необходимо получать из баланса перегретого пара по уточненным величинам выработки пара котлами.

При пользовании уравнением (12) расход питательной воды определяется из пароводяного баланса котлов по уточненным, на основании выявленного общего небаланса, величинам.

В некоторых случаях, когда отдельные расходомеры (водомеры котлов, паромеры котлов, паромеры турбин или другие расходомеры) имеют по сравнению с остальными более высокий класс точности, весь баланс с

соответствующим знаком может быть целиком отнесен к расходам, определенным по менее точным приборам. В подобных случаях месячные величины по более точным приборам принимаются только как сумма суточных величин, непосредственно определенных по этим приборам.

Показания остальных приборов увязываются с этими величинами, а неувязка баланса распределяется пропорционально корректируемому расходу.

Для данной электростанции может быть принят любой из указанных методов увязки пароводяного баланса, обеспечивающий в зависимости от степени точности установленных расходомеров наибольшую точность в определении расходов пара и питательной воды, но он должен в дальнейшем постоянно применяться. Произвольно менять принятый метод увязки баланса без достаточного основания и без утверждения главного инженера электростанции запрещается.

В учетных журналах I, II и III при любом методе увязки баланса, кроме итоговых величин, подсчитанных как сумма непосредственно измеренных суточных значений, должны быть также приведены увязанные величины, применяемые в качестве окончательных отчетных.

После указанного уточнения окончательные величины могут быть использованы для составления отчета и для проведения анализа технико-экономических показателей электростанции.

6.11. Подробный пример сведения месячного пароводяного баланса электростанции приводится в следующем разделе.

Как видно из этого примера, месячные неувязки по перегретому пару и по питательной воде, а также величина пароводяных потерь за месяц получились в допустимых пределах и соответствуют обычно имеющимся на станции величинам. Это подтверждает приведенное выше замечание о том, что при ежедневной проверке сходимости показаний основных расходомеров и немедленном принятии необходимых мер по устранению возникающих неполадок обеспечивается нормальная сходимость показаний этих приборов и в месячном разрезе.

6.12. С целью упрощения подсчетов при проверке суточных расходов и при сведении ежемесячных пароводяных балансов возможное наличие небольшой величины присосов сырой воды в конденсаторы, в сетевые подогреватели или подогреватели сырой воды не принималось во внимание. При этом предполагается, что возникающие присосы сырой воды должны немедленно устраняться и что средняя величина всех присосов сырой воды за месяц обычно не превышает 0,1% от общего расхода питательной воды.

Однако в случаях, если присосы сырой воды в конденсаторы турбин, сетевые подогреватели и подогреватели сырой воды временно превышают установленные нормы и составляют величину выше 0,2% от общего месячного расхода питательной воды, то при подсчете величины добавка и потерь

конденсата следует дополнительно учитывать суммарную величину имевшихся присосов сырой воды в питательную систему.

6.13. При наличии на электростанции сложной тепловой схемы и большого количества учитываемых расходов пара и воды может оказаться целесообразным для такой станции свести окончательно уточненные месячные расходы основных потоков пара и воды в общую сводку, аналогичную приводимой в приложении 7, или нанести их на специальный график, аналогичный приложению 8.

В упомянутом приложении 7 дана типовая сводка основных потоков для ТЭЦ с оборудованием двух различных параметров и указаны способы определения отдельных расходов и увязки их между собой.

Все потоки пара и воды, расходы которых непосредственно измеряются или подсчитываются и необходимы для отчетности, приводятся в этой сводке в систематизированном виде, чем облегчаются правильный их учет и правильное составление установленной технической отчетности электростанции. Кроме того, подобная сводка облегчает проведение более качественного анализа отдельных расходов пара и воды и пароводяных потерь.

Целесообразность введения такой сводки в виде таблицы, аналогичной приложению 7, или в виде специального графика, аналогичного приложению 8 и более наглядно представляющего технологический процесс, решается главным инженером электростанции.

При составлении подобной сводки все основные расходы берутся из учетных журналов (предварительно уточненные и увязанные), а дополнительные определяются в соответствии с указаниями, приводимыми в приложении 7.

6.14. На электростанциях с простыми тепловыми схемами рекомендуется ограничиться только учетными журналами и не составлять отдельной сводки. Работники таких электростанций могут воспользоваться приложением 7 в нужных случаях для проверки правильности определения ими отдельных расходов и для систематизации отдельных расходов в ведущихся на станции учетных журналах.

7. Пример сведения месячного пароводяного баланса тепловой электростанции

На электростанции с тепловой схемой, аналогичной приложению 5, за рассматриваемый месяц в учетных журналах I, II, III зафиксированы имевшиеся расходы отдельных потоков пара и воды (стр.23-25).

В приведенных выписках из учетных журналов даны суточные величины отдельных расходов, определенные в соответствии с указаниями п.5.1.÷ 5.8, а в

верхней итоговой строке - суммарные величины расходов за месяц, подсчитанные как сумма суточных значений. В нижней итоговой строке каждого журнала указаны окончательные величины, принимаемые в качестве отчетных, полученные в результате сведения пароводяного баланса.

Ниже подробно рассматривается порядок сведения пароводяного баланса по данной электростанции и даются необходимые пояснения.

7.1. Общая проверка полученных месячных величин основных расходов пара и воды

По подсчитанным суммарным величинам учитываемых расходов определяются месячные неувязки по перегретому пару и по питательной воде, а также величина внутростанционных потерь пара и воды.

Как видно из приводимых выписок, все эти величины получились в допустимых пределах и соответствуют обычно имеющимся на данной электростанции значениям. Так, по графе 15 журнала I среднемесячная неувязка по пару получилась +2,1% при нормальных пределах колебаний по станции среднемесячных величин от +2,0 до +2,3%; по графе 14 журнала II неувязка по питательной воде составила +2,52% при нормальной по станции величине от +2,5 до +3,0%; общий добавок в питательную систему (графа 6 журнала III) составил 2,3% при нормальной величине от 2,0 до 2,5% и внутростанционные потери пара и воды (графа 8 журнала III) 1,8% при нормальной величине от 1,5 до 2,0%.

ЖУРНАЛ І
по учету расходов перегретого пара

Дата	Выработано котлами, т					Отпущено, т							Неувязка по пару	
	котел №1	котел №2	котел №3	котел №4	всего	на турбин у №1	на турбин у №2	на РОУ 90/10 ата	на РОУ 90/1,2 ата	на ПТН-1	на ПТН-2	всего	т	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
.....
9	4292	3879	4320	4336	16827	7715	8322	168	97	243	-	16545	+232	+1,7
.....
16	4484	-	4501	4478	13463	7139	5741	177	91	-	-	13148	+315	+2,3
.....
.....
.....
27	4401	4218	4107	4363	17089	7511	8855	172	96	-	156	16790	+299	+1,8
.....	...	...	...	...	...	...	(7628)	...	...	...	...	(15563)	(+1526)	(+8,9)
.....
За месяц	129814	114629	133007	131222	508672	227459	257579	5274	2852	2130	2695	497989	+10683	+2,1

Окон- чатель- ные величи- ны	130805	115503	134022	132222	512552	234111	265112	5428	2935	2192	2774	512552	-	-
--	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	------	------	------	------	--------	---	---

Примечание: Цифры в скобках в журнале зачеркиваются.

ЖУРНАЛ II по учету расходов питательной воды

Дата	Количество питательной воды по водомерам ПВД., т		Количество воды, прошедшей помимо ПВД., т	Количество питательной воды по водомерам котлов, т					Количество непрерывной и периодической продувок котлов, т	Спуск котловой воды в дренажные баки, т	Кол-во пит. воды по пароводяному балансу котлов, т	Неувязка по питательной воде	
	T1	T2		K1	K2	K3	K4	Всего				т	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
.....
9	8135	9335	-	4502	4070	4526	4559	17657	330	-	17157	+500	+2,8
.....
16	7020	7103	-	4720	-	4955	4685	14360	257	220	13940	+420	+2,9

											(-)	(13720)	(+640)	(+4,5)
.....
.....
.....
.....
27	5813	8791	2968	4617	4425	4309	4571	17922	318	14	17421	+501	+2,8	
.....	
За месяц	221874	289965	10122	135805	119799	139104	137300	532008	9310	665	518647	+13361	+2,52	
Оконча- тельные величин ы	224445	293326	10239	134787	118897	138058	136268	528010	9382	669	528010	-	-	

Примечание: Цифры в скобках в журнале зачеркиваются.

.....	
.....	
27	685	110	62	584	3,3	496	2,8	84	210	202	
.....	
За месяц	17200	487	1480	12240	2,3	9565	1,8	2550	6218	797	
Оконча- тельные величины	17330	491	1491	12333	2,34	9493	1,80	2550	6218	725	

Таким образом, выполненные подсчеты подтвердили нормальную сходимость показаний расходомеров основных потоков пара и воды. Для проверки общей сходимости пароводяного баланса в целом по электростанции остается только определить среднюю за месяц величину общего пароводяного небаланса. Кроме того, так как при подсчете технико-экономических показателей электростанции в целом и отдельных цехов нужно принимать увязанные величины балансирующихся расходов, то необходимо в соответствии с указаниями п.6.10 произвести взаимную увязку полученных величин расходов.

7.2. Определение имеющейся величины общего пароводяного небаланса по электростанции

На данной электростанции водомеры котлов являются учетными приборами наряду с паромерами котлов и паромерами турбин. Поэтому общий пароводяной небаланс по этой электростанции в соответствии с п.6.5 настоящих указаний определяется по уравнению (11):

$$G_{неб} = (D_{н.п}^к + D_{н.п}^к + G_{прод}^к + G_{к.в}^{сн} + G_{конд}^{603} + G_{доб}^{н.с}) - (G_{п.в}^к + D_{отп}^н + G_{ном}^{6н})$$

Отдельные входящие в это выражение величины будут равны:

1. Количество перегретого пара, выработанного котлами, $D_{н.п}^к = 508672$ т (графа 6 журнала I).

2. Количество насыщенного пара $D_{н.п}^к = 4820$ т (из журнала учета пара, расходуемого на собственные нужды). (Величины взяты из отдельных журналов, подробные выписки из которых не приводятся).

3. Общее количество воды, спускаемой из котлов (непрерывная и периодическая продувки котлов и спуск котловой воды в дренажные баки), $G_{прод}^к + G_{к.в}^{сн} = 9310 + 665 = 9975$ т (графы 10 и 11 журнала II).

4. Количество конденсата, возвращенного от паровых потребителей, $G_{конд}^{603} = 24075$ т (из журнала по учету отпуска тепла). (Величины взяты из отдельных журналов, подробные выписки из которых не приводятся).

5. Общий добавок химически очищенной воды в питательную систему $G_{доб}^{н.с} = 12240$ т (графа 5 журнала III).

6. Количество питательной воды, поступившей в котлы, $G_{п.в}^к = 532008$ т (графа 9 журнала II).

7. Общее количество пара различных параметров, отпущенного паровым потребителям, $D_{отп}^н = 26750$ т (из журнала по учету отпуска тепла). (Величины взяты из отдельных журналов, подробные выписки из которых не приводятся).

8. Внутростанционные потери пара и воды по электростанции $G_{ном}^{6н} = 9565$ т (графа 7 журнала III).

Таким образом, абсолютная величина пароводяного небаланса по рассматриваемой электростанции за данный месяц будет равна:

$$G_{неб} = (508672 + 4820 + 9975 + 24075 + 12240) - (532008 + 26750 + 9565) = -8541 \text{ т}$$

и относительная величина

$$g_{неб} = \frac{G_{неб}}{G_{п.в}^к} \cdot 100 = \frac{-8541 \cdot 100}{532008} = -1,61\%$$

Так как обычно среднемесячная величина небаланса на данной электростанции находится в пределах от -1,5 до -1,8%, то результаты подсчета за рассматриваемый месяц указывают на нормальную сходимость показаний всех основных расходомеров.

Однако для получения окончательных отчетных значений отдельных расходов пара и воды полученный небаланс должен быть распределен между этими расходами, как указано ниже.

7.3. Увязка пароводяного баланса по электростанции и установление окончательных отчетных величин отдельных расходов

В соответствии с приводимым в п.6.10 общим методом увязки пароводяного баланса все расходы, входящие в уравнение (11) для определения абсолютная величина пароводяного небаланса с положительным знаком, должны быть пропорционально увеличены на суммарную величину, равную половине общего пароводяного небаланса (по абсолютной величине), а расходы с отрицательным знаком - пропорционально уменьшены на такую же суммарную величину. Кроме того, должны быть уточнены расходы пара на турбины, которые в данном случае не входят в уравнение для определения пароводяного небаланса. Это уточнение величин суммарного расхода пара на турбины производится из баланса перегретого пара по журналу I, принимая исправленные величины расходов пара, выработанного котлами.

В данном случае окончательные отчетные величины следующие:

Наименование	Обозначение	Подсчитанная величина, т	Поправка, т	Окончательная отчетная величина, т
1. Количество перегретого пара, выработанного котлами	$D_{п.п}^к$	508672	+3880	512552
2. Количество насыщенного пара, выработанного котлами ¹	$D_{н.п}^к$	4820	+37	4857

3. Продувка котлов	$G_{прод}^к + G_{к.в}^{сн}$	9975	+76	10051
4. Возврат конденсата от паровых потребителей ¹	$G_{конд}^{воз}$	24075	+184	24259
5. Общий добавок воды в питательную систему	$G_{доб}^{н.с}$	12240	+93	12333
Сумма величин п.п.1÷5	-	+559782	+4270	564052
6. Количество питательной воды, поступившей в котлы	$G_{п.в}^к$	532008	-3998	528010
7. Общее количество пара, отпущенного потребителям ¹	$D_{отп}^н$	26750	-201	26549
8. Величина внутристанционных потерь	$G_{пот}^{вн}$	9565	-72	9493
Сумма величин п.п.6÷8	-	-568323	-4271	564052
Общий небаланс	$G_{неб}$	-8541	-	0

¹ Величины взяты из отдельных журналов, подробные выписки из которых не приводятся.

Таким образом, в журнале I - по учету расходов перегретого пара отчетной величиной в графе 6 является 512552 т; она же проставляется и в графе 13. По этой величине пропорционально $\left(на + \frac{512552 - 508672}{508672} \cdot 100 = 0,76\%\right)$ корректируются значения граф 2 ÷ 5. Расходы пара, помещенные в графах 7 ÷ 12, также пропорционально $\left(на + \frac{512552 - 497989}{497989} \cdot 100 = 2,93\%\right)$ увеличиваются, чтобы сумма их составляла 512552 т.

В журнале II - по учету расходов питательной воды отчетной величиной в графе 9 является 528010 т; эта же величина проставляется и в графе 12. Величины расходов в графах 5 ÷ 8 уменьшаются

$\left(\text{на} \frac{532008 - 528010}{532008} \cdot 100 = 0,75\% \right)$ пропорционально уменьшению суммарной

величины. Суммарная истинная величина граф 10 и 11 – 10051 т разбивается пропорционально подсчитанным значениям этих граф. Количество питательной воды по графам 2, 3 и 4, суммарно составляющее $221874 + 289965 + 10122 = 521961$,

пропорционально увеличивается до суммарной величины 528010

$\left(\text{величины} \cdot \text{в} \cdot \text{каждой} \cdot \text{графе} \cdot \text{на} \frac{528010 - 521961}{521961} \cdot 100\% = 1,16\% \right)$.

В журнале III - по учету добавка воды и пароводяных потерь в соответствии с полученными окончательными отчетными величинами основных расходов в качестве отчетных величин в графе 5 записывается 12333 т и в графе 7 - 9493 т и одновременно несколько уточняются относительные величины в процентах в графах 6 и 8, которые подсчитываются по отношению к уточненному количеству питательной воды 528010 т. Величины в графах 2, 3 и 4 соответственно корректируются относительно уточненной величины в графе 5, а в графе 11 - относительно уточненной величины в графе 7. Все окончательные отчетные величины, принимаемые для технической отчетности, приведены в нижней итоговой строке журналов I, II и III.

Приложение 1
к Руководящим указаниям по
сведению месячного пароводяного
баланса на тепловых электростанциях

**Балансные уравнения основных пароводяных потоков
тепловой электростанции**

При проверке сходимости показаний расходомеров, подсчетах некоторых расходов пара или воды и определении получающихся неувязок материальных балансов отдельных узлов тепловой схемы применяются приводимые далее балансные уравнения.

1. Для электростанции с котельным оборудованием одинаковых параметров пара и тепловой схемой, аналогичной приводимой в приложении 5, балансное уравнение для расходов перегретого пара получается следующим:

$$D_{\kappa} = D_{т} + D_{роу} + D_{птн} + D_{др.н} + D_{ном} \quad (14)$$

где: D_{κ} – суммарный отпуск пара из котлов, т;
 $D_{т}$ – суммарный расход пара на турбины, т;
 $D_{роу}$ – суммарный расход пара на все виды редуцированных установок, т;
 $D_{птн}$ – расход пара на питательные турбонасосы, т;
 $D_{др.н}$ – расход пара из котельной на другие нужды, т;
 $D_{ном}$ – потери пара из паропроводов перегретого пара с парениями и утечками через арматуру, т.

При сведении баланса по приведенному уравнению по измеренным и подсчитанным величинам расходов всех входящих в него потоков перегретого пара обычно получается неувязка, вызываемая конструктивной погрешностью применяемых парометров и допущенными неточностями в отдельных измерениях и подсчетах.

Эта неувязка (ΔD), которая может получиться положительной или отрицательной, будет равна:

$$\Delta D = D_{\kappa} - (D_{т} + D_{роу} + D_{птн} + D_{др.н} + D_{ном})$$

Учитывая, что непосредственное определение величины потерь пара является невозможным, а сама величина потерь пара на передовых электростанциях является незначительной, с целью упрощения подсчетов она включается в общую величину неувязки, которая определяется по уравнению

(1):

$$\Delta D \approx D_k - (D_m + D_{роу} + D_{пттн} + D_{др.н})$$

Таким образом, величина неувязки по пару составляет суммарную погрешность, включающую погрешности парометров и определенных расчетным путем расходов пара на РОУ, ПТН и другие нужды, а также возможные потери свежего пара из главных паропроводов.

Примечание. Применяемый некоторыми электростанциями метод определения потерь пара в главных паропроводах между котлами и турбинами как остаточный член баланса $D_{ном} = D_k - D_m - D_{роу} - D_{пттн} - D_{др.н}$ является безусловно неточным. В этом случае в величину потерь пара, кроме погрешности определенных расчетным путем расходов на РОУ, ПТН и др., попадает неувязка приборов, которая по абсолютной величине (до $\pm 2 \div 3\%$) значительно превышает фактически имеющиеся на этом участке потери. Также неправильным будет и определение потерь питательной воды между турбинным и котельным цехами непосредственно по разности показаний водомеров турбинной установки и перед котлами.

2. Для электростанций с котельным оборудованием разных параметров баланс перегретого пара желательно сводить по каждой очереди (блоку) отдельно, аналогично указанному выше для станций с одинаковыми параметрами пара, но с учетом имеющихся дополнительных перетоков между очередями.

Так, например, для электростанции с оборудованием двух давлений (приложение 6) балансное уравнение расходов пара для очереди (блока) высокого давления будет следующим:

$$D_k^{в.д} = D_m^{в.д} + D_{роу}^{в.д} + D_{пттн}^{в.д} + D_{др.н}^{в.д} + D_{ном}^{в.д} \quad (14а)$$

и для очереди (блока) среднего давления:

$$D_k^{с.д} + D_{пер} = D_m^{с.д} + D_{роу}^{с.д} + D_{пттн}^{с.д} + D_{др.н}^{с.д} + D_{ном}^{с.д} \quad (14б)$$

где: $D_K^{в.д}$ – суммарный отпуск пара из котлов высокого и среднего давления, соответственно, т;
 $D_K^{с.д}$ – количество редуцированного пара, поступающего с очереди в. д. на очередь с. д., включая расход воды на охлаждение пара высокого давления, т;
 $D_{пер}^{в.д}$ – расход пара высокого давления на все редуцированные установки

блока в. д., через которые пар поступает на блок высокого давления и на блок среднего давления, т;
 – остальные показатели из пояснений к формуле (14).

3. Балансные уравнения для питательной воды, поступающей в котлы, в зависимости от установленных приборов и других местных условий могут быть составлены из рассмотрения баланса воды, проходящей через питательные магистрали, или из рассмотрения пароводяного баланса котлов:

а) При отсутствии питания по «холодным» линиям сведение баланса питательной воды может быть произведено по следующему уравнению:

$$G_{n.в}^{нвд} = G_{n.в}^к \pm G_{nom} \quad (15)$$

где: $G_{n.в}^{нвд}$ – суммарное количество питательной воды по водомерам после ПВД всех турбин, т;
 $G_{n.в}^к$ – суммарное количество питательной воды по водомерам всех котлов, т;
 G_{nom} – возможные утечки воды через дренажные вентили и фланцы питательных магистралей, и возможное поступление воды через неплотности задвижек линий «холодного» питания, т.

Учитывая, что величину возможных утечек воды (G_{nom}) непосредственно определить невозможно и что на передовых электростанциях она является незначительной, с целью упрощения подсчетов G_{nom} включают вместе с суммарной погрешностью водомеров в общую величину неувязки, которая определяется по уравнению (16):

$$\Delta G \approx G_{n.в}^{нвд} - G_{n.в}^к \quad (16)$$

где: ΔG – общая величина неувязки расходов питательной воды, т;
 $G_{n.в}^{нвд}$ – суммарное количество питательной воды по водомерам после ПВД всех турбин, т;
 $G_{n.в}^к$ – суммарное количество питательной воды по водомерам всех котлов, т;

Значительное превышение при этом величины суммарного количества питательной воды по водомерам всех котлов относительно суммарного количества питательной воды по водомерам после ПВД всех турбин указывает на возможное наличие пропусков через закрытые задвижки линий «холодного» питания.

Обычно на линиях «холодного» питания, являющихся резервными, водомеры не устанавливаются. Поэтому в случаях питания по «холодным» линиям, а также в случаях неисправности расходомеров на других магистралях непосредственная проверка сходимости баланса питательной воды по водомерам за ПВД и перед котлами, естественно, не может быть произведена.

б) Уравнение пароводяного баланса по отдельным котлам или суммарно по котельной может быть представлено в следующем виде (17):

$$G_{n.в}^k = D_k + G_{прод}^k + G_{к.в}^{сн} + D_{ном} \quad (17)$$

где: $G_{n.в}^k$ – расход питательной воды по котлу или суммарно по котельной, т;
 D_k – количество произведенного пара по котлу или суммарно по котельной, т;
 $G_{n.в}^{нед}$ – суммарное количество питательной воды по водомерам после ПВД всех турбин, т;
 $G_{прод}^k$ – количество продувки котла или всех котлов, определяемое по водомерам или расчетом по химическим анализам котловой воды, питательной воды и пара, т;
 $G_{к.в}^{сн}$ – количество котловой воды, спущенной в дренажные баки при ремонтах котлов, определяемое по ориентировочным подсчетам, т;
 $D_{ном}$ – величина потерь с утечками пара и питательной воды через арматуру и предохранительные клапаны котлов; на передовых электростанциях эта величина весьма незначительна и ею можно пренебречь, включив ее в неувязку баланса, т.

В этом случае неувязка баланса питательной воды должна определяться по уравнению (2):

$$\Delta G \approx G_{n.в}^k - (D_k + G_{прод}^k + G_{к.в}^{сн})$$

где: ΔG – общая величина неувязки баланса питательной воды, т;
 $G_{n.в}^k$ – расход питательной воды по котлу или суммарно по котельной, т;
 D_k – количество произведенного пара по котлу или суммарно по котельной, т;
 $G_{n.в}^{нед}$ – суммарное количество питательной воды по водомерам после ПВД всех турбин, т;
 $G_{прод}^k$ – количество продувки котла или всех котлов, определяемое по водомерам или расчетом по химическим анализам котловой воды, питательной воды и пара, т;
 $G_{к.в}^{сн}$ – количество котловой воды, спущенной в дренажные баки при

ремонтах котлов, определяемое по ориентировочным подсчетам, т.

Если в отдельных случаях продувка из котлов высокого давления направляется в котлы среднего давления, то величина продувки котлов должна быть соответствующим образом учтена в приведенных выше формулах для расхода питательной воды по котлу или суммарно по котельной ($G_{п.в}^k$) и общей величины неувязки баланса питательной воды (ΔG).

Если величина количества произведенного пара по котлу или суммарно по котельной (D_k) не может быть надежно определена по паромерам котлов, то она определяется (только в целом по котельной) по сумме расходов пара по паромерам турбин и других паровых потребителей (18):

$$D_k = D_t + D_{роу} + D_{птн} + D_{др.н} \quad (18)$$

где: D_k – суммарный отпуск пара из котлов, т;
 D_t – суммарный расход пара на турбины, т;
 $D_{роу}$ – суммарный расход пара на все виды редуцированных установок, т;
 $D_{птн}$ – расход пара на питательные турбонасосы, т;
 $D_{др.н}$ – расход пара из котельной на другие нужды, т.

Из приведенных выше нескольких методов сведения баланса питательной воды станции следует принять в качестве основного тот, который дает для местных условий путем непосредственных измерений большую точность в определении отчетной величины питательной воды по станции.

4. На электростанциях, оборудованных наряду с барабанными котлами также и прямоточными котлами, сведение пароводяного баланса в целом по электростанции остается прежним. В то же время сведение баланса по отдельным прямоточным котлам или по блоку таких котлов может несколько отличаться от указанного выше метода для барабанных котлов.

У прямоточных котлов без сепараторов количество питательной воды (вместе с впрыском) равно количеству выработанного перегретого пара. Поэтому расхождение между количеством питательной воды, поступающей в котел по водомерам, с количеством выработанного котлом пара по паромерам (неувязка баланса) получается только за счет неточности приборов и подсчетов при обработке их диаграмм (при отсутствии других потерь, например, через предохранительные клапаны).

Поэтому, при составлении пароводяных балансов прямоточных котлов нужно учитывать, что у прямоточных котлов без сепараторов выработка пара должна быть равна расходу питательной воды в котлы, т.е.

$$D_{\kappa}^{nap} = G_{\kappa}^{n.6} \quad (19)$$

Если питательная вода на впрыск забирается до основного водомера питательной воды, то, естественно,

$$D_{\kappa}^{nap} = G_{\kappa}^{n.6} + G_{\kappa}^{впр} \quad (20)$$

где: D_{κ}^{nap} – количество произведенного котлом пара, т;
 $G_{\kappa}^{n.6}$ – расход питательной воды по котлу, измеренный водомером, т;
 $G_{\kappa}^{впр}$ – количество питательной воды, поступившей на впрыск, т.

У прямоточных котлов с сепаратором должна быть введена соответствующая поправка на количество воды, удаляемой из сепаратора, и в этом случае количество вырабатываемого котлом пара в зависимости от расположения водомеров - основных и впрыска – определяется по выражениям (21) или (22):

$$D_{\kappa}^{nap} = G_{\kappa}^{n.6} - G_{nprod}^{сеп} \quad (21)$$

или

$$D_{\kappa}^{nap} = G_{\kappa}^{n.6} + G_{\kappa}^{впр} - G_{nprod}^{сеп} \quad (22)$$

где: D_{κ}^{nap} – количество произведенного котлом пара, т;
 $G_{\kappa}^{n.6}$ – расход питательной воды по котлу, измеренный водомером, т;
 $G_{\kappa}^{впр}$ – количество питательной воды, поступившей на впрыск, т;
 $G_{nprod}^{сеп}$ – количество воды, удаляемой из сепаратора, т.

5. На электростанциях, отпускаящих пар на сторону, составляется баланс расхода пара к отдельным тепловым потребителям и возврата конденсата от них. В результате составления данного баланса устанавливается суммарная величина невозврата конденсата от паровых потребителей.

Из балансного уравнения

$$D_{отп}^n = G_{конд}^{воз} + G_{конд}^{невоз} \quad (23)$$

величина невозврата конденсата получается равной:

$$G_{конд}^{невоз} = D_{отп}^n - G_{конд}^{воз} \quad (24)$$

где: $D_{отп}^n$ – суммарный расход пара, отпущенного паровым потребителям, т;
 $G_{конд}^{невоз}$ – суммарная величина невозвращаемого конденсата от потребителей пара, т;
 $G_{конд}^{воз}$ – суммарная величина возвращаемого конденсата потребителями, т.

Измерения отдельных величин расход пара потребителям ($D_{отп}^n$) и величины возвращаемого конденсата ($G_{конд}^{воз}$) производятся по паромерам на линиях отпуска пара и по водомерам на линиях возврата конденсата и записываются в специальном учетном журнале по отпуску тепла. При этом в величину расхода возвращаемого конденсата засчитывается только конденсат, пригодный для использования на питание котлов станции. В частности, на ТЭЦ, имеющих маслоочистительные установки, величина возвращаемого конденсата определяется по количеству конденсата, поступившего в питательную систему после маслоочистки.

6. На ТЭЦ при наличии значительного количества расходомеров химически очищенной воды в ряде случаев приходится сводить баланс воды, отпускаемой из химического цеха для восполнения внутростанционных потерь конденсата и потерь конденсата у теплового потребителя, а также химически очищенной воды, непосредственно отпускаемой тепловому потребителю.

В этом случае уравнение баланса химически очищенной воды следующее:

$$G_{хов} = G_{хов}^{кат} + G_{хов}^{декр} + G_{хов}^{обес} + G_{хов}^{стор} \quad (25)$$

где: $G_{хов}$ – общий отпуск химически очищенной воды из химводоочистки, т;
 $G_{хов}^{кат}$ – количество химически катионированной воды, поступившей в питательную систему электростанции, т;
 $G_{хов}^{декр}$ – количество декремнизованной воды, поступившей в питательную систему электростанции, т;
 $G_{хов}^{обес}$ – количество химически обессоленной воды, поступившей в питательную систему электростанции, т;
 $G_{хов}^{стор}$ – количество химически очищенной воды, отпущенной из химводоочистки непосредственно на сторону, т.

Таким образом, величина неувязки баланса по химически очищенной воде ($\Delta G_{хов}$) получается:

$$\Delta G_{хов} = G_{хов} - (G_{хов}^{кат} + G_{хов}^{декр} + G_{хов}^{обес} + G_{хов}^{стор}) \quad (26)$$

- где: $\Delta G_{хов}$ – неувязка баланса по химически очищенной воде, т;
 $G_{хов}$ – общий отпуск химически очищенной воды из химводоочистки, т;
 $G_{хов}^{кат}$ – количество химически катионированной воды, поступившей в питательную систему электростанции, т;
 $G_{хов}^{декр}$ – количество декремнизованной воды, поступившей в питательную систему электростанции, т;
 $G_{хов}^{обес}$ – количество химически обессоленной воды, поступившей в питательную систему электростанции, т;
 $G_{хов}^{стор}$ – количество химически очищенной воды, отпущенной из химводоочистки непосредственно на сторону, т.

На конденсационной электростанции, где измерение химически очищенной воды, поступающей в питательную систему электростанции, производится обычно одним или двумя расходомерами, баланса химически очищенной воды составлять не требуется.

7. Для возможности выявления и устранения причин возникшего повышения величины внутристанционных пароводяных потерь по сравнению с допустимыми величинами в ряде случаев приходится пользоваться следующим балансным уравнением внутристанционных потерь (27):

$$G_{ном}^{вн} = G_{ном}^{с.н} + G_{прод}^{ном} + G_{ост.ном} \quad (27)$$

- где: $G_{ном}^{вн}$ – общая величина внутристанционных потерь пара и воды, т;
 $G_{ном}^{с.н}$ – потери конденсата пара, израсходованного на собственные нужды электростанции, и связанные с технологическим циклом электростанции другие потери пара и питательной воды, т;
 $G_{прод}^{ном}$ – величина потери питательной воды с продувкой котлов, определяемая в зависимости от схемы использования продувочной воды, т;
 $G_{ост.ном}$ – остальные имеющиеся на электростанции и не поддающиеся учету потери пара и воды с дренажами, через предохранительные клапаны, с парениями, переливами из питательных и дренажных баков, с утечками из-за неплотности арматуры и т.п. В величину $G_{ост.ном}$ входит также возможная погрешность измерительных приборов и определений отдельных расходов на собственные нужды или потерь по имеющимся нормам, т.

Приложение 2
к Руководящим указаниям по сведению
месячного пароводяного баланса на
тепловых электростанциях

ЖУРНАЛ I
по учету расходов перегретого пара
за _____ месяц 20 ____ г.

Дата	Выработано котлами, т					Отпущено, т								Неувязка по пару		Примечания	
	Ко- тел № 1	Ко- тел № 2	Ко- тел № 3	Ко- тел № 4	Всего	на тур- бину № 1	на тур- бину № 2	ост- рым па- ром	на РОУ +/10 <i>ата</i>	на РОУ +/1,2 <i>ата</i>	на ПТН №1	на ПТН № 2	всего	т	%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	По паромерам				Сумма величин из граф: 2+3+4+5	По паромерам					По паромеру или расчетом по характеристике и числу часов работы насоса	Сумма величин из граф: 7+8+12+13	Разность величин из граф: 6-14	$\frac{6-14}{6} \cdot 100$	Отмечается, когда и по какому прибору было внесено изменение в его показания и чем это было вызвано		
2																	
3																	
...																	
30																	

31								
за месяц								

Примечания: 1. Для электростанции с котельным оборудованием одинаковых параметров пара (приложение 5) при отсутствии отпуска острого пара на сторону графа 9 исключается; при наличии предвключенных и приключенных турбин в графах 7 и 8 записывается расход пара на предвключенные турбины.

2. На электростанциях, имеющих оборудование двух параметров, например, высокого и среднего давления (приложение 6), ведутся отдельные журналы по этой же форме для каждого блока. При этом:

а) по блоку высокого давления добавляется дополнительная графа 9а «На РОУ 100/30 *ата*», в которой записывается отпуск перегретого пара от котлов ВД на блок среднего давления;

б) по блоку среднего давления добавляется дополнительная графа 6а «Дополнительно подведено из блока ВД», в которой записывается количество поступившего редуцированного пара из блока ВД (включая расход воды на увлажнение пара), а графа 9 при отсутствии отпуска пара из главных паропроводов СД на сторону исключается.

При этом величины графы 15 определяются как $6+6a-14$ и графы 16 как $\frac{6+6a-14}{6+6a}$

3. В графах 6, 14, 15 и 16 указан метод подсчета по величинам из соответствующих граф.

Приложение 3
к Руководящим указаниям по сведению
месячного пароводяного баланса на
тепловых электростанциях

ЖУРНАЛ II
по учету расходов питательной воды
за _____ месяц 20 ____ г.

Дата	Количество питательной воды по водомерам ПВД, т		Количество питательной воды, прошедшей помимо ПВД, т	Количество питательной воды по водомерам котлов, т					Количество насыщенного пара, отпущенного котлам и, т	Количество непрерывной и периодической продувки котлов, т	Количество питательной воды по балансу котлов, т	Неувязка по питательной воде		Количество воды, поступившей на РОУ, т	Количество дренажей, перекачанных из дренажных баков, т	Спуск котловой воды в дренажные баки, т	Примечания
	Турбина № 1	Турбина № 2		Котел № 1	Котел № 2	Котел № 3	Котел № 4	Всего				т	%				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	По водомерам		По водомерам «холодного» питания или 9-2-3	По водомерам				5+6+7+8	По паромерам или подсчету	По водомерам или подсчету по химическим анализам	Величина графы 6 из журнала I+(10+11+17)	9-12	$\frac{9-12}{9} \cdot 100$	По водомеру или по расчету	По водомерам или по подсчетам	По подсчетам	Отмечается, когда и по какому прибору было внесено изменение

						лизам								нение в его пока- зания и чем это было вызван о
2														
3														
...														
...														
30														
31														
За ме- сяц														

Примечания: 1. На электростанциях, имеющих оборудование двух разных начальных параметров, ведутся отдельные журналы по этой же форме для каждого блока в отдельности; при этом по блоку с. д. добавляется дополнительная графа «Количество конденсата, переданного в блок ВД»

2. В случае, если водомеры котлов не обеспечивают достаточно точного измерения расхода питательной воды, то показания этих водомеров не записываются и журнал II не ведется; остальные учитываемые расходы помещаются в других журналах учета работы котельного или турбинного оборудования.

3. В графах 4, 9, 12, 13 и 14 указан метод подсчета по величинам из соответствующих граф.

Приложение 4
к Руководящим указаниям по сведению
месячного пароводяного баланса на
тепловых электростанциях

ЖУРНАЛ Ш
по учету добавка воды в питательную систему котлов и потерь пара и питательной воды
за _____ месяц 20 ____ г.

Дата	Расход ХОВ на испарители, т	Непосредственный добавок химически очищенной воды в питательную систему, т	Продувка ХОВ из испарителей, т	Общий добавок ХОВ в питательную систему		Внутростанционные потери пара и воды					Примечания
				т	%	Всего		В том числе			
						т	%	потеря котловой воды с продувкой, т	учитываемые потери пара и конденсата, т	остаток (неучитываемые потери), т	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	По водомерам		Расчет по химическим анализам	2+3-4 (примечание 5)	Предыдущая графа в % от общего количества питательной воды	5-невозврат конденсата от паровых потребителей	Предыдущая графа в % от общего количества питательной воды	По подсчету (см. примечание 5)	По измерениям и подсчетам	7-9-10	Отмечается, когда и по какому прибору было внесено изменение в его показания и чем это было вызвано

2										
3										
...										
30										
31										
За месяц										

Примечания: 1. Общее количество питательной воды для подсчета граф 6 и 8 берется из журнала П, невозврат конденсата от паровых потребителей для подсчета графы 7 - из журнала учета отпуска тепла (отпуск пара потребителям по паромерам минус возврат конденсата от них по водомерам).

2. В графе 9 указывается суммарное количество непрерывной и периодической продувки котлов, теряемой из питательной системы.

3. В графе 10 указываются учитываемые потери с невозвратом конденсата от потребителей паровых собственных нужд - по измерениям и подсчетам на основании имеющихся норм.

4. При наличии паропреобразователей вводятся дополнительно графы 2а «Расход химически очищенной воды на паропреобразователи» и 4а «Продувка химически очищенной воды из паропреобразователей».

5. Величины цифр в графах 5, 7 и 9 определяются в соответствии с инструкцией к составлению отчета по эксплуатации тепловых электростанций.

6. Графы 9, 10 и 11 подсчитываются и записываются только за те дни, когда величина графы 8 получается выше нормальной для данной электростанции. За месяц эти графы заполняются по отдельно подсчитываемым месячным величинам потерь.

7. В графах 5, 7 и 11 указан метод подсчета по величинам из соответствующих граф.

Приложение 5
к Руководящим указаниям по сведению
месячного пароводяного баланса на
тепловых электростанциях

Принципиальная схема потоков пара и воды на тепловой электростанции

Обозначения:

РНП - расширитель непрерывной продувки;

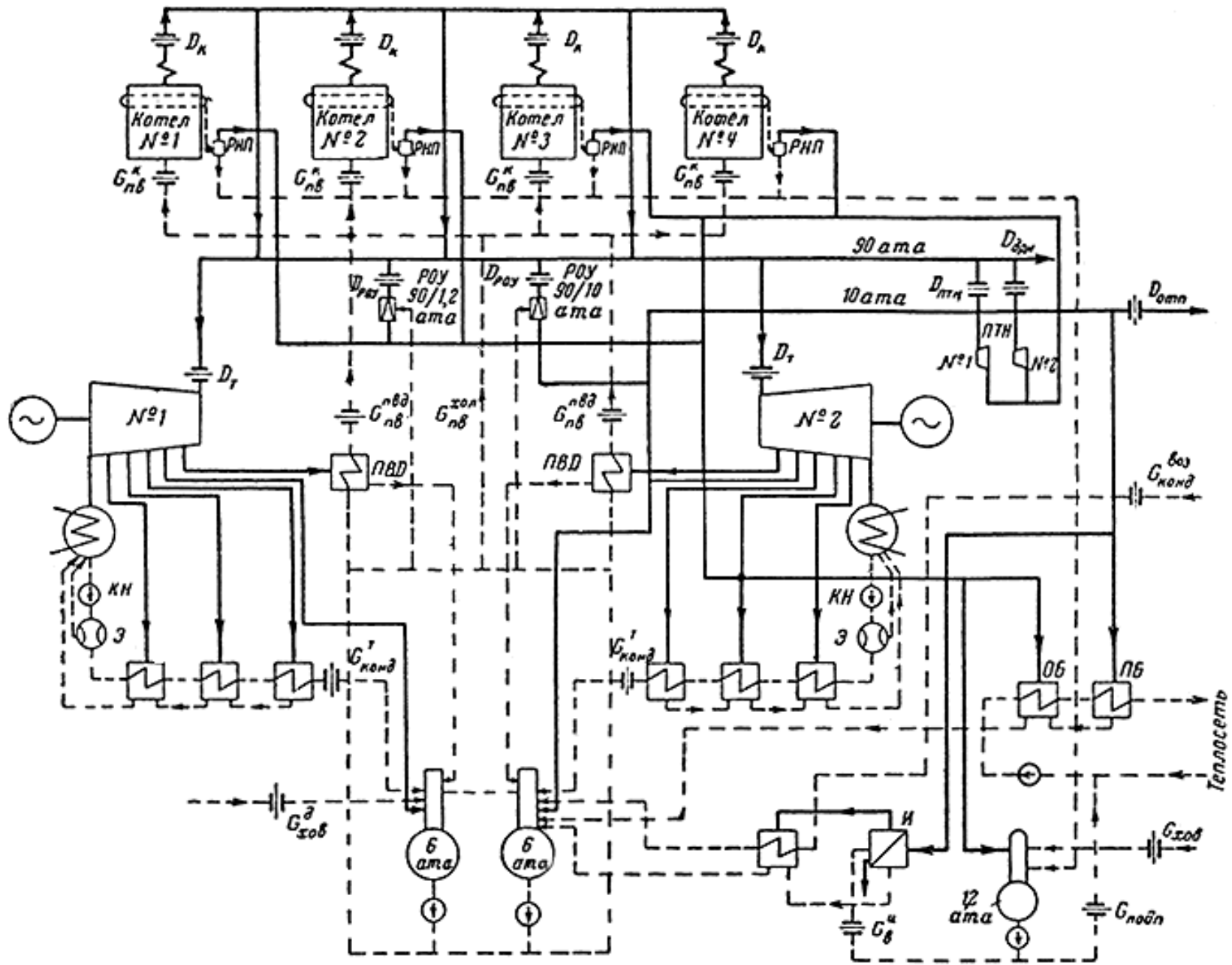
$G_{хов}^0$ - непосредственный добавок химически очищенной воды в питательную систему;

$G_{подп}$ - количество подпиточной воды в теплосеть;

G_v^u - расход химически очищенной воды на испарители.

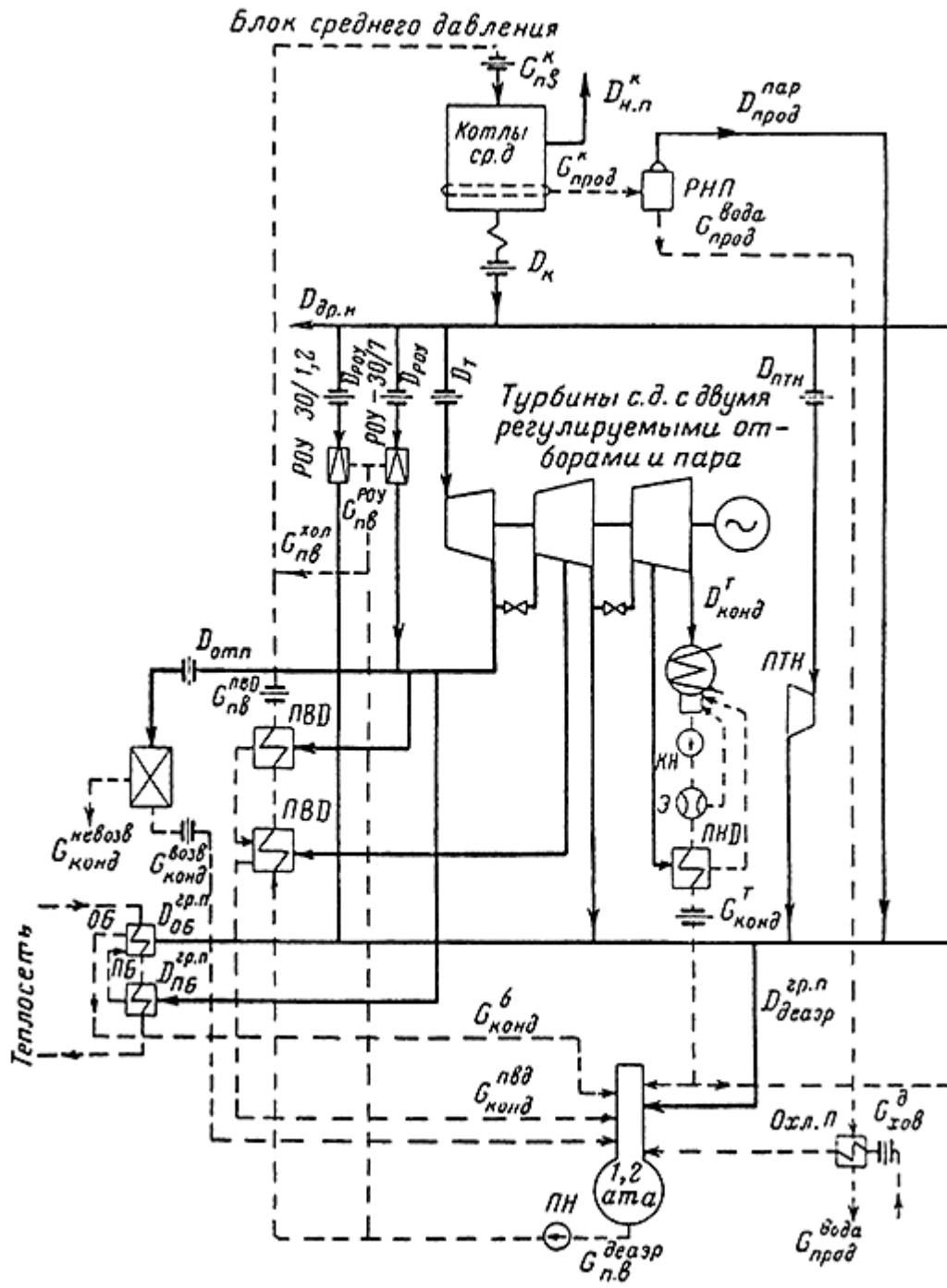
Остальные буквенные обозначения потоков приведены в тексте Руководящих указаний;

— - пар; — — - вода.

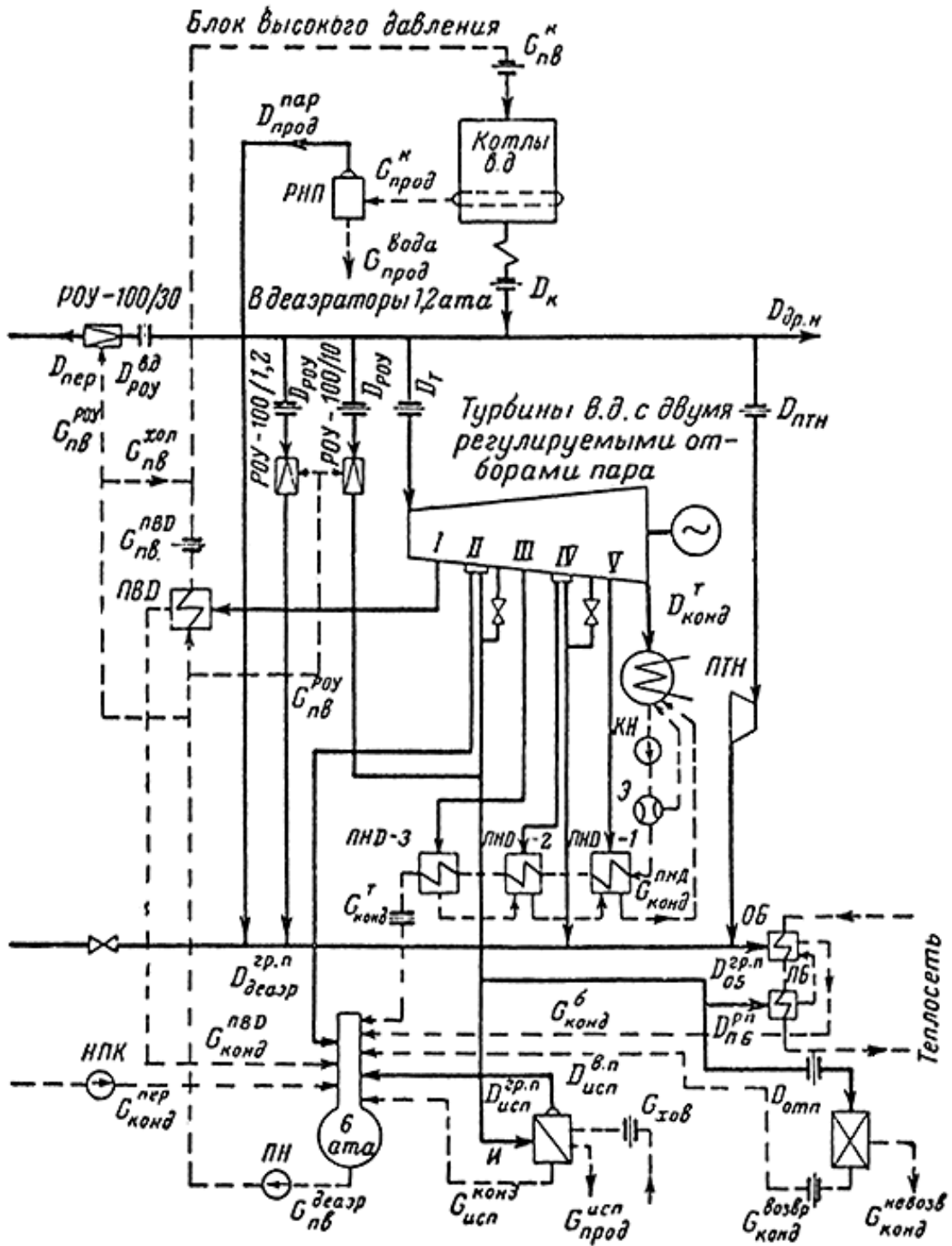


Приложение 6
к Руководящим указаниям по сведению месячного
пароводяного баланса на тепловых электростанциях

Принципиальная схема потоков пара и воды на тепловой электростанции с котельным и турбинным оборудованием двух различных начальных параметров пара



Обозначения: *НПК* - насос перекачки конденсата; $D^{6.н\text{исп}}$ - вторичный пар испарителя; *Охл.П* - охладитель продувки; верхний индекс «гр.п» у обозначений различных потоков - греющий пар; остальные обозначения - в тексте и в приложении 5.



Приложение 7
к Руководящим указаниям по
сведению месячного пароводяного
баланса на тепловых электростанциях

**Сводка основных потоков пара и воды
(пароводяной баланс) тепловой электростанции**

№ п/ п.	Составляющие баланса	Очередь (блок)	Очередь (блок)	Способ определения и примечания
		$\frac{\dots}{\text{с. д., т}}$ <i>ата</i>	$\frac{\dots}{\text{в. д., т}}$ <i>ата</i>	
1	2	3	4	5
	I. Питательная вода			
1	Питательная вода, поступившая в котлы, - всего В том числе: а) прошедшая через ПВД б) поступившая помимо ПВД			По водомерам котлов По водомерам на питательных магистралях у ПВД По водомерам на «холодных стояках» или п.1-1, а
2	Вода, поступившая на редуционно-охладительные установки			По водомерам или по расчету
	II. Продувка котлов			
3	Общее количество непрерывной и периодической продувки В том числе: а) выпар из расширителей продувки б) продувочная вода, поступившая в испарители и паропреобразователи в) продувочная вода, поступившая в теплосеть г) продувочная вода, поступившая в котлы среднего давления д) продувочная вода, сбрасываемая в канализацию			По водомерам или расчету по данным химического анализа По расчету По приборам или расчету По приборам или расчету По приборам или расчету
4	Спуск котловой воды в дренажные баки при ремонтах и растопках котлов			Остаток баланса продувочной воды По измерениям или по расчету водяного объема котлов
	III. Насыщенный пар			

5	Количество отпущенного котлами насыщенного пара			По паромерам, расчету или опытным нормам
	IV. Перегретый пар			
6	Количество выработанного котлами перегретого пара			По паромерам котлов
7	Перетоки пара между очередями:			
	а) перепуск пара с блока в. д. через РОУ 100/30 <i>ата</i>	+ ...	- ...	По паромеру перед РОУ
	б) подведено к РОУ 100/30 <i>ата</i> питательной воды	+ ...	-	По водомеру или расчету
	в) поступило от предвключенных турбин	+ ...	-	По паромерам
8	Общее количество перегретого пара с учетом перетоков между очередями			п.6±п.7
9	Отпущено перегретого пара:			
	а) на турбины			По паромерам турбин (включая свежий пар на эжекторы и на уплотнения)
	б) паровым потребителям			По паромерам (в случае отпуска на сторону свежего пара)
	в) на редукционно-охладительные установки			По паромерам перед РОУ
	г) на питательные турбонасосы			По паромерам или расчету по характеристикам насосов и числу часов их работы
	V. Пар промежуточного перегрева			
10	Количество пара, поступившего в котельный цех для промежуточного перегрева	-	...	По паромерам у котлов
	VI. Отпуск пара тепловым потребителям и возврат от них конденсата			Отпуск пара, кроме учитываемого по п.9, б
11	Отпуск пара производственным потребителям:			
	а) пар <i>ата</i> (наименование потребителей)			По паромерам
	б) пар <i>ата</i> (наименование потребителей)			По паромерам
12	Отпуск пара <i>ата</i> на хозяйственные нужды			По паромерам или подсчету по нормам п.30-п.31
13	Количество пара, отпущенного из паропреобразовательной установки			
14	Мягкий пар, поступивший с			По паромерам

15	производства Общее количество возвращаемого конденсата от внешних потребителей пара VII. Собственные паровые нужды		По водомерам
16	а) Паровой привод питательных и других турбонасосов б) нефтехозяйство в) паровые форсунки г) обдувка и расшлаковка котлоагрегатов д) водоподготовка е) расходы пара, связанные с пусками и остановками котлов и турбин (пусковые расходы) ж) отопление производственных цехов и подогрев воды в душевых устройствах		По приборам или нормам, установленным на основании эксплуатационных испытаний и наблюдений То же То же То же То же То же То же
17	Общий расход пара на собственные нужды VIII. Отработавший, редуцированный и отбросный пар		Сумма отдельных составляющих п.16 Помимо перепуска редуцированного пара с очереди в. д. по п.7
18	Пар из регулируемых отборов турбин давлением: $8 \div 13 \text{ ата}$ $1,2 \text{ ата}$		Определяется в зависимости от тепловой схемы и установленных расходомеров
19	Пар $15 \div 18 \text{ ата}$ из		То же
20	Редуцированный пар: пар на редукторы $\dots / \dots \text{ ата}$ пар на редукторы $\dots / \dots \text{ ата}$ вода на редукторы $\dots / \dots \text{ ата}$ вода на редукторы $\dots / \dots \text{ ата}$		} По паромерам } По водомерам или расчету

21	<p>а) Использованный пар 1,2 <i>ата</i> выхлопа турбонасосов</p> <p>б) Использованный пар 1,2 <i>ата</i> из расширителей непрерывной продувки котлов (п.3, а), расширителей дренажей, выпар из дренажных баков и др.</p> <p>в) Использованный пар 1,2 <i>ата</i> из растопочной линии</p>		<p>По паромерам или расчету</p>
22	<p>IX. Конденсат турбин и дренажи</p> <p>Количество основного конденсата турбин, перекачанного конденсатными насосами</p>		По конденсатомерам турбин
23	<p>Количество дренажей, перекачанных из дренажных баков</p> <p>X. Потери пара и конденсата</p>		По водомерам или по ориентировочным подсчетам
24	<p>Общий добавок в питательную систему электростанции</p>		По подсчету
25	<p>Невозврат конденсата от внешних паровых потребителей</p>		п.9, б+11+12-14-15
26	<p>Внутристанционные потери пара и питательной воды</p> <p>В том числе:</p> <p>а) с продувочной водой котлов</p> <p>б) с паровыми собственными нуждами</p> <p>в) утечки через лабиринтовые уплотнения турбин, с выпаром из деаэраторов и дренажных баков, потери пара с дренажами трубопроводов при нормальном режиме работы оборудования</p> <p>г) потери питательной воды при ремонтах котлов</p> <p>д) утечки через пробоотборники</p> <p>е) остальные неизвестные и неучитываемые потери пара и воды</p> <p>XI. Химически очищенная вода</p>		<p>п.24-п.25</p> <p>По подсчету</p> <p>Частично по измерениям и частично подсчетом по имеющимся нормам</p> <p>По нормам</p> <p>По расчету водяного объема котлов</p> <p>По периодической проверке</p> <p>Остаточный член баланса п.26</p>
27	<p>Отпуск химически очищенной воды водоподготовкой:</p> <p>катионированной</p> <p>декремнизованной</p> <p>обессоленной</p> <p>В том числе:</p> <p>а) в деаэраторы химически очищенной воды</p> <p>б) непосредственный добавок в</p>		<p>По водомерам</p> <p>То же</p> <p>То же</p> <p>То же</p> <p>То же</p>

	деаэраторы питательной воды в) в теплосеть г) на сторону и хозяйственные нужды		п.33-п.3, в По водомерам
28	Расход воды на испарители		По водомеру
29	Продувка испарителей		Подсчет по данным химических анализов
30	Расход воды на паропреобразователи		По водомеру
31	Продувка паропреобразователей		Подсчет по данным химических анализов
	XII. Вода теплосети и греющий пар		
32	Сетевая вода: прямая обратная		По водомерам То же
33	Подпитка теплосети (п.27, в+п.3, в)		По водомеру подпитки
34	Отпуск на бойлерную установку пара: <i>7 ата</i> <i>1,5 ата</i>		По конденсатомерам конденсата греющего пара или по тепловому балансу бойлерной установки

за _____ 20__ г.
месяц

