



Александр Богданов

главный технолог ЗАО «СибКОТЭС»

О создании малосточных безреагентных ТЭЦ и котельных

Бессточность (малосточность) технологического объекта (схемы, котельной, предприятия, ТЭС) — это комплексное свойство, характеризующее режим экологически, экономически обоснованного, минимально возможного негативного влияния производственной деятельности объекта на окружающую среду.

Виды технологических вод на ТЭС

В настоящее время на большинстве тепловых электростанций и котельных имеется значительное количество сточных вод, составляющих 10—14% от объема всей воды, поступающей на ТЭС. Это ведет к нерациональному расходованию предварительно очищенной сырой воды. Кроме этого перед сбросом стоков в окружающую среду необходимо дополнительно предусматривать затраты на их доочистку (обеззараживание, разбавление до норм ПДК).

Говоря о бессточности предприятий теплоэнергетики, необходимо выяснить и устранить главные причины, вызывающие образование следующих 18 видов технологических стоков:

1) регенерационных первой и второй ступеней ХВО;

- 2) от непрерывной и периодической продувки котлов и испарителей;
- 3) от кислотных очисток оборудования;
- 4) после опорожнения оборудования, баков, трубопроводов;
- 5) проходящих через неплотности запорной, дренажной арматуры;
- 6) от продувки оборотной системы охлаждения с градирнями;
- 7) от охлаждения основных и вспомогательных механизмов;
- 8) шламовых от предочистки ХВО;
- 9) ливневых и паводковых вод с территории станции;
- 10) грунтовых из-под заглубленных объектов станции;
- 11) от гидрооборки помещений, оборудования, котлотурбинного цеха, топливно-транспортного цеха, гаража;
- 12) от гидропневматической промывки оборудования, сетей;

- 13) хозяйственно-бытовых и фекальных;
- 14) замасленных стоков из картеров подшипников, уплотнений, маслосистем турбин, ПЭНов, СЭНов, мельниц и т. д.;
- 15) возможных протечек мазута, масла от технологического оборудования, пропарки трубопроводов;
- 16) возможных протечек ГСМ от автотранспорта;
- 17) от продувки оборотной схемы гидрозолотоотвала;
- 18) «ложных стоков» от недостоверности коммерческого учета «больших и малых расходов» водопотребления и водоотведения.

Первопричиной образования сточных вод по видам 1—5 на ТЭС является неплотность технологического оборудования и элементов тепловой схемы пароводяного цикла ТЭС. Основные усилия проектировщиков, специалистов по эксплуатации должны быть направлены на организацию замкнутых технологических контуров, пароводяных циклов, исключая потери пара и конденсата во внешние схемы, а также не допускающих присосы охлаждающей технической или сетевой воды из внешних схем.

К способам организации замкнутых технологических циклов можно отнести:

- исключение неоправданных потоков пара, конденсата из тепловой схемы высоких параметров в схемы с более низкими параметрами;
- перевод атмосферных деаэраторов подпиточной воды теплосетей с режима с контактным нагревом паром подпиточной воды в головке деаэратора на работу с предварительно перегретой исходной химической водой до 115 °С;
- доочистка воды внутри отдельных технологических схем (например с помощью блочной обессоливающей установки (БОУ) для теплофикационных энергоблоков);
- использование замкнутой схемы кислотной промывки с перепариванием отработанного раствора в роторно-пленочных испарителях;
- введение водных химических режимов, не требующих химических реагентов (нейтральный водный химический режим, безреагентная парокислородная очистка оборудования);
- замена химических методов очистки основного оборудования безреагентными способами (шарикоочистка конденсаторов турбин, бойлеров, сетевых горизонтальных подогревателей (ПСГ), очистка труб механическим сухим способом);
- организация контролируемых потоков вод из одной технологической схемы в другую (например на ТЭС, имеющих несколько очередей на различные параметры пара) как при продувке от барабанов котлов высокого давления в котлы низкого давления, так и при подпитке конденсатом низкого давления в схему высокого давления;
- переход от химических методов очистки подпиточной воды теплосети на коррекционную обработку подпиточной воды с ингибиторами отложения минеральных солей (ИОМС);
- внедрение теплообменного оборудования повышенной плотно-

сти (конденсаторов, ПСГ, сетевых вертикальных подогревателей);

- разработка новых типов валов насосов, не требующих смазки; подшипников, сальниковых уплотнений с применением водяного охлаждения подшипников (безсальниковые питательные насосы, воздушные компрессоры).

По видам сточных вод 6—10 требуется решить вопросы водоотведения без воздействия на окружающую среду. Для этого необходимо:

- разделить схемы охлаждения конденсаторов и механизмов на гидравлически и химически независимые;
- продумать схемы сбора отстоя и повторного раздельного возврата;
- использовать ливневые воды с крыш, с территории;
- рассчитать реальную величину загрязнения ливневых вод, обеспечить переработку и очистку от поверхностных загрязнений (до 60%). Остальное следует отводить в водоемы без очистки.

По видам вод 11—13 нужно создавать локальные оборотные схемы с индивидуальными очистными сооружениями, не допускающими перемешивания как загрязненных, так и очищенных вод с другими потоками.

Для устранения стоков от технологических циклов 14—16 необходимо предусмотреть индивидуальные схемы сбора, пропарки, очистки повторного использования или сжигания замазученных вод в котлах.

По виду сточных вод 17 кардинальным решением по исключению стоков является отказ от гидрозолоудаления и переход на комплексную 100-процентную переработку золы в строительные материалы (зольный гравий, золошлаковые блоки, инертный заполнитель, клинкер и т. д.).

Для сокращения «ложных стоков» (18) требуется внедрять официально утвержденные методы измерения и сведения материального баланса как по воде, так и по загрязняющим веществам.

Теоретические основы создания малосточной технологии

Водный технологический цикл — это совокупность технологических процессов пароводяной системы, периодически повторяющихся явлений, при которых вода как основное рабочее тело цикла в определенной последовательности подвергается изменениям и вновь приходит в исходное состояние. Существуют два крайних вида циклов: прямоточные разомкнутые и оборотные замкнутые.

Прямоточные — разомкнутые циклы: вода поступает в технологическую схему и удаляется из нее после однократного воздействия на технологический процесс. Пример — прямоточная система охлаждения конденсаторов турбин водой из реки или озера.

Оборотные — разомкнутые циклы: вода поступает в технологическую схему и многократно участвует в технологическом процессе. Примеры: оборотные циклы в холодильных машинах, оборотные паросиловые циклы станций, оборотные системы охлаждения с градирнями.

Основой бессточного (малосточного) режима работы ТЭС являются замкнутые — плотные водные технологические циклы. Оценка степени плотности каждого технологического водного цикла производится по таким известным критериям, как:

- Процент восполнения потерь (ПрВП), процент продувки (ПрПр), процент уноса в атмосферу (ПрУн)* — предназначены для оценки плотности прямоточного разомкнутого технологического цикла; показывают ту долю рабочего агента, которую необходимо восполнить или продуть для восполнения утечек агента из цикла.
- Период обмена (ПеО) рабочего агента технологического цикла для оценки степени плотности замкнутых технологических циклов* (это дополнительное новое понятие, которое предлагается ввести). ПеО определяется отношением заключенного в цикл водного

объема к величине подпитки технологического цикла:

$$T_{\text{ПеО}} = V_{\text{цикла}} / G_{\text{под}}$$

В физическом смысле ПеО определяет время, в течение которого производится 100-процентный обмен воды, содержащейся в технологическом контуре. Чем больше ПеО, тем больше времени требуется для полного обмена воды в цикле, тем экологически чище технологический процесс, производство.

Пример 1. ПеО пароводяного цикла энергоблока составляет 43,2 ч; оборотной системы охлаждения с градирнями — 11,5 ч летом и 250 ч зимой; оборотной схемы гидрозолоудаления — 3,08 г.

Пример 2. ПеО определяется как для постоянно действующих водных потоков, так и для периодически возникающих водных потоков. Для кислотных промывок котлов ПеО равен 0,1452 г.

Пример 3. Образцом экологически чистого теплотехнического производства является домашний холодильник. Благодаря абсолютной плотности, герметичности технологического цикла он может работать без ремонта до 20—40 лет! Период водного (фреонного) обмена ПеО — 20—40 лет.

Процент восполнения потерь воды (ПрВП) и период обмена (ПеО) являются взаимодополняющими показателями для анализа степени потерь воды из технологических циклов производства. При этом ПрВП характеризует работу *прямоточных (разомкнутых)* технологических циклов, а ПеО — *замкнутых*.

Пример 4. ПрУн — процент уноса испарениями от градирни равен 0,8%. ПрПр испарителей — процент продувки составляет 2,5%; ПрВп ХВО (потеря регенерационных вод ХВО теплосети) — 11,5%; ПрВп ТЭС (потеря воды на собственные нужды ТЭС) — 8%.

Принципы внедрения малосточной (бессточной) технологии на ТЭС

Перед началом строительства объектовых или локальных очистных циклов (ЛОЦ) необходимо сравнить за-

траты на проведение мероприятий по исключению причин образования стоков. Организация плотных циклов всегда оправдана.

1. Следует *отказаться от химических способов* приготовления подпиточной воды котлов. Восполнять конденсат лучше термическим путем, получая пар, конденсат из сетевой или подпиточной воды для тепловых сетей. Химический способ очистки воды нужно применять только для глубокой доочистки конденсата, загрязненного через неплотность оборудования.

2. В тепловой схеме станции должны быть *отмечены вышестоящие и нижестоящие* технологические циклы, определена схема *каскадно-ступенчатого восполнения потерь* пара и конденсата от нижестоящего технологического контура термическим способом в вышестоящий технологический контур и наоборот, организована *каскадно-ступенчатая продувка* вышестоящего технологического контура в нижестоящий.

Пример: паросиловой контур 130 атм продувается в контур 90 атм, далее — последовательно в контуры 45 и 16 атм и цикл подпитки теплосети. И наоборот: исходная вода от теплосети через испаритель мгновенного вскипания в виде пара подпитывает цикл 16 атм, далее конденсат из цикла 16 атм подпитывает цикл котлов 45 атм, ПГУ 90 атм и, наконец, цикл 130 атм.

3. По каждому из 18 видов технологических потоков, циклов и в целом по станции должны быть рассчитаны и нормированы следующие показатели: а) периода обмена ПеО; б) процент восполнения потерь ПрВП, процент продувки цикла, станции ПрПр; в) нормы водно-химического режима.

4. Требуется разделение смешанных технологических циклов на функционально независимые индивидуальные технологические циклы. По вышестоящим и нижестоящим циклам, а также для одноименных технологических циклов должны быть разработаны технологические схемы организации подпитки и продувки с выделением «*соленых*» и «*чистых*» циклов.

5. По каждому циклу должен быть составлен материальный баланс по воде, солям, загрязняющим веществам, нефтепродуктам и т. д.

6. Замкнутость циклов необходимо обеспечить путем разделения смешанных циклов на составляющие с разработкой решений внутри каждого элементарного цикла.

7. При наличии регламентированных потерь пара и конденсата должен быть предусмотрен технический процесс вывода и утилизации солей в твердом виде на общегородской полигон или станционный могильник.

8. Важный момент — создание замкнутых технологических циклов на основе установки высокоплотного теплообменного оборудования (конденсаторов, бойлеров, запорной арматуры, безсальниковых насосов).

9. Нужно отказаться от применения ранее регламентированных потерь пара и конденсата в атмосферных деаэраторах подпитки теплосети, невозврата конденсата от промышленных потребителей и перейти на широкое использование деаэраторов на «перегретой» воде, паропреобразователей, испарителей мгновенного вскипания.

Безреагентная ТЭС — высшая ступень развития малосточной (бессточной) ТЭС

Природоохранные органы ориентированы на внедрение таких технологий, которые бы исключали сбросы *любых видов сточных вод*, образующихся на станции. Однако такое решение не всегда экологически и экономически рационально. *Не является обоснованным требование о недопустимости сброса продувочных вод от циркуляционных систем охлаждения конденсаторов турбин.* Охлаждение конденсаторов турбин вызывает только тепловое загрязнение окружающей среды: при прямоточном охлаждении тепло сбрасывается в реку, при оборотном — в атмосферу. Никакого химического загрязнения охлаждающих вод при этом не происходит. Негативная сторона сброса продувочных

вод из системы охлаждения турбин — выделение чистейшего пара (до 0,5—0,8%). За счет непрерывной потери конденсата в оставшейся воде непрерывно возрастает количество составных элементов исходной воды.

Возникает парадоксальная ситуация. Непродуманное требование инспектирующих органов по исключению сброса продувочных вод от градирен — дополнительный удар по экологии окружающей среды: а) в месте добычи реагентов; б) в местах хранения утилизированного шлама.

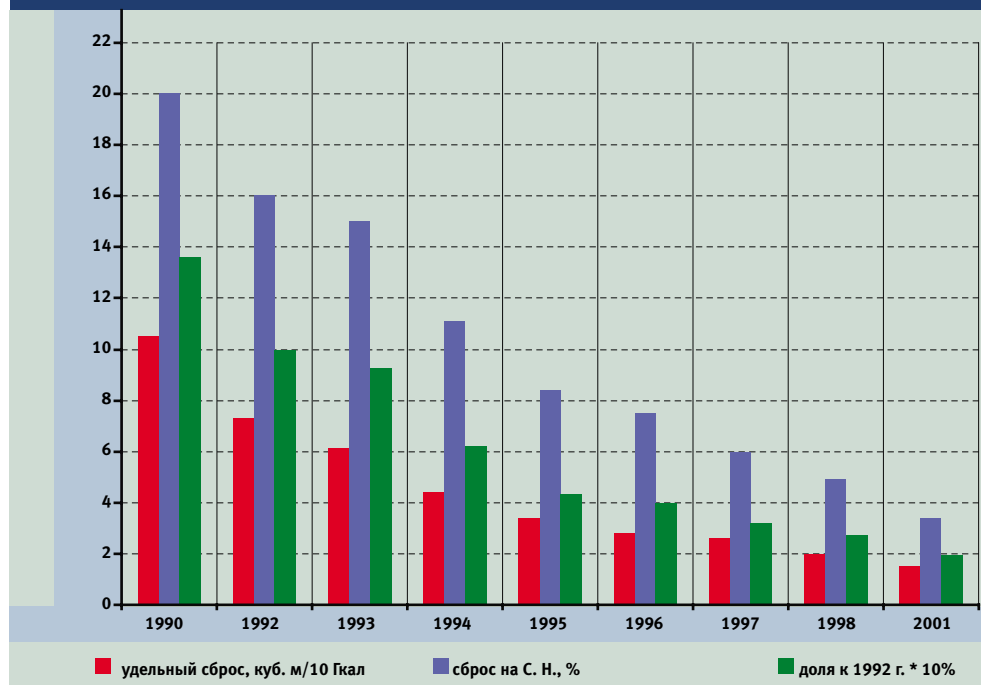
Предложения о возможности и целесообразности работы Омской ТЭЦ-6 со сбросом теплообменных вод от градирен в реку Иртыш представили следующие организации:

- Всесоюзный научно-исследовательский институт по охране вод (ВНИИВО) Государственного комитета СССР по охране природы, Харьков, 1990 г.;
- Российский центр экологически чистых технологий (РОСЭК) Академии наук России, Москва, 1994 г.;
- Уральский филиал Всероссийского теплотехнического института (Урал ВТИ), Челябинск, 1996 г.;
- Центральная специализированная инспекция (ЦСИ) Министерства экологии и природных ресурсов России, Москва, 1994 г.;
- Центр независимых экологических исследований (ЦНЭИ), Москва, 1994 г.

Выводы научных институтов и инспекций:

1. Сбросы сточных вод от систем охлаждения конденсаторов турбин не являются загрязняющим воздействием на окружающую среду! Никаких дополнительных загрязнений эта система внести не может. Тепловое загрязнение отводится в атмосферу, а минеральные соли, взвешенные вещества, исходные загрязняющие вещества, в каком бы количестве ни брались из реки, в том же объеме в виде продувки циркуляционной системы возвращаются в реку.

Сброс воды на собственные нужды Кировской котельной Омской ТЭЦ-6



2. Теплообменные воды в виде продувки циркуляционной системы нужно отводить рассеянным выпуском обратно в источник.
3. Вопрос о возможности сброса продувочных вод ТЭЦ-6 решается разделением типовой циркуляционной системы на два независимых контура: а) для 99,5% отвода тепла (контур для охлаждения конденсатора турбин); б) для 0,5% отвода тепла (контур для охлаждения маслоохладителей, газоохладителей, пробоотборников, подшипников механизмов и т. д.).
4. ТЭС необходимо проектировать не столько абсолютно бессточной, сколько безреагентной. Чем меньше реагентов извне будет использоваться в технологии, тем слабее будет негативное воздействие станции на окружающую среду. Двойной экологический и экономический эффект! Эти решения позволяют отказаться от необоснованной физико-химической переработки для 99,9% воды (6,08 млн т/г) по варианту «абсолютно бессточной

ТЭС». Не требуется добыча реагентов для обработки воды. Не надо заниматься утилизацией 6845 т солей в год.

Причины, по которым не создаются бессточные ТЭС

Основные причины отсутствия бессточных ТЭС: а) не доказана эколого-экономическая целесообразность; б) нет четко сформулированной идеи малосточности, бессточности.

Поскольку идея бессточности расплывчата, выявляются нижеследующие организационные и технические причины, блокирующие возможность внедрения бессточной технологии.

Отсутствует финансовая заинтересованность, которая заставила бы серьезнее относиться к вопросам сокращения платы за сбросы и экономии средств за счет оптимизации режимов водопотребления и водоотведения.

По каждому из 18 видов сточных вод не ставятся конкретные задачи как эксплуатационному персоналу, так и проектному институту, наладочной организации. Исторически сложилось так, что у эксплуатационников, проектировщиков, наладчиков

Водопотребление и сброс воды на Кировской котельной Омской ТЭЦ-6

Показатель		1990 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	2001 г.
Водопотребление	тыс. м ³	6 100	5 720	5 653	5 084	4 731	5 034	4 587	5 133	5 260
Сброшено сточной воды	тыс. м ³	1 250	916	848	565	396.3	366.0	291.0	250.0	180
Сброс воды к забору	%	20,0	16,0	15,0	11,1	8,4	7,5	6,0	4,9	3,4
Сброс воды к 1992 г.	%	136	100	92,6	61,7	43,3	40,0	31,8	27,3	19,6
Удельный сброс воды	м ³ /Гкал	1,05	0,73	0,61	0,44	0,34	0,28	0,26	0,20	0,15

при учебе в институте не было специалистов по проблеме комплексного подхода к разработке схем водоснабжения и водоотведения. В большей степени на уровне проекта к этому подключены химики-водники, привлекающие в помощь технологов, гидротехников. При этом никто из них по отдельности не рассматривал поставленную задачу в целом. На ТЭС также нет конкретного специалиста, который должен проводить комплексный анализ и определять необходимость изменения основной технологии. Эту задачу должны формулировать главный инженер, начальник технического отдела, инженер по охране окружающей среды, но в условиях отсутствия нормативной документации для этого требуется неформальный инженерный анализ и личная убежденность в возможности технической реализации поставленной цели.

Не применяется методический, технологически обоснованный комплексный подход к анализу режимов водопотребления и водоотведения на промышленных предприятиях и ТЭС.

Нет учения о технологических водных циклах станции, составляющих 70—80% всей технологической схемы. В связи с этим не разработаны нормативные документы, технические требования к созданию циклов ТЭС.

Хаотично формируются водные технологические циклы. Водные потоки разных схем перемешаны, а для их разделения требуются капитальные затраты. Гидрозолоотвал является замыкающей системой, куда поступают все несбалансированные водные потоки станции.

Отсутствует система повышения квалификации инженерного персонала ТЭС, промышленных предпри-

ятий, инспектирующих работников природоохранных органов по вопросам организации режимов технологических циклов водоснабжения и водоотведения.

Режимы водопользования организационно разобщены. Технологические стоки образуются в тех цехах, где можно и нужно менять основную технологию, определяющую стоки, а ответственность за их очистку и сброс, как правило, несет другой цех, который реально не может повлиять на устранение главных причин их образования.

Технические и организационные решения по внедрению малосточного режима на примере Кировской котельной Омской ТЭЦ-6

Из-за отсутствия финансирования электрические генерирующие мощности Омской ТЭС-6 не были введены, поэтому правильность принципов проектирования бессточной тепловой электростанции была проверена только на действующей котельной ТЭС-6.

За счет внедрения малосточных безреагентных технологий, создания гидравлически плотных циклов на котельной за 7 лет достигнуты значительные результаты:

- расход воды со сбросами снижен с 916 до 250 тыс. т в год (с 16 до 4,9%);
- удельный сток воды сокращен в 3,7 раза — с 0,73 до 0,2 м³/Гкал;
- сбросы загрязняющих веществ от котельной ТЭЦ-6 уменьшились: по нефтепродуктам — с 1,33 до 0,194 т в год, по взвешам — с 10,64 до 4,05 т в год, по железу — со 183 до 35 кг в год;

- потребление и сбросы соли упали с 1 616 до 286 т в год.

На станции были осуществлены следующие мероприятия:

1. Переход на безреагентную технологию водоподготовки в схеме подпитки тепловых сетей для горячего водоснабжения населения.

Существующая сегодня традиционная технология обработки подпиточной воды химическим способом по так называемой схеме одноступенчатого натрий-катионирования предусматривает потери до 4—10% исходной воды на регенерации и отмывке. Переход на новую технологию с применением ингибитора отложений минеральных солей (ИОМС) позволил полностью исключить сбросы загрязняющих веществ от 1-й ступени ХВО. В результате этого сбросы сократились до 450 тыс. т в год. Значительно снизилось потребление и, соответственно, сбросы поваренной соли — вместо 1 200 т соли в год стали расходовать всего 4 т ИОМС. Однако отказ от схемы натрий-катионирования и использование ИОМС потребовали капитальных затрат на изменение технологической схемы подогрева сетевой воды. Для надежного поддержания температуры сетевой воды до 150 °С в водогрейных котлах КВГМ-100 и ПТВМ-30 были смонтированы промежуточные теплообменники ТНГ-1200 и ТНГ-1000.

2. Переход на безреагентный способ восполнения потерь воды для паросилового контура 13 атм.

Традиционная технология подготовки подпиточной воды химическим способом по схеме двухступенчатого натрий-катионирования вызывает дополнительные потери до 7—9% исходной воды на регенерации и отмывке.

Термический способ приготовления воды для подпитки котлов абсолютно исключает потери воды на регенерации и отмывке. В качестве источника восполнения потерь пара и конденсата на Кировской котельной используется *наиболее новая технология — деаэрационные колонки на «перегретой» воде*. Суть работы деаэрационных колонок на «перегретой воде» в том, что кроме получения деаэрированной подпиточной воды теплосети, *попутно, безреагентным способом «добывается» до 2—3% чистого конденсата*. В отличие от традиционного атмосферного деаэратора ноу-хау экономит до 8—10% чистого конденсата, на восполнение которого химическим способом необходимо затратить химические реагенты. Сокращение стоков в результате двухступенчатого натрий-катионирования составляет до 150 тыс. т в год, отработанных реагентов (поваренной соли) — до 300 т в год. В данной технологической схеме с термическим способом восполнения потерь никаких других химических реагентов не требуется. В течение трех лет осуществляется поэтапный перевод оборудования на новую схему. Отладка режимов работы, монтаж нового оборудования будет продолжаться еще в течение четырех лет. В дальнейшем планируется изучить и освоить вакуумные режимы функционирования.

3. *Выполнены работы по созданию гидравлически плотных замкнутых технологических циклов.*

Произведены монтаж и наладка двухконтурной схемы подогрева мазута с использованием паропреобразователей — испарителей И-600, что позволило создать гидравлически плотную замкнутую схему первичного и вторичного пара. Первичный пар полностью конденсируется и без потерь стопроцентно возвращается в пароводяной цикл котельной. Экономия конденсата достигла порядка 30 тыс. т в год. Потребление соли и сбросы уменьшились на 20 т в год.

Монтаж схемы доочистки загрязненного возврата конденсата от промышленных потребителей, протечек

в бойлерах, пробоотборных точек на фильтрах ХВО дал экономиию конденсата до 50 тыс. т, соли — до 40 т.

Проведена реконструкция подшипников сетевых, контурных, подпиточных насосов с установкой подшипников из силицированного графита в целях полного исключения загрязнения окружающей среды возможными протечками масла. *Масло целиком заменено на воду.*

Разделены схемы сбора и повторного использования охлаждающей воды от дренажа, воздушников, пробоотборных точек котловой, сетевой воды.

4. *Разработаны правила организации и ведения малосточного режима работы станции для подготовки технического персонала на ТЭЦ-6.*

Правилами закреплены принципы создания малосточного режима работы котельной; определены лица, ответственные за обеспечение малосточного режима и их должностные обязанности, 18 основных видов загрязненных стоков котельной; описаны решения по утилизации стоков; установлен порядок проведения работ, по предотвращению нарушений малосточного режима; описаны возможные аварии и отказы, ведущие к загрязнению окружающей среды.

5. *Предложено техническое задание по проектированию малосточного безреагентной ТЭЦ для проектной организации и эксплуатационного персонала.*

6. *Проведена работа по сокращению стоков.*

За 1998—2001 гг. персонал станции минимизировал стоки до значения $0,15 \text{ м}^3/\text{Гкал}$ (до 180 тыс. т в год), что в 7 раз меньше начальных показателей 1990 г. Однако из-за остановки проектирования Омской ТЭЦ-6 и в связи со сменой главного инженера дальнейшая работа по сокращению стоков остановилась. Из-за отсутствия адекватной движущей силы этого процесса, невостребованности поставленных целей и технологических методов их решения на котельной перестали проводить анализ по снижению стоков. Вместо того чтобы про-

должать наладку системы автоматизации деаэраторов на «перегретой» воде, начали заменять на щелевые деаэраторы, что автоматически потребовало увеличения регенерационных стоков на восполнение потерь пара. По этой причине в 2002—2007 гг. объем стоков котельной Омской ТЭЦ-6 опять возрос до 300—400 тыс. т в год. Под давлением инспектирующих природоохранительных организаций было принято решение, ведущее в никуда. Вместо устранения причин образования стоков было предписано строить очистные сооружения на несбалансированную сумму — зря выброшенные деньги!

Выводы

Внедрение малосточного режима работы станции не является чисто экологической задачей.

Создание малосточной схемы — технологическая задача, для решения которой необходимо произвести анализ каждого потока в технологической цепи.

Следует ставить задачи не по устранению последствий загрязнения, а по выявлению и ликвидации причин образования загрязнения при разработке технических предложений по вновь проектируемой ТЭС.

Введение малосточного режима работы станции требует прежде всего конкретного анализа со стороны заказчика — главного инженера предприятия.

Наличие золо- и шламоотвала на станции играет негативную роль, так как золоотвал, по сути, является *последним звеном, на котором замыкаются все ошибки и просчеты — как на уровне проектирования, так и на уровне эксплуатации.*

Ошибки по созданию бессточной станции проявляются не сразу, а через 5—8 лет, когда необходимо решать вопрос с продувкой золоотвала при переполнении его золой.

Основой успеха внедрения малосточного режима является личная убежденность руководителей станции и четко сформулированная цель.