ОАО РАО "ЕЭС РОССИИ"

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ АНТИНАКИПИНОВ И ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ ОЭДФК, АФОН 200-50А, АФОН 230-23А, ПАФ-13А, ИОМС-1 И ИХ АНАЛОГОВ, ПРОВЕРЕННЫХ И СЕРТИФИЦИРОВАННЫХ В РАО "ЕЭС РОССИИ", НА ЭНЕРГОПРЕДПРИЯТИЯХ

СО 34.37.536–2004

МОСКВА 2005

gost.e-ecolog.ru

РОССИЙСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ "ЕЭС РОССИИ"

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ АНТИНАКИПИНОВ И ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ ОЭДФК, АФОН 200-60А, АФОН 230-23А, ПАФ-13А, ИОМС-1 И ИХ АНАЛОГОВ, ПРОВЕРЕННЫХ И СЕРТИФИЦИРОВАННЫХ В РАО «ЕЭС РОССИИ», НА ЭНЕРГОПРЕДПРИЯТИЯХ

Согласовано

Управление технического надзора Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору

Письмо № 09-03/1021
от 24.05.2005

Рекомендовано к применению

Начальник Департамента технического аудита и генеральной инспекции КЦ ОАО РАО «ЕЭС России»

М.Ю.Львов
« » 2005

Первый заместитель исполнительного директора, научный руководитель ОАО «Всероссийский теплотехнический институт»

А.Г. Тумановский
2004 г.

Главный инженер-директор ОАО «Инженерный центр ЕЭС» «Фирма ОРГРЭС»

« »

ОАО «ВТИ»
Москва 2005

Разработаны: ОАО "Всероссийский теплотехнический научно-исследовательский институт" ("ВТИ") с участием ГОУ ВПО "Московский энергетический институт (технический университет)" ("МЭИ"); ОАО "Уральский теплотехнический научно-исследовательский институт" ("УралВТИ"), ОАО "Химпром", ФГУП Государственный научно-исследовательский институт химических реактивов и особо чистых химических веществ (ИРЕА), ОАО "УралОРГРЭС".

Исполнители: Ю.В. Балабан-Ирменин, А.М. Рубашов, Н.Г. Фокина ("ВТИ") А.В. Богловский, А.В. Горбунов ("МЭИ"), Ю.Ф. Бодиарь ("УралВТИ"), С.Г. Тарасов ("Химпром"), В.В. Хохлов ("УралОРГРЭС").

Введены впервые

Ключевые слова: системы теплоснабжения, системы оборотного охлаждения, дистилляционные опреснительные установки, испарители, паровые котлы низкого давления, антинакипины, ингибиторы коррозии.

© ОАО РАО "ЕЭС России", 2005

Методические рекомендации по применению антинакипинов и ингибиторов коррозии ОЭДФК, АФОН 200-60А, АФОН 230-23А, ПАФ-13А, ИОМС-1 и их аналогов, проверенных и сертифицированных в РАО «ЕЭС России», на энергопредприятиях	Срок действия установлен с 2004-10-01 до 2014-10-01

Настоящий документ рекомендует правила применения антинакипинов и ингибиторов коррозии ОЭДФК, АФОН 200-60А, АФОН 230-23А, ПАФ-13А, ИОМС-1 и их аналогов, проверенных и сертифицированных в РАО «ЕЭС России», в системах теплоснабжения, горячего водоснабжения, оборотных системах охлаждения, паровых котлах низкого давления с рабочим давлением пара не более 1,4 МПа, дистилляционных опреснительных установках и испарителях.

Настоящий документ предназначен для эксплуатационного персонала ТЭС, котельных, наладочных, проектных и научно-исследовательских организаций, входящих в Группу РАО «ЕЭС России».

Положения данного документа могут быть использованы в системах коммунального хозяйства, а также предприятий различных отраслей промышленности независимо от формы собственности.

Настоящий документ не исключает использования других антинакипинов и ингибиторов коррозии, имеющих необходимую техническую и санитарно-эпидемиологическую документацию.

Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ОАО РАО "ЕЭС России".

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. В процессе эксплуатации систем теплоснабжения и горячего водоснабжения (ГВС), оборотных систем охлаждения, дистилляционных опреснительных установок и испарителей, паровых котлов низкого давления при нагреве воды может достигаться пересыщение воды солями, в первую очередь карбонатом кальция, что приводит к образованию накипи на теплообменных поверхностях. При высокой коррозионной агрессивности воды накопление соединений железа в воде определяет образование на теплообменных поверхностях железоокисных отложений. Наличие накипи и отложений приводит к ухудшению теплообмена, уменьшению эффективности работы оборудования, в ряде случаев к пережогу труб котлов, к экономическим потерям.

1.2. В соответствии с "Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации" (п.4.2.1.) и "Правилами устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов" (статья 8.1.1.) водно-химический режим должен обеспечивать работу оборудования без повреждений его элементов и снижения экономичности, вызванных коррозией внутренних поверхностей, а также без образования накипи и шлама.

1.3. Существующие способы предотвращения отложений зачастую малоэффективны (применение неорганических полифосфатов для систем оборотного охлаждения) или многозатратны (умягчение воды для систем теплоснабжения и паровых котлов низкого давления).

1.4. В соответствии с "Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей" допускается применение новых методов водоподготовки и водно-химических режимов, которые должны быть согласованы с вышестоящей организацией (п. 4.8.3.). В соответствии с "Правилами устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов" (статья 8.1.1.) допускается применение новых эффективных способов обработки воды, гарантирующих выполнение требований статьи 8.1.1.

1.5. Обработка воды антинакипинами позволяет предотвратить образование минеральных отложений на теплопередающих поверхностях при высокой накипеобразующей способности воды, обеспечивая работу оборудования без повреждений вследствие отложений накипи и шлама при полном или частичном отключении установок, с помощью которых снижается жесткость и (или) щелочность воды.

1.6. Применение ингибиторов коррозии позволяет предотвратить накопление соединений железа в воде и образование железоокисных отложений, а также уменьшить повреждаемость оборудования и трубопроводов от внутренней коррозии.

1.7. Применение антинакипинов целесообразно:

- при недостаточной эффективности антинакипных мероприятий, например малой эффективности используемых антинакипинов для систем оборотного охлаждения, недостаточной производительности

или неэффективной работе действующих установок подготовки воды;

- при высоких затратах на эксплуатацию или полном отсутствии установки подготовки воды;
- при наличии ограничений на солевые сбросы в случае умягчения воды методами Na-катионирования или H-катионирования или известкования.

1.8. Применение ингибиторов коррозии целесообразно при высокой агрессивности воды.

1.9. При работе с указанными реагентами должны соблюдаться действующие "Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов", "Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды", "Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электрических станций и тепловых сетей", "Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации", "Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок", "Правила техники безопасности при эксплуатации теплопотребляющих установок и тепловых сетей потребителей", "Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов работающих под давлением», а также меры предосторожности, приведённые в разделе 13 настоящих "Методических рекомендаций".

1.10. Электрооборудование, применяемое в установках приготовления и дозирования ингибиторов, должно соответствовать "Правилам устройства электроустановок". При его эксплуатации должны соблюдаться действующие "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей", "Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок", "Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации".

2. СВОЙСТВА АНТИНАКИПИНОВ И ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ

2.1. Реагенты ОЭДФК, АФОН-200-60А, АФОН-230-23А, ПАФ-13А, ИОМС-1 и их аналоги являются органическими веществами, содержащими фосфоновые группы $-PO_3H_2$ (в дальнейшем используется также термин "фосфонаты").

2.2. Свойства реагентов и № технических условий их производства даны в табл. 1.

Таблица 1. Свойства реагентов.

Торговая марка реагента, химическое наименование, номер технических условий	Вид товарного продукта	Содержание фосфоната в продукте, %	Плотность, г/см^3	pH
Реагент ОЭДФК, 1-гидроксиэтилидендифосфоновая кислота	Порошок	97-98	-	
Реагент АФОН 200-60А,	Водный	58-62	1,44-1,47	2

1-гидроксиэтилидендифосфоновая кислота	раствор			
Ингибитор коррозии и солеотложения АФОН 230 –23А, Цинковый комплекс динатриевой соли 1-гидроксиэтилидендифосфоновой кислоты; (1-Гидроксиэтилиден) дифосфонат натрия комплекс с цинком; Гидроксиэтилидендифосфоновой кислоты цинк-динатриевая соль	Водный раствор	20-25	1,1-1,3	7,0-9,0
Реагент ПАФ–13А марки А, Натриевые соли полиаминометиленфосфоновых кислот	Водный раствор	25-28	1,3	4,0-6,0
Ингибитор солеотложений ИОМС-1, Натриевые соли аминометиленфосфоновых кислот	Водный раствор	23-26	1,3-1,41	5,5-7,5

2.3. ОЭДФК, поставляемая в виде порошка, хорошо растворима в воде: до 60 г на 100г воды при комнатной температуре.

2.4. Антинакипное действие фосфонатов определяется их адсорбцией на активных центрах микрозародышей кристаллов, тормозящей или предотвращающей образование кристаллов в пересыщенном растворе. В результате раствор находится в пересыщенном состоянии без образования накипи.

2.5. Фосфонаты обладают комплексообразующими свойствами по отношению к катионам многих металлов (кальция, магния, железа и др.). Эти свойства играют определенную роль в антинакипной эффективности фосфонатов.

2.6. При высоких концентрациях фосфонатов в растворах эффект ингибирования накипеобразования может уменьшаться.

2.7. При концентрации менее 20 мг/дм^3 по основному веществу фосфонаты практически не меняют величину pH природной и умягченной воды.

2.8. Все рассматриваемые реагенты являются эффективными антинакипинами по отношению к карбонату кальция. ИОМС-1 и ПАФ-13А являются также ингибиторами накипеобразования сульфата кальция.

2.9. Высокие антикоррозионные свойства имеет АФОН 230-23А. Этот фосфонат при применяемых концентрациях значительно уменьшает скорость коррозии сталей и цветных металлов на основе меди в деаэрированной воде. Остальные из вышеперечисленных фосфонатов не являются эффективными ингибиторами коррозии, но при применяемых концентрациях не увеличивают скорость коррозии сталей и сплавов меди.

2.10. Применение фосфонатов в системах теплоснабжения открытого типа и ГВС ограничивается их санитарно-гигиеническими свойствами. В соответствии с заключениями государственного санитарно-

эпидемиологического надзора рассматриваемые фосфонаты имеют следующие предельно допустимые концентрации (ПДК) в питьевой воде (табл. 2).

Таблица 2. Предельно допустимые концентрации фосфонатов в питьевой воде.

Реагент	ОЭДФК АФОН 200-60А	ИОМС-1	ПАФ-13А	АФОН 230-23А
ПДК по основному веществу, мг/дм^3	0,6	4	5	5

2.11. Предельно допустимые концентрации фосфонатов в воде водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования в соответствии с ГН 2.1.5.1315-03 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водоснабжения" указаны в табл. 3.

Таблица 3. Предельно допустимые концентрации фосфонатов в водоемах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения.

Реагент	ОЭДФК и АФОН 200-60А	ИОМС-1	ПАФ-13А	АФОН 230-23А
ПДК по основному веществу, мг/дм^3	0,6	4	5	5

2.12. Предельно допустимые концентрации в воде рыбохозяйственных водоемов в соответствии с "Перечнем предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов" указаны в табл. 4.

Таблица 4. Предельно допустимые концентрации фосфонатов в воде рыбохозяйственных водоемов

Реагент	ОЭДФК АФОН 200-60А	ИОМС-1	ПАФ-13А	АФОН 230-23А
ПДК по основному веществу, мг/дм^3	0,9	0,1	0,1	1,0

2.13. Воздействие фосфонатов на отложения, содержащие соединения кальция и магния, приводит к изменению их структуры и постепенному разрушению. В результате при длительном дозировании фосфонатов в воду имеющиеся плотные отложения разрыхляются и могут удаляться с поверхности металла.

2.14. Все рассматриваемые реагенты при контакте с суспензией золы систем гидрозолоудаления полностью удаляются из воды за счет их сорбции на частицах золы.

3. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ.

3.1. Подготовительные работы целесообразно проводить при непосредственном участии специализированной организации. Специализированная организация – организация, выполняющая весь комплекс работ по разработке и внедрению технологии обработки воды фосфонатами и обладающая необходимым оборудованием и квалифицированным персоналом для выполнения работ. Распределение работ между эксплуатирующей систему организацией, проектной и специализированной организациями определяется официальным соглашением (договором).

3.2.В объем мероприятий при подготовке к проведению дозирования фосфонатов в воду системы целесообразно включать:

3.2.1. Обследование водного режима системы, включая уточнение нормируемых показателей водного режима и объема химконтроля, определение состава отложений в теплообменном оборудовании, оценку скорости коррозионных процессов.

3.2.2. Обследование режима работы теплообменного оборудования.

3.2.3. Определение необходимой концентрации (дозы) фосфоната по лабораторно-стендовым испытаниям (см. разделы 9, 10) в соответствии с температурными и конструктивными особенностями оборудования системы с учетом сезонных колебаний основных показателей качества используемой воды.

3.2.4. Проведение необходимых расчетов и разработку схемы дозирования с учетом конкретных характеристик оборудования.

3.2.5. Монтаж и приемку в эксплуатацию установки дозирования фосфонатов.

3.2.6. Определение объема химического контроля в процессе пусконаладочных операций.

3.2.7. Подготовку химлаборатории к проведению анализов и обучение персонала методикам анализов.

3.2.8. Создание рабочей программы пуско-наладочных технологических операций.

3.2.9. Согласование режима обработки воды фосфонатами с санитарными органами, контролирующими данное энергопредприятие. При сбросе воды, содержащей фосфонаты, непосредственно в рыбохозяйственные водоемы режим обработки воды фосфонатами должен согласовываться с региональной бассейновой инспекцией.

4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕЖИМУ ОБРАБОТКИ ВОДЫ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ (ГВС).

4.1. Рекомендации по выбору и ведению режима.

4.1.1. Необходимая концентрация (доза) антинакипина зависит от накипеобразующей способности воды. Накипеобразующая способность воды и необходимая концентрация комплексона растет с увеличением значения карбонатного индекса воды, температуры воды и значения pH.Кроме того накипеобразующая способность зависит от типа и количества органики, содержащейся в воде и состава воды. Карбонатный индекс рассчитывается как произведение кальциевой жесткости воды на ее общую щелочность. Кальциевая жесткость воды определяется по СО 34-70-953.25-92, щелочность воды – по СО 153-34.37.523.7-88.

4.1.2. Для предупреждения образования отложений карбоната кальция могут быть использованы все рассматриваемые реагенты.

4.1.3. При необходимости ингибирования образования отложений сульфата кальция целесообразно использовать ИОМС-1 или ПАФ-13А.

4.1.4. При высокой коррозионной агрессивности сетевой воды целесообразно использовать АФОН 230-23А.

4.1.5. Выбор антинакипина определяется типом системы, типом теплообменного оборудования и местом расположения объекта.

4.1.5.1. При отдалённости объекта внедрения, особенно при расположении объекта в северных регионах, может быть выгодно использование порошкообразного фосфоната ОЭДФК в связи с трудностями транспортировки водных растворов фосфонатов в зимнее время (см. раздел 12).

4.1.5.2. Для систем теплоснабжения открытого типа и ГВС доза антинакипина ограничена ПДК фосфоната в питьевой воде (см. п. 2.10).

4.1.5.3. Для закрытых систем теплоснабжения и для присоединенных по независимой схеме отопительных установок в открытых системах теплоснабжения отсутствуют ограничения по концентрации фосфонатов, связанные с питьевой водой.

4.1.6. Для оценки применимости различных антинакипинов могут быть использованы приведённые на рис. 1-7 данные. На этих графиках, построенных на основе обобщения результатов промышленного использования фосфонатов, показаны области возможной применимости ОЭДФК, АФОН 200-60А, ИОМС-1, ПАФ-13А и их аналогов, проверенных и сертифицированных в РАО «ЕЭС России», при различных температурах нагреваемой воды. Области применимости находятся между линиями на рис. 1-7.

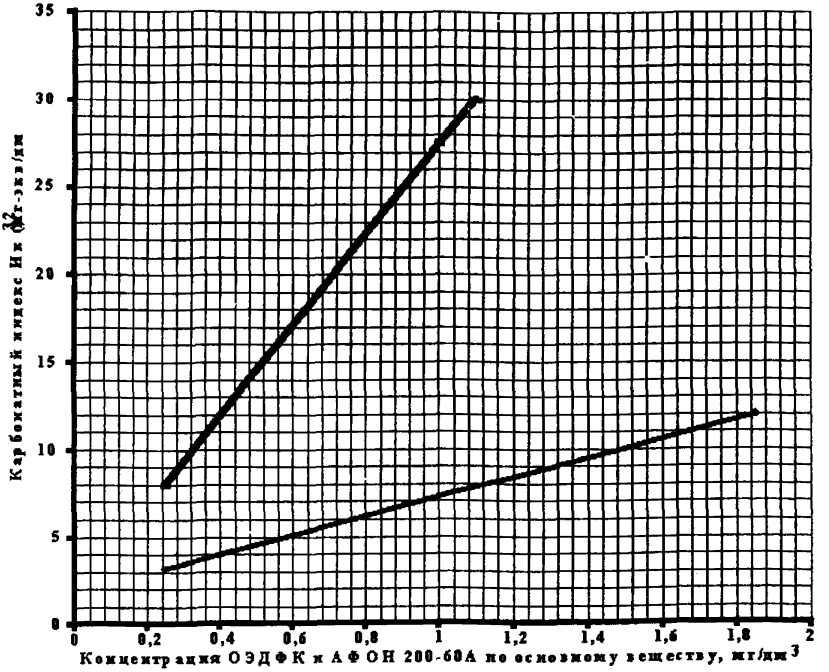


Рис.1. Область применения ОЭДФК, АФОН 200-60А и их аналогов, проверенных и сертифицированных в РАО «ЕЭС России», для систем теплоснабжения и ГВС при температуре 65-130^{0}С и нагреве в сетевых подогревателях

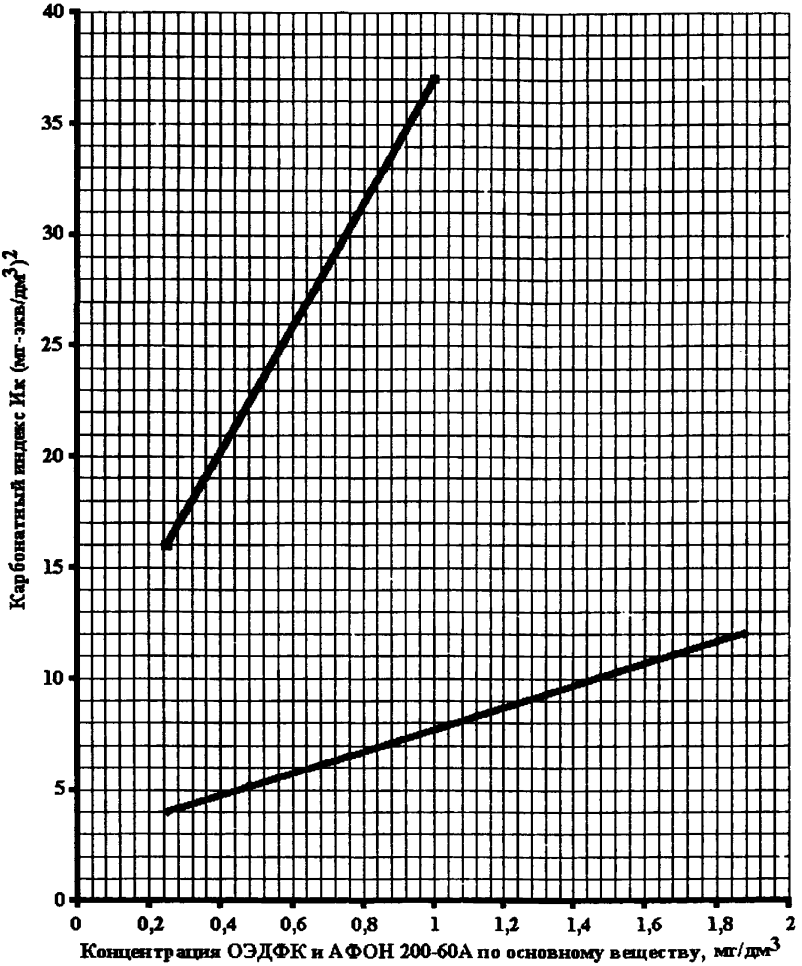


Рис.2 Область применения ОЭДФК, АФОН 200-60А и их аналогов, проверенных и сертифицированных в РАО «ЕЭС России», для систем теплоснабжения и ГВС при температуре не более 100^0С и нагреве в водогрейных водотрубных котлах

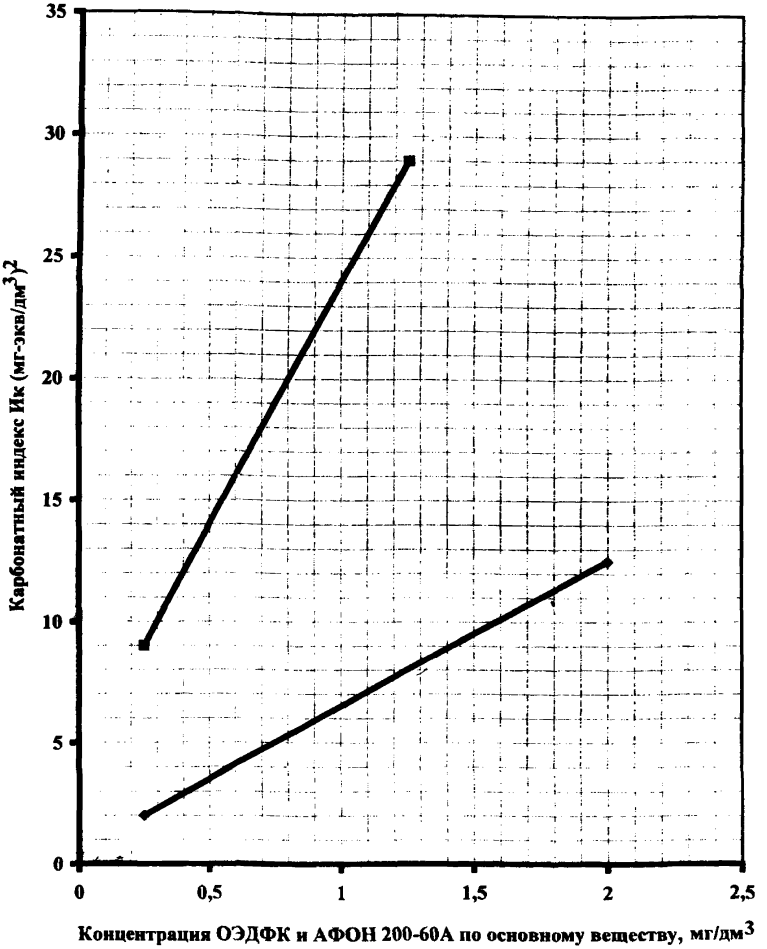


Рис. 3 Область применения ОЭДФК, АФОН 200-60А и их аналогов, проверенных и сертифицированных в РАО «ЕЭС России», для систем теплоснабжения при температуре 101-135^{0}С и нагреве в водогрейных водотрубных котлах

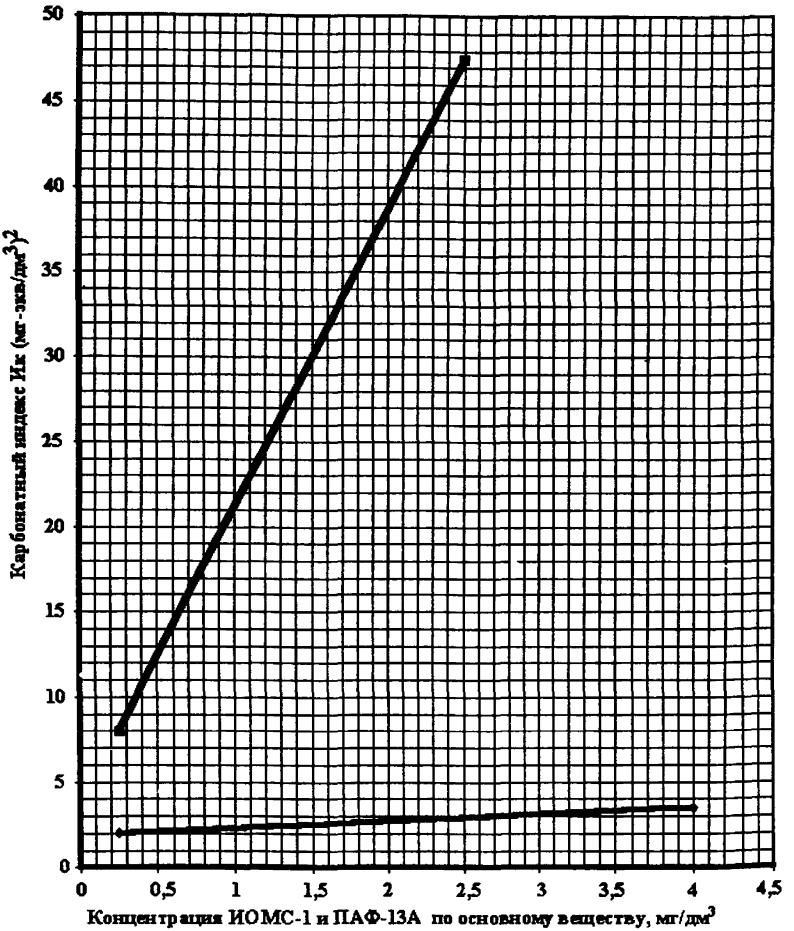


Рис.4. Область применения ИОМС-1, ПАФ-13А и их аналогов, проверенных и сертифицированных в РАО «ЕЭС России», для систем теплоснабжения и ГВС при температуре 65-135^{0}С и нагреве в сетевых подогревателях

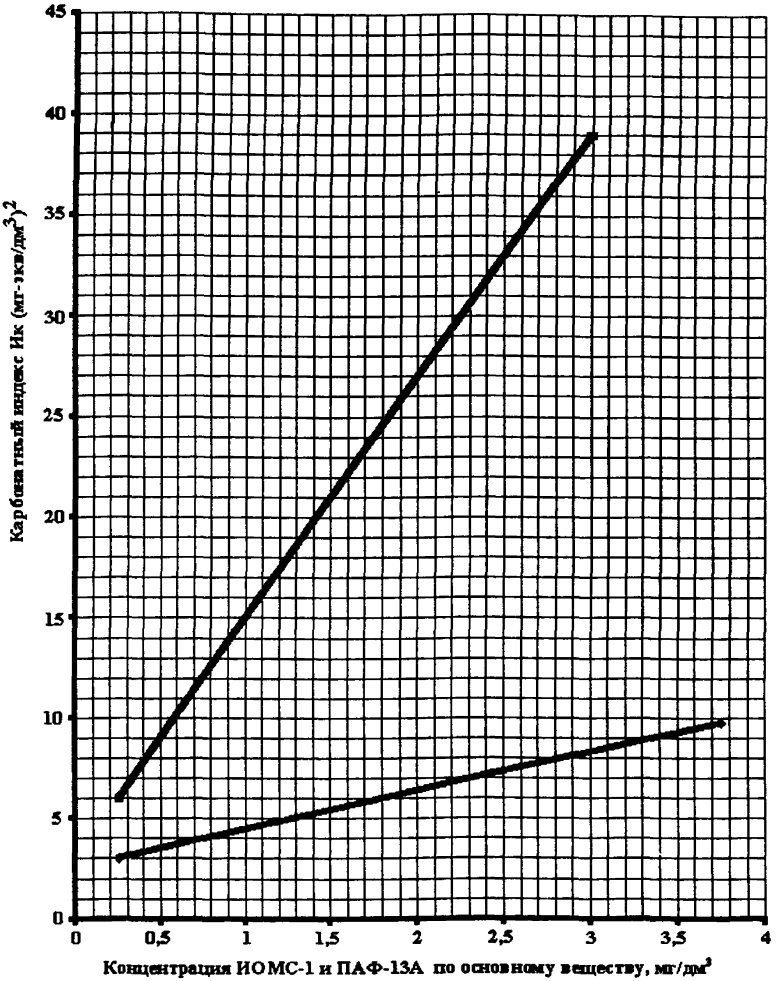


Рис. 5. Область применения ИОМС-1, ПАФ-13А и их аналогов, проверенных и сертифицированных в РАО «ЕЭС России», для систем теплоснабжения и ГВС при температуре не более 100^{0}С и нагреве в водогрейных водотрубных котлах

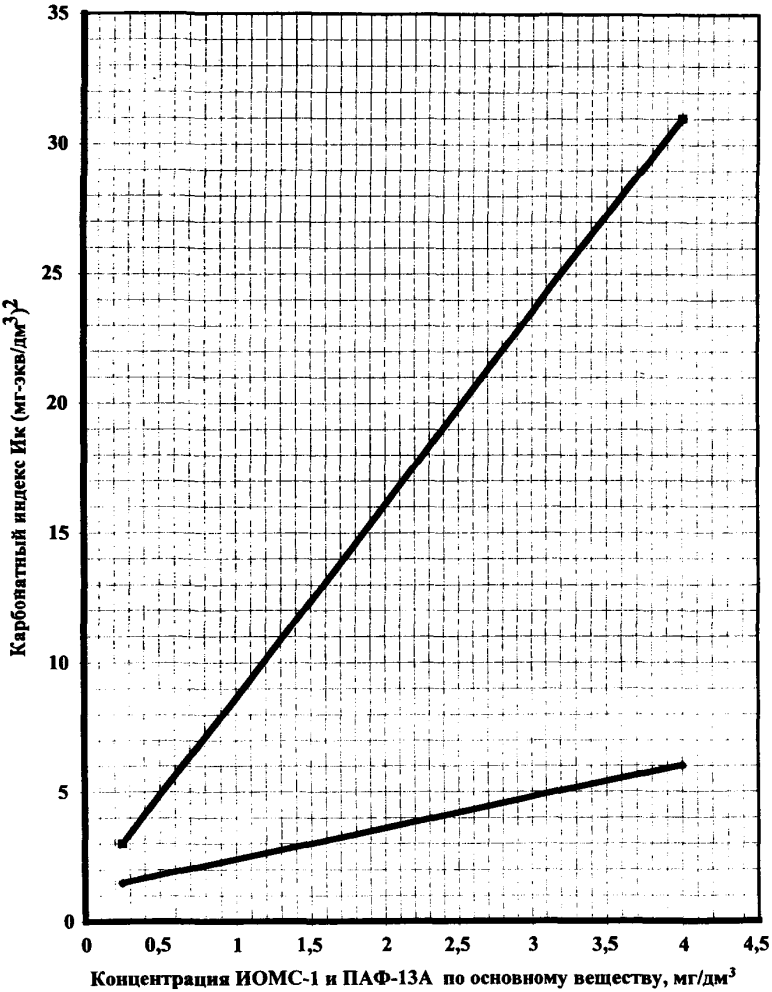


Рис.6 Область применения ИОМС-1, ПАФ-13А и их аналогов, проверенных и сертифицированных в РАО «ЕЭС России», для систем теплоснабжения при температуре 101-135^{0}С и нагреве в водогрейных водотрубных котлах.

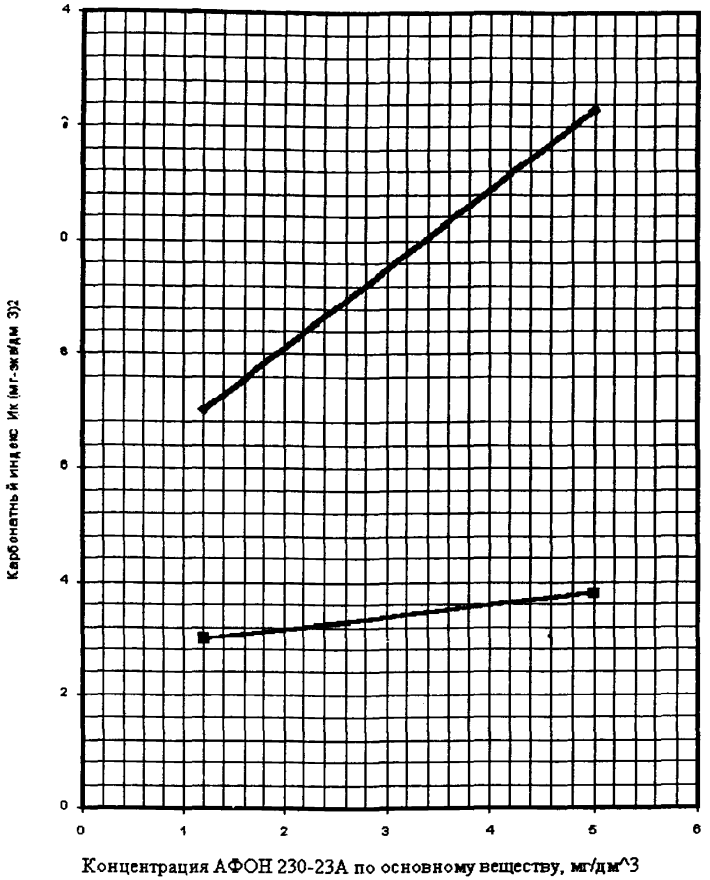


Рис.7. Область применения АФОН 230-23А и его аналогов проверенных и сертифицированных в РАО «ЕЭС России», для систем теплоснабжения при температурах 90-150^{0}С по результатам стендовых испытаний ВТИ

4.1.7. Выбор концентрации антинакипина в прямой сетевой воде для конкретного объекта производится пс результатам экспериментов с учетом реального состава воды, температуры ее нагрева и т.д. в соответствии с рекомендациями раздела 9.

4.1.8. В жаротрубных котлах циркуляция воды слабая, существуют застойные зоны, в которых может существовать поверхностное кипение, там же скапливается шлам. Воспроизведение этих режимов невозможно при экспериментальном определении дозы антинакипина, поэтому применение фосфонатов в этом случае может приводить к аварийным ситуациям. В связи с этим не рекомендуется использовать фосфонаты для обработки воды, нагреваемой в жаротрубных котлах.

4.1.9. В паровых котлах низкого давления типа ДЕ и ДКВР, реконструированных в водогрейные, низкие скорости движения воды в трубах, что может приводить к поверхностному кипению и значительному понижению эффективности антинакипинов. Применение антинакипинов для обработки воды, нагреваемой в котлах этого типа, не рекомендуется.

4.1.10. Не рекомендуется использование антинакипинов в системах с нагревом воды в водогрейных водотрубных котлах тепловой мощностью 30 Гкал/ч и более, работающих с температурой воды на выходе из котла более 130 °С, в связи с возможностью поверхностного кипения в трубках котлов. В этом случае необходимо проводить специальные расчеты для определения режимов работы котлов, при которых отсутствует поверхностное кипение. Целесообразно проводить такие же расчеты при температуре на выходе из котла более 115^{0}С. Расчёты проводятся в соответствии с СО 34.26.101-94.

4.1.11. Применение антинакипинов возможно в различных режимах.

4.1.11.1. Режим с полным отключением химводоочистки (умягчения. декарбонизации и т.п.) подпиточной воды.

4.1.11.2. Режим с частичным отключением химводоочистки подпиточной воды (т.е. режим, в котором один поток подпиточной воды проходит химводоочистку, а другой поток подпиточной воды обрабатывается только антинакипином; в дальнейшем эти потоки объединяются). Этот режим может быть использован в том случае, если при экспериментальных испытаниях антинакипинов (в соответствии с разделом 9) для режима с полным отключением химводоочистки получены неудовлетворительные результаты.

4.1.11.3. Режим с временным отключением химводоочистки подпиточной воды на период летних низких температур сетевой воды.

4.1.12. Антикоррозионные мероприятия с применением фосфоната АФОН 230-23А могут быть реализованы в трех вариантах.

4.1.12.1. Антикоррозионный режим без отключения химводоочистки подпиточной воды.

4.1.12.2. Антикоррозионный режим при полном или частичном отключении химводоочистки подпиточной воды.

4.1.13. Выбор концентрации реагента АФОН 230-23А в качестве ингибитора коррозии рекомендуется производить по результатам коррозионных испытаний (см. раздел 10).

4.1.14. Выбор концентрации реагента АФОН 230-23А в качестве ингибитора коррозии и накипеобразования рекомендуется производить по результатам антинакипных и коррозионных испытаний (см. разделы 9, 10). Из результатов, полученных в обоих испытаниях, выбирается большая концентрация реагента.

4.1.15. Введение фосфонатов в системы теплоснабжения позволяет использовать воду с высокой величиной карбонатного индекса ($И_к$), уменьшать коррозионную агрессивность воды, но не отменяет применение деаэрации воды в системах теплоснабжения открытого типа. В системах теплоснабжения закрытого типа с удельным расходом подпиточной воды не более 0,03% в час *от объема тепловой сети и присоединенных к ней систем теплопотребления* отключение деаэратора возможно в экспериментальном порядке с последующим контролем скорости коррозии по увеличению концентрации железа в сетевой воде и с помощью индикаторов в соответствии с СО 34.17.465-00.

4.1.16. При введении фосфонатов в действующую систему теплоснабжения, имеющую значительные (не менее 300 г/м^2) количества отложений на внутренней поверхности трубопроводов, целесообразно на начальном этапе ввода фосфонатов (2-4 месяца) не отключать химводоочистку подпиточной воды для использования фосфонатов в отмывочном режиме и предусмотреть увеличение продувки из закрытых систем теплоснабжения.

На время отмывочного периода, который желательно проводить летом или в начале (в конце) отопительного сезона целесообразно:

- установить в системе грязевики и следить за их состоянием по перепаду давления
- тщательно следить за состоянием водогрейного оборудования – перепад давления на сетевых подогревателях не должен возрастать более, чем на 20 %.

4.1.17. В связи с сорбцией фосфонатов на частицах оксидов железа обработку *фосфонатами сетевой воды после окончания отмывочного периода* целесообразно начинать при концентрации железа в воде не более 0,5 мг/дм3.

4.1.18. При возможном сбросе воды из систем теплоснабжения и ГВС непосредственно в водоемы культурно-бытового и хозяйственно-питьевого водопользования концентрация фосфонатов с учетом разбавления не должна превышать норм, указанных в п. 2.11.; при сбросе в рыбохозяйственные водоемы – норм, указанных в п. 2.12.

4.1.19. Воду из систем теплоснабжения и ГВС можно использовать для подпитки оборотной системы гидрозолоудаления, где все рассматриваемые фосфонаты полностью сорбируются золой и удаляются при последующем осветлении воды.

4.2. Рекомендации по дозированию реагентов.

4.2.1 Реагент целесообразно дозировать в систему в виде промышленного продукта или раствора 1 - 10% в точку, где обеспечивается его перемешивание со всем объемом воды. Хорошее перемешивание раствора в воде

при вводе фосфоната в трубопровод обеспечивается при скорости воды в нем не менее 1 м/с. Ввод реагента должен обеспечить защиту от накипеобразования (накипеобразования и коррозии) основного оборудования системы и подогревателей (деаэраторов), находящихся в тракте подпиточной воды.

4.2.2. Дозирование реагента в систему осуществляется с помощью установки для дозирования раствора реагента (см. раздел 11)

4.2.3. При первоначальном заполнении системы фосфонатом ввод реагента целесообразно производить с дозой, не превышающей необходимую рабочую дозу фосфоната.

4.3. Рекомендации по расчету расхода реагента для обработки воды.

4.3.1. Массовый расход реагента по промышленному (товарному) продукту (G_1) рассчитывается по формуле:

$$G_1 = C \cdot D / 10 \cdot a, \text{ кг/ч}, \qquad (1)$$

где C – необходимая доза реагента по основному веществу, мг/дм^3,

D – расход подпиточной воды, м^3/ч,

a – массовая доля основного вещества в промышленном продукте, %

Расход G_1 используется для расчёта годовой потребности реагента.

4.3.2. Объемный расход дозируемого раствора реагента (G_2) рассчитывается по формуле:

$$G_2 = G_1 / d, \text{ дм}^3/\text{ч}, \qquad (2)$$

где d – плотность дозируемого раствора реагента, г/см^3.

4.3.3. При первичном вводе реагента в систему массовый расход товарного продукта для насыщения реагентом всей системы ($G_{зап}$) определяется по формуле:

$$G_{зап} = C \cdot V \cdot n / 10 \cdot a, \text{ кг}, \qquad (3)$$

где V – объем воды в системе, м^3,

n – кратность избытка реагента, величина n может быть оценена следующим образом: для систем впервые пускаемых в эксплуатацию n = 1, для систем находившихся в эксплуатации не менее двух лет допускается увеличение "n" до 2.

5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕЖИМУ ОБРАБОТКИ ВОДЫ ОБОРОТНЫХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ

5.1. Рекомендации по выбору и ведению режима.

5.1.1. При обработке воды антинакипином рекомендуется наладить режим подпитки и продувки циркуляционной системы, исключающий резкие изменения расхода продувочной воды, что упростит поддержание заданной концентрации реагента. Если невозможно обеспечить равномерную продув-

ку, дозировку антинакипина рекомендуется рассчитать с учетом максимально возможного коэффициента упаривания для гарантии безнакипного режима.

5.1.2. Для оценки области применения различных фосфонатов может быть использован график на рис. 8, где показана зависимость между карбонатным индексом в циркуляционной воде и необходимой концентрацией ОЭДФК (АФОН 200 – 60А) или ИОМС-1 по основному веществу, полученная на основании данных промышленного использования этих реагентов. Верхняя половина области на рис. 8 между кривыми 1 и 2 относится к режимам систем оборотного охлаждения электростанций. Для систем оборотного охлаждения других предприятий, где температура воды может быть существенно больше 50°С более приемлема нижняя половина области на рис 8 между кривыми 2 и 3. Реагенты АФОН 230 – 23А и ПАФ-13А также могут применяться для систем оборотного охлаждения. В связи с ограниченным промышленным опытом применения реагентов АФОН 230-23А и ПАФ-13А для систем оборотного охлаждения области применения указанных реагентов не приводятся.

5.1.3. Выбор концентрации антинакипина в циркуляционной воде для конкретного объекта проводится специализированной организацией по результатам экспериментов с учетом реальной температуры нагрева воды и т.д. в соответствии с рекомендациями раздела 9.

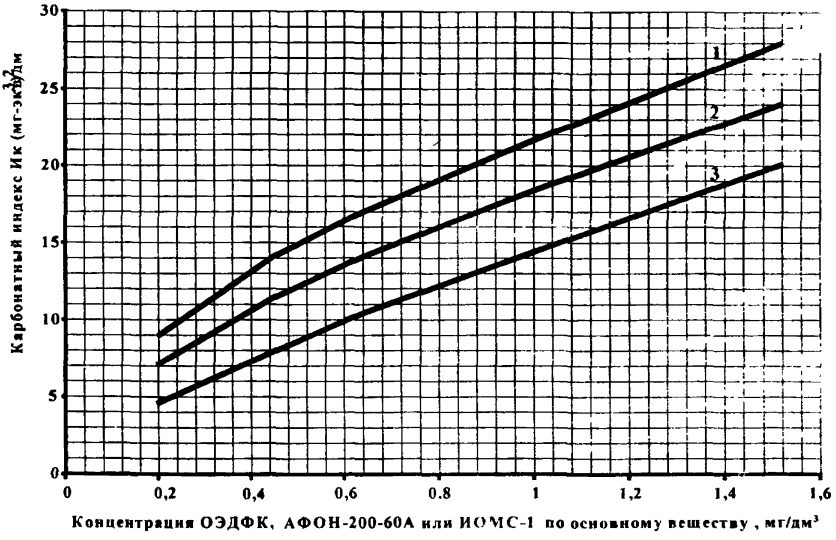


Рис.8. Область применения ОЭДФК, АФОН-200-60А и ИОМС-1 для систем оборотного охлаждения с градирнями

5.1.4. При отсутствии стабилизации воды перед началом обработки антинакипином, карбонатный индекс циркуляционной воды $(И_К)_{ц.в.}$ за счет осаждения карбоната кальция не соответствует расчетному значению $(И_К)_{расч.}$.

$$(И_К)_{ц.в.} < (И_К)_{расч}, \qquad (4)$$

где $(И_К)_{расч.} = \varphi \cdot (И_К)_{доб}$. (5)

φ - коэффициент упаривания воды;

$(И_К)_{доб.}$ - карбонатный индекс добавочной воды, $(мг\text{-}экв/дм^3)^2$.

В этом случае требуемую концентрацию антинакипина следует выбирать по расчетному значению карбонатного индекса $(И_К)_{расч.}$.

5.1.5. Величина φ рассчитывается по формуле:

$$\varphi = (Cl^-)_{ц.в.} / (Cl^-)_{доб.}, \qquad (6)$$

где $(Cl^-)_{ц.в}$ и $(Cl^-)_{доб.}$– концентрации хлоридов в циркуляционной и добавочной воде соответственно. Определение концентрации хлоридов в циркуляционной и добавочной воде производится по СО 34-70-953.16-90.

5.1.6. При необходимости сокращения подпитки и продувки циркуляционной системы, допустимый коэффициент упаривания $(\varphi_{доп})$ при обработке воды антинакипином определяется по формуле

$$\varphi_{доп} = (И_к)_{доп} / (И_к)_{доб}, \qquad (7)$$

где $(И_К)_{доп.}$ - допустимый карбонатный индекс циркуляционной воды при выбранном режиме обработки.

5.1.7. Необходимый расход добавочной воды $(D_{доб})$ определяется по формуле

$$D_{доб.} = \frac{\varphi_{доп.}}{\varphi_{доп.} - 1} \cdot D_{исп.}, \ м^3/ч \qquad (8)$$

где $D_{исп.}$ - потери воды с испарением в градирнях, $м^3/ч$.

Величина продувки $(D_{прод.})$ составляет:

$$D_{прод.} = D_{доб.} - D_{исп.} - D_{к.у.}, \ м^3/ч, \qquad (9)$$

где $D_{к.у.}$ - потери воды с капельным уносом в градирнях, $м^3/ч$.

5.1.8. Оптимальный режим подпитки и продувки определяется путем сравнения вариантов обработки воды по заданным (не более 27,0 $(мг\text{-}экв/дм^3)^2$) значениям карбонатного индекса циркуляционной воды $(И_К)_{доп}$. Снижение подпитки и продувки может вызвать необходимость увеличения концентрации антинакипина ввиду повышения карбонатного индекса цирку-

ляционной воды. Оптимальный режим подбирается на основании сравнения различных вариантов, приемлемых для предприятия.

При величине $(И_К)_{расч}$ более 27 (мг-экв/дм^3)^2 вместе с дозировкой фосфонатов могут применяться другие методы: рекарбонизация, подкисление серной кислотой или известкование части подпиточной воды, обеспечивающей снижение карбонатного индекса.

5.1.9. При изменении карбонатного индекса добавочной воды или режима эксплуатации системы охлаждения, влекущего за собой изменения карбонатного индекса циркуляционной воды, производится корректировка дозирования антинакипина в соответствии с результатами ранее проведенных экспериментов и рис 7.

5.1.10. При сбросе воды из систем оборотного охлаждения непосредственно в водоемы культурно-бытового и хозяйственно-питьевого водопользования концентрация фосфонатов с учетом возможного разбавления не должна превышать норм, указанных в п. 2.11; при сбросе в рыбохозяйственные водоемы – норм указанных в п. 2.12.

5.1.11. Для уменьшения загрязнения водоемов продувочную воду циркуляционной системы целесообразно использовать в цикле тепловой электростанции.

5.1.12. На тепловых электростанциях, сжигающих твердое топливо, продувочную воду можно использовать для подпитки оборотной системы гидрозолоудаления. Оксиэтилидендифосфоновая кислота и другие указанные фосфонаты сорбируются золой и практически полностью удаляются при последующем осветлении воды.

5.1.13. Использовать продувочную воду системы охлаждения в качестве исходной для водоподготовительной установки можно при наличии стадии известкования. Для исключения отрицательного воздействия фосфонатов на процесс кристаллизации карбоната кальция в осветлителе концентрацию фосфоната в воде, подаваемой в осветлитель, целесообразно поддерживать на уровне не более 1 мг/дм^3 (по основному веществу).

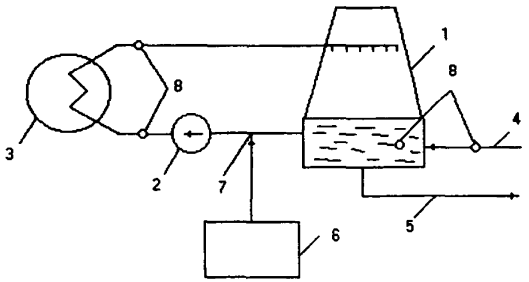
5.1.14. Обработка воды антинакипинами позволяет сократить подпитку и продувку циркуляционной системы и повысить степень концентрирования солей в циркуляционной воде. Использование воды с повышенной минерализацией в качестве исходной для водоподготовительной установки, приведет к увеличению затрат на очистку воды. Увеличение подпитки и продувки циркуляционной системы для снижения степени концентрирования солей, вызовет непроизводительные потери антинакипинов с продувочной водой. Поэтому в каждом конкретном случае целесообразность использования продувочной воды в качестве исходной для водоподготовительной установки должна определятся на основании технико-экономических расчетов.

5.1.15. Обработка антинакипинами не предотвращает образование биологических и наносных отложений. При необходимости обработка воды антинакипинами должна сочетаться с другими способами в соответствии с СО 153-34.22.501.

5.1.16. Целесообразность обработки воды антинакипинами должна определятся на основании технико-экономических расчетов с учетом других способов предотвращения накипеобразования (подкисления, полифосфатной обработки, рекарбонизации и др.). При расчетах следует учитывать, что при сокращении подпитки и продувки, допускаемом при обработке воды антинакипинами, возрастает минерализация воды и может возникнуть необходимость в применении более коррозионно-стойких материалов для трубок конденсаторов, в соответствии с приложением Б.

5.2. Рекомендации по дозированию реагентов.

5.2.1. Антинакипины целесообразно дозировать в циркуляционную систему в виде 0,1-10%-ного раствора в точку, где обеспечиваются постоянный проток и последующее перемешивание со всем объемом воды (рис. 9).



1 – градирня; 2 – циркуляционный насос; 3 – конденсатор; 4 –трубопровод подпиточной воды; 5 – продувка; 6 – установка для приготовления и дозирования раствора антинакипина; 7 – рекомендуемая точка ввода антинакипина; 8 – другие возможные точки ввода антинакипина.

Рис. 9. Схема ввода антинакипина в оборотную систему охлаждения с градирнями.

5.2.2. Дозирование реагента в систему осуществляется с помощью установки для дозирования раствора реагента (см. раздел 11).

5.2.3. При первоначальном вводе фосфоната в систему ввод реагента целесообразно производить с концентрацией, не превышающей необходимую рабочую дозу фосфоната.

5.3. Рекомендации по расчету расхода реагента для обработки воды.

5.3.1. При первичном вводе реагента в систему охлаждения массовый расход товарного продукта для насыщения реагентом всей системы ($G_{зап}$) определяется по формуле:

$$G_{зап} = C \cdot V / 10 \cdot a, \text{ кг}, \qquad (10)$$

где V – объем воды в циркуляционной системе, $м^3$,

С – необходимая концентрация реагента по основному веществу, $мг/дм^3$, а – массовая доля основного вещества в промышленном продукте, %.

5.3.2. В дальнейшем реагент вводится непрерывно для поддержания заданной концентрации. Массовый расход реагента по промышленному продукту (G_1) рассчитывается по формуле:

$$G_1 = C \cdot D / 10 \cdot a \cdot \varphi_{доп}, \text{ кг/ч}, \qquad (11)$$

где С – необходимая доза реагента по основному веществу, $мг/дм^3$,

D – расход добавочной воды, $м^3/ч$,

а – массовая доля основного вещества в промышленном продукте, %

φ – коэффициент упаривания.

Расход G_1 используется для расчёта годовой потребности реагента.

5.3.3. Объемный расход дозируемого раствора реагента (G_2) рассчитывается по формуле:

$$G_2 = G_1 / d, \text{ дм}^3/\text{ч}, \qquad (12)$$

где d – плотность дозируемого раствора реагента, $г/см^3$.

6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕЖИМУ ОБРАБОТКИ ВОДЫ ПАРОВЫХ КОТЛОВ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

6.1. Рекомендации по выбору и ведению режима.

6.1.1. При выборе режима рекомендуется ориентироваться на реальные условия работы котлов, т.к. паровые котлы низкого давления могут работать при более низких, чем проектные, давлениях и соответственно температурах насыщенного пара, определяемых потребностями эксплуатации.

6.1.2. Питательная вода котлов низкого давления обычно является смесью подпиточной воды, подготавливаемой с помощью натрий-катионирования, и возвратного конденсата пара, поступающего от потребителей пара. Выбор режима целесообразно производить с учетом доли конденсата в питательной воде котлов. Величина жесткости питательной воды ($Ж_{п.в.}$) определяется по формуле:

$$Ж_{п.в.} = (D_к \cdot Ж_к + D_{под} \cdot Ж_{под.в.})/(D_к + D_{под}), \text{ мг-экв/дм}^3, \qquad (13)$$

где $D_к$ и $D_{под}$ – расходы конденсата и подпиточной воды, $м^3/ч$,

$Ж_к$ и $Ж_{под.в}$ – жесткость конденсата и подпиточной воды, $мг\text{-экв}/дм^3$.

Жесткость конденсата, подпиточной и питательной воды определяется по СО 153-34.37.523.8-88.

6.1.3. Величина $D_к$, $D_{под}$ и $Ж_{под.р}$ рекомендуется принимать с учетом ее сезонных изменений.

6.1.4. Выбор реагента для применения на конкретном объекте определяется задачами, решаемыми для данного объекта. Для предупреждения накипеобразования могут быть использованы АФОН 230-23А и ИОМС-1. Для предупреждения коррозии или накипеобразования и коррозии целесообразно использовать АФОН 230-23А.

6.1.5. Необходимую концентрацию реагента в питательной воде котла рекомендуется определять экспериментально в соответствии с рекомендациями разделов 9, 10.

6.1.6. При выборе концентрации АФОН 230-23А в качестве ингибитора коррозии и антинакипина из результатов, полученных в обоих испытаниях, выбирается большая концентрация реагента.

6.1.7. При введении фосфонатов в ранее действовавший котел целесообразно на начальном этапе ввода фосфонатов (2-3 месяца) не отключать химводоочистку подпиточной воды для использования фосфонатов в отмывочном режиме.

6.1.8. При возможном сбросе продувки или опорожнении котлов непосредственно в водоемы культурно-бытового и хозяйственно-питьевого водопользования концентрация фосфонатов с учетом разбавления не должна превышать норм, указанных в п. 2.11, при сбросе в рыбохозяйственные водоемы – норм, указанных в п. 2.12.

6.2. Рекомендации по дозированию реагентов.

6.2.1. Реагент дозируется в систему обычно в виде промышленного продукта в точку, где обеспечивается постоянный проток и последующее перемешивание со всем объемом питательной воды. Возможные места дозирования: в трубопроводы подпиточной воды, в бак сбора возвратного конденсата или бак подпиточной воды, в трубопровод подающий подпиточную воду или конденсат в деаэратор непосредственно перед вводом трубопроводов в деаэратор питательной воды.

6.2.2. Дозирование раствора осуществляется с помощью установки для дозирования раствора реагента (см. раздел 11).

6.3. Рекомендации по расчету расхода реагента для обработки воды.

6.3.1. Массовый расход реагента по промышленному (товарному) продукту (G_1) рассчитывается по формуле:

$$G_1 = C \cdot D / 10 \cdot a, \text{ кг/ч}, \qquad (14)$$

где C – необходимая доза реагента по основному веществу, мг/дм^3,

D – расход питательной воды, м^3/ч,

a – массовая доля основного вещества в промышленном продукте, %

Расход G_1 используется для расчёта годовой потребности реагента.

6.3.2. Объемный расход дозируемого раствора реагента (G2) рассчитывается по формуле:

$$G_2 = G_1 / d, \text{ дм}^3/\text{ч}, \qquad (15)$$

где d – плотность дозируемого раствора реагента, г/см^3.

7. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕЖИМУ ОБРАБОТКИ ВОДЫ В ДИСТИЛЯЦИОННЫХ ОПРЕСНИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ (ДОУ) И ИСПАРИТЕЛЯХ

7.1. Рекомендации по выбору и ведению режима.

7.1.1. Антинакипины применяют для ограничения отложений накипи на теплообменном оборудовании ДОУ с выпарными аппаратами с принудительной или естественной циркуляцией рассолов, с испарителями мгновенного вскипания и с испарителями плёночного типа.

7.1.2. Антинакипины могут применяться в вертикально-трубных испарителях поверхностного типа с подвесной греющей секцией при температуре насыщения не более 165^{0}С в сочетании с другими методами обработки воды (например, умягчения). Не рекомендуется применять антинакипины при температуре насыщения выше 165^{0}С.

7.1.3. Выбор антинакипина определяется типом ДОУ и испарителей, схемой включения аппаратов, температурным режимом работы, качеством исходной воды и степенью её концентрирования.

7.1.4. При необходимости ингибирования отложений карбоната кальция могут использоваться все рассматриваемые антинакипины в интервале рабочих параметров ДОУ 40 - 105^{0}С.

7.1.5. При ингибировании отложений сульфата кальция рекомендуются фосфонаты ПАФ-13А и ИОМС-1.

7.1.6. Выбор концентрации антинакипина для конкретных ДОУ и испарителей проводится специализированной организацией по результатам испытаний (см. раздел 9).

7.1.7. При превышении щелочности упариваемой воды более 9 мг-экв/дм^3 рекомендуется применять комбинированные методы обработки питательной воды ДОУ (например, совместно с подкислением). Предельное значение щелочности упариваемой воды на установках мгновенного вскипания может превышать указанный предел и определяется по результатам испытаний антинакипных свойств фосфонатов (раздел 9).

7.1.8. Для ориентировочных расчётов потребности в антинакипине доза ПАФ-13А и ИОМС-1 в питательной воде принимается равной 1,5 мг/дм^3 по основному веществу, доза ОЭДФК и АФОН 200-60А – 0,5 мг/дм^3 по основному веществу.

7.1.9. Концентрация антинакипина в упариваемой воде не должна превышать 12-15 мг/дм^3 из-за возможности образования фосфатных отложений.

7.1.10. При сбросе продувочной воды ДОУ непосредственно в водоёмы культурно-бытового и хозяйственно-питьевого назначения концентрация фосфонатов с учётом их разбавления не должна превышать норм, указанных в п. 2.11, для рыбохозяйственных водоемов-норм, указанных в п. 2.12.

7.2. Рекомендации по дозированию реагентов.

7.2.1. Антинакипины дозируются в питательную воду, как правило, после осветлительных фильтров или фильтров грубой очистки перед деаэратором в виде 5-10 %-ного раствора. При использовании комбинированных схем обработки питательной воды ДОУ (например, совместно с подкислением) реагент может дозироваться после деаэратора на всас насосов питательной воды.

7.2.2. Дозирование фосфонатов в систему целесообразно осуществлять автоматически по расходу питательной воды с помощью установки дозирования (см. раздел 11).

7.2.3. Массовый и объемный расходы реагента по промышленному продукту рассчитываются по уравнениям (1) и (2) раздела 4.

7.2.4. При обработке питательной воды антинакипином совместно с подкислением приготовление и дозирование рабочих растворов может осуществляться в одном баке. При этом концентрация кислоты в рабочем растворе не должна превышать 2%.

8. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО И ХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ВОДЫ ФОСФОНАТАМИ.

8.1. Основные положения.

8.1.1. Задачами контроля является выдерживание необходимой концентрации фосфоната в соответствии с режимной картой, в зависимости от температуры и сезонных изменений $И_к$, а также технологический и визуальный контроль за состоянием оборудования.

8.1.2. Концентрацию основного (активного) вещества в поставляемом реагенте целесообразно анализировать по мере его поступления в каждой партии и не реже, чем 1 раз в 6 месяцев, в процессе хранения реагента. Анализ товарного продукта производится по методике, приведенной в Технических условиях на поставляемый реагент.

8.1.3. В случае технологической необходимости поставляемый реагент разбавляют водой в расходном баке рабочего раствора. Концентрация фосфоната в рабочем растворе определяется после его интенсивного перемешивания. Контроль за дозированием фосфоната в систему целесообразно производить параллельно по данным химконтроля, производительности насоса-дозатора и по показателям уровнемера в баке, из которого раствор подается в воду системы.

8.2. Рекомендации по вводу фосфонатов в системы теплоснабжения и ГВС.

8.2.1. Химический контроль за концентрацией фосфоната в системах теплоснабжения рекомендуется производить в подпиточной воде теплосети,

в прямых (подающих) и обратных трубопроводах; в системах ГВС – в прямых (подающих) трубопроводах. Периодичность химического контроля в пусковой период (~ 1 месяц) обычно составляет 1-2 раза в сутки. В стационарном режиме дозирования периодичность химконтроля увеличивается до 1 раза в 2-3 суток. Периодичность контроля на конкретном объекте определяется специализированной организацией.

8.2.2. В случае использования фосфоната в качестве антинакипина контроль за интенсивностью процесса накипеобразования может производиться по вырезкам из наиболее теплонапряженных труб водотрубных водогрейных котлов и по осмотрам или вырезкам из труб сетевых подогревателей. При использовании фосфонатов в отмывочном режиме (без отключения химводоочистки) после окончания этого периода целесообразно провести осмотр оборудования. Периодичность осмотров оборудования при дозировании фосфоната после отключения химводоочистки определяется специализированной организацией.

8.2.3. Контроль за интенсивностью накипеобразования в сетевых подогревателях может осуществляться с помощью измерения температурного напора. Увеличение температурного напора и гидравлического сопротивления при постоянном теплогидравлическом режиме указывает на образование отложений в трубах. Определение температурного напора производится в соответствии с СО 153-34.40.505.

8.2.4. Контроль за интенсивностью накипеобразования в водогрейных водотрубных котлах может осуществляться по перепаду давления на котлах и по температуре уходящих газов. Увеличение перепада давления и температуры уходящих газов при постоянном теплогидравлическом режиме работы котла и постоянном расходе топлива указывает на образование отложений на внутренней поверхности труб. Для оперативного контроля за накипеобразованием целесообразно устанавливать в трубах водотрубных водогрейных котлов специальные термометрические (температурные) вставки в соответствии с СО 34.37.306-2001.

8.2.5. Допускается контроль за интенсивностью накипеобразования по изменению жесткости или щелочности воды при прохождении ее через теплообменное оборудование.

8.2.6. В случае использования фосфоната в качестве ингибитора коррозии контроль за интенсивностью коррозионных процессов производится по индикаторам коррозии в соответствии с СО 34.17.465-00.

8.3. Рекомендации по вводу фосфонатов в систему оборотного охлажденя.

8.3.1. Химический контроль за концентрацией фосфоната целесообразно производить в циркуляционной воде на входе или на выходе из конденсаторов турбин или охлаждаемых элементов оборудования Ориентировочная периодичность химического контроля в пусковой период (1 месяц) составляет 1-2 раза в сутки. В стационарном режиме дозирования периодичность химконтроля может увеличиваться до 1 раза в 2-3 суток.

8.3.2. Контроль за интенсивностью процесса накипеобразования в системе охлаждения может осуществляться путем сравнения значения величин коэффициента упаривания, рассчитанных по концентрациям хлоридов и кальция в циркуляционной и добавочной воде: $\varphi(Cl^-) = Cl^-_ц / Cl^-_д$; $\varphi(Ca^{2+}) = Ca^{2+}_ц / Ca^{2+}_д$. Если соотношение $\varphi(Cl^-) / \varphi(Ca^{2+})$ постоянно превышает 1.1, это указывает на выпадение отложений карбоната кальция. В таком случае необходимо уточнить природу (состав) осадка и при необходимости увеличить дозировку фосфоната в систему охлаждения. Концентрация хлоридов определяется по СО 34-70-953.16-90, концентрации кальция – по СО 34-70-953.25-92. Анализ концентрации кальция производится в нефильтрованных пробах воды.

8.3.3. Контроль за интенсивностью процесса накипеобразования может осуществляться также по величине температурного напора на конденсаторах турбин. Увеличение температурного напора и гидравлического сопротивления при постоянном теплогидравлическом режиме указывает на образование отложений в трубах конденсаторов.

8.4. Рекомендации по вводу фосфонатов в воду паровых котлов низкого давления.

8.4.1. Химический контроль за концентрацией фосфонатов рекомендуется производить в питательной и котловой воде паровых котлов. Периодичность контроля устанавливается специализированной организацией для конкретных условий эксплуатации.

8.4.2. Контроль за интенсивностью процесса накипеобразования в паровых котлах может производиться путем сравнения показателей качества котловой воды и расчетных показателей. В случае равенства щелочности (жесткости) котловой воды и щелочности (жесткости) питательной воды, умноженной на величину коэффициента упаривания по хлоридам, с точностью 10 %, накипеобразование в паровых котлах отсутствует. Жесткость котловой и питательной воды определяется по СО 153-34.37.523.8-88, щелочность воды по СО 153-34.37 523.7-88, концентрацию хлоридов – по СО 34-70-953.16-90.

8.4.3. В случае использования фосфоната в качестве антинакипина контроль за интенсивностью процесса накипеобразования может производиться по температуре уходящих газов. Уменьшение температуры уходящих газов при постоянном теплогидравлическом режиме и постоянном расходе топлива указывает на удаление отложений из труб.

8.4.4. Контроль за интенсивностью процесса накипеобразования может производиться также по осмотрам труб котлов, путем сравнения величины слоя накипи на трубах с результатами осмотра до начала обработки воды фосфонатами.

8.5. Рекомендации по вводу фосфонатов в воду ДОУ и испарителей

8.5.1. Химический контроль за концентрацией фосфонатов рекомендуется производить в питательной воде ДОУ и испарительных установок, а так-

также в рассоле каждого аппарата. Периодичность контроля устанавливается специализированной организацией для конкретных условий эксплуатации после проведения пуско-наладочных работ.

8.5.2. Контроль за интенсивностью процесса накипеобразования в ДОУ и испарителях может производиться путём сравнения показателей качества фильтрованных проб рассола (жесткости и/или щёлочности) и расчётных показателей. В случае равенства жесткости (щелочности) рассола и жесткости (щелочности) питательной воды, умноженной на величину коэффициента упаривания, с точностью 5-10% накипеобразование можно считать соответствующим допустимому уровню.

8.5.3. Контроль за интенсивностью накипеобразования может осуществляться также по снижению паропроизводительности ДОУ. При неизменных теплотехнических параметрах работы ДОУ снижение паропроизводительности за межпромывочный период не должно превышать ~ 10%.

8.6. Рекомендации по химическому контролю
при обработке воды фосфонатами.

8.6.1. Химический анализ фосфонатов производится персоналом, обученным методикам анализа.

8.6.2. Сущность метода анализа всех фосфонатов состоит в их разложении в присутствии окислителя до ортофосфатов с последующим определением дополнительного количества ортофосфатов, образовавшихся при разложении фосфоната. Концентрация фосфатов определяется по СО 153-34.37.523.9-90.

8.6.3. Методику анализа фосфоната для конкретного объекта предоставляет специализированная организация осуществляющая внедрение. Специализированная организация должна проводить обучение персонала объекта методике анализа фосфоната.

8.6.4. При использовании реагента АФОН 230-23А желательно также проводить анализ концентрации цинка в воде.

8.6.5. Перечень показателей качества воды, определявшихся до ввода в воду фосфоната, обычно остается неизменным. В случае необходимости объем химконтроля может быть изменён специализированной организацией, осуществляющей внедрение фосфоната.

9. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ МАРКИ И ОПТИМАЛЬНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ АНТИНАКИПИНА.

9.1. Основные положения.

9.1.1. Определение марки антинакипина и его оптимальной концентрации производится специализированной организацией с помощью лабораторно-стендовых испытаний.

9.1.2. Правильное определение марки и оптимальной концентрации фосфоната является главным фактором, обеспечивающим эффективное использование реагентов.

9.1.3. Выбор антинакипина зависит от типа системы, используемого в ней оборудования, условий эксплуатации, состава используемой воды, технико-экономических факторов, условий сброса воды с фосфонатом из систем в водоемы. Для снижения повреждаемости оборудования от внутренней коррозии и предотвращения накопления железа в воде целесообразно использование фосфоната АФОН 230-23А.

9.1.4. Выбор оптимальной концентрации антинакипина определяется в первую очередь накипеобразующими свойствами воды, которые зависят

- от карбонатного индекса воды (произведение кальциевой жесткости на общую щелочность);
- от уровня температур в оборудовании системы
- от величины pH воды
- от состава природной и антропогенной органики в используемой воде, а также от солевого состава воды.

9.1.5. Испытания рекомендуется проводить с соблюдением следующих условий:

9.1.5.1. В воде, которая будет использоваться на конкретном объекте внедрения фосфонатов: величина pH воды при испытаниях должна быть равна pH воды в данной системе.

9.1.5.2. При температуре, учитывающей летний и зимний режим работы оборудования.

9.1.5.2.1. Для систем оборотного охлаждения электростанций при максимальной температуре воды после конденсатора.

9.1.5.2.2. Для систем оборотного охлаждения в других отраслях промышленности при максимальной температуре воды за наиболее теплонапряженным элементом оборудования.

9.1.5.2.3. Для систем теплоснабжения и систем ГВС с нагревом воды в сетевых подогревателях в реальном диапазоне температур воды на выходе из подогревателей.

9.1.5.2.4. Для систем теплоснабжения с нагревом воды в водогрейных котлах в реальном диапазоне температур нагрева воды в котле с учетом температурной разверки в котлах, т.е. при температуре воды за котлом плюс 20°С.

9.1.5.2.5. Для паровых котлов низкого давления при температуре равной температуре насыщенного пара, соответствующей фактическому рабочему давлению в котле.

9.1.5.2.6. Для выпарных аппаратов при условиях, соответствующих максимальной проектной температуре воды в аппаратах и для условий максимальной проектной концентрации в ней солей.

9.2. Рекомендации по методам оценки результатов испытаний.

9.2.1. Испытания состоят в выдерживании воды при заданной температуре (см. п .9.1.5.2.) в течение определенного времени.

9.2.2. В случае, если вода конкретного объекта, используемая в испытаниях, имеет более низкое значение pH, чем в реальной системе, повышение pH воды достигается перед испытаниями с помощью продувки через воду инертного газа (азота, аргона).

9.2.3. Оценка результатов испытаний может проводиться различными методами.

9.2.3.1. С помощью измерения количества накипи, образующейся на поверхности нагреваемых труб за время испытаний. Масса накипи определяется гравиметрическим методом или по количеству удалённых из труб отложений. *Для удаления отложений используется 5 % -ный раствор соляной кислоты*, содержащий 3 г/дм^3 ингибитора коррозии уротропина. Количество растворённых отложений определяется путём анализа концентрации кальция и магния в промывочном растворе.

9.2.3.2. Для упрощённых экспресс-испытаний антинакипинов рекомендуется применять следующие методы.

9.2.3.2.1. Кристаллооптический анализ, основанный на определении количества и размера кристаллитов, образовавшихся при испытаниях на пластинках. Эффективность и оптимальная концентрация антинакипина определяется путем сравнения данных, полученных при различных концентрациях антинакипина в соответствии с СО 34.37.533-2001.

9.2.3.2.2. Определение изменения жёсткости воды.

9.2.3.2.2.1. Эффективность и оптимальная концентрация антинакипина определяется путем сравнения величины изменения жесткости воды за время опыта при различных концентрациях реагента.

9.2.3.2.2.2. Общая жесткость воды определяется объемным методом по СО 153-34.37.523.8-88.

9.2.3.2.2.3. Время испытаний должно составлять не менее 2-х часов.

9.2.3.2.2.4. Эффективность антинакипного действия фосфоната (Э) определяется по уравнению:

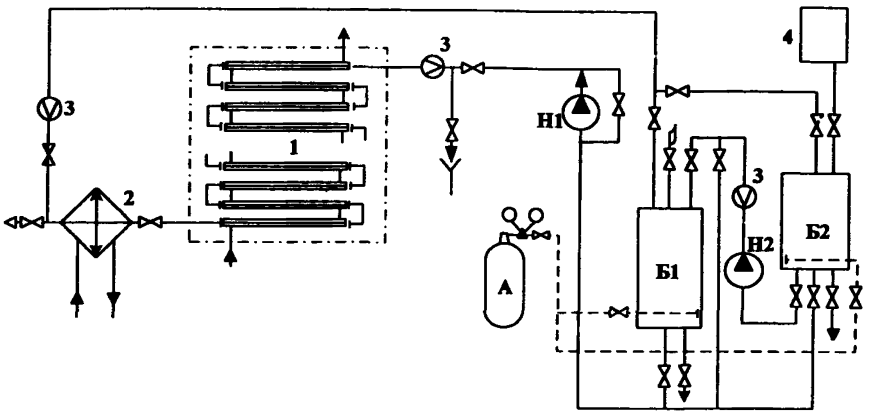
$$Э = (Ж_{п.о}/Ж_{исх}) \cdot 100\%, \qquad (16)$$

где $Ж_{исх}$ и $Ж_{п.о}$ – жесткость общая воды до опыта и после опыта соответственно.

9.2.3.2.2.5. Фосфонат считается достаточно эффективным при величине Э не менее 95%.

9.3. Рекомендации по аппаратуре для проведения испытаний.

9.3.1. Для испытаний с непосредственным определением интенсивности накипеобразования в условиях систем теплоснабжения может применяться стенд, приведенный на рис. 10.



1 – секционированный водоводяной или пароводяной теплообменник типа "труба в трубе"; 2 – холодильник; 3 – расходомер; 4 – бак рабочего раствора антинакипина; Б1 – расходный бак; Б2 – бак подпиточной воды; Н1 – циркуляционный насос; Н2 – подпиточный насос; А – баллон с аргоном.

Рис. 10. Схема стенда для испытаний антинакипинов в условиях систем теплоснабжения.

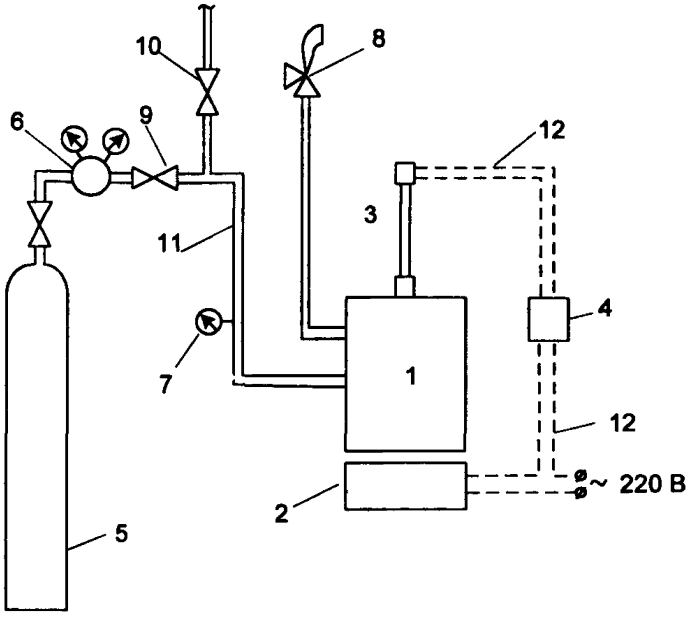
Все элементы стенда изготовлены из нержавеющей стали 12Х18Н10Т или других коррозионно-стойких металлов.

9.3.1.1. Установка позволяет практически полностью воспроизводить условия системы теплоснабжения открытого или закрытого типа. Температура нагрева воды устанавливается в зависимости от режима работы исследуемой системы теплоснабжения. Величина подпитки и продувки может варьироваться в любых пределах в соответствии с параметрами системы. В установках используется реальная вода объекта, для которого производятся испытания.

9.3.1.2. Интенсивность накипеобразования определяется по привесу отложений на съемных участках, установленных в теплообменнике как в зоне обогрева, так и на необогреваемых участках.

9.3.1.3. Продолжительность испытаний на стенде должна составлять не менее 80 часов.

9.3.2. Для испытаний с оценкой по результатам кристаллооптического анализа рекомендуется применять в соответствии с СО 34.37.533-2001 установку, приведенную на рис. 11.



1 - автоклав; 2 - электроплитка мощностью 1,2 кВт; 3 - термометр ртутный электроконтактный с диапазоном измерения 0-250°С; 4 - электромагнитное реле РП –25; 5 - баллон с газообразным азотом объемом 40 л; 6 - регулятор давления СДВ-6 (редуктор); 7 - манометр класса точности не менее 0,6 с диапазоном измерения 0-2,5 МПа; 8 - предохранительный клапан на давление 2,5 МПа; 9, 10 - вентили d_y=10мм, P_y=2,5 МПа; 11 - трубки стальные 12х2 мм из нержавеющей стали 12Х18Н10Т; 12 - электрические провода медные многожильные сечением 1 мм^2.

Рис. 11. Схема установки для испытаний антинакипинов.

Изготовление установки, ее гидравлические испытания перед вводом в эксплуатацию и эксплуатация установки производятся в соответствии с ПБ 03-576-03.

При работе используется также микроскоп лабораторный общего назначения с кратностью увеличения 50-100.

9.3.2.1. Установка может быть использована для экспресс-испытаний применительно к системам теплоснабжения и ГВС, выпарным аппаратам различного типа, паровым котлам низкого давления и системам оборотного охлаждения. В случае использования установки применительно к системам оборотного охлаждения продолжительность испытаний составляет 16-30 часов.

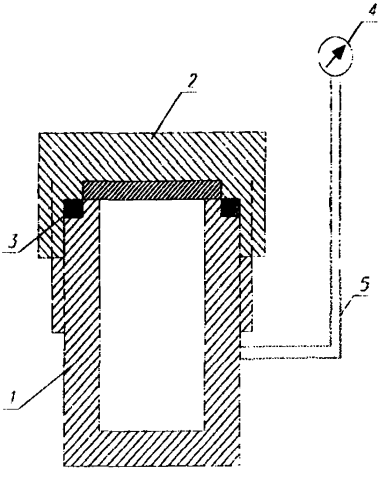
9.3.3. Для испытаний с оценкой результатов по прямому измерению жесткости воды рекомендуется применять автоклавы упрощенной конструкции с воздушным объемом 0,3-1,0 л, где измерение теплотехнических параметров воды может производиться по давлению или температуре.

9.3.3.1. Автоклавы изготавливаются из нержавеющей стали 12Х18Н10Т или других коррозионно-стойких жаропрочных сталей.

9.3.3.2. Рабочее давление автоклава выбирается в соответствии с задачами испытаний (предельной температурой тех систем, для которых будут проводиться испытания).

9.3.3.3. Изготовление автоклавов, их гидравлические испытания и эксплуатация производятся в соответствии с ПБ 03-576-03.

9.3.3.4. Автоклав для испытаний с контролем по давлению показан на рис. 12.



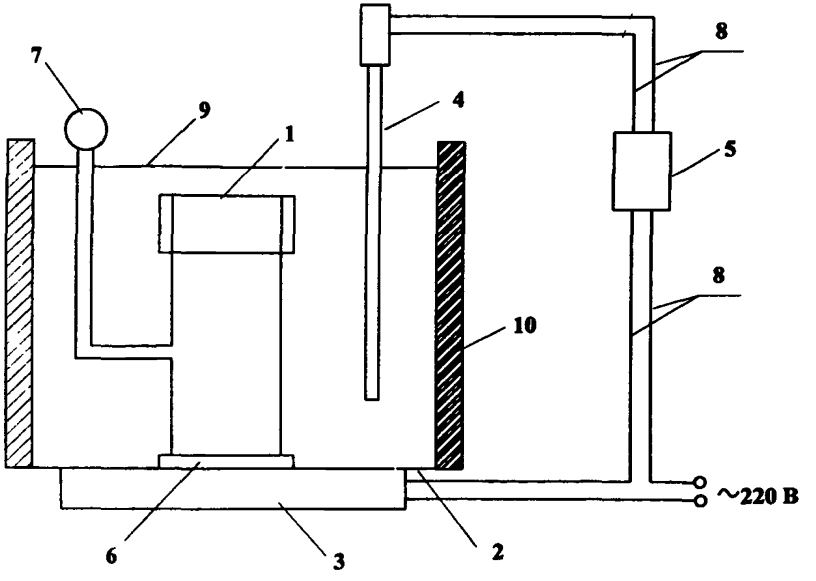
1 - тело автоклава; 2 - крышка автоклава; 3 - прокладка из высокотемпературной резины или фторопласта; 4 – манометр; 5 - трубка к манометру.

Рис. 12. Автоклав для испытаний с контролем по давлению.

9.3.3.4.1. Для более надежной передачи усилия при закручивании крышки автоклава, часть тела автоклава и крышка могут выполняться в виде шестигранника.

9.3.3.4.2. Нагрев автоклава производится в масляной бане (рис. 13).

9.3.3.4.3. В качестве жидкости в бане может быть использована силиконовая жидкость "ПМС марки 100" по ГОСТ 13032-77.



1 – автоклав; 2 - бак из углеродистой стали с толщиной стенки 1 мм; 3 - электроплитка мощностью 1,2 кВт; 4 - термометр ртутный электроконтактный с диапазоном измерения 0-250°С, 5 - электромагнитное реле РП – 25; 6 - дырчатый поддон; 7 – манометр; 8 – электрические провода; 9 – силиконовое масло; 10 – тепловая изоляция.

Рис.13. Нагрев автоклава в масляной бане.

9.3.3.4.4. Скорость разогрева масляной бани должна быть не более 100°С в час в диапазоне температур 0-100°С и не более 50°С в час в диапазоне температур 100-180°С.

9.3.3.4.5. При оценке величины температуры воды по давлению учитывается изохорическое давление воздуха в автоклаве. Общее давление в автоклаве (Р) является суммой парциального давления паров воды на линии насыщения (P_s) и воздуха ($P_t^в$). Давление P_s, по которому определяется температура воды, равно $P_s = P - P_t^в$, где $P_t^в$ – может быть рассчитано по формуле:

$$(P_t^в / P_{t=25}^в) = (273+t)/(273+25), \qquad (17)$$

где t – температура в градусах Цельсия.

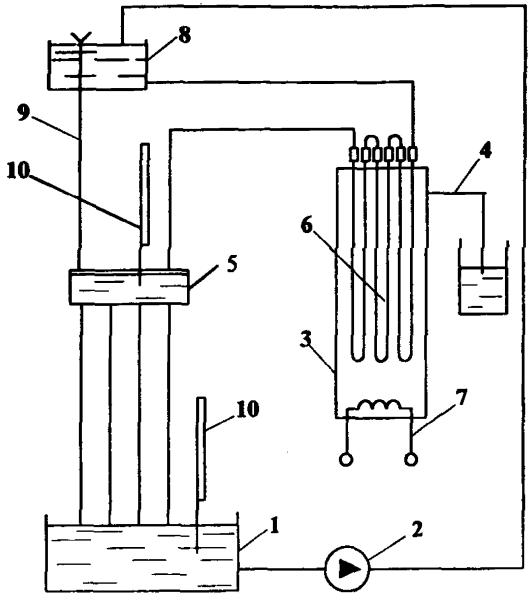
9.3.3.5. Автоклав для испытаний с контролем по температуре имеет конструкцию аналогичную показанной на рис. 12, за исключением трубки с манометром.

9.3.3.5.1. Нагрев автоклава до определенной температуры производится в сушильном шкафу или муфеле со скоростью, указанной в п. 9.3.3.4.4.

9.3.3.6. Автоклавы могут использоваться для экспресс-испытаний применительно к системам теплоснабжения и ГВС, выпарным аппаратам раз-

личного типа, паровым котлам низкого давления и системам оборотного охлаждения.

9.3.4. Для систем оборотного охлаждения, где вода постоянно интенсивно аэрируется, корректное моделирование процесса возможно с помощью специального лабораторного стенда, разработанного УралВТИ (рис. 14).



1- бак; 2 – насос; 3 – теплообменник; 4 - бачок постоянного уровня; 5 - разбрызгивающее устройство; 6 - опытные трубки; 7 – нагреватель; 8 - гидрозатвор; 9 – перелив; 10 – термометр.

Рис.14. Принципиальная схема стенда для исследования накипеобразования в условиях оборотной системы водоснабжения.

9.3.4.1. Стенд практически полностью воспроизводит систему оборотного охлаждения: вода, проходя по латунным трубкам (6), нагревается паром, образованным конденсатом (или обессоленной водой), испаряющимися при нагреве воды в теплообменнике (3). Струи воды, истекающие из разбрызгивающего устройства (5), охлаждаются воздухом. Объем воды в контуре около 60 л, расход воды через теплообменник около 20 л/час.

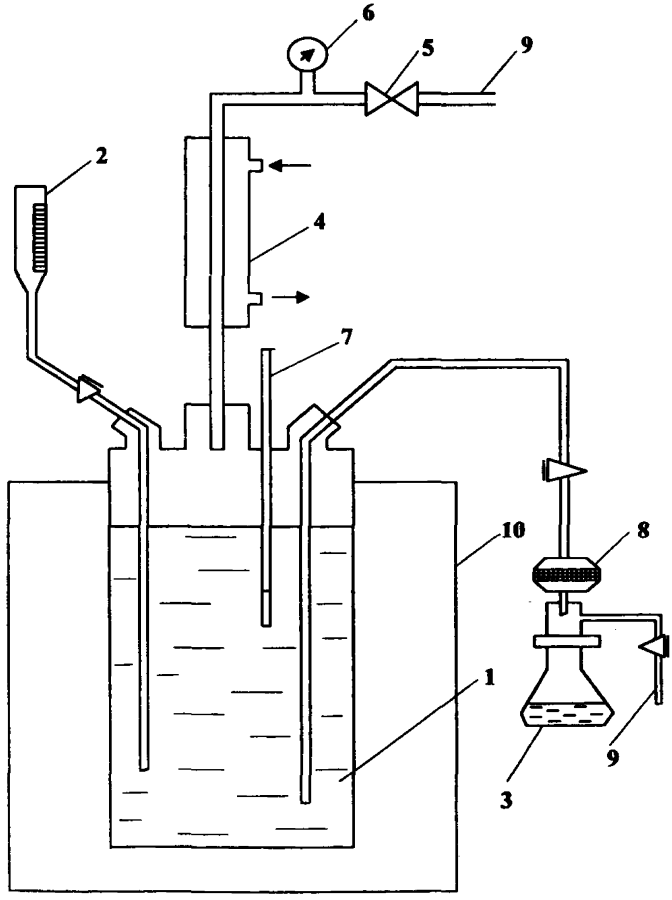
9.3.4.2. В стенде используется реальная подпиточная вода системы оборотного охлаждения объекта. Температура нагрева воды в контуре должна соответствовать заданной (см. п. 9.1.5.2.) Величина подпитки и продувки в % должна соответствовать параметрам изучаемой системы с учетом возможностей изменения коэффициента упаривания.

9.3.4.3. Для моделирования накопления солей в циркулирующей воде, в нее вводятся соответствующие количества $CaCl_2$ и $NaHCO_3$.

Ввод накипеобразующих солей производится после ввода антинакипина.

9.3.4.4. Длительность каждого опыта не менее 60 часов. Эффективность антинакипина определяется в соответствии с п. 9.2.3.2.2.1.

9.3.5. При экспресс-испытаниях антинакипных свойств фосфонатов в условиях работы ДОУ и испарителей может применяться установка (рис. 15), моделирующая температуру не выше 95°С.



1 – термостатированная емкость; 2 – промежуточная емкость для ввода реагентов; 3 – пробоотборник; 4 – обратный холодильник; 5 – регулирующий вентиль; 6 – вакуумметр; 7 – термометр; 8 – фильтр; 9 – трубка к вакуум-насосу (или эжектору); 10 – термостат.

Рис. 15. Принципиальная схема установки с термостатом.

9.3.5.1. Перед началом испытаний термостатированную ёмкость (1) заполняют имитатом исследуемого раствора, не содержащим щелочного компонента. После выхода на заданную температуру включается вакуумный насос или водоструйный эжектор для создания в ёмкости разрежения, соответствующего температуре насыщения. В ту же ёмкость вводится раствор, содержащий щелочные компоненты и фосфонат. Кипение воды в течение испытаний обеспечивается поддержанием вакуума, соответствующего заданной температуре.

9.3.5.2. Эффективность антинакипинов оценивается в соответствии с п.п. 9.2.3.2.2.-9.2.3.2.2.5. по результатам анализа отфильтрованных проб раствора.

9.3.6. При проектировании мощной ДОУ или испарительной установки целесообразно проводить эксперименты по отработке режимов на маломасштабных моделях.

10. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ АНТИКОРРОЗИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ФОСФОНАТОВ

10.1. *Основные положения.*

10.1.1. Определение марки и оптимальной концентрации фосфоната, используемого в качестве ингибитора коррозии, производится специализированной организацией с помощью лабораторных испытаний.

10.1.2. Оптимальная концентрации ингибитора коррозии определяется коррозионными свойствами воды, зависящими от концентрации сульфатов и хлоридов, концентрации растворённого кислорода, значения pH, электропроводности и температуры нагрева воды.

10.1.3. Испытания рекомендуется проводить с соблюдением следующих условий.

10.1.3.1. В реальной воде, которая будет использована на конкретном объекте внедрения ингибитора коррозии, значение pH воды и концентрация в ней растворённого кислорода должны быть такими же, как в реальной системе.

10.1.3.2. Испытания ингибиторов коррозии для систем оборотного охлаждения и ГВС проводятся при максимальной температуре работы оборудования (см. п. 9.1.5.2.); испытания ингибиторов для систем теплоснабжения и паровых котлов низкого давления проводятся при температуре 90-95^{0}C. Для выпарных аппаратов испытания проводятся при температуре 90-95^{0}C и начальной минерализации рассола, а также при максимальной минерализации рассола и температуре, соответствующей этому составу рассола.

10.2. Рекомендации по методике проведения испытания.

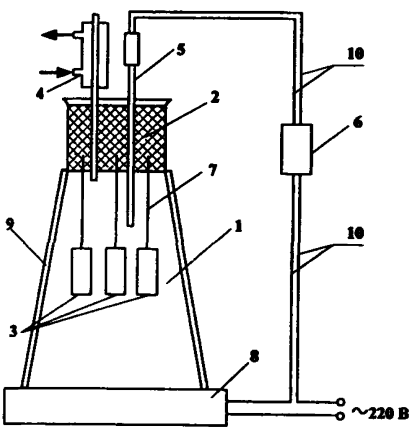
10.2.1. Испытания состоят в выдерживании образцов из углеродистой стали в воде, содержащей ингибитор коррозии, а также в воде без добавок

ингибитора, при заданной температуре в течение определённого времени (4-5 часов).

10.2.2. В том случае, если в воде конкретного объекта, используемой в испытаниях, в процессе транспортировки воды снизилось значение pH, повышение значения pH воды до уровня, имеющегося в реальной системе, достигается продувкой через воду перед началом испытаний аргона или азота.

10.2.3. Для моделирования условий эксплуатации систем теплоснабжения и паровых котлов низкого давления перед началом и во время испытаний проводится деаэрация воды путём продувки аргона через нагретую до требуемой температуры воду.

10.2.4. Коррозионные испытания фосфонатов проводятся в стеклянных емкостях при постоянном перемешивании воды магнитной или механической мешалкой (рис. 16). Испытания проводятся в колбе с обратным холодильником.



1 – стеклянная колба; 2 – резиновая пробка; 3 – образцы; 4 – обратный холодильник; 5 – контактный термометр; 6 – реле; 7 – подвеска из неэлектропроводного материала; 8 – электрическая плитка с магнитной мешалкой; 9 – съемная асбестовая изоляция, 10 – электрические провода.

Рис.16. Принципиальная схема установки для коррозионных измерений.

10.2.5. Используемые в испытаниях стальные образцы должны быть отшлифованы, обезжирены и взвешены на аналитических весах с точностью 0,1 мг.

10.2.6. По окончании испытаний образцы должны быть очищены от продуктов коррозии мягкой резинкой, деревянным скребком или фарфоро-

вым шпателем. В случае неполного удаления коррозионных отложений механическим методом их следует растворять в 5%-ном растворе соляной кислоты, содержащей 3 г/дм^3 уротропина или тиомочевины. Протравленные образцы очистить мягкой резинкой, промыть 3%-ным раствором соды, водой и высушить. В случае применения химического метода очистки образцов произвести "холостое" травление неиспользованным в испытаниях образцов для определения величины поправки на травление. Очищенные от коррозионных отложений образцы взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,1 мг.

10.3. Рекомендации по методу оценки результатов испытаний.

Антикоррозионные свойства фосфонатов оцениваются в соответствии с ГОСТ 9.502.82. Защитная способность ингибитора коррозии (Z,%) вычисляется по формуле:

$$Z = (\Delta P - \Delta P_1) / \Delta P \cdot 100, \ \% \qquad (18)$$

где ΔP - коррозионные потери образца в коррозионной среде без добавки ингибитора, г;

ΔP_1 - коррозионные потери образца в коррозионной среде с добавкой ингибитора, г.

Коррозионные испытания должны проводиться не менее, чем на пяти образцах одинаковой формы и площади поверхности. Данные по коррозионным потерям образцов (ΔP), испытывавшихся в одинаковых условиях, усредняются. Ошибка определения величины ΔP, т.е. относительное отклонение крайних значений ΔP от средней величины, не должна превышать 20%. Результаты, имеющие большее отклонение, отбрасываются. Путём усреднения оставшихся результатов (не менее, чем для трёх образцов) рассчитываются коррозионные потери образцов и величина защитного действия ингибитора Z. При большом разбросе результатов коррозионных испытаний, испытания необходимо повторить. Защитные характеристики ингибитора коррозии в используемой концентрации считаются удовлетворительными, если величина защитного действия составляет не менее 80%.

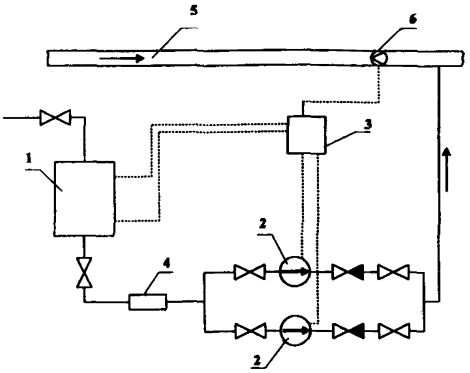
11. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБОРУДОВАНИЮ ДЛЯ ДОЗИРОВАНИЯ РАСТВОРА ФОСФОНАТОВ

11.1.Рекомендуются следующие принципиальные схемы установок.

11.1.1. Полностью автоматизированная схема (рис. 17).

11.1.1.1. Дозирование раствора фосфоната производится с помощью 2-х насосов-дозаторов (один рабочий, другой – резервный) с дистанционно регулируемым расходом. Раствор подается насосом в подпиточную воду. На трубопроводе подачи подпиточной воды устанавливается расходомер, по сигналам которого через блок управления регулируется расход и включение насо-

сов-дозаторов. Управление дозированием полностью автоматизировано. Расходные баки растворов снабжаются линиями перелива, дренажа и уровнемером, сигнал от которого поступает в блок управления.



1 – расходный бак раствора реагента; 2 – насос-дозатор; 3 – блок управления; 4 – фильтр; 5 – станционный трубопровод; 6 – расходомер.

Рис. 17. Принципиальная схема полностью автоматизированной установки дозирования.

11.1.1.2. В случае разбавления реагента водой в расходном баке, бак оборудуется линией подачи воды для разбавления реагента и подводом сжатого воздуха для перемешивания раствора.

11.1.1.3. Заполнение расходного бака производится оператором по сигналу уровнемера бака на блок управления.

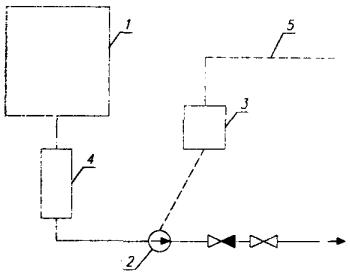
11.1.1.4. Допускается применение в установке одного насоса-дозатора при техническом обосновании этого решения.

11.1.1.5. Если расходомер установлен на линии подачи воды перед штатным баком, то включение насоса-дозатора может осуществляться по сигналу уровнемера в штатном баке, одновременно со штатным насосом.

11.1.1.6. Для удобства ремонта и осмотра расходомера на трубопроводе 5 целесообразно установить 2 задвижки, отсекающие байпас участка, на котором расположен расходомер.

11.1.1.7. При использовании порошкообразного реагента (ОЭДФК) схема дополняется мешалкой или другим устройством для приготовления раствора. Для дозирования ОЭДФК в системы оборотного охлаждения электростанций УралВТИ создан проект установки дозирования.

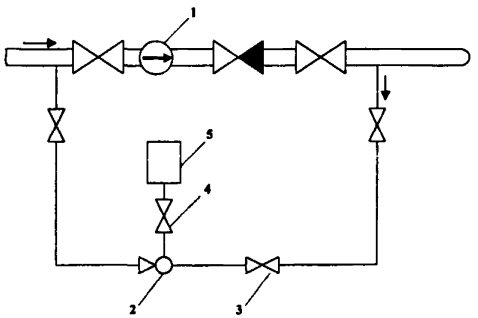
11.1.2. Упрощенная схема дозирования с насосом-дозатором (рис. 18) . Дозирование раствора фосфоната производится с помощью насоса-дозатора с постоянным расходом. Включение насоса происходит одновременно с включением насоса подпитки. При необходимости производится ручное регулирование производительности насоса-дозатора.



1 – расходный бак раствора реагента; 2 – насос; 3 – блок управления; 4 – фильтр; 5 – сигнал от штатных насосов.

Рис. 18. Принципиальная схема частично автоматизированной установки дозирования с насосом-дозатором.

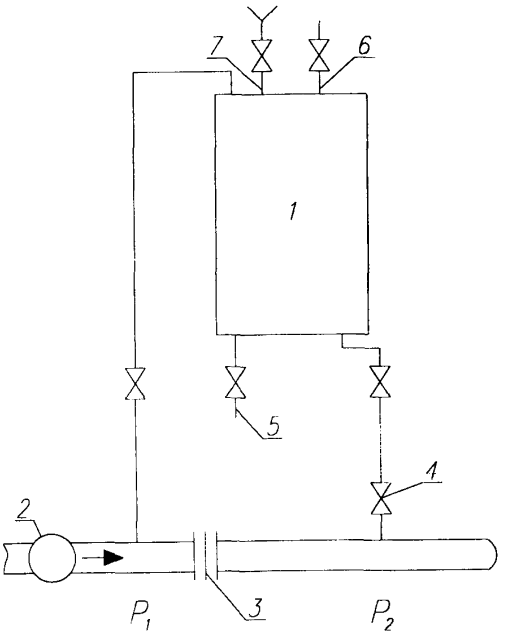
11.1.3. Упрощенная схема с эжектором (рис. 19). Эжектор устанавливается на байпасе штатного насоса. Регулирование расхода может осуществляться регулирующим клапанам на линии подачи воды к эжектору или на линии подачи раствора к эжектору.



1 – штатный насос; 2 – эжектор; 3 – регулирующий клапан; 4 – регулирующий клапан; 5 – расходный бак раствора реагента.

Рис. 19 Принципиальная схема установки дозирования с эжектором.

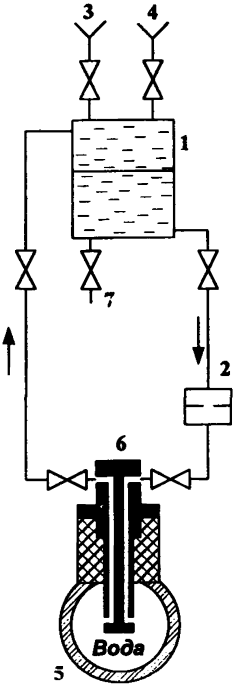
11.1.4. Упрощенная схема с шайбовым дозатором (рис. 20). Бак 1 включается в работу после заполнения раствором (воздушник 6 и вентили 5,7 перед включением в работу закрывают). За счет разницы в давлениях $P_1 > P_2$, которая определяется величиной гидравлического сопротивления (3) в трубопроводе, раствор, налитый в емкость (1), медленно выдавливается в трубопровод. За счет регулирования сопротивления (3) и клапана (4) достигается соответствие между расходом воды и расходом реагента. Контроль шайбового дозатора может осуществляться по концентрации реагента в обрабатываемой воде и данным расходомера, а также путём химического анализа раствора, отбираемого через дренажную линию.



1 – расходный герметичный бак с раствором; 2 – водомер; 3 – гидравлическое сопротивление; 4 – регулирующий клапан; 5 – дренаж; 6 – воздушник; 7 – трубка для залива бака.

Рис. 20. Принципиальная схема установки дозирования с шайбовым дозатором.

11.1.5. **Упрощенная схема с шайбовым дозатором и зондом «ИЖ» (рис. 21). Возможность оперативного регулирования расхода реагента при работе с шайбовым дозатором предоставляет использование зонда, который вводится в трубопровод с помощью сальникового устройства. Конструкция зонда такова, что при его повороте вокруг оси величина разности P_1 и P_2 изменяется и соответственно меняется скорость истечения раствора реагента в трубопровод.**



1 – расходный герметичный бак раствора; 2 – диафрагма; 3 –загрузочная воронка; 4 – воздушник; 5 –трубопровод воды; 6 – зонд, 7 - дренаж.

Рис. 21. Принципиальная схема установки дозирования с устройством "ИЖ".

11.1.6. В аварийных режимах допустимо ручное дозирование реагента в баки (бассейны, чаши градирен).

11.1.7. На крупных энергообъектах объема расходного бака раствора должно хватать не менее, чем на 3 суток дозирования, а на мелких энергообъектах (котельных) – не менее, чем на 5-7 суток дозирования.

11.1.8. При работе с ОЭДФК установки дозирования должны изготавливаться из нержавеющей стали. При работе с другими реагентами также желательно использовать коррозионно-стойкие стали и полимерные материалы.

11.2. Возможность применения различных схем дозирования зависит от объема системы, величины расхода воды, стабильности расхода и водно-химического режима.

11.2.1. Для крупных систем оборотного охлаждения, характеризующихся большой инерционностью и постоянством расхода подпиточной воды, при величине $И_к < 27$ $(мг\text{-}экв/дм^3)^2$ нет необходимости в установке с автоматической регулировкой расхода реагента. Аналогична ситуация в малых системах теплоснабжения закрытого типа с незначительной подпиткой и колебаниями подпиточного расхода не более 10%.

11.2.2. Для открытых систем теплоснабжения и особенно однотрубных систем ГВС чрезвычайно важно автоматическое управление расходом реагента.

11.2.3. Упрощённые схемы установок дозирования с эжектором и шайбовыми дозаторами целесообразно применять в котельных небольшой мощности с закрытой системой теплоснабжения.

11.3. Изготовление установок, их гидравлические испытания и эксплуатация производятся в соответствии с ПБ 03-576-03

11.4. Решение о применении той или иной схемы принимает специализированная организация, осуществляющая разработку режима и его внедрение.

12. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ХРАНЕНИЮ ФОСФОНАТОВ

12.1. Транспортировка реагента ОЭДФК (порошок) осуществляется в картонно-навивных барабанах с полиэтиленовым мешком вкладышем вместимостью не более 50 $дм^3$; в мешках бумажных пяти-шестислойных с полиэтиленовым мешком-вкладышем для химической продукции закрытым. По согласованию с потребителем допускается упаковка в другую тару, обеспечивающую сохранность продукта. Транспортировка ОЭДФК должна произ-

водиться в крытых транспортных средствах. При перевозке в открытых автомашинах упакованная продукция должна быть покрыта водонепроницаемым материалом.

12.2. Транспортировка реагентов АФОН 200-60А, АФОН 230-23А, ИОМС-1 и ПАФ-13А, поставляемых в виде водных растворов, осуществляется в бочках (контейнерах) полиэтиленовых вместимостью от 50 до 1000 $дм^3$, в автоцистернах, железнодорожных цистернах объемом до 60 $м^3$, а также в автоконтейнерах потребителя. По согласованию с потребителем допускается заливать продукт в возвратную тару. АФОН 200-60А также заливают в стальные бочки из коррозионно-стойкой стали вместимостью 100, 150 и 250 $дм^3$, реагент ПАФ-13А может поставляться в стальных бочках вместимостью 110, 275 $дм^3$.

12.3. Температурные условия перевозки и хранения реагентов.

12.3.1. При температуре ниже - 10^0С происходит повышение вязкости реагентов АФОН 230-23А, ИОМС-1, ПАФ-13А, и АФОН 200-60А - продукт "застывает". Указанные реагенты можно хранить и транспортировать при температурах до - 60^0С, при этом после размораживания продукты сохраняют свои свойства.

12.3.2. Слив продуктов из цистерн при температурах до минус 10^0С можно осуществлять насосами, используя азот с избыточным давлением 0,68 кПа или самотёком. При хранении (перевозке) в резервных ёмкостях, цистернах, расположенных на улице, для слива продукта необходимо предусмотреть систему обогрева этих ёмкостей или резервные ёмкости перевести в обогреваемые помещения.

12.4. Условия складского хранения реагентов в таре производителя:

ОЭДФК– в упакованном виде в крытых сухих неотапливаемых помещениях; АФОН 200-60А – в крытых складских неотапливаемых помещениях; ИОМС-1 и ПАФ-13А – в закрытых или открытых защищенных от атмосферных осадков складских помещениях; АФОН 230-23А – в закрытых и открытых, защищенных от атмосферных осадков, складских помещениях.

12.5. В случае хранения реагентов в баках:

12.5.1. Баки для хранения реагента АФОН 200-60А должны быть изготовлены из нержавеющей стали. Допускается изготовление баков из нелегированной стали с коррозионно-стойким защитным покрытием, на внутренней поверхности баков, например эпоксидной шпатлевки.

12.5.2. Баки для хранения реагентов ПАФ-13А, ИОМС-1 и АФОН 230-23А могут быть изготовлены из нелегированной стали с защитным покрытием на внутренней поверхности баков (например, многослойное покрытие на базе шпатлевки ЭП-0010 и лака ХВ-784).

13. ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ФОСФОНАТАМИ

13.1. При работе с фосфонатами должны выполняться "Правила техники безопасности при эксплуатации теплотехнического оборудования электростанций и тепловых сетей"(раздел 3.7).

13.2. Персонал, занятый на выгрузке сухой ОЭДФК, должен работать в хлопчатобумажном костюме, прорезиненном фартуке, в защитных очках, брезентовых рукавицах, резиновых перчатках, резиновой обуви и противопылевом респираторе.

13.3. Персонал, занятый на выгрузке реагентов АФОН 200-60А, АФОН 230-23А, ПАФ-13А и ИОМС-1, представляющих собой водные растворы, должен надевать прорезиненный фартук, защитные очки, резиновую обувь и резиновые перчатки.

13.4. Помещения для хранения фосфонатов должны быть закрытого типа, сухие, оснащенные системой вентиляции и устройствами механической выгрузки и загрузки реагентов.

13.5. В помещениях, где проводятся операции с фосфонатами, должна иметься водопроводная вода и аптечка для оказания доврачебной помощи.

13.6. При попадании растворов фосфонатов на кожу или в глаза промыть пораженное место большим количеством воды, затем 2%-ным раствором соды.

13.7. При попадании фосфонатов на одежду промыть её водой.

13.8. При протечке растворов фосфонатов на пол производственных помещений их необходимо смыть большим количеством воды в дренажный приямок.

13.9. Химический анализ фосфонатов необходимо проводить в вытяжном шкафу.

13.10. Ответственный за выполнение правил техники безопасности при работе с фосфонатами назначается руководителем энергопредприятия.

13.11. Требования техники безопасности обязательны также для персонала специализированной организации, осуществляющей внедрение обработки воды фосфонатами.

Приложение А.

ФОСФОНАТЫ, ДОПУЩЕННЫЕ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

В соответствии с настоящим документом допускаются к применению реагенты:

ОЭДФК, ТУ 2439-363-05763441-2002

АФОН 200-60А, ТУ 2439-318-05763441-2001

АФОН 230-23А, ТУ 2439-451-05763441=2004

ИОМС-1, ТУ 2439-369-05763441-2003

ПАФ-13А, ТУ 2439-360-05763441-2001

и их аналоги, проверенные и сертифицированные в РАО «ЕЭС России»

Приложение Б.

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТАЛЛА КОНДЕНСАТОРНЫХ ТРУБ И ДОПУСТИМАЯ СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ В НИХ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ*.

Характеристика охлаждающей воды	Сплав	Допустимая скорость движения воды, м/с
Солесодержание до 300 мг/кг: чистая речная, озерная или оборотная вода	Латунь Л68	До 2,0-2,2 с понижением до 1,7-1,9 при небольшом содержании твердых примесей
концентрация хлоридов более 20мг/кг и небольшое загрязнение стоками (суммарная концентрация аммиака, сероводорода, нитратов и т. д. не более 1мг/кг).	Латунь ЛМш68-0,6 ЛО70-1	-«-
Солесодержание 300-1500 мг/кг: отсутствует загрязненность стоками		-«-
небольшое загрязнение стоками (суммарная концентрация аммиака, сероводорода, нитратов и т. д. не более 1мг/кг).	Латунь ЛО70-1 Латунь ЛОМш70-1-0,06	-«-
Солесодержание 1500-3000 мг/кг: отсутствует загрязненность стоками и взвесью	Латунь ЛОМш70-1-0,06 Латунь ЛАМш77-2-0,06	-«-
небольшое загрязнение стоками (суммарная концентрация аммиака, сероводорода, нитратов и т. д. не более 1мг/кг) и взвесью	Сплав МНЖМц5-1-0,08 (МНЖ5-1)	-«-
значительная концентрация взвеси (в среднем, исключая период паводка, более 25 мг/кг)	Латунь ЛАМш77-2-0,06	До 2,5-2,7

Солесодержание 3000-5000 мг/кг:	МНЖМц5-1-0,08	До 2,0-2,2
отсутствует загрязненность стоками и взвесью	(МНЖ5-1)	
		До 2,5-2,7
небольшое загрязнение стоками (суммарная концентрация аммиака,		
сероводорода, нитратов и др.. не более 1мг/кг)	Латунь	
небольшое содержание взвеси.	ЛАМш77-2-0,06	
Солесодержание выше 10000 мг/кг:	МНЖМц5-1-0,08	
отсутствуют абразивные примеси (песок) и сероводород	(МНЖ5-1) нержавеющая сталь	До 2,0-2,2
имеются абразивные примеси	Х18Н12М2Т	До 3,0
		До 3,0
	нержавеющая сталь 12Х18Н9Т	
Независимо от общего солесодержания:		
при кислой реакции воды (pH=2 ÷ 6) -		
кроме морской.	нержавеющая сталь 12Х18Н9Т	До 3,0
Для труб в зоне воздухоохладителя (при за-	нержавеющая	
критических параметрах пара):	сталь	
пресная вода	Х18Н12М2Т	До 3,0
морская вода или повышенная концентрация хлоридов (более 800 мг/кг)		До 3,0

*Настоящие рекомендации к конденсаторам, работающим нормально со средней за наиболее жаркую декаду температурой охлаждающей воды на выходе не более 45^0С.

Примечание. Для блоков с прямоточными котлами следует применять конденсаторные трубы из материала, рекомендуемого для последующей (более высокой) ступени солесодержания охлаждающей воды. Трубы из нержавеющей стали можно широко применять после получения результатов их проверки на различных водах в опытном порядке.

Приложение В
(справочное)

Перечень нормативно-технических документов, на которые имеются ссылки в "Методических рекомендациях по применению антинакипинов и ингибиторов коррозии ОЭДФК, АФОН 200-60А, АФОН 230-23А, ПАФ-13А, ИОМС-1 и их аналогов, проверенных и сертифицированных в РАО «ЕЭС России», на энергопредприятиях"

Обозначение НТД	Наименование НТД	Пункт, в котором имеется ссылка
ПБ 10-574-03	Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов (М.: «НТЦ «Промышл. Безопасность», 2003)	1.9.
ПБ 10-573-03	Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды (М.: «НТЦ «Промышл. Безопасность», 2003)	1.9.
СО 34.03.201-97 (РД 34.03.201-97)	Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электрических станций и тепловых сетей (М.: Энас, 2001)	1.9. 13.1.
	Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации Утверждены приказом Министерства Энергетики РФ № 229 от 19.06.2003 (М.:Энас,2004)	1.9. 1.10.
	Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок Утверждены приказом Министерства Энергетики РФ №115 от 24.03.03 (М.:Энас, 2003)	1.9.
	Правила техники безопасности при эксплуатации теплопотребляющих установок и тепловых сетей потребителей (М.:Энергоатомиздат, 1992)	1.9
ПБ 03-576-03	Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением	1.9.
	Правила устройства электроустановок (ПУЭ) (6-е изд.) (М.: Энергоатомиздат, 1986) Правила устройства электроустановок (ПУЭ) (7-е изд) Разделы 1,6,7 Правила устройства электроустановок (ПУЭ) (7-е изд) Разделы 1 (Глава 1.8); 2 (Глава 2.4 и 2.5); (Главы 4.1 и 4.2)	1.10

	Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей Утверждены приказом Министерства Энергетики РФ №6 от 13.01.03 (М.: Энас, 2003)	1.10
СО 153-34.03.150-2003(РД 153-34.0-03.150-00)	Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок (М.:Энас, 2003)	1.10
ГН 2.1.5.13501-03	Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (М.:2004)	2.11. 5.1.10.
	Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов Утвержден приказом Комитета РФ по рыболовству № 100 от 28.06.95 (М.: Мединор., 1995)	2.12. 5.1.10.
СО 34-70-953.25-92 (ОСТ 34-70-953.25-92)	Воды производственные тепловых электростанций. Методы определения кальция (М.:ВТИ,1993)	4.1.1. 8.3.2.
СО 153-34.37.523.7-88 (РД 34.37.523.7-88)	Воды производственные тепловых электростанций. Метод определения щелочности (М.:ВТИ, 1989)	4.1.1. 8.4.2.
СО 34.26.101-94 (РД 34.26.101-94)	Методические указания по расчету предельно допустимой температуры воды, обеспечивающей отсутствие поверхностного кипения в водогрейных котлах (М.:ВТИ, 1994)	4.1.10 8.2.6.
СО 34.17.465-00 (РД 153-34.1-17.465-00)	Методические указания по оценке интенсивности процессов внутренней коррозии в тепловых сетях (Москва, ВТИ, 2001)	4.1.12.5.
СО 153-34.22.501 (РД 34.22.501)	Руководящие указания по предотвращению образования минеральных и органических отложений в конденсаторах турбин и их очистка (М.: СПО ОРГРЭС, 1989)	5.1.15.
СО 153-34.37.523.8-88 (РД 34.37.523.8-88)	Воды производственные тепловых электростанций. Методы определения жесткости (М.:ВТИ, 1989)	6.1.2. 8.4.2. 9.2.3.2.2.
СО 153-34.40.505 (РД 34.40.505)	Методические указания по эксплуатационному контролю за состоянием сетевых подогревателей (М.:СПО ОРГРЭС, 1985)	8.2.3.
СО 34.37.306-2001	Методические указания по контролю состояния основного оборудования тепловых электрических станций. Определение количества и химического состава отложений (М.:ВТИ, 2003)	8.2.4.

СО 34-70-953.16-90 (ОСТ 34-70-953.16-90)	Воды производственные тепловых электростанций. Методы определения хлоридов (М.:ВТИ, 1993)	8.3.2. 8.4.2.
СО 153-34.37.523.9-90 (РД 34.37.523-9.88)	Воды производственные тепловых электростанций. Методы определения фосфатов (ВТИ, 1989)	8.6.2.
СО 34.37.533-2001 (РД 153-34.0-37.533-2001)	Методические указания по определению марки и оптимальной концентрации антинакипина для обработки подпиточной и сетевой воды систем теплоснабжения	9.2.3.1.
ПБ 03-576-03	Правила устройства безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (М.: НТЦ «Промышленная безопасность», 2003)	9.3.2. 9.3.3.3 11.3
ГОСТ 13032-77	Полиметилсилоксановые жидкости	9.3.3.4.3.
ГОСТ 9.502-82	Ингибиторы коррозии металлов для водных сред. Методы коррозионных испытаний	10.3.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 4
2. СВОЙСТВА АНТИНАКИПИНОВ И ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ 5
3. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ 8
4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕЖИМУ ОБРАБОТКИ ВОДЫ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ (ГВС) 9
   - 4.1. Рекомендации по выбору и ведению режима 9
   - 4.2. Рекомендации по дозированию реагентов 18
   - 4.3. Рекомендации по расчету расхода реагента для обработки воды 19
5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕЖИМУ ОБРАБОТКИ ВОДЫ ОБОРОТНЫХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ 19
   - 5.1. Рекомендации по выбору и ведению режима 19
   - 5.2. Рекомендации по дозированию реагентов 23
   - 5.3. Рекомендации по расчету расхода реагента для обработки воды 23
6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕЖИМУ ОБРАБОТКИ ВОДЫ ПАРОВЫХ КОТЛОВ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ 24
   - 6.1. Рекомендации по выбору и ведению режима 24
   - 6.2. Рекомендации по дозированию реагентов 25
   - 6.3 Рекомендации по расчету расхода реагента для обработки воды 25
7. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕЖИМУ ОБРАБОТКИ ВОДЫ В ДИСТИЛЯЦИОННЫХ ОПРЕСНИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ (ДОУ) И ИСПАРИТЕЛЯХ 26
   - 7.1. Рекомендации по выбору и ведению режима 26
   - 7.2. Рекомендации по дозированию реагентов 27
8. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО И ХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ВОДЫ ФОСФОНАТАМИ 27
   - 8.1. Основные положения 27
   - 8.2. Рекомендации по вводу фосфонатов в системы теплоснабжения и ГВС 27
   - 8.3. Рекомендации по вводу фосфонатов в систему оборотного охлаждения 28
   - 8.4. Рекомендации по вводу фосфонатов в воду паровых котлов низкого давления 29

8.5. Рекомендации по вводу фосфонатов в воду ДОУ и испарителей 29
8.6. Рекомендации по химическому контролю при обработке воды фосфонатами 30
9. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ МАРКИ И ОПТИМАЛЬНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ АНТИНАКИПИНА 30
9.1. Основные положения 30
9.2. Рекомендации по методам оценки результатов испытаний 32
9.3. Рекомендации по аппаратуре для проведения испытаний 32
10. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ АНТИКОРРОЗИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ФОСФОНАТОВ 39
10.1. Основные положения 39
10.2. Рекомендации по методике проведения испытаний 39
10.3. Рекомендации по методу оценки результатов испытаний ... 41
11. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБОРУДОВАНИЮ ДЛЯ ДОЗИРОВАНИЯ РАСТВОРА ФОСФОНАТОВ 41
12. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ХРАНЕНИЮ ФОСФОНАТОВ 46
13. ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ФОСФОНАТАМИ 48
Приложение А. Фосфонаты, допущенные к использованию 49
Приложение Б. Характеристики металла конденсаторных труб и допустимая скорость движения в них охлаждающей воды в зависимости от ее характеристики 50
Приложение В. Перечень нормативных документов, на которые даны ссылки в "Методических рекомендациях по применению антинакипинов и ингибиторов коррозии ОЭДФК, АФОН 200-60А, АФОН 230-23А, ПАФ-13А и ИОМС-1 на энергопредприятиях" 52

Подписано в печать 01.11.05. Формат 60×90 1/16. Печать офсетная.
Печ. л. 15,0. Тираж 150 экз. Заказ № 163

ПМБ ВТИ. 115280, Москва, ул. Автозаводская, д. 14/23

gost.e-ecolog.ru