

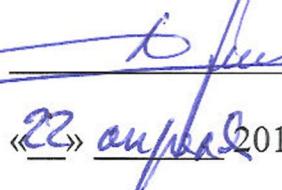


**Некоммерческое партнерство
«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ
Единой энергетической системы»**

109044 г.Москва, Воронцовский пер., дом 2
Тел. (495) 912-1078, 912-5799, факс (495) 632-7285
E-mail: dtv@nts-ees.ru, <http://www.nts-ees.ru/>
ИИН 7717150757

УТВЕРЖДАЮ

Председатель научно-технической
коллегии НП «НТС ЕЭС»
член-корр. РАН, д.т.н., профессор

 А.Ф. Дьяков
 22 апреля 2015 года

г. Москва

15.04.2015

**Протокол
заседания подсекции «Водоподготовка и водно-химические режимы»
НП «НТС ЕЭС» по теме:
«Реагенты на основе аминов для ведения ВХР».**

Присутствовали:

- члены подсекции «Водоподготовка и водно-химические режимы» научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС»;
- представители:
 - ОАО «ВТИ»;
 - МЭИ;
 - ОАО «Мосэнерго»;
 - ООО «Сибирская генерирующая компания»

Во вступительном слове Председатель подсекции Иванов Е.Н. отметил, что вопросы использования аминов в организации ВХР и для предотвращения коррозии энергетического оборудования начаты в ВТИ ещё в 60 годах прошлого века. Широкое применение нашел реагент ОДА для консервации. На настоящем этапе используются смеси аминов с различными свойствами, обеспечивая нормируемый ВХР и защиту от коррозии.

С докладом «Реагенты на основе аминов для ведения ВХР» выступил Заведующий лабораторией водно-химических режимов ОАО «ВТИ», к.т.н. Суслов С.Ю.

История использования органических добавок в пар и котловую воду для коррекционной обработки имеет давнюю историю. Первоначально органика или органосодержащие добавки применялись для того, чтобы избежать образования отложений из-за содержания солей жесткости в котле. Первое применение аминов для обработки питательной воды было в конце 1940-х годов: морфолин, а позже в смеси с циклогексиламином (в соотношении 1:1) был использован в паровых трактах электростанций. В Италии алифатические амины использовались на ТЭС с прямоточными котлами в начале 1970-х годов. За рубежом и в отечественной энергетике в настоящее время применяются реагенты, представляющие смесь нейтрализующих аминов (иногда с добавкой кислородопоглотителя – диэтилгид-

роксиламина). Такие реагенты решают проблемы, связанные с поддержанием величины pH по всему тракту, но водно-химический режим котловой воды ведется с дозировкой фосфатов. Рассчитаны они, как правило, на обработку котлов, подпитываемых умягченной водой. В последние годы появились различные реагенты на основе аминов, позволяющие решить проблемы, связанные с ведением ВХР всего контура.

В зарубежной энергетике, а теперь и в России нашли широкое применение водно-химические режимы на основе комплексных аминосодержащих реагентов (таких как Epuramine, Cetamine, Purotech и Helamin).

Применение этих реагентов позволяет решить ряд проблем. Помимо упрощения ведения и контроля за состоянием водно-химического режима, снимается проблема хайд-аута и обратного хайд-аута. Данное утверждение основано на том, что аминосодержащие реагенты не содержат ни фосфатов, ни твердых щелочей (едкого натра) и не требуют их использования для коррекционной обработки котловой воды, т.к. решают проблемы присосов и поддержания величины pH на требуемом уровне.

До сего времени нет обязательного нормативно-технического документа, позволяющего правильно выбрать реагент и вести водно-химический режим. Без знания свойств и состава каждой марки реагента можно получить вместо положительного отрицательный эффект от их применения. Одной из особенностей аминов является строго определённая область применения каждой марки. Существуют реагенты, применение которых ограничено технологическими параметрами: максимально допустимым давлением и температурой. Есть реагенты, область применения которых ограничена по санитарным показателям. Но главной особенностью является строгое требование по применению в зависимости от качества добавочной воды.

Действие комплексного реагента на основе аминов можно представить следующим образом. Результат воздействия плёнкообразующих аминов на металл будет одинаковым для любой воды, будь то умягчённая или обессоленная, и заключается он в создании гидрофобной плёнки в диапазоне температур от 30 до 150 – 200°C, и защитной магнетито-аминовой пленки в зоне более высоких температур, а также в отмывочном эффекте.

Создатели комплексных реагентов на основе аминов стремились разработать такой реагент, который бы мог в полной мере обеспечить поддержание ВХР на различных этапах эксплуатации во всех точках тракта, а также защиту оборудования от коррозии при простое. Чтобы удовлетворить такой запрос, необходимо создать композицию из нескольких реагентов.

Чтобы обеспечить водно-химический режим энергоблока, используя амины, необходимо учитывать несколько факторов. Прежде всего, собираясь применить тот или иной комплексный реагент, надо знать состав композиции и представлять поведение каждого компонента в тракте электростанции. Способность любого амина эффективно защищать систему зависит от нескольких факторов: потенциала нейтрализации, уровня срабатывания и коэффициента возврата, основности, коэффициента распределения и термической стойкости. Коэффициенты распределения зависят от давления. При работе с комплекс-

ными реагентами, чтобы представлять эффект от их применения, необходимо учитывать коэффициенты распределения всех компонентов.

Наиболее трудным является получение данных по коэффициенту распределения пленкообразующих аминов. Это связано с тем, что пленкообразующий амин участвует одновременно в двух процессах: адсорбции и хемосорбции. Также содержание пленкообразующих аминов в тракте зависит от состояния защитной пленки на поверхности металла и может резко упасть в случае нарушения целостности пленки. Еще один фактор – состояние поверхности металла до начала ввода аминов. В первое время, если не проводилась предварительная подготовка поверхности, пленкообразующие амины могут отсутствовать, поскольку все они пойдут на создание защитной пленки по всему тракту.

Дисперсанты, входящие в состав комплексных реагентов, как правило, представляют собой полиакрилаты или поликарбоксилаты и предназначены для предотвращения образования отложений солей жесткости на внутренних поверхностях нагрева и отмычки отложений с внутренних поверхностей оборудования.

Образующиеся в результате реакции нерастворимые в воде и не прилипающие к поверхностям нагрева соли могут быть легко удалены продувками котла.

В настоящее время существует много аминных реагентов как отечественного, так и импортного производства. Однако только импортные реагенты включают в свой состав пленкообразующие амины. По этой причине остановимся на них.

ХЕЛАМИН (HELAMIN)

На рынке представлены три марки, хотя производители имеют в перечне выпускаемой продукции четыре. Первые две сначала заявлялись в качестве реагентов для умягченной воды, однако в последующем эти реагенты стали анонсироваться для вод любого качества, также поднялся температурный предел применения реагентов до 600°C.

На этом аспекте перехода реагента из одной категории в другую следует остановиться и рассмотреть подробно.

В состав хеламина входят два нейтрализующих амина: циклогексиламин иmonoэтаноламин, причем большую часть составляет ЦГА. Из этого, с учетом вышеприведенных данных по коэффициентам распределения, следует, что данный реагент на водах высокого качества ($УЭП = 0,2 \text{ мкСм/см}$ и ниже) не сможет обеспечить требуемое значение величины pH в котловой воде. Следует также учитывать, при использовании реагента на котлах-утилизаторах, их тепловую схему. На котлах-утилизаторах «последовательной» схемы ведение режима будет более сложным.

Необходимо отметить, что как реагент первого поколения, созданный 30 лет назад, данный реагент в настоящее время не может удовлетворять современным требованиям.

Недостаточно удачный опыт применения этого реагента иллюстрирован промышленными данным, полученными на Сочинской ТЭС.

СЕТАМИН, EPURAMINE, PUROTECH.

Cetamine, Epuramine – это следующее поколение реагентов, созданное по принципу хеламина, теми же разработчиками, но отличающееся как соотношением нейтрализующих компонентов, так и пленочным амином. Наши исследования реагентов подтвердили это. В настоящее время линейка Epuramine не выпускает-

ся, реагенты поставляются на рынок под торговой маркой Purotech. Если реагенты марки эпурармин были абсолютным аналогом линейки цетамина, то компания, выпускающая реагенты PUROTECH, пошла по пути разработки своих реагентов, на наш взгляд, не всегда удачно.

Автор доклада продемонстрировал удачный опыт применения Цетамина на Киришской ГРЭС, на энергоблоке ПГУ-800. Применение только одного реагента и дозирование его в две точки тракта – конденсат паровой турбины и котловую воду обеспечило организацию надёжного ВХР всего оборудования блока, а также консервацию при остановах.

Отмечается, что при пуске блока после двухнедельного простоя все основные показатели качества теплоносителя быстро достигли нормируемых значений.

С содокладом «**Опытно-промышленное внедрение комплексной технологии ведения ВХР на основе новой марки аминосодержащего реагента на энергоблоке ПГУ-325 Ивановских ПГУ**» выступила Заведующая отделением водно-химических процессов ТМО ОАО «ВТИ», к.т.н. Кирилина А.В.

Работа выполнялась в рамках договора № 009-2012/2.29/681 от 07 декабря 2012 г. Между Фондом «Энергия без границ» и ОАО «ВТИ».

На основании собственного опыта работы и анализа опыта работы специалистов ближнего и дальнего зарубежья специалистами лаборатории водно-химических режимов отделения водно-химических процессов ОАО «ВТИ» была выполнена разработка нового аминосодержащего реагента и комплексной технологической установки для обеспечения комплексного подхода по поддержанию водно-химического режима, очистки и пассивации/консервации оборудования энергоблоков ТЭС.

Комплексная технология состоит из трех технологических процессов: водно-химического режима, процесса очистки и процесса пассивации/консервации поверхностей нагрева с применением комплексного аминосодержащего реагента.

Дозирование реагента выполнялось с помощью комплексной технологической установки, которая была разработана, смонтирована и подключена к коммуникациям энергоблока ПГУ-325 ст.№ 2 Ивановских ПГУ.

Перед началом опытного опробования комплексной технологии был выполнен осмотр оборудования, по результатам которого, был составлен акт для фиксации начального состояния котла-utiлизатора.

Осмотр показал, что на поверхностях барабанов низкого и высокого давлений котла-utiлизатора имеется защитная плёнка с коррозионной стойкостью более 15 минут, все поверхности барабанов котла-utiлизатора покрыты равномерным пылевидным, тонким слоем серо-коричневого цвета, легко удаляемого, под слоем защитная плёнка с коррозионной стойкостью 15 минут, что характеризуется как «высшая». Также было отмечено, что на поверхностях нагрева практически отсутствуют отложения.

Дозирование реагента в тракт энергоблока выполнялось с помощью комплексной технологической установки в две точки тракта энергоблока:

- в линию основного конденсата
- в барабан высокого давления котла-utiлизатора.

Данные точки являются основными и при работе энергоблока ПГУ-325 в штатном режиме при поддержании проектного водно-химического режима на основе хеламина и периодической дозировки щелочи в барабан высокого давления.

При выполнении процесса очистки первоначально содержание пленкообразующих аминов было значительным, что обусловлено процессом насыщения тракта. В этот период содержание ПОА во всех контролируемых средах находилось в пределах от 2300 до 5300 мкг/дм³. Постепенно в процессе реализации этапа эксплуатационной очистки содержание ПОА по тракту стабилизировалось на требуемых пределах, что обусловлено процессом формирования защитной пленки на поверхностях нагрева котла-utiлизатора.

Контроль за содержанием железа по тракту в процессе выполнения эксплуатационной очистки показал, что содержание железа на начальном этапе проведения очистки находилось в пределах от 200 до 450 мкг/дм³ в основном конденсате энергоблока. В котловой воде низкого давления содержание железа колебалось от 750 до 900 мкг/дм³. В котловой воде высокого давления содержание железа колебалось от 600 до 1300 мкг/дм³. Это несколько отличается от реальной картины при эксплуатации, когда содержание железа в тракте незначительно.

При завершении процесса очистки содержание железа в тракте энергоблока стабилизировалось в пределах от 20 до 95 мкг/дм³ в конденсате и в котловой воде котла-utiлизатора.

Помимо указанных показателей аналитического контроля за процессом очистки выполнялось измерение величины рН среды по тракту энергоблока.

На основании разработанного регламента величина рН на этапе очистки должна находиться в пределах от 9,8 до 10,8 единиц рН.

По результатам проведения первого этапа комплексной технологии - эксплуатационной очистки установлено, что разработанный аминосодержащий реагент обеспечивает процесс очистки, а комплексная технологическая установка позволяет поддерживать необходимую концентрацию реагента в тракте энергоблока.

Для обеспечения нормируемых показателей водно-химического режима приготавливается рабочий раствор аминосодержащего реагента с концентрацией 0,7%. Дозировка реагента осуществлялась в две точки тракта энергоблока: в линию основного конденсата и в барабан высокого давления котла-utiлизатора.

При поддержании водно-химического режима выполнялись определения содержания ПОА, железа, величина рН по тракту блока и другие показатели, утвержденные на основании режимных карт и инструкции по ведению водного режима.

Результаты определения пленкообразующих аминов при ведении водно-химического режима показали, что реагент стабильно определяется во всех точках тракта энергоблока ст. № 2. Дозировка реагента от комплексной технологической установки осуществлялась без перебоев, постоянно.

По результатам определения видно, что содержание ПОА в точках:

- основной конденсат ГПК находилось в пределах от 8 до 68 мкг/дм³;
- в котловой воде НД от 8 до 45 мкг/дм³;
- в котловой воде высокого давления от 11 до 583 мкг/дм³;
- в перегретом паре высокого давления (ППВД) от 8 до 152 мкг/дм³;

- в перегретом паре низкого давления (ПНД) от 11 до 49 мкг/дм³.

Величина pH по всему тракту находилась в требуемых пределах от 9,2 до 9,7. В процессе реализации комплексной технологии не зависимо от нагрузки на энергоблоке, от необходимости вывода блока в краткосрочный резерв на срок до 3 или 10 суток и при дальнейшем пуске блока не наблюдалось провалов по величине pH. Таким образом, реагент и установка полностью обеспечивали требуемый показатель величины pH по тракту блока, что является подтверждением работоспособности и свойств реагента поддерживать водный режим.

По полученным данным видно, что прослеживается тенденция по сокращению количества железа в тракте блока после краткосрочных остановов. Так, например, первый пуск блока после завершения стадии эксплуатационной очистки содержание железа в котловой воде высокого давления максимально и краткосрочно поднялось до 800,0 мкг/дм³ (см. рис. 11), а затем стабилизировалось на уровне от 30 до 100 мкг/дм³.

В остальных точках тракта железо находилось в пределах от 12 до 50,0 мкг/дм³.

1 В результате реализации комплексной технологии на энергоблоке ПГУ-325 ст.№ 2 было получен положительный опыт, обусловленный тем, что все необходимые показатели водно-химического режима были выдержаны в нормируемых показателях.

2 Разработанный аминосодержащий реагент обеспечивает необходимую защиту поверхностей нагрева во всех режимах работы оборудования.

3 Комплексная технологическая установка (КТУ) обеспечивает необходимую дозировку реагента в тракт энергоблока при выполнении всех технологических процессов комплексной технологии.

4 Для обеспечения возможности внедрения комплексной технологии на энергоблоках с барабанными котлами и на энергоблоках ПГУ специалистами ОАО «ВТИ» разрабатывается проект стандарта.

5 Расход реагента снизился по сравнению с ранее использовавшимся реагентом марки Helamin, при этом дополнительная дозировка щелочи не требовалась.

Доклады иллюстрировались большим количеством рисунков показывающих эффективность предлагаемой технологии и реагентов.

(Тексты докладов прилагаются).

С экспертным заключением выступил Доцент каф. ТВТ НИУ «МЭИ», к.т.н., доцент Верховский А. Е.

(Отзыв рецензента прилагается).

В прениях по докладам выступил Начальник центра инжиниринга водоподготовительного оборудования ОАО Фирма «ОРГРЭС» Чуб А.И.

А.И. Чуб отметил, что проведена большая работа по продвижению в промышленное использование новых марок аминосодержащих реагентов. Недостаток работы в том, что нет обобщения опыта применения этих реагентов и отсутствует нормативный документ.

В обсуждении доклада приняли участие:

Иванов Е.Н.– ОАО «ВТИ», Зенова Н.В. – СЭРТМО ОАО «Мосэнерго».

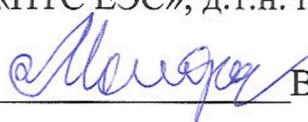
Заслушав доклад, заключение эксперта и выступления участников заседания, подсекция «Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС» НП «НТС ЕЭС» отмечает:

1. Работа имеет большое промышленное значение, так как значительно упрощает организацию ВХР энергоблоков.
2. Аминосодержащий реагент обладает рядом свойств, которые обеспечивают не только защиту металла от коррозии, но и защищает поверхности нагрева от накипеобразования.
3. Принимая во внимание, что в работе используется импортный реагент, авторам необходимо направить усилия на разработку отечественных композиций с минимальной зависимостью от импортных компонентов.

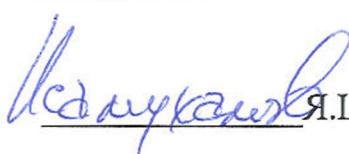
Подсекция решила:

1. Продолжить работы по исследованию аминных режимов и добиться необходимого объема финансирования работ. ОАО «ВТИ» (2015-2017гг)
2. Определить области применения различных видов аминов в зависимости от параметров эксплуатируемого оборудования. ОАО «ВТИ» (2015 г.)
3. Разработать нормативную документацию по применению аминов на различных типах котлов в виде стандарта организации. ОАО «ВТИ» (2017г)

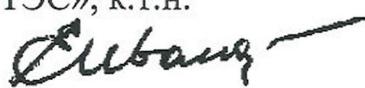
Первый заместитель председателя научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС», д.т.н. профессор

 Молодюк В.В. Молодюк

Ученый секретарь научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС», к.т.н.

 Исамухамедов Я.Ш. Исамухамедов

Председатель подсекции «Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС», к.т.н.

 Е.Н. Иванов

Ученый секретарь
Подсекции



Н.Н. Крючкова