

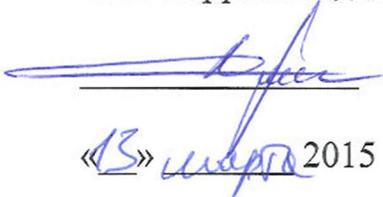


**Некоммерческое партнерство  
«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ  
Единой энергетической системы»**

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

**УТВЕРЖДАЮ**

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

  
А.Ф. Дьяков  
«13» марта 2015 года

г. Москва

04.03.2015

**Протокол**  
заседания подсекции «Водоподготовка и водно-химические режимы» НП  
«НТС ЕЭС» по теме:

**«Результаты практической реализации метода предпусковой физико-механическо-паровой очистки и пассивации на основе цетамин V 211 пароводяного тракта энергоблока ст. №8 Черепетской ГРЭС».**

**Присутствовали:**

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

С докладом «Результаты практической реализации метода предпусковой физико-механическо-паровой очистки и пассивации на основе цетамин V 211 пароводяного тракта энергоблока ст. №8 Черепетской ГРЭС» выступил Заведующий лабораторией консервации теплоэнергетического оборудования ТЭС ОВХП ОАО «ВТИ» к.т.н. А.Н. Полевич. Краткое резюме доклада:

В ОАО «ВТИ» разработан метод предпусковой паро-химической очистки и пассивации (ПХОПА) пароводяного тракта теплоэнергетического оборудования (ТЭО).

Метод ПХОПА заключается в одновременном воздействии на внутренние поверхности пароводяного тракта паровой и химической сред. В качестве основного химического реагента в паровой среде применяется комплексный полиаминный реагент (КПР).

Комплексное воздействие на внутренние поверхности ТЭО паровой среды в смеси с КПР позволяет многократно увеличить эффективность технологии предпусковой очистки и пассивации, а так же существенно снизить расход технической, обессоленной или умягченной воды для этапов скоростных водных промы-

вок. На очищенных поверхностях за счет высокотемпературного воздействия поверхностно-активных веществ создается мономолекулярный защитный слой. Кроме того, широкий диапазон температурной стабильности реагента, находящийся в интервале 130÷545°C, позволяет существенно расширить диапазон очистки и пассивации.

Метод ПХОПА использован для вновь строящихся энергоблоков ст.№№8,9 Черепетской ГРЭС и использован при рабочем проектировании: «Предпусковая паро-химическая очистка и пассивация на основе комплексного полиаминного реагента пароводяного тракта энергоблока 225 МВт Черепетской ГРЭС».

Схема и технологический регламент ПХОПА эффективно реализуется при загрязненности внутренних поверхностей пароводяного тракта энергоблока продуктами атмосферной коррозии котельных сталей не более 100 г/м<sup>2</sup>.

Данное требование выполнимо при соблюдении в предпусковой период следующих основных условий:

- наличие заводской консервации всех элементов пароводяного тракта энергоблока;
- обеспечение условий хранения, при которых отсутствует процесс влажной атмосферной коррозии внутренних поверхностей теплоэнергетического оборудования;
- проведение всех видов гидравлических испытаний (ГИ) только после создания на внутренних поверхностях пароводяного тракта предпусковой защитной пассивирующей пленки.

Для разработки технологического регламента ПХОПА пароводяного тракта котла ст.№8 выполнено определение исходной удельной загрязненности образцов водяного экономайзера и экранных труб.

Результаты определения загрязненности образцов представлены ниже.

– Исходная загрязненность образцов котла Еп-630-13,8-565/570 КТ ст.№8

№№ п/п	Место вырезки	Количество отложений (г/м <sup>2</sup> )
<b>Образцы из труб экранов</b>		
1	Фронтной экран	27,78
2	Задний экран	19,96
3	Соленый отсек справа	29,33
4	Соленый отсек слева	25,62
<b>Образцы из труб водяного экономайзера</b>		
5	Водяной экономайзер левый поток 1-й ступени	29,69
6	Водяной экономайзер правый поток 1-й ступе-	23,38
7	Водяной экономайзер левый поток 2-й ступени	42,21
8	Водяной экономайзер правый поток 2-й ступе-	46,34

Для барабанного котла типа Еп-630-13,8-565/570 КТ нормативно установленная остаточная загрязненность внутренних поверхностей нагрева после предпусковой очистки не должна превышать 70 г/м<sup>2</sup>.

Исходная удельная загрязненность образцов водяного экономайзера и экранных труб значительно ниже нормативно установленной остаточной загрязненности после предпусковой очистки, что характеризует качество заводской консервации и надлежащие условия предмонтажного хранения элементов пароводяного тракта котла.

В результате стендовых исследований технологии на образцах из экранных труб установлено:

- при комнатной температуре КГР растворим в воде в любых пропорциях, что снимает ограничение по увеличению исходной концентрации реагента в паровой среде;
- коррозионные потери с чистой поверхности образца отсутствуют;
- очищающая способность ПХС низкая и не превышает  $2 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ ;
- пассивирующая способность ПХС высокая;
- стойкость пассивирующей пленки, созданной ПХС на основе КГР по шкале устойчивости капельного метода 3 минуты, что позволяет защитить внутреннюю поверхность котельной стали от процесса вторичной атмосферной коррозии на 3 месяца;
- концентрация КГР в ПХС, равная 1000 мг/кг наиболее оптимальная, что подтверждается качеством сформированной защитной полиаминной пленки.

На основании результатов стендовых исследований выполнены расчеты расхода КГР и разработан технологический регламент ПХОПА пароводяного тракта энергоблока.

Реализация метода ПХОПА на энергоблоке ст.№8 выполнялась в три этапа:

- очистка и пассивация конденсатного тракта и деаэратора традиционным методом;
- очистка и пассивация питательного тракта и испарительной системы котла дозированием водного раствора КГР в пар 1,3 МПа;
- очистка и пассивация паровых трактов ВД и НД дозированием водного раствора КГР в собственный пар при первичной растопке котла.

Расход CETAMINEV 211 для ПХОПА пароводяного тракта энергоблока ст.№8

№ № п/п	Наименование элемента	Расход ХОВ, пара, т.	Концентрация реагента, кг/т.	Расход реагента, кг.
1	Конденсатный тракт и деаэратор	200	1,0	200
2	Питательные трубопроводы, ПВД, водяной экономайзер, барабан, испарительная система	2500	1,0	2500
3	Пароперегревательные поверхности и главные паропроводы ВД и НД.	3000	1,0	3000
Итого:				5 700

Качество очистки и пассивации определялось результатами анализов отбираемых проб в конце этапов на нефтепродукты ( $C_{н.п.}$ ), рН паро-химической среды, остаточную концентрацию цетамина в паре ( $C_{ц.}$ ), концентрацию взвешенных ве-

ществ ( $C_{вз.}$ ) и растворенного железа ( $C_{Fe}$ ).

Параметры и химический контроль очистки и пассивации питательного тракта и испарительной системы энергоблока.

Контур очистки и пассивации	Расход пара, т/ч	Концентрация реагента, кг/т	Время, час.	Расход реагента, дм <sup>3</sup>	$C_{н.п.}$ мг/дм <sup>3</sup>	pH	$C_{ц.}$ мг/дм <sup>3</sup>	$C_{вз.}$ мг/дм <sup>3</sup>	$C_{Fe}$ мкг/дм <sup>3</sup>
1. Трубопровод питательной воды помимо ПВД	50	1	4	200	0,39	10,2	759	1,44	196
2. Трубная система ПВД	50	1	4	200	0,35	10,2	748	1,47	230
3. Водяной экономайзер, барабан, экранная система. (10 контуров).	50	1	40	2000	0,28	9,5	508	1,31	210

Очистка и пассивация паровых трактов ВД и НД выполнялась дозированием водного раствора КГР в собственный пар при первичной растопке котла на мазуте и наборе 30% нагрузки.

При демонтаже временных трубопроводов схемы ПХОПА конденсатного тракта, деаэратора, питательного тракта, испарительной системы котла, паровых трактов ВД и НД были вырезаны участки труб для оценки стойкости созданных защитных плёнок.

Качество созданных пленок на образцах определялось двумя методами:

- капельным методом;
- выдержкой во влажной камере.

Стойкость созданных пассивирующих пленок на образцах, установленных во влажную камеру, оценивалась визуально. Основным критерием оценки является промежуток времени, через который на защищенной поверхности появляются первые очаги процесса вторичной атмосферной коррозии.

При комнатной температуре и 100% относительной влажности воздуха во влажной камере, на исследуемых образцах первые очаги процесса вторичной атмосферной коррозии появились через 4 месяца.

Испытание капельным методом показало, что стойкость пленки более 3 минут. Это соответствует высокой степени защиты.

В обсуждении доклада приняли участие:

Иванов Е.Н., Суслов С.Ю., – ОАО «ВТИ». С экспертным заключением выступил Начальник отдела пусконаладочных работ ООО «Интер РАО-Инжиниринг», к.т.н. А.В. Давыдов. (Отзыв рецензента прилагается).

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

1. Технологический регламент, разработанный на основании стендовых исследований, обеспечил высокую эффективность предпусковой очистки и пассивации пароводяного тракта барабанного котла энергоблока 225 МВт;

2. Внутренние поверхности конденсатного и питательного трактов, барабана, экранной системы, паровых трактов ВД и НД защищены от процесса вторичной атмосферной коррозии перед комплексным опробованием энергоблока на 4 месяца.

Подсекция **решила:**

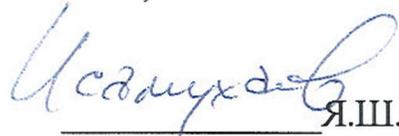
1. Рекомендовать ОАО «ВТИ» разработать Стандарт Организации **«Предпусковая физико-механическо-паровая очистка и пассивация на основе комплексных полиаминных реагентов пароводяного тракта котлов энергоблоков ТЭС»**. Срок - в течение 2015 года.

2. Согласовать разработанный Стандарт Организации **«Предпусковая физико-механическо-паровая очистка и пассивация на основе комплексных полиаминных реагентов пароводяного тракта котлов энергоблоков ТЭС»** с основными заводами изготовителями котлов – ОАО «ЭнергоМашиностроительный Альянс» («ЭМАльянс»).

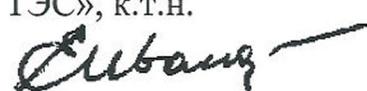
Первый заместитель председателя научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС», д.т.н. профессор

  
В.В. Молодюк

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

  
Я.Ш. Исамухамедов

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

  
Е.Н. Иванов

Ученый секретарь Подсекции

  
Н.Н. Крючкова