

Сухокислотный состав для химической очистки котлов

**Кудинова Л.И., Карпова С.В., инженеры, Миков А.И., канд. техн. наук,
Шипилов А.И., канд. хим. наук**

- Филиал ОАО “ТГК-9” – Инженерно-технический центр Пермской области”
- ЗАО “Полиэкс”

Эксплуатационные химические очистки поверхностей нагрева котлов проводятся для обеспечения необходимой чистоты внутренних поверхностей нагрева удалением образовавшихся в процессе эксплуатации накипей, отложений и продуктов коррозии. Своевременное проведение химической очистки необходимо для предотвращения аварий, связанных с перегревом металла и разрывом труб котлов, а также для улучшения теплопередачи и уменьшения скорости коррозии металла оборудования во время эксплуатации.

Основным и наиболее эффективным методом удаления отложений с внутренних поверхностей нагрева паровых котлов является химическая очистка котлоагрегатов с использованием сильных минеральных кислот – соляной, серной, фосфорной и других – с различными добавками [1, 2]. Растворы кислот в сочетании с ингибирующими добавками и щелочными обработками позволяют растворять отложения практически любого состава. Это свойство промывочных растворов особенно актуально для котлов среднего и низкого давления, в которых образуются наиболее сложные и разнообразные по составу отложения.

Для предпусковых и эксплуатационных очисток котлов наибольшее распространение получил способ использования растворов ингибионированной соляной кислоты ввиду ее дешевизны и эффективности растворения отложений. Несмотря на широ-

кое использование, технология с применением жидкой соляной кислоты обладает рядом недостатков. К наиболее существенным относятся транспортные проблемы, связанные с доставкой на предприятия значительных количеств высокореакционноспособного и коррозионно-активного реагента, организация специального складского хозяйства для жидкого химпродукта. Быстрый износ оборудования для разгрузки и хранения данного реагента приводит к тому, что ряд электростанций отказывается от химических очисток с использованием соляной кислоты и ищет другие способы удаления отложений с внутренних поверхностей теплоэнергетического оборудования.

В значительной мере обозначенные проблемы могут быть решены при использовании для удаления загрязнений с внутренних поверхностей нагрева паровых котлов высококонцентрированных сухих кислотных составов. Промышленность выпускает твердые кислоты, например сульфаминовую, хлоруксусную. Однако эти кислоты характеризуются высокой гигроскопичностью, быстро слеживаются, проявляют свои агрессивные кислотные свойства, даже находясь в твердом исходном состоянии.

Компания ЗАО “Полиэкс” (г. Пермь) разработала ингибионированный сухокислотный состав КСПЭО-СК и предложила опробовать его для хи-

Таблица 1

Объект исследования	Количество отложений, г/м ²	Химический состав, %					
		SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CuO	CaO + MgO	P ₂ O ₅	SO ₃
Котел ГМ-50 – 1 Пермской ТЭЦ-13	308 – 811	7,3	70,0	5,2	7,2	6,6	3,6
Котел ГМ-50-14-20 ЗАО "Сибурхимпром"	1370 – 1418	12,6	58,3	Отсутствует	8,3	2,0	9,5

мических очисток энергетического оборудования. Состав КСПЭО-СК представляет собой твердую смесь, связанную ингибиранной азотной кислотой со специальными добавками, улучшающими основные свойства реагента. В сухом твердом виде состав не проявляет свойств кислоты, не слеживается, пожаробезопасен и потому удобен в транспортировке и хранении. В состав композиции входит специально подобранный ингибитор, который эффективно защищает оборудование от коррозии. При растворении состава в воде образуется свободная азотная кислота, в раствор также переходят другие составляющие компоненты композиции, обеспечивающие эффективное удаление отложений и бережное отношение к технологическому оборудованию.

Основные физико-химические характеристики сухой товарной формы кислотного состава КСПЭО-СК марки В приведены далее

Насыпная плотность, кг/м ³	600 – 800
Содержание кислот, в пересчете на 100%-ную азотную кислоту, %, не менее	40
Массовая доля влаги, %, не более	8
Плотность, кг/м ³	~1025
Вязкость, МПа·с	~1,03
Содержание кислот, в пересчете на 100%-ную азотную кислоту, %, не менее	4
Скорость растворения (коррозии) стали Ст3 при 20°C, г/(м ² ·ч), не более	0,45
pH	0,9 – 1,1

Состав КСПЭО-СК выпускается нескольких марок для различных целей применения и внешне представляет собой кристаллы от белого до серого цвета, хорошо растворимые в воде.

Скорость коррозии определялась ЗАО "Полиэкс" весовым методом. Подготовленные соответствующим образом образцы полностью погружались в 10%-ный по основному веществу водный раствор КСПЭО-СК и выдерживались в течение 24 ч при температуре 20°C. Средняя коррозионная активность по отношению к котельным стальям составила 0,35 – 0,45 г/(м²·ч).

Оценка моющей способности растворов данного реагента проводилась на образцах экранных труб в условиях, имитирующих химическую очистку. Параллельно, для сравнения удалялись отложения с этих же образцов ингибиранной соляной кислотой.

Структура и состав отложений на представленных вырезках экранных труб котлов ГМ-50-14-20 и ГМ-50-1 характерны для котлов низкого и среднего давления. Химический состав и количество отложений на испытуемых образцах представлены в табл. 1.

Лабораторную промывку проводили параллельно на двух образцах одной экранной трубы разными моющими растворами: 10%-ным раствором КСПЭО-СК марки В и 6%-ным раствором ингибиранной соляной кислоты. Температура моющих растворов составляла 60°C. Результаты очистки представлены в табл. 2.

Выяснилось, что растворы КСПЭО-СК обладают удовлетворительной моющей способностью, не уступающей раствору ингибиранной соляной кислоты. Расход сухокислотной композиции КСПЭО-СК в 3 – 4 раза меньше, чем расход соляной кислоты (по товарной форме). Полученные лабораторные данные хорошо согласуются с теоретическими выкладками, что основной компонент композиции – азотная кислота также, как и соляная, является универсальным реагентом и способна легко растворять типичные отложения, в том числе смешанного типа, образующиеся при эксплуатации котлов [3].

С учетом полученных лабораторных данных по промывке экранных труб были спланированы и проведены опытные эксплуатационные химические очистки на Пермской ТЭЦ-13 (котел ГМ-50 ст. № 4) и на Березниковской ТЭЦ-2 (котел ПК-10 ст. № 7). Результаты эксплуатационных химических очисток приведены в табл. 3 и их следует признать удовлетворительными. Реагент КСПЭО-СК оправдывает свое назначение, удобен в эксплуатации, экономичен и обладает хорошей способностью растворять котельные накипи.

Таким образом, реагент КСПЭО-СК может использоваться для химических очисток котлов вместо ингибиранной соляной кислоты и обладает по сравнению с ней рядом преимуществ:

Таблица 2

Объект очистки	Моющий раствор, концентрация	Загрязненность, г/м ²	Реагент	Количество снятых отложений, г/м ²	Количество реагента на отмыку, г/г отложений	Примечания
Котел ГМ-50-1 Пермской ТЭЦ-13	КСПЭО-СК марки В, 10%-ный	789/750	Две кислоты с промежуточным щелочением	770	2,3	Отложения снялись практически полностью
	Ингибиранная соляная кислота, 6%-ная	789/750	То же	768	6,5	То же
Котел ГМ-50-14-20 ЗАО “Сибурхипром”	КСПЭО-СК марки В, 10%-ная	1418/1370	Три кислоты с промежуточным щелочением	1255	2,0	До 10% отложений осталось на огневой стороне
	Ингибиранная соляная кислота, 6%-ный	1418/1370	То же	1237	8,0	То же

Примечание. Числитель – загрязненность на огневой стороне, знаменатель – на неогневой.

Таблица 3

Объект очистки	Дата проведения очистки	Загрязненность, г/м ²	Реагент	Количество оставшихся отложений, г/м ²	Моющий раствор, концентрация
Котел ГМ-50-1 (ст. № 4) Пермской ТЭЦ-13	4 – 7/VII 2005 г.	316/708	Две кислоты с промежуточным щелочением	51 – 140	КСПЭО-СК марки В, 7%-ная
Котел ПК-10П-2ПЗК (ст. № 7) Березниковской ТЭЦ-2	5 – 8/VI 2006 г.	179/883	Одна кислота с предварительным щелочением	0 – 150	КСПЭО-СК марки В, 10%-ная

Примечание. Числитель – минимальная загрязненность на огневой стороне, знаменатель – максимальное.

удобство транспортировки реагента до потребителя. Упакованный продукт транспортируется любым видом крытого грузового автомобильного или железнодорожного транспорта;

не требуется специальных схем разгрузки, хранения и приготовления. Реагент хранят в таре изготавителя в крытых складских помещениях, исключающих попадание влаги. Для приготовления раствора используется штатное оборудование типовых схем химочисток;

наличие непосредственно в исходном продукте ингибиторов коррозии и стимуляторов удаления

загрязнений упрощает процесс приготовления промывочных растворов;

низкая скорость коррозии металла в растворах КСПЭО-СК.

Список литературы

- РД 34.37.402-96. Типовая инструкция по эксплуатационным химическим очисткам водогрейных котлов.
- Химические очистки теплоэнергетического оборудования. М.: Энергия, 1978, вып. 2.
- Справочник химика. Химическое равновесие и кинетика, свойства растворов, электродные процессы. т. 3, М.: Химия, 1965.