

УДК 621.311.22

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ОЧИСТКИ И ПАССИВАЦИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА КОТЛОВ

Ковалёв М.С.; Ковалёва Т.П.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Чиж В.А.

Химический способ заключается в обработке отложений специальными моющими растворами. Сущность метода химической очистки заключается в том, что кислоты, вступая во взаимодействие с отложениями в процессе промывки оборудования, растворяют их, переводя нерастворимые в воде соли в растворимые. Технология химической очистки выбирается на основе анализа химического состава и величины отложений. На тепловых и атомных электрических станциях проводятся предпусковые химические промывки вновь пускаемых парогенераторов и энергоблоков. Их целью является удаление из смонтированного оборудования технологической окалины, продуктов атмосферной коррозии, сварочного грата, смазочных масел, земли, песка и прочих загрязнений. Предпусковая очистка энергетического оборудования представляет собой исключительно сложный и трудоемкий процесс, проводимый в несколько этапов. Общая продолжительность очистки парогенератора и тракта питательной воды составляет от 10 до 30 дней. Вначале проводятся скоростные водные промывки внутренних контуров для удаления загрязнений, которые слабо сцеплены с поверхностью металла – песка, рыхлых загрязнений, грата и т.д. После водных промывок проводят обработку поверхностей щелочными растворами (щелочение) для удаления из контура жиров, масел. Только после этого приступают к основному этапу предпусковой очистки – обработке отложений выбранными моющими растворами. Далее следуют этапы второй водной промывки, нейтрализации отработанной кислоты и заканчивается химическая промывка этапом пассивации очищенного металла (созданием на поверхности очищенного металла защитной окисной пленки). При предпусковой химической промывке оборудования ТЭС с котлами на давление 10 МПа и более очистке подвергаются следующие поверхности: питательные трубопроводы, деаэрактор, подогреватели высокого давления с водяной стороны, водяные экономайзеры, экраны, барабаны, паропроводы перегретого пара, вторичный пароперегреватель. Котлы на давление ниже 10 МПа и водогрейные котлы подвергают только щелочению.

В источнике [4] разработан и предлагается современный метод предпусковой химической очистки и пассивации. Как альтернатива традиционным методам химических очисток я считаю новый метод более совершенным. Их сравнение приведено ниже.

Метод предпусковой парохимической очистки и пассивации (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) типа СЕТАМИНЕ V211.

Воздействие на внутренние поверхности ТЭО паровой среды в смеси с КПР позволяет многократно увеличить эффективность предпусковой очистки и пассивации, существенно снизить расход технической, обессоленной или умягченной воды для этапов скоростных водных отмывок, а также значительно уменьшить стоки отработанных водно-химических растворов.

Растворяясь в воде в любых пропорциях, дозируемый в паровую среду КПР обладает свойствами физико-механического воздействия на отложения и на очищенные поверхности котельных сталей.

За счёт механического воздействия летучих компонентов продукты атмосферной коррозии переводятся в мелкодисперсную пыль, удаляемую паровым потоком из контура очистки. На очищенных поверхностях вследствие высокотемпературного воздействия поверхностно-активных веществ создаётся мономолекулярный защитный слой. Целью ПХОПА является удаление из пароводяного тракта механических загрязнений, легко

сцепленных продуктов атмосферной коррозии, остатков маслянистых и консервирующих веществ, а также создание защитной пассивирующей плёнки на период до начала комплексного опробования энергоблока.

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

Для исследования качества пассивирующих плёнок во влажной камере выполнены такие же подготовительные работы:

- изготовлены образцы из вырезанных участков труб;
- закрыты внешняя сторона и торцы образцов четырьмя слоями лака с последующей сушкой при температуре 102°C;
- подготовленные образцы установлены во влажную камеру.

Результаты, полученные при выполнении исследования защитных свойств пассивирующих плёнок капельным методом, представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 -Коррозионная стойкость защитных плёнок паровых трактов ВД и НД

| № образца | Образец | Время выдержки, мин | Характеристика плёнки по шкале |
|-----------|----------------------|---------------------|--------------------------------|
| 1 | Главный паропровод | >3 | Нормальная |
| 2 | Горячий промперегрев | >3 | Нормальная |

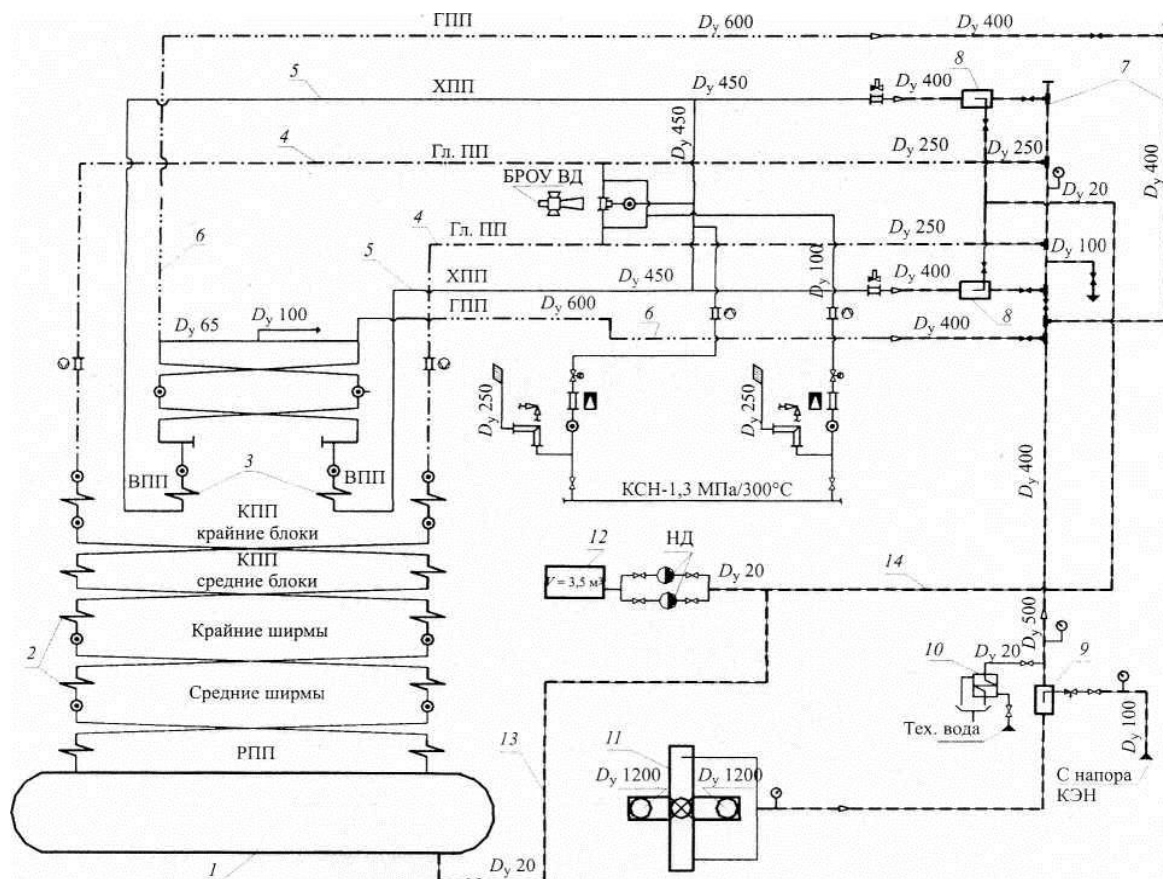


Рисунок 1 – Схема предпусковой очистки и пассивации паровых трактов ВД и НД:

- 1 - барабан котла; 2 - первичный пароперегреватель; 3 - вторичный пароперегреватель (ВПП); 4 - главные паропроводы; 5 - трубопроводы холодного промперегрева (ХПП); 6 - трубопроводы горячего промперегрева (ГПП); 7 - временный переключательный коллектор; 8 - впрыскивающие устройства на трубопроводах ХПП; 9 - впрыскивающий пароохладитель перед шумоглушителем; 10 - точка отбора проб; 11 - шумоглушитель типа ШГ-300; 12 - узел приготовления и дозирования водного раствора КПП; 13 - трубопровод $D_y 20$ подачи раствора в барабан; 14 - трубопровод $D_y 20$ подачи раствора во впрыскивающие устройства в трубопроводах ХПП; РПП ~ радиационный пароперегреватель; КПП - конвективный пароперегреватель.

Стойкость созданных пассивирующих плёнок на образцах, установленных во влажную камеру, оценивается визуально. Основным критерием оценки является промежуток времени, через который на защищённой поверхности появляются первые очаги вторичной атмосферной коррозии.

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

При очистки и пассивации паровых трактов ВД и НД дозированием водного раствора КНР в собственный пар при первичной растопке котла (рисунок 1).

Схема кислотной промывки водно-химическим раствором на основе ингибированной соляной кислоты, последующей нейтрализации и пассивации внутренних поверхностей питательных трубопроводов, ПВД, водяного экономайзера, барабана и испарительной системы котла водным раствором на основе СЕТАМИНЕ V211 показана на рисунок 2.

Ресурсы и реагенты, необходимые для проведения предпусковой очистки и пассивации внутренних поверхностей питательных трубопроводов, ПВД, водяного экономайзера, барабана и испарительной системы котла *паро-химической средой* на основе СЕТАМИНЕ V211, приведены далее.

Т а б л и ц а 2 – Ресурсы и реагенты

| РЕСУРС, РЕАГЕНТ | РАСХОД |
|-------------------------------------|--------|
| Пар 1,3 МПа, т | 2500 |
| СЕТАМИНЕ V211, кг | 2500 |
| Объём отработанных водно-химических | 0 |

По критериям оптимизации капитальных затрат на комплектацию, монтаж и демонтаж временной схемы и минимизации объёмов отработанных водно-химических стоков метод ПХОПА был признан оптимальным.

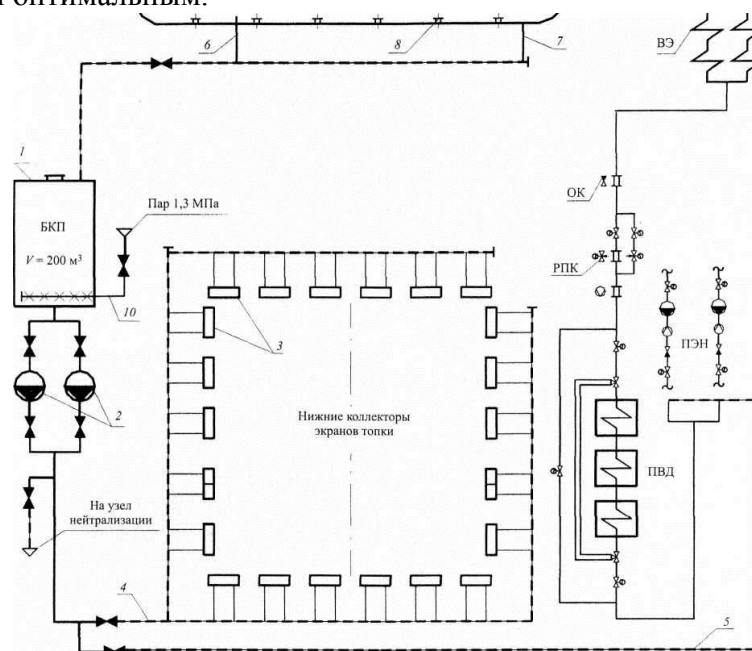


Рисунок 2 – Схема предпусковой водно-химической очистки и пассивации ВЭ и экранной системы: 1- бак кислотной промывки (БКП); 2 - насосы кислотной промывки; 3 - нижние коллекторы экранов; 4 - напорный коллектор подачи раствора через дренажи нижних коллекторов в испарительную систему; 5 - напорный коллектор подачи раствора в напорный питательный трубопровод; 6 - трубопровод аварийного слива; 7 - трубопровод рециркуляции "барабан - водяной экономайзер"; 8 - дроссельные устройства водопускных труб; 9 - секционные задвижки водяного экономайзера; 10 - трубопровод подачи пара 1,3 МПа на разогрев раствора в БКП

Ресурсы и реагенты, необходимые для проведения *альтернативного метода* предпусковой очистки и пассивации представлены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Ресурсы и реагенты альтернативного метода предпусковой очистки и пассивации

| Этап | Ресурс, реагент | Расход |
|--|--|--------|
| 1. Водно-химическая очистки циркуляцией ингибированного раствора по замкнутому контуру | Водно-химический раствор, м ³ | 180 |
| | Соляная кислота (30%), т | 20 |
| | Уротропин, кг | 500 |
| | Пар, т | 40 |
| 2. Водно-химическая нейтрализация | Водно-химический раствор, м ³ | 180 |
| | СЕТАМИНЕ V211, кг | 90 |
| | Пар, т | 80 |
| 3. Водно-химическая пассивация | Водно-химический раствор, м ³ | 180 |
| | СЕТАМИНЕ V211, кг | 180 |
| | Пар, т | 120 |

Примечание. Объем отработанных водно-химических стоков составил 800 м³.

Выводы

1. На основании стендовых исследований установлен технологический регламент предпусковой очистки и пассивации, полностью соответствующий последующему эксплуатационному воднохимическому режиму.

2. Технический проект, разработанный на основании результатов стендовых исследований, позволил оптимизировать капитальные затраты на комплектацию, монтаж и демонтаж временной схемы предпусковой очистки и пассивации пароводяного тракта барабанного котла.

3. Инновационный метод предпусковой очистки и пассивации обеспечил минимизацию объемов отработанных водно-химических стоков, а именно:

расчётный объем водно-химических стоков при реализации альтернативного варианта составляет 800 м³;

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

Литература

1. Чиж В.А., Карницкий Н. Б. Учебно-Методическое Пособие По Курсовому И Дипломному Проектированию Для Студентов Специальностей 1-43 01 04 "Тепловые Электрические Станции" И 1-43 01 08 "Паротурбинные Установки Атомных Электрических Станций. Минск: БНТУ, 2015.- 105с.
2. РД 153-34.1-37.306-2001. Методические Указания По Контролю Состояния Основного Оборудования Тепловых Электрических Станций. Определение Количества И Химического Составы Отложений. М.: ОАО "ВТИ", 2003.
3. РД 34.37.407. Методические Указания По Предпусковой Парокислородной Очистке И Пассивации Пароводяного Тракта Теплоэнергетического Оборудования. М.: СПО Союзтехэнерго, 1986.
4. ЖУРНАЛ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ 2015г. № 9 Стр. 30-38. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ИСПЫТАНИЯ МЕТОДА ПРЕДПУСКОВОЙ ПАРОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ И ПАССИВАЦИИ ПАРОВОДЯНОГО ТРАКТА БАРАБАННОГО КОТЛА.