

УДК 621.311.22.002.51

ПАРОКИСЛОРОДНЫЙ И ПАРОВОДОКИСЛОРОДНЫЙ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ, ПАССИВАЦИИ И КОНСЕРВАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Ковалёв М.С., Ковалёва Т.П.

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

Надежность и эффективность эксплуатации энергетического оборудования в значительной степени зависят от состояния внутренних поверхностей нагрева и водно-химического режима работы энергоблока, котла, турбины. Для очистки, пассивации и консервации этих поверхностей разработаны и уже широко используются в энергетике методы их парокислородной и пароводокислородной обработки, основанные на применении перегретого пара (в первом случае), воды или пароводяной смеси (во втором случае) вместе с кислородом в качестве окислителя.

Метод пароводокислородной очистки, пассивации и консервации (ПВКО, П и К) применяется в энергетике:

- для очистки энергооборудования от отложений как перед пуском энергоблоков (котлов), так и в процессе их эксплуатации;
- для пассивации внутренних поверхностей нагрева с целью снижения переноса продуктов коррозии по пароводяному тракту энергоблока;
- для консервации оборудования на время его останова от 3 до 5 лет.

Парокислородная и пароводокислородная очистка, пассивация и консервация проводятся путем дозирования кислорода в воду, пароводяную смесь или пар при температуре 130–450 °С. При этом концентрация кислорода составляет более 1 г/кг, скорости воды и пароводяной смеси 0,5–5 м/с, пара – 20–80 м/с.

При использовании ПВКО в котлах, можно отказаться от предпусковых, а в некоторых случаях и от эксплуатационных промывок пароводяных трактов химическими реагентами.

С помощью пароводокислородной очистки можно удалить 50–70 % отложений. Во время предпусковой ПВКО гидратированные продукты коррозии железа (в том числе и двухвалентного), имеющиеся на внутренних поверхностях труб, легко окисляются кислородом, при этом изменяется структура отложений и уменьшается их сцепление с металлом, затем мелкодисперсный осадок потоком пароводяной смеси или пара удаляется из контура. Под воздействием кислорода при проведении ПВКО валентность железа повышается, что изменяет структуру отложений, уменьшается сцепление слоя с металлом и образовавшийся шлам выносится потоком среды из контура. Медные отложения состоят из металлической меди, которая под воздействием кислорода соединяется с ним, образуя оксид меди, что также способствует разрушению отложений, переходу их в мелкодисперсную форму шлама и выносу его из контура.

Опыт показал, чтобы обеспечить пассивацию металла и в целом надежную защиту от коррозии тракта котла с помощью различных реагентов (например, гидразина, аммиака) невозможно. В пароводяном тракте ТЭС в начальный период эксплуатации оборудования (от 15 сут до нескольких месяцев) появляется большое количество продуктов коррозии.

С помощью метода ПВКО, П и К можно удалить продукты коррозии и создать на поверхности металла защитную пленку, позволяющую резко снизить продолжительность пуска котлов в эксплуатацию. При этом металл защищается от коррозии на длительный период, что приводит к сокращению переноса продуктов коррозии по пароводяному тракту энергоблока (котла) и повышению надежности работы оборудования. Коррозионная стойкость защитных пленок определялась методом снятия поляризационных кривых. Этим методом подтверждено, что углеродистая сталь после ПВКО, П и К приобретает защитную пленку, которая обладает более высокой коррозионной стойкостью, чем аустенитная нержавеющая сталь.

В то время как после кислотной очистки и гидразинно-аммиачной пассивации образующиеся пленки не обладают такими защитными свойствами, как после ПВКО, П и К. Необходимо отметить, что кислородный или кислородно-аммиачный водно-химический режим также не обеспечивает глубокой пассивации металла. При ПВКО, П и К язвы и микротрещины, образовавшиеся на трубах при эксплуатации котла, очищаются и пассивируются кислородом: внутри язвы или микротрещины образуется защитная пленка с высокой коррозионной стойкостью.

Данный метод также хорошо зарекомендовал себя и для консервации лопаточного аппарата во время останова турбины применяются различные методы обработки: парокислородом, октадециламином, различными ингибиторами коррозии, азотом, подогретым или осушенным воздухом. Однако ни один из этих методов, кроме парокислородного, не позволяет создать на поверхностях проточной части турбин защитную пленку, предохраняющую металл от коррозии как во время останова, так и в процессе эксплуатации турбины. Необходимо также отметить, что некоторые из перечисленных методов консервации достаточно дороги и токсичны.

Специалистами ВТИ (водно-химического отделения и отделения турбин и теплофикации) разработан метод парокислородной очистки, пассивации и консервации (ПКО, П и К) турбоагрегата для частичного удаления отложений в проточной части турбины и ее консервации с образованием коррозионно-стойкой защитной пленки. в процессе ПКО, П и К лопаточного аппарата турбины происходит вымывание продуктов коррозии: меди, кремниевой кислоты, солей натрия – и снижение жесткости.

Сущность разработанного метода заключается в том, что при одновременном воздействии на загрязненную поверхность перегретого водяного пара и кислорода происходят интенсивное окисление продуктов коррозии, уменьшение их сцепления с поверхностью металла проточной части турбины, вынос их из очищаемого тракта и образование коррозионно-стойкой защитной пленки.

Схема парокислородной очистки, пассивации и консервации турбины приведена ниже.

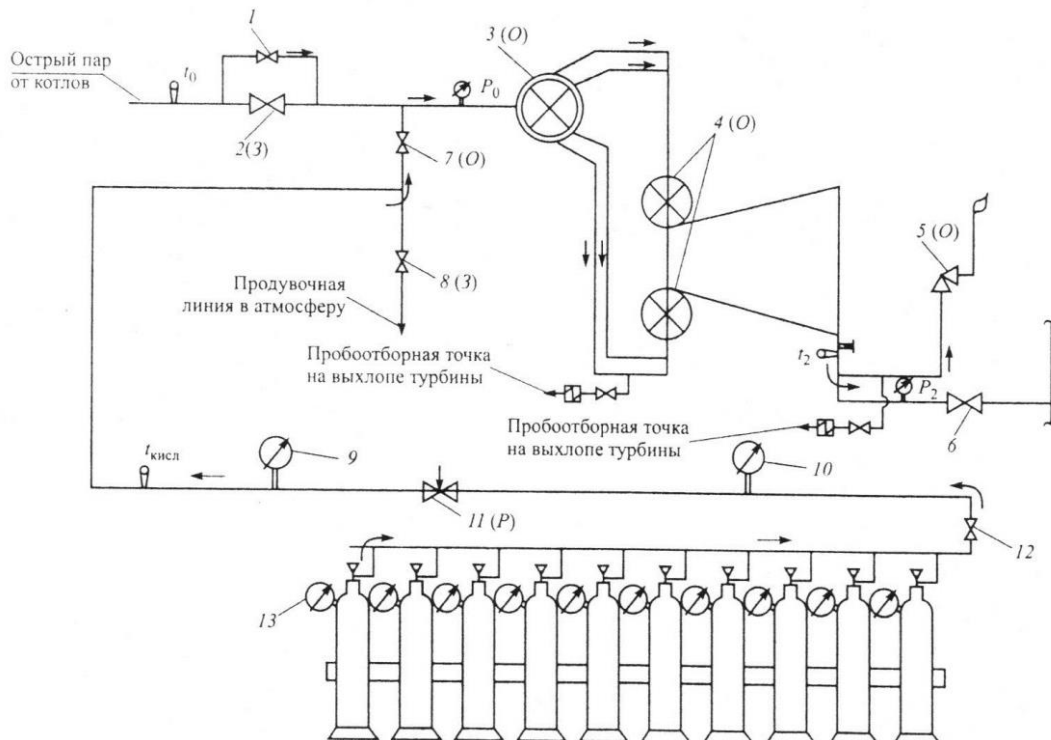


Рисунок 1 – Принципиальная схема проведения парокислородной очистки, пассивации и консервации турбины:

1 – Байпас ГПЗ; 2 – ГПЗ; 3 – СК; 4 – РК; 5 – ПК; 6 – задвижка на выходе в коллектор; 7, 8 – В-3, В-2; 9, 10 – М-3, М-1; 11 – Р-1; 12 – В-1; 13 – М-2; (3) – закрыто; (O) – открыто; (P) – в регулировочном положении

Стойкость защитной пленки после останова оборудования сохраняется длительное время и практически не снижается при работе турбины. Обработка турбин, имеющих сезонные простои продолжительностью от 4 до 5 мес, должна производиться не реже 1 раза в 3 года. Наиболее надежным способом консервации оборудования, как подтверждают проведенные исследования, на длительное время (более трех лет) является именно парокислородная обработка.

Так как пассивация и консервация близки по смыслу (на поверхности металла образуется защитная пленка, препятствующая протеканию коррозионных процессов), то мы обозначим, что есть что. При эксплуатации оборудования на рабочих параметрах следует употреблять понятие «пассивация», а для стояночных режимов – «консервация».

Исследованы образцы труб после проведения пароводокислородной очистки, пассивации и консервации и простоя оборудования в течении года. Коррозионная стойкость защитной пленки, оказалась вполне приемлемой после длительного времени простоя. Исследования позволяют утверждать, что простоя оборудования допустим, по крайней мере, в течение 3–5 лет без повторной его консервации.

Экономическое сопоставление методов консервации с помощью пароводокислородной очистки, пассивации и консервации и октадециламином (ОДА) проведено на основании данных для энергоблока 300 МВт ТЭЦ-23 Мосэнерго. Затраты на проведение пароводокислородной очистки оборудования этой станции составляют примерно 350 тыс. руб. (включают в себя стоимость кислорода, обессоленной воды и топлива). При использовании метода ПВКО, П и К одновременно производятся очистка, пассивация и консервация оборудования. Затраты же на консервацию и последующую расконсервацию при использовании ОДА превышают 610 тыс. руб. (включают в себя стоимость реагента, топлива и обессоленной воды).

Метод ПВКО, П и К обладает также существенными техническими преимуществами. Только этим методом, если его сравнивать с другими способами консервации, можно создать на поверхности нагрева прочную защитную пленку, способствующую повышению надежности энергетического оборудования при его эксплуатации.

Выводы

Традиционные способы химической очистки энергетического оборудования ТЭС, используют дорогостоящих, зачастую токсичных реагентов, при этом образуется большой объем сточных вод, требующих обезвреживания. Для завершения очистки дополнительно используются реагенты для пассивации металла. При рассмотренной технологии перечисленные недостатки отсутствуют, так как кислород одновременно и очищает, и пассивирует поверхности без использования химических реагентов.

Пароводокислородная очистка, пассивация и консервация являются эффективным способом повышения надежности эксплуатации энергетического оборудования благодаря кондиционированию поверхностей нагрева и замедлению процессов коррозии, накипе- и окалинообразования.

На электростанциях должны быть внедрены стационарные общестанционные многоцелевые кислородные установки для бессточной очистки, пассивации и консервации энергетического оборудования во время его пуска и эксплуатации.

Консервацию котлов и турбин всех типов необходимо осуществлять экологически чистым пароводокислородным методом.

Литература

1. Консервация, пассивация и очистка проточной части турбины с использованием парокислородной технологии / Н.Н. Манькина, Л.С. Журавлев, А.В. Кирилина и др. // Теплоэнергетика. – 2002. – № 7. – С. 36–38.
2. РД 34.20.501-95. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации / Служба передового опыта ОРГРЭС. М.: АООТ ВТИ, 1996.
3. РД 34.37.409-96. Методические указания по предпусковой пароводокислородной очистке и пассивации внутренних поверхностей энергооборудования / Н.Н. Манькина, Б.И. Шмуклер, Л.С. Журавлев и др. М.: ВТИ, 1997.

4. РД 153-34.0-37.411-2001. Методические указания по эксплуатационной пароводокислородной очистке и пассивации внутренних поверхностей энергооборудования / Н.Н. Манькина, Л.С. Журавлев и др. М.: АОТ ВТИ, 2001.