

Очистка теплообменного оборудования как основа энергосбережения

Бакулин Н.Е., ООО «БИОКОМ», г. Москва (Российская Федерация)

Во всем мире проблема образования отложений в технологическом и теплообменном оборудовании, а также в трубопроводах весьма актуальна.

Решение проблем ресурсо- и энергосбережения тесным образом связано с техническим состоянием теплообменного оборудования энергетических установок. Наличие твердых отложений, накипи, различных загрязнений на теплообменных поверхностях приводит к значительному снижению общей интенсивности процесса теплопередачи, снижению тепловой производительности, повышению расхода теплоносителя (перерасход топлива в зависимости от толщины слоя накипи: 1 мм – 3-4%, 5 мм – 9-14%), температурного напора, и в конечном итоге, топливно-энергетических ресурсов. При этом нарушение технологического режима эксплуатации теплообменного оборудования снижает эффективность его работы (наличие накипи толщиной 4-6 мм свидетельствует о снижении интенсификации теплообмена на 25-30%). Заиленность проводящих сетей, в свою очередь, ведет к снижению давления, преждевременному износу и поломкам насосов и т.д.

Борьба с отложениями идет в нескольких направлениях:

- первое – это химводоподготовка. Во время работы оборудования теплоноситель (вода) подвергается специальной обработке с целью уменьшения её жесткости;

- второе – очистка оборудования в период планово-технических ремонтов.

Для удаления отложений и накипи с внутренних поверхностей теплообменного оборудования используют способы очистки, основанные на различных принципах воздействия на отложения. Существует несколько способов очистки, которые применяются в настоящий момент: химическая очистка, механическая чистка, гидромеханическая чистка, электроимпульсная очистка, гидродинамическая чистка.

Механическая чистка производится специальным инструментом вручную или с помощью электрических либо пневматических дрелей. Недостатками данного метода являются его высокая трудоёмкость, большой расход режущего инструмента, ограниченная длина прохождения труб (до 1 м), невозможность прохождения поворотных участков, неполная очистка, опасность повреждения трубы.

Гидромеханическая чистка производится установками «Крот» и «Крок», представляющими собой комплект оборудования, позволяю-

щий производить чистку вращающимися гибкими металлическими шлангами с твердосплавными наконечниками, где вода используется в качестве охлаждающей жидкости и подается в зону чистки. Преимуществом данного метода, по сравнению с предыдущим, является возможность производить очистку на длину до 12 м – меньшая трудоёмкость. Но сохраняются недостатки метода механической чистки.

Электроимпульсная чистка производится установкой «Зевс», представляющей собой генератор электроимпульсов определённой частоты и силы, гибкий электрод определённой длины. Гибкий электрод заводится в трубку, заполняется водой, после чего подается электроимпульс, который производит разрушение отложений. Метод имеет существенный недостаток: сила электроимпульса в некоторых случаях приводит к разгерметизации сосудов.

Гидродинамическая чистка. При гидродинамической чистке в качестве очищающего инструмента используется струя воды, подаваемая насосом сверхвысокого давления (до 1500 бар) через специальные приспособления (насадки) в рабочую зону. Насадки имеют различную конфигурацию и устройство, позволяющее проводить чистку трубок с различными отложениями. Режущая струя направляется под различным углом атаки к очищаемой поверхности, что даёт возможность снимать с поверхности отложения, не воздействуя на трубку.

Анализируя ситуацию на тепловых сетях коммунального хозяйства, мы видим следующую картину. Теплоснабжение населенных пунктов проводится местными котельными с котлами малой и средней мощности, химводоочистка проводится некачественно из-за изношенности оборудования или его морального устаревания. В результате чего трубопроводы котлов, тепловых сетей, теплораспределительных пунктов зарастают отложениями, что ведет к перерасходу топлива необходимого для нагрева теплоносителя и перерасходу электроэнергии для теплоснабжения и горячего водоснабжения. Кроме этого в процессе такой эксплуатации происходят аварии и поломки оборудования, которые требуют значительных затрат на восстановление вплоть до его полной замены, это в свою очередь ведет к прекращению снабжения населения горячей водой и теплом, что особенно опасно в зимний период. Сейчас коммунальные предприятия населенных пунктов, в период подготовки к отопительному сезону, проводят очистку бойлеров на теплораспределительных пунктах в основном механическим способом вручную (ёршиками) или мойку насосами с давлением до 400 Атм., на котельных – замену забитых и прогоревших трубок, на тепловых сетях – замену забитых трубопроводов и ремонт течей. Комплексная очистка не производится.

Как уже было сказано выше, отложения на стенках теплообменного оборудования 0,2 мм дают потери при теплообмене в среднем до 8%. Нетрудно подсчитать, какие затраты происходят по этой причине, а если взять во внимание, что толщина отложений в некоторых случаях достигает 2 мм и выше, то сумма потерь возрастает многократно. Используемые в настоящее время методы очистки не дают необходимого эффекта, так как ни механически, ни мойкой насосами давлением до 400 Атм. невозможно произвести 100 % очистку.

Для выполнения очистки теплообменного оборудования эффективно проводить работы, используя насосы сверхвысокого давления до 1100 Атм., что позволяет проводить 100 % очистку труб.

Для примера, при комплексном подходе к очистке оборудования (очистка котлов, конденсаторов, трубопроводов химцеха, трубопроводов градирен) затраты на производство номинального количества электроэнергии и тепловой энергии снизились на 40%.

Как показывает практика, методы, основанные на физическом воздействии на отложения, не лишены существенных недостатков, а именно:

- требуется частичный демонтаж оборудования, и очистка оборудования производится посекционно;
- затруднительно очищать трубопроводы со сложной конфигурацией;
- длительность проведения очистки.

Химическое разрушение отложений обладает рядом преимуществ:

- простота эксплуатации установок;
- полное удаление отложений и накипи в растворенном состоянии;
- отсутствие образования пробок в результате отрыва крупных частиц накипи во время процесса очистки;
- удаление застарелых пробок и отложений;
- не требуется демонтажа оборудования;
- быстрота процесса очистки;
- проведение процесса очистки не зависит от сезона;
- эффективность очистки не зависит от сложности трубопроводов и обвязки оборудования.

При химическом разрушении отложений наиболее эффективны составы на основе соляной кислоты. Соляная кислота – реакционно-способное соединение и реагирует не только с отложениями, но и с металлами, являющимися конструкционными материалами теплообменников. Для снижения активности кислотной коррозии по отношению к металлам многие производители добавляют в соляную кислоту различные ингибиторы кислотной коррозии. Однако применение ин-

гибированной соляной кислоты не решает проблем с подавлением коррозионных процессов, возникающих при очистке теплообменного оборудования. Это связано с тем, что к составам, применяемым для очистки теплообменного оборудования, предъявляются высокие требования и применяемые ингибиторы кислотной коррозии должны:

- подавлять кислотную коррозию в широком спектре конструкционных материалов теплообменников;
- работать не только в среде кислоты, но и в продуктах взаимодействия кислоты и отложений;
- образовывать устойчивые пленки на поверхности теплообменного оборудования для предотвращения коррозии во время очистки от отложений и накипи в результате механического воздействия на стенки (эффект пескоструйки) в потоке, когда происходит отрыв мелких фракций отложений;
- подавлять коррозию после очистки за счет образования пленок на поверхности металла;
- быть экологически безопасными для человека и окружающей среды (биоразлагаемыми).

С этих позиций следует рассмотреть различные ингибиторы кислотной коррозии, которые применяют для очистки теплообменного оборудования производители ингибированной соляной кислоты в настоящее время. В качестве наиболее распространенных ингибиторов производители используют:

- ОП-7 или ОП-10, которые вызывают сильное вспенивание рабочих растворов при очистке в результате разложения карбонатов, при этом коррозия пенокислоты в 5-10 раз выше, чем у неаэрированных растворов соляной кислоты. ОП-7 и ОП-10 являются гербицидами и небезопасны для окружающей среды;

- УРОТРОПИН, др. амины (являются в основном антисептиками), также различные ароматические соединения проявляют низкую эффективность при механических воздействиях на стенки теплообменного оборудования и не обладают эффектом ингибирования в продуктах взаимодействия кислоты и отложений.

Перечисленные ингибиторы предназначены для подавления кислотной коррозии только на черных металлах и чугуне, но не ингибируют металлы из меди, латуни и бронзы, являющиеся конструкционными материалами многих трубопроводов и теплообменного оборудования.

Применение обычной ингибированной соляной кислоты при очистке теплообменного оборудования является, по сути, подменой одной проблемы – отложения и накипь, другой – коррозия, в результате

утопления стенок металла, который уже не выдерживает расчетных нагрузок, увеличение аварийных ситуаций.

Для комплексной защиты поверхности металла теплообменного оборудования от воздействия соляной кислоты, при проведении химической очистки, специалистами компании «БИОКОМ» разработаны присадки, ингибирующие коррозию, которые позволили создать препараты, не реагирующие с поверхностью теплообменного оборудования, в том числе из меди, латуни и бронзы (кроме алюминия и его сплавов, цинка, олова).

Успешное применение нашли препараты ТМС «СТОК» и «БиОТОКС». Это уникальные, в своем роде, универсальные, многокомпонентные растворы на основе соляной кислоты, включающие в себя вещества – преобразователи накипи, присадки, ингибирующие коррозию и природные полифенольные соединения, благодаря которым образуется устойчивый к механическому воздействию слой, защищающий стенки теплообменного оборудования и препятствующий образованию коррозии при проведении очистки, при этом ингибируется воздействие не только кислоты, но и продуктов её взаимодействия с отложениями. Реакционная способность препаратов достаточно высока, что обеспечивает полное удаление отложений и накипи в среднем за 6-8 часов.

ТМС «СТОК» и «БиОТОКС» используется для химической очистки внутренних поверхностей теплоэнергетического оборудования: водогрейных и энергетических котлов высокого и низкого давления, теплообменного оборудования (трубчатые и пластинчатые теплообменники, пароконденсаторы и т.д.), охлаждающих элементов технологического оборудования (компрессорные установки, маслоохладители и т.д.) от карбонатных отложений, окисных соединений железа, органических и биологических отложений. Препараты экологически безопасны, так как содержат в своем составе биоразлагаемые компоненты, разливы и протечки легко устранимы.

Удаление отработанного раствора из системы производится после его полной нейтрализации щелочным агентом.

Технология «СТОК» обеспечивает:

- полное удаление отложений продуктов коррозии и накипи с теплопередающих поверхностей;
- восстановление пропускной способности трубопроводов и уменьшение расхода электроэнергии, потребляемой сетевыми насосами, в среднем на 6-8%;
- антикоррозийную обработку теплопередающих поверхностей;

- уменьшение расхода топлива за счет удаления накипи и повышения эффективности работы теплопередающих поверхностей и значительное увеличение тепловой эффективности оборудования в целом;
- существенную экономию материальных и финансовых средств.

Химико-технологическая очистка является наиболее экономичной альтернативой капитальному ремонту трубопроводов и теплообменного оборудования, зачастую вдвое продлевая срок их эксплуатации, а ее стоимость почти в 10 раз ниже.

Опыт работы и накопленная статистика говорят о высокой эффективности применяемой технологии и ряде бесспорных преимуществ перед другими способами удаления отложений и накипи. В некоторых случаях химическая очистка – это единственный надежный и эффективный способ избавиться от отложений, так как он позволяет полностью перевести отложения в растворенное состояние и удалить их из системы. При этом обеспечивается полная сохранность оборудования.

Химико-технологическая очистка является наиболее экономичной альтернативой замене труб и оборудования, зачастую вдвое продлевая срок их эксплуатации. Широкое применение данный метод получил при очистке внутридомовых систем отопления и отслуживших свой срок чугунных радиаторов (батарей). Химико-технологическая очистка продлевает срок их службы и позволяет полностью восстановить теплоотдачу. Применение технологии позволяет получить эффект как теплоэнергетикам, так и потребителям, так как в очищенных теплосистемах за счет уменьшения сопротивления улучшаются гидравлические параметры и уменьшается температура обратной сетевой воды.

Область применения:

- ТЭЦ, коммунальное хозяйство: системы горячего и холодного водоснабжения; котлы и теплообменные аппараты различных типов;
- металлургия: кислородно-конверторное производство – ролики МНЛЗ-6 установок непрерывной разливки стали и прокатных станов; кислородное производство – концевые и промежуточные холодильники компрессоров; коксохимическое производство – газоохладители;
- химическая промышленность: производство серной кислоты – углеграфитовые блоки греющих камер вакуумвыпарных установок; котлотурбинный цех – подогреватели химически очищенной воды, подогреватели сырой воды, конденсаторы турбин; воздушнокомпрессорные станции – трубные пучки воздушных охладителей;
- нефтеперерабатывающая и нефтедобывающая промышленность: различные теплообменные аппараты технологического оборудования, воздухоохладители компрессоров, насосно-компрессорные трубы.

Сочетание технологий гидродинамической, пневматической и иных методов позволяет вести чистку любого рода трубопроводов, продуктопроводов, коллекторов, теплообменников, емкостей, а также обеспечивает очистку от отложений любого характера.