

Проблема коррозии оборудования сахарных заводов и способы её решения

Ю. И. БАЦКО, генеральный директор (e-mail: 93sps@mail.ru)

ООО «СтройПромСнаб»

Р. С. РЕШЕТОВА, д-р техн. наук (e-mail: 93sps@mail.ru)

ФГБОУ «Кубанский государственный технологический университет»

Введение

Экологическая безопасность пищевой промышленности требует не допускать загрязнения пищевых продуктов металлическими примесями. Так как оборудование сахарных заводов изготовлено в основном из углеродистой стали, может произойти загрязнение продукции железом при коррозии. Если содержание железа в потребляемой человеком пище или воде выше ПДК (5–15 мг/кг), оно, накапливаясь в организме, вызывает заболевания сидероз и гемосидероз, которые поражают печень и кровь. Для производства продукции без металлических примесей необходимо обеспечить высокую коррозионную стойкость стальных поверхностей, контактирующих с пищевыми средами в технологическом цикле [1].

По требованию ГОСТ Р 54762-2011/ISO/TS 22002-1:2009 все «поверхности, контактирующие с продукцией, [...] должны быть непроницаемы и не иметь ржавчины или коррозии» [2].

Факторы, влияющие на коррозию оборудования свеклоперерабатывающих предприятий

На сахарных заводах защита от коррозии диффузионных аппаратов, сборников сульфитированного экстрагента, линий и сборников жомопрессовой воды, аккумулирующих сборников, опорных стоек жомовой галереи и грабельных транспортёров заключается в нанесении антикоррозионных лакокрасочных покрытий.

Высокие требования к антикоррозионному покрытию обусловле-

ны следующими факторами агрессивности среды, в которой эксплуатируются детали оборудования при производстве свекловичного сахара:

- колебания температур на разных этапах от 10 до 120 °С;
- наличие диссоциированных органических кислот;
- действие неорганических веществ и их солей;
- сложный биохимический процесс;
- растворённые в среде кислород, углекислый газ и другие газы;
- движение среды под давлением и её перемешивание;
- кислая среда (рН 4–6), в которой железо корродирует гораздо интенсивнее, чем в щелочной [3, с. 6, 13].

Длительный контакт металла с агрессивной средой из-за непрерывного цикла производства, который длится от 4 до 7 месяцев в зависимости от урожайности сахарной свёклы в текущем году, усиливает течение всех коррозионных процессов.

При производстве сахара возникает большинство известных типов коррозии. Электрохимическая коррозия в электролитах (кислотах, солях и щелочах) наблюдается при неполном или полном погружении деталей в пищевую среду, её скорость возрастает при повышенной температуре. Одновременное воздействие коррозионной среды и сил трения вызывает фреттинг-коррозию, когда стружка сахарной свёклы, смешанная с водой, перемещается шнеками или путём перегонки под давлением из одного технологического агрегата

в другой. Ударное воздействие жидкой коррозионной составляющей технологического процесса, которая движется под давлением, вызывает коррозионную кавитацию. Из-за неравномерного нагревания поверхности металла имеет место термоконтактная коррозия, а если соприкасаются металлы с разными электрохимическими потенциалами, – контактная. В зазорах и щелях между деталями протекает щелевая коррозия. Так как для промывки свёклы ведут забор воды из водоёмов, то к кавитации добавляется абразивное воздействие песчаных взвесей [4].

При высоких температурах происходит важнейший вид химической коррозии – газовая коррозия, когда металл взаимодействует с активными газовыми средами: водяными парами, кислородом, сероводородом и другими газами. Колебания температуры при нагреве (особенно при попеременном нагреве и охлаждении) вызывают разрушение оксидных плёнок и увеличение скорости газовой коррозии [5, с. 28].

Способы защиты оборудования от коррозии

Основной вид защиты технологического оборудования сахарной промышленности – защитные покрытия, предназначенные для изоляции металла от непосредственного контакта с коррозионно-агрессивной средой, более стойкие в этой среде, чем защищаемый металл. Современные покрытия обеспечивают защиту, соответствующую требованиям условий эксплуатации и долговечности.

Лакокрасочные покрытия дешевле металлических, проще наносятся, более универсальны; они не изменяют свойств покрываемого металла. Их основой являются плёнообразующие синтетические смолы, к которым добавляют различные сочетания наполнителей, пластификаторов, растворителей, катализаторов и пигментов. Нерастворимые пигменты — диоксид титана, оксид цинка, алюминиевая пудра, оксид хрома и другие, измельчённые в порошок с частицами от 0,5 до 5 мкм, придают покрытиям прочность, твёрдость, термостойкость, цвет [6, с. 85–87].

После высыхания лакокрасочных материалов, нанесённых тонким слоем, на поверхности металла образуется защитная плёнка, удерживаемая силами адгезии. С целью улучшения адгезии и соответственно коррозионных свойств поверхностей проводят их подготовку к окрашиванию. Надёжность и долговечность защитных покрытий металлических конструкций во многом зависят от способа и качества подготовки [3, с. 28]. ГОСТ 9.402-2004 «Единая система защиты от коррозии и старения» предписывает удалить с поверхности все вещества, которые способствуют коррозии и мешают окрашиванию. На поверхности не должно быть окалина, ржавчины, остатков старой краски, сварочного шлака, литейного пригара, других загрязнений [7].

Новый горячекатаный металл всегда покрыт окалиной, при хранении и транспортировке на нём появляются ржавчина, пыль и другие загрязнения. Любые окалина и ржавчина снижают адгезию лакокрасочного покрытия и становятся очагом разрушения покрытия и металла. Поэтому очистка от окалина и ржавчины является обязательной операцией перед окраской сразу после поставки новых деталей оборудования из стали [8, с. 85].

Чтобы покрытие гарантировало адгезию и абсолютную защиту стали от коррозии, перед его

нанесением необходимо обеспечить соответствующие профиль поверхности и степень её очистки. В целях очистки металла от старых покрытий, ржавчины и окалина, а также придания ему шероховатости применяется абразивная струйная очистка сжатым воздухом. Купершлак и никельшлак — абразивы, наиболее подходящие для очистки оборудования сахарных заводов, включая удаление глубокой коррозии. Подбирая размер гранул купершлака, давление воздуха, расстояние и угол наклона сопла, получают насечки необходимой для применяемого ЛКМ глубины от 20 до 140 мкм. Острые, угловатой формы гранулы купершлака имеют твёрдость 6,5 по шкале Мооса [9, с. 17–19]. Это позволяет достичь степени очистки Sa 2½ ГОСТ Р ИСО 8501-1-2014, когда осмотр невооружённым глазом не обнаруживает ржавчины, окалина, остатков старой краски и других неметаллических включений [10]. У никельшлака аналогичные свойства, но более высокая твёрдость [9, с. 33]. Перед абразивной очисткой поверхности металла обезжиривают растворителем, после неё обеспыливают воздухом под давлением.

Антикоррозионное покрытие состоит, как правило, из двух слоёв грунтовки и финишного слоя эмали. Специалисты ООО «СтройПромСнаб» (г. Краснодар) разработали и внедрили ряд технологических решений и изобретений, которые сейчас проходят регистрацию в Роспатенте. Компания работает над созданием единого стандарта выполнения работ по антикоррозионной защите оборудования сахарных заводов [4].

Только ⅓ металла, разрушенного коррозией, можно вернуть в оборот переплавкой. Остальной металл, составляющий 10–15 % от объёма его годовой добычи, теряется невозвратно. Кроме прямых убытков в виде затрат на ремонт или замену дорогостоящего оборудования производители несут косвенные

финансовые потери из-за аварийных остановок повреждённого оборудованием и снижения сортности продукции, загрязняемой её продуктами [6, с. 3, 5].

Заключение

Производство свекловичного сахара — отрасль, в которой коррозия наносит, пожалуй, самый весомый урон оборудованию. Здесь однозначно необходимо антикоррозионное покрытие металлических поверхностей технологического оборудования. Надлежащую защиту от коррозии может обеспечить качественно выполненная работа по подготовке поверхности и нанесению ЛКМ, соответствующих условиям эксплуатации.

Список литературы

1. Взаимосвязь современных коррозионноустойчивых покрытий и экологической безопасности пищевых продуктов / Н.Ю. Тимофеева, Г.А. Афанасьева, Г.Ю. Тимофеева, А.В. Косачёв // Экология урбанизированных территорий. — 2015. — № 4. — С. 6–10.
2. ГОСТ Р 54762-2011/ISO/TS 22002-1:2009. Программы предварительных требований по безопасности пищевой продукции. Ч. 1. Производство пищевой продукции. — М.: Стандартинформ, 2012.
3. Тищенко, Т.П. Антикоррозионная защита металлоконструкций и коммуникаций / Т.П. Тищенко, В.Я. Жужман. — Киев: Будивэльнык, 1988. — 160 с.: ил. ISBN 5-7705-0090-5.
4. Бацко, Ю.И. Антикоррозионная защита оборудования сахарных заводов / Ю.И. Бацко // Сб. докладов XII конференции «АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА — 2021». — М.: ИНТЕХЭКО, 2021. — С. 27–33.
5. Неверов, А.С. Коррозия и защита материалов: учеб. пособие / А.С. Неверов, Д.А. Родченко, М.И. Цырлин. — Минск: Высшая школа, 2007. — 222 с.: ил. ISBN 978-985-06-1236-6.

Оформить подписку на журнал «Сахар» в бумажной версии на 2022 г. можно по ссылке: <https://podpiska.pochta.ru>.
Подписная цена с учётом доставки зависит от региона.
Минимальный срок подписки – 1 месяц



Варианты подписки на 2022 г.

1) бумажная версия:

через электронный каталог «Почта России»
по адресу: <https://podpiska.pochta.ru>
(наш индекс П6305)

2) через редакцию (заявка на sahar@saharmag.com)

с доставкой по России «Почтой России»,
цена 1000 р. за 1 месяц, 12000 р/год

3) PDF-версия журнала (подписка через редакцию):

для России, стран ближнего
и дальнего зарубежья – 3000 р. на полугодие;
минимальный срок подписки – 1 месяц, цена 500 р.

Адрес редакции: 121069, Россия, г. Москва, Скатертный пер., д. 8/1, стр. 1.

Тел/факс: +7(495) 690-15-68; +7(985)769-74-01; e-mail: sahar@saharmag.com

Бухгалтерия: +7 (495)695-45-67; e-mail: buh@saharmag.com; официальный сайт: www.saharmag.com

6. Андреев, И.Н. Введение в корозиологию : учеб. пособие / И.Н. Андреев. – Казань : Изд-во Казанского государственного технологического ун-та, 2004. – 140 с. : ил.

7. ГОСТ 9.402-2004. Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей к окрашиванию. – М. : Стандартинформ, 2006.

8. Окрасочные работы в машиностроении : справочник / Е.В. Искра, А.М. Луковский, Ю.С. Петров [и др.]; под общ. ред. Е.В. Искры. – Л. : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. – 256 с. : ил.

9. ГОСТ Р ИСО 8501-1-2014. Подготовка стальной поверхности перед нанесением лакокрасочных материалов и относящихся к ним продуктов. Визуальная оценка чистоты поверхности. Ч. 1. Степень окисления и степени подготовки непокрытой стальной поверхности и стальной поверхности после полного удаления прежних покрытий. – М. : Стандартинформ, 2016.

10. Козлов, Д.Ю. Бластинг. Гид по высокоэффективной абразивной очистке : учеб. посо-

бие / Д.Ю. Козлов. – Екатеринбург : Феникс, 2007. – 217 с. ISBN 978-5-9901098-1-0.

Аннотация. В статье рассмотрена проблема коррозии при производстве свекловичного сахара с точки зрения повышения срока службы и экологической безопасности технологического оборудования. Отмечена возможность загрязнения пищевой среды продуктами коррозии. Кроме того, коррозионное разрушение металла приносит ощутимые убытки как отдельным предприятиям, так и отрасли в целом. Названы основные факторы агрессивности среды, в которой эксплуатируются детали оборудования, перечислены характерные для сахарного производства типы коррозии. В качестве основной защиты рассматриваются защитные лакокрасочные покрытия, которые изолируют поверхность металла от коррозионно-агрессивной среды. Особое внимание уделено качеству подготовки поверхности к окрашиванию, в том числе для нового оборудования. Отмечена работа краснодарских специалистов над единым стандартом выполнения антикоррозионных защитных покрытий в сахарной промышленности.

Ключевые слова: производство сахара, коррозия, агрессивность среды, антикоррозионное покрытие, адгезия, абразивная очистка.

Summary. The article considers the problem of corrosion in the production of beet sugar in terms of increasing the service life and environmental safety of technological equipment. The probability of contamination of the food environment by corrosion products is marked. In addition, the corrosive destruction of metal brings significant losses to both individual enterprises and the industry as a whole. The main factors of aggressiveness of the environment in which the parts of the equipment are operated are indicated, the types of corrosion characteristic of sugar production are listed. As the main type of protection, protective paint coatings are considered, which isolate the metal surface from a corrosive environment. Special attention is paid to the quality of surface preparation for painting, new equipment included. The work of Krasnodar specialists on a unified standard for the implementation of anticorrosive protective coatings in the sugar industry was marked.

Keywords: sugar production, corrosion, aggressiveness of the environment, anticorrosive coating, adhesion, abrasive cleaning.