

Исследования показали, что один и тот же отход целесообразно использовать для варки коагулянта в течение трех циклов.

Процесс получения коагулянта можно проводить на тех предприятиях, где он непосредственно будет применяться для последующей очистки сточных вод, либо на тех предприятиях, где образуются соответствующие железосодержащие отходы.

Другим способом получения коагулянтов из отходов является ультразвуковая обработка железосодержащих отходов и воды (или отработанного травильного раствора). Под воздействием энергии ультразвука в воде (травильном растворе) за счет кавитационных процессов возникали «микровзрывы», разрушающие отходы (пыль, мелкая стружка и др.). Полученные коагулянты характеризовались невысоким содержанием железа и соответственно меньшей эффективностью в процессах очистки сточных вод от взвешенных и коллоидных примесей.

Полученные разными способами коагулянты применяли в процессе очистки сточных вод ОАО «Керамин». Результаты исследований показывают, что эффективность очистки воды полученными коагулянтами составляла: от 94 до 99,6 % (для сравнения: при использовании в качестве коагулянта раствора хлорида железа (III) эффективность составила 92 %, а при использовании флокулянта применяемого на предприятии на данный момент – 96,2%).

Преимущество предлагаемой технологии заключается в том, что сохраняется возможность применения аппаратного оформления традиционного реагентного способа очистки сточных вод, а образующийся осадок малотоксичен и может служить исходным сырьем для производства стройматериалов, пигментов и глазурей.

Полученные результаты доказывают целесообразность переработки железосодержащих отходов с получением коагулянтов, т.к. в условиях нехватки железосодержащих ресурсов такие отходы могут являться одним из главных источников сырья для получения коагулянтов.

УДК 691.328

### **АНТИКОРРОЗИОННАЯ КОМПОЗИЦИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ АРМАТУРЫ, ЗАКЛАДНЫХ ДЕТАЛЕЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБ**

*Н.П. Матвейко, зав. кафедрой, В.Г. Зарапин, доцент, Е.А. Бусел, ассистент  
УО «Белорусский государственный экономический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Борьба с коррозией черных металлов и сплавов на их основе является весьма актуальной задачей, поскольку коррозия приводит к значительным экономическим потерям, которые в развитых странах составляют 5-10% национальных доходов. Основные потери от коррозии обусловлены преждевременным выходом из строя изделий и конструкций, стоимость которых существенно выше стоимости материалов, из которых они изготовлены [1].

Стальная арматура, закладные детали железобетона и металлические трубы в подавляющем большинстве случаев применяются с уже имеющимися на их поверхности продуктами коррозии (ржавчины), что в процессе эксплуатации конструкций обуславливает дальнейшую коррозию арматуры и закладных деталей, значительно снижает прочность конструкций, их безопасность и срок службы [1]. Механическое удаление ржавчины с последующим газопламенным нанесением цинкового защитного покрытия – весьма трудоемкий, экологически небезопасный и дорогостоящий способ подготовки поверхности стальной арматуры и закладных деталей перед изготовлением железобетонных конструкций. Для этих целей перспективными, на наш взгляд, могут быть преобразователи или модификаторы ржавчины. Применение преобразователей ржавчины позволяет подготовить поверхность

стальных изделий под окрашивание без предварительного тщательного удаления продуктов коррозии. В литературе предлагается значительный перечень таких преобразователей или модификаторов ржавчины, содержащие, как правило, более трех компонентов, многие из которых малодоступны, дефицитны и дорогостоящи [2]. Антикоррозионные композиции для защиты стальной арматуры, закладных деталей железобетона и металлических труб должны преобразовывать ржавчину при комнатной температуре, иметь невысокую стоимость, состоять из минимального числа доступных компонентов. Кроме того, такие композиции должны защищать от коррозии не только поверхность стальных изделий уже имеющую продукты коррозии, но и поверхность свободную от них.

Цель работы – разработка состава композиции, обладающей двойным комплексным действием преобразования ржавчины и пассивации поверхности стальных закладных деталей и арматуры, применяемых в железобетонных конструкциях.

Для приготовления антикоррозионных композиций использовали водные растворы ортофосфорной кислоты, в которые вводили дополнительно оксид цинка или желтую кровяную соль  $K_4[Fe(CN)_6]$ . Изучены десять составов: ортофосфорная кислота; оксид цинка; вода, а также восемь составов: ортофосфорная кислота; желтая кровяная соль; вода с различным содержанием ингредиентов. Для всех составов антикоррозионных композиций определяли следующие характеристики: время полного высыхания слоя композиции, нанесенного на поверхность стальной пластины, имеющей продукты коррозии (ржавчину), так и свободной от ржавчины; возможность образования защитного пассивного слоя на стали, не имеющей ржавчины; время появления следов ржавчины или разрушения защитного слоя, сформированного с помощью антикоррозионной композиции, в процессе испытания образцов при их погружении в питьевую воду, 3% раствор хлорида натрия и в водную среду, близкую по составу к раствору, действующему на арматуру и закладные детали железобетона. С целью определения выше указанных характеристик использовали образцы, изготовленные из стали марки Ст3. Для исследований использовали образцы в виде пластин размером (мм) 50x50x1 с очищенной поверхностью и с поверхностью, подвергнутой предварительному ржавлению, на которую наносили антикоррозионную композицию, преобразующую ржавчину. Для получения на поверхности исследуемых образцов ржавчины их подвергали коррозии следующим образом. Образцы стали Ст3 промывали водой, высушивали, затем обезжиривали органическим растворителем путем протирания смоченной в ацетоне ветошью. После этого выдерживали в течение 1 часа в сушильном шкафу при температуре 60<sup>0</sup>С. Охлажденные образцы помещали в эксикатор в вертикальном положении на расстоянии не менее 20 мм друг от друга и заливали 3%-ным водным раствором хлорида натрия таким образом, чтобы расстояние от верхнего края образцов до поверхности раствора составляло не менее 20 мм. Образцы находились в эксикаторе с приоткрытой крышкой (для доступа кислорода воздуха) при температуре 20±2<sup>0</sup>С до образования ржавчины на всей поверхности. Испаряющуюся в процессе ржавления образцов воду постоянно пополняли. Поверхность образцов после ржавления высушивали, механически с помощью ветоши удаляли рыхлые продукты коррозии. Антикоррозионную композицию наносили кистью в двух взаимно перпендикулярных направлениях в два слоя на обе стороны образцов с полной сушкой каждого слоя.

Исследования защитных свойств антикоррозионных композиций проводили при полном и частичном погружении образцов в коррозионную среду: питьевую воду, 3% раствор NaCl, водный раствор цементной штукатурной смеси. Для получения водного раствора цементной штукатурной смеси использовали защитно-отделочную штукатурку НПМ цементную 1 СС 1.25 «Люкс» (СТБ 1263-2001). Водный раствор такой штукатурки, использованный для испытаний, имел щелочную среду (рН 11,9). Для сравнения во всех коррозионных средах исследовано время появления ржавчины на образцах стали Ст3 без следов коррозии и не имеющих защитного антикоррозионного покрытия.

В результате выполненных исследований установлено следующее. Время высыхания слоя антикоррозионной композиции, содержащей ортофосфорную кислоту и оксид цинка для всех изученных составов меньше, чем время высыхания антикоррозионной композиции, содержащей ортофосфорную кислоту и желтую кровяную соль. С увеличением содержания компонентов антикоррозионной композиции время высыхания слоя увеличивается. Максимальное время высыхания из всех изученных композиций, содержащих ортофосфорную кислоту и оксид цинка, составило при температуре 20<sup>0</sup>С 70 минут. Для композиций, содержащих ортофосфорную кислоту и желтую кровяную соль, максимальное время высыхания нанесенного слоя при той же температуре составило 130 минут.

При полном погружении образцов стали без защитного антикоррозионного покрытия в 3% водный раствор NaCl и водный раствор штукатурки ржавчина при температуре 20<sup>0</sup>С появляется уже через 1,5 часа, в то время как в питьевой воде в тех же условиях ржавчина появляется через 5 часов. Обработка образцов стали Ст3, не имеющей на поверхности продуктов коррозии, композиционным составом, содержащим оксид цинка и ортофосфорную кислоту, увеличивает время появления ржавчины в 3% водном растворе NaCl и водном растворе штукатурки до 4 – 7 суток, а в питьевой воде до 15 – 25 суток. Образцы стали Ст3, содержащие на поверхности продукты коррозии (ржавчину), после обработки композицией оксид цинка – ортофосфорная кислота при полном погружении в 3% водный раствор NaCl и водный раствор штукатурки при температуре 20<sup>0</sup>С устойчивы к коррозионному воздействию в течение 4 – 7 и 5 – 8 суток соответственно. Аналогичные образцы стали, обработанные композицией желтая кровяная соль ортофосфорная кислота, в тех же условиях не подвергаются коррозии в течение 3 – 5 и 3 – 6 суток. В питьевой воде образцы после обработки композицией, содержащей оксид цинка и ортофосфорную кислоту, не подвергаются коррозионному разрушению в течение 14 – 20 суток, а после обработки композицией желтая кровяная соль ортофосфорная кислота – в течение 12 – 14 суток. При неполном погружении образцов в агрессивные среды во всех случаях коррозия на границе электролит/воздух наступает на 1 – 2 суток раньше, чем при полном погружении.

На основании выполненных исследований определены оптимальные составы антикоррозионных композиций, позволяющие формировать защитный антикоррозионный слой, высыхающий в случае композиции оксида цинка с ортофосфорной кислотой в течение 45 минут, а в случае композиции желтой кровяной соли с ортофосфорной кислотой – в течение 90 минут. Коррозионная устойчивость образцов стали Ст3, имеющих на поверхности ржавчину, после обработки оптимальным составом «оксид цинка – ортофосфорная кислота», составляет: 7; 8; 20 суток при полном погружении в 3% водный раствор NaCl; водный раствор штукатурки; питьевую воду соответственно. При полном погружении образцов стали Ст3, имеющих ржавчину, после обработки оптимальным составом «желтая кровяная соль – ортофосфорная кислота» коррозионная устойчивость составляет: 5; 6; 14 суток в 3% водном растворе NaCl; водном растворе штукатурки; питьевой воде соответственно.

#### Список использованных источников

1. Бусел А.В. Коррозия и несиловые факторы разрушения дорожно–строительных материалов. Способы защиты / А.В. Бусел, Н.П. Матвейко. – Минск: БНТУ, 2009. – 214 с.
2. Торжество преобразователей ржавчины // [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа <http://www.uscars.lt/forumas/download/file.php?id=1814&sid...> – Дата доступа 04.10.2011.