

Очистка и переработка отходов

Использование отходов производства в противокоррозионной защите (Обзор)

Курмакова И.Н.

Черниговский государственный педагогический университет

Рассмотрено применение отходов производства в противокоррозионной защите. В качестве сырья для создания высокоэффективных ингибирующих композиций используются отходы коксо- и нефтехимии, производства жирных карбоновых кислот, амидопирин, алкилбромидов, стирола, оловоорганических соединений, аммиака, капролактама, каучука, а также пищевой и целлюлозно-бумажной промышленности. Некондиционные и запрещенные к применению в сельском хозяйстве пестициды также являются сырьем для получения многофункциональных ингибиторов коррозии и могут существенно расширить сырьевую базу для их производства.

Ключевые слова: отходы производства, ингибитор, противокоррозионная защита.

Розглянуто застосування відходів виробництва у протикорозійному захисті. Як сировина для створення високоефективних інгібуючих композицій використовуються відходи коксо- та нафтохімії, виробництва жирних карбонових кислот, амідопірину, алкілбромідів, стиролу, оловоорганічних сполук, аміаку, капролактаму, каучуку, а також харчової промисловості та целюлозно-паперового виробництва. Некондиційні та заборонені до застосування у сільському господарстві пестициди також є сировиною для одержання багатofункціональних інгібіторів корозії і можуть суттєво поширити сировинну базу для їх виробництва.

Ключові слова: відходи виробництва, інгібітор, протикорозійний захист

Утилизация отходов производства является одним из путей перехода к малоотходным технологиям, экономии материальных и энергетических ресурсов, а также единственной возможностью улучшения сложившейся экологической ситуации [1]. Общий объем накопленных твердых отходов в Украине составляет 23–25 млрд т, т.е. 48 т на каждого жителя [2, 3]. Большая часть отходов приходится на долю предприятия добывающей, перерабатывающей и химической промышленности. Так, химическая промышленность насчитывает более 800 наименований отходов, из которых полностью или частично используется только 30 % [4].

Отдельную группу составляют так называемые вторичные отходы, в которые превратились вовремя не востребованные или пришедшие в негодность (в результате нарушения

условий хранения) продукты, например, химические средства защиты растений.

Один из возможных способов утилизации отходов производства — создание на их основе ингибиторов коррозии, обеспеченность которыми в Украине значительно ниже потребности [5].

Ингибиторы на основе отходов коксо- и нефтехимии

На основе отходов коксо- и нефтехимии получены ингибиторы С-5, С-5У, СП-1, ИП-2, ОР-2К и др., хорошо зарекомендовавшие себя в промышленности [6–14]. Так, комбинированный ингибитор С-5 представляет собой смесь кубовых остатков очистки коксового газа и тяжелых пиридиновых оснований (4 1) Он хорошо защищает углеродистые стали

(0.12–0.91 % С), обеспечивая высокую эффективность ($Z > 95$ %) при оптимальной концентрации 2.5 г/л в растворах соляной, серной и азотной кислот. Улучшенной его модификацией является ингибитор С-5У, защитный эффект которого возрастает с повышением температуры [11, 12].

Ингибиторы типа ОР, ИП, СП получены на основе кубовых остатков этаноламинавой очистки коксового газа. Они состоят из N-ацетилэаноламина (60 %), смолистых веществ (20–25 %), этаноламина (3–5 %) и воды, в качестве добавок содержат щавелевую кислоту (ИП-2), роданистый бензилхинолин (ОР-2К), пеназолин (СП-1), уротропин и пенообразователь синтанол ДС-10 (СП-3-КО) [13–16]. Ингибитор ОР-2К особенно эффективен в присутствии сероводорода и предназначен для защиты нефтегазодобывающего оборудования. СП-1 применяется для травления в серной кислоте труб и катанки из углеродистой стали, а ИП-2 для защиты сталей 12Х1МФ и 15Х1МФ при удалении прокатной и термической окалины с котельных труб [10].

Ингибитор кислотной коррозии ЛГМИ-3 [17] содержит до 50 % отходов коксохимического производства. При концентрации 0.2–0.3 % на стали Ст.3 в смеси HCl, H₃PO₄ и HNO₃ он обеспечивает степень защиты 97 %, что позволяет использовать его для очистки химической аппаратуры от ржавчины и накипи. Отходы Шосткинского завода химреактивов входят в состав ингибитора ЛГМИ-4 (80 %).

На основе сточных надсмольных вод коксохимических производств, которые содержат роданиды, цианиды, аммиак, фенол, в малых количествах пиридиновые основания и нафталин, разработаны составы С-2Н, С-4Н, С-5Н [18].

Ингибиторы серии Донбасс (Д-1, Д-2, Д-3, Д-5, Д-16) получены на основе каменноугольных азотистых оснований и эффективны в условиях сероводородной коррозии. Кроме этого, они проявляют биоцидные и эмульгирующие свойства и препятствуют наводороживанию [10].

Как ингибиторы коррозии перспективны жидкие продукты переработки сланцев: сланцевые мазуты и комбинированные продукты на их основе [19].

Отработанные нефтепродукты в противокоррозионной защите

Защитные свойства композиций на основе отработанного моторного масла (ММО, ГОСТ 21046-82. Нефтепродукты отработанные) рассмотрены в [20–22]. Смесь ММО с ингибитором ИФХАН-МФ алкилфосфатного типа (5–10 % (мас.)) защищает сталь Ст.3 от атмосферной коррозии. При толщине защитной

пленки 36 мкм скорость коррозии в растворе NaCl концентрацией 0.5 моль/л замедляется в 4.4 раза [20].

Разработан консервационный материал, представляющий собой смесь ММО, пушечной смазки, масла ПОД (отход производства капролактама, состоящий на 60 % из тяжелокоптящих соединений циклогексана) и микробного жира (ТУ 59.03.045.86-85) [21]. Микробный жир представляет собой продукт, который образуется в процессе экстракции кормовых дрожжей БВК и содержит 40 % фосфолипидов. При оптимальном соотношении компонентов (38–40 % масла ПОД, 7 % микробного жира) он проявляет защитные свойства в морской воде и бромистоводородной кислоте, аналогичные составу НГ-216Б, который рекомендуется для черных и цветных металлов.

Композиции на основе ММО и кубового остатка производства синтетических жирных кислот рассмотрены в [22]. Остаток представляет собой смесь преимущественно насыщенных карбоновых кислот с 21 и более атомами углерода, неомыляемых веществ, полимерных кислот с 36 атомами углерода и больше, смолистых продуктов, которые хорошо совмещаются с ММО.

Ингибиторы на основе отходов производства продуктов органического синтеза

Ингибиторы КОС-1 (с пенообразователем) и КОС-2 (без пенообразователя) получены на основе отходов производства оловоорганических соединений. Защитное действие при концентрации ингибитора 1 г/л в 20 %-ом растворе H₂SO₄ достигает 95–98 % [23].

В отходах производства амидопиринина содержится до 75 % натриевой соли сульфаминоантипирина (соль А), которая в электролите состава 5 % NaCl + 3.4 % H₂S при концентрации 500 мг/л обеспечивает степень защиты стали Ст.3 81 % [24].

С целью получения высокоэффективных ингибиторов коррозии комплексного действия исследовали отходы производства алкилбромидов (C₇–C₉) и продукты термической переработки каменного угля — каменноугольные пиридиновые основания [25, 26]. Установлено, что ингибиторы коррозии на основе отходов производства алкилбромидов различной степени обработки в концентрации 1 г/л в растворе H₂SO₄ (2 моль/л) при 303 К обеспечивают степень защиты 93–98 %. Однако для синтеза эффективных ингибиторов необходимо обезвреживать отходы методом фильтрования или растворения в толуоле с последующей декантацией.

Ингибирующая смесь КГП содержит отработанные растворы производства кислого гудрона и отходы производства каучука. Она

эффективна ($Z = 95\%$) в органических кислотах, фосфорной и растворе HCl концентрацией 0.1 моль/л [27]

Смеси органических аминов являются вторичными продуктами некоторых производств (в частности, получения компламина) и могут использоваться в качестве ингибиторов для замкнутых систем водоохлаждения [28]. Кубовые остатки дистилляции толуилендиаминов входят в состав ингибитора ТДА, который используется для травления углеродистых сталей в соляной кислоте. Показано, что травление стали Ст.3 при 348 К в 12 %-й HCl с 0.2 г/л ТДА увеличивает ее пластичность на 21 % [29].

В [23, 24, 30–32] показана возможность использования отходов производства капролактама в противокоррозионной защите. Так, отходы производства капролактама-1,2 (Кемеровское ПО "Азот") при концентрации до 0.1 г/л проявляют в растворах сульфатов по отношению к углеродистой стали защитное действие ($Z \sim 50\%$). Более эффективны в растворах сульфатов и нитратов отходы производства капролактама-3 [23]. Оценена возможность применения отходов производства капролактама-2 для защиты от коррозии оборудования нефтяных месторождений [23]. Показано, что наиболее высокая степень защиты достигается в анодной области ($Z = 99.8\%$) при концентрации ингибитора 1 г/л. Однако этот отход проявляет защитное действие лишь в средах, не содержащих сероводорода.

На основании отходов производства капролактама, тяжелых пиримидиновых оснований, маточного раствора роданида натрия разработаны ингибиторы серноокислотного травления СП-6 и С-10 [24]. При концентрации 2.0–2.5 г/л на стали Ст.3 они обеспечивают степень защиты 90–95 %. Промышленные испытания СП-6 показали, что при травлении катанки потери металла снижаются на 2.1 кг/т, расход H_2SO_4 уменьшается на 6.9 кг/т.

Ингибитор КРЦ-3, предназначенный для защиты от коррозии черных металлов, контактирующих с двухфазными системами типа углеводород — минерализованная вода в присутствии CO_2 и H_2S , получен на основе полупродукта производства капролактама [31]. Промышленные испытания (нефтескважины НГДУ "Черниговнефтегаз", "Полтаванефтегаз") показали его высокую эффективность, превышающую защитные свойства ингибиторов АНПО и ОР-2К, и значительное последствие (сохранение пластичности стали, улучшение микрорегетерогенности поверхности, отсутствие питтингов). При этом не исключено частичное удаление с поверхности металла адсорбированного водорода за счет гидрирова-

ния ненасыщенных соединений, входящих в состав ингибитора.

На основе аммонизированных отходов производства капролактама получены ингибиторы ВНПП-2 и ВНПП-2Н [32].

Ингибиторы на основе отходов производства пищевых продуктов

На основе отходов дрожжевого производства синтезированы ингибиторы ГИК-2 и ГИК-3. Торможение коррозии стали Ст.3 в соляной кислоте максимально при их концентрации 10–12 г/л [33].

Ингибиторы ИК-1 и ИК-2 созданы на основе нетоксичных пищевых отходов: белкового отстоя и пищевой дробины соответственно. Они защищают сталь Ст.3 в пищевой воде на 93–100 %. Синергетическая композиция белкового отстоя с гидроксидом кальция (ингибитор ИК-3) обеспечивает защитный эффект 99.1 % за счет образования фазовой защитной пленки на катодных и анодных участках поверхности [34].

На основе отходов пивоваренного производства разработан ингибитор БИК, содержащий микроорганизмы *Saccharomycel Caresbergensis* Hansen и защищающий Ст.3 в питьевой воде на 94.3 % [34].

Композиция, содержащая гидролизат кукурузы (отход крахмалопаточного производства) и бензоат натрия (1 : 3), проявляет ингибирующее действие по отношению к стали и латуни в питьевой воде ТЭЦ [35].

Побочные продукты и отходы переработки сахарного тростника (мосто, фурфурол, воск и др.) также могут использоваться для получения противокоррозионных композиций [36–38]. Так, 10–18 г/л мосто (водорастворимый кубовый остаток после отгонки этилового спирта из продукта ферментативного брожения мелассы сахарного тростника) в H_2SO_4 (0.5 моль/л) и HCl (1 моль/л) при 303 К снижают скорость коррозии в 7–12 раз.

Исследованы композиции мосто с катионоактивными (четвертичные соли пиридиния) и анионоактивными (содержащими иодид-ионы) соединениями [36]. Композиция мосто с иодид-анионами тормозит коррозию в 200 раз. На основе фурфурола (продукт химической переработки багасодреводной волокнистой массы, представляющей собой остаток размола и отжима сахарного тростника) и анилина получен хлористый N-фенил-3-оксипиридиний, который при концентрации 0.5 г/л в H_2SO_4 (0.5 моль/л) и HCl (1 моль/л) тормозит коррозию стали в 12 и 200 раз соответственно [36].

Наиболее эффективными производными фурфурола являются нитрофурааты натрия и аммония, которые одновременно тормозят анодный, интенсифицируют катодный процесс

и обеспечивают устойчивое пассивное состояние металла [37]. Так, 5-нитрофураат фурфурил аммония (2.5 ммоль/л) тормозит коррозию стали 08кп в природной воде в 27.2 раза и практически на 100 % защищает медь М-3. Однако, с повышением температуры защитное действие этого ингибитора снижается, а пассивация металла достигается при больших его концентрациях (1 г/л при 333 К).

В [38] показаны пути направленного создания комбинированных ингибиторов на основе 5-нитрофуранкарбоновой кислоты и ее солей, полученных из побочных продуктов переработки сахарного тростника, с добавкой неорганических соединений (нитрит натрия).

Ингибиторы на основе отходов переработки природного сырья

В [39] приведен ингибирующий состав на основе нетоксичных отходов переработки черноморской красной водоросли *Phyllophora peruvosa*. Он состоит из белков (32–36 %), углеводов (5.0–6.2 %), NaCl (59–61 %) По эффективности в растворах ортофосфорной и соляной кислот при 303–368 К состав не уступает промышленным ингибиторам С-5, ПКУ, ХОСП-10. В случае травления металла в растворе HCl концентрацией 4 моль/л при 353 К его пластичность повышается на 20 %.

Ингибитор ВЭТ-1 получен из отходов табачного производства [40]. При концентрации 0.05–0.50 г/л в сероводородной, нейтральной и кислой средах он обеспечивает степень защиты более 85 %.

На основе отходов целлюлозно-бумажной промышленности (лигносульфонаты) синтезированы модифицированные составы с добавкой неорганических соединений, которые защищают сталь Ст.3 в водопроводной воде на 60–75 %, а алюминиевый сплав Д16Т на 92 % [41].

Утилизация пестицидов в противокоррозионной защите

В [42–43] оценена возможность использования некоторых некондиционных пестицидов в противокоррозионной защите. Показано [43], что Рамрод, Симазин, Линурон и Гексилур защищают сталь Ст.45 в кислых средах (HCl концентрацией 1 моль/л) на 26.1, 57.7, 58.3 и 19.9 %, а в нейтральных (3 %-й NaCl) на 57.7, 55.6, 88.7 и 41.1 % соответственно. Вышеуказанные некондиционные пестициды являются катодно-анодными ингибиторами энергетического (Симазин, Линурон, Гексилур) или блокировочного (Рамрод) действия. ДНОК стимулирует коррозию стали как в кислых, так и в нейтральных средах.

С целью усиления ингибирующего действия некондиционного пестицида Рамрод на его основе был получен ряд производных, содер-

жащих алифатические и гетероциклические амины, в том числе два гетероатома (N, S), ядра γ -метил- и γ -стирилпиридина, 2-аминопиррольных и 2-аминотиазольных кольца, остаток диэтиламина и др. [44–46]. Так, замещение хлора в молекуле α -хлор-N-изопропилацетанилида (действующее вещество пестицида Рамрод) на остаток пиридина, α -пиколина, бензиламина, 2-аминобензтиазола, моно- и дифенилтиомочевины усиливает защитное действие ингибитора по отношению к стали Ст.45 в растворе HCl концентрацией 1 моль/л соответственно в 2.8, 2.3, 2.4, 3.3, 3.0 и 3.2 раза

В [47–49] рассматривается возможность создания синергетических противокоррозионных композиций на основе отхода переработки капролактама (отход первой дистилляции цеха регенерации капролактама Черниговского ПО "Химволокно") и соединений, полученных при химической модификации некондиционного пестицида Рамрод. Так, состав, содержащий 5 % (мас.) α -(4-стирилпиридин-1-ил)-N-изопропилацетанилида, обеспечивает при концентрации его 1 г/л в HCl (0.1 моль/л) степень защиты стали Ст.45 более 99.5 %. По шкале оценки защитных свойств ингибиторов это соответствует 5 баллам (отличная защитная способность).

Проведенная в [47] прогнозная оценка санитарно-токсикологических показателей свидетельствует, что ингибитор относится к 4 классу опасности (малотоксичное соединение – ГОСТ 12.1.005.76)

Составы с различными синергетическими добавками, полученными на основе пестицида Рамрод, исследовали в условиях коррозии под напряжением [48]. Показано, что композиция с добавкой 8 % производного Рамрод, содержащего остаток α -пиколина, хорошо защищает деформированную сталь 05кп от кислотной коррозии.

Максимальный эколого-экономический эффект достигается при получении ингибирующих композиций без синтетических синергетических добавок. Согласно [49], композиции отхода переработки капролактама с некондиционными пестицидами Линурон и Рамрод в соотношениях 0.15 : 0.85 и 0.9 : 0.1 соответственно и отхода производства капролактама (масло ПОД) с Гексилуром в соотношении 0.8 : 0.2 проявляют защитное действие 96.3, 93.7 и 96.5 % соответственно в растворе HCl концентрацией 1 моль/л на стали Ст.45 за счет эффекта синергизма.

Таким образом, некондиционные и запрещенные к использованию в сельском хозяйстве пестициды могут существенно расширить сырьевую базу производства многофункциональных ингибиторов коррозии.

Список литературы

1. Безотходная технология в промышленности / В.Н.Ласкорин, Б.В.Романов и др. — М. : Стройиздат, 1986. — 456 с.
2. Мищенко В.С., Горлицкий Б.О., Дробишев Ю.П. Анализ стану проблеми відходів // Экотехнологии и ресурсосбережение. — 1995. — № 4. — С. 53–55.
3. Израэль Ю.А. Экотехнология и контроль состояния природной среды. — М. : Гидрометеоиздат, 1984. — 560 с.
4. Тищенко Г.П., Алексеева В.А., Тищенко И.Г. Экологические аспекты коррозии. — М. : НИИТЭХИМ, 1992. — 68 с.
5. Разработка ингибиторов коррозии черных металлов на основе отходов производства / Ю.В.Федоров, М.В.Узлюк, В.Ф.Толстых и др. // Интенсификация и повышение эффективности металлургического производства. — Киев : Высш. шк., 1980. — С. 102–106.
6. Ингибиторы коррозии металлов на основе продуктов и отходов коксохимии // Прогрессивные природоохранные технологии, разработанные АН УССР. — Киев : Знание УССР, 1990. — С. 10–11.
7. Ингибиторы коррозии : Номенклатурный каталог Черкассы : НИИТЭХИМ, 1988. — 49 с.
8. Балакин В.М., Бурындин В.Г., Завьялова Е.Я. Ингибиторы сероводородной коррозии на основе вторичного сырья коксохимического производства // Проблемы освоения нефтегаз. ресурсов Зап. Сибири. — Тюмень Тюмен. гос. ун-т, 1990. — С. 70–73.
9. Применение ингибиторов кислотного травления на металлургических предприятиях УССР / Ю.В.Федоров, С.Г.Тыр, Р.А.Еремеева и др. — Днепропетровск : Укр. УНТО чер. металлургии, 1988. — 49 с.
10. Прогрессивные материалы, технологические процессы и оборудование для защиты металлов от коррозии. — Киев : Наук. думка, 1990. — 250 с.
11. Афанасьев А.С., Еремеева Р.А., Тыр С.Г. Защита сталей с различным содержанием углерода при сернокислотном травлении с помощью ингибитора С-5 // Защита металлов. — 1987. — Т. 14, № 6. — С. 108–110.
12. Новый высокоэффективный ингибитор кислотного травления проката / С.Г.Тыр, Р.А.Еремеева, И.В.Васильева и др. // Бюл. НТИ "Чер. металлургия". — 1978. — № 16. — С. 38.
13. Узлюк М.В., Федоров В.Ю., Ковалев А.Ф. ОР-2К — ингибитор кислотной коррозии стали // Защита металлов. — 1980. — Т. 16, № 1. — С. 75–77.
14. Смешанный пеногасящий ингибитор СП-1 / Ю.В.Федоров, Л.В.Проскурня, В.Ф.Толстых и др. // Там же. — 1985. — Т. 21, № 2. — С. 295–296.
15. Баранов С.Н., Фуменко В.И., Швайка О.П. // Вопросы химии и хим. технологии. — 1973. — Вып. 31 — С. 14–19.
16. Ингибитор кислотной коррозии СП-3 / С.Г.Тыр, Ю.В.Федоров, З.А.Бобошко, Е.В.Ступак // Защита металлов. — 1989. — Т. 25, № 6. — С. 1002–1005.
17. Утилизация отходов химических производств для получения ингибиторов коррозии металлов // Коррозия и защита металлов. — Пермь : ПГУ, 1983. — С. 123–124.
18. Цхе Л.А., Ногорбеков Б.Ю., Закарин М.А. Ингибиторные композиции на основе сточной воды коксохимической промышленности // Защита металлов. — 1994. — Т. 30, № 6. — С. 654–656.
19. Ингибиторы коррозии и защитные материалы на нефтяной основе / Ю.Н.Шехтер, С.А.Муравьева, Н.В.Кардаш, И.Ю.Ребров // Там же. — 1995. — Т. 31, № 2. — С. 191–200.
20. Защитная эффективность малорастворимого ингибитора ИФХАНМФ / В.И.Вигдорович, Н.В.Сафронова, В.Д.Прохоренков и др. // Там же. — 1991. — Т. 27, № 3. — С. 496–499.
21. Разработка консервационного материала с использованием отхода / А.Н.Путиков, С.М.Кудрова, Л.Р.Кудрявцева, В.Н.Юрковец // Там же. — 1989. — Т. 25, № 5. — С. 826–828.
22. Вигдорович В.И., Сафронова Н.В., Прохоренков В.Д. Отходы производства синтетических жирных кислот как ингибиторы атмосферной коррозии // Там же. — 1991 — Т. 27, № 2. — С. 341–343.
23. II Всесоюз. шк.-семинар "Современные методы исследования и предупреждения коррозионных и эрозионных разрушений". Тез. докл. — Ижевск; Севастополь : Удмурд. гос. ун-т, 1991. — 166 с.
24. Теория и практика защиты металлов от коррозии. Тез. докл. V обл. межотрасл. науч.-техн. конф. Самара : Знание, 1991. — 250 с.
25. Перспективы использования отходов производства алкилбромидов для получения ингибиторов коррозии / С.А.Скаун, Ю.Г.Скрышник, Н.В.Васильева и др. // Бром-органические соединения и антипирены. Синтез, свойства, методы анализа и перспективы использ. Черкассы : НПО "Йодобром", 1991 — С. 55–62.
26. Применение ингибиторов для коррозионной защиты металлов / Л.И.Антропов,

- И.С.Погребова, В.Ф.Панасенко, Н.Ф.Кулешова // Технология и орг. пр-ва. — 1991 — № 1 С. 39–40.
27. Защитные свойства ингибиторной смеси КГИ при коррозии стали в слабокислых растворах / Г.А.Бурик, Э.М.Анфингер, П.Ф.Бородин и др. // Коррозия и защита металлов в хим., нефтехим. пром-сти и машиностроении. — Омск. Знание, 1990. С. 47.
28. Хвостов В.П., Султанова В.И. Ингибирование коррозии стали вторичными продуктами производства компламина // Защита металлов. — 1990. — Т. 26, № 5. — С. 849–852.
29. Влияние некоторых отходов производства толуиленидиизоцианатов на коррозию углеродистых сталей в кислотах / В.И.Пономаренко, А.М.Пинус, Е.Н.Коньшина и др. // Там же. — 1983. — Т. 19, № 2. — С. 297–299.
30. Использование отхода производства капролактама в качестве ингибитора сероводородной коррозии углеродистой стали / С.И.Усманов, З.А.Таджиходжаев, Х.Я.Кучкаров и др. // Узб. хим. журн. — 1990. — № 4. С. 61–63.
31. Моисеева Л.С., Терешина Р.М. Углеводородорастворимый ингибитор коррозии марки КРЦ-3 // Защита металлов. — 1994. — Т. 30, № 4. С. 410–413.
32. Гонтмахер Н.М., Иващенко О.А., Бережная А.Г. Изучение влияния ингибиторов на коррозионное и электрохимическое поведение низкоуглеродистой стали Ст.3 и некоторых легированных сталей в соляной кислоте // Там же. — 1995. Т. 31, № 4. — С. 365–369.
33. Доклады IV международной научно-технической конференции по проблемам СЭВ. Разработка мер защиты металлов от коррозии. — Варна, 1985. Т. 4. — 223 с.
34. Противокоррозионные составы из отходов промышленности / Г.П.Тищенко, С.Ф.Важенин, Н.Ю.Мойсеенко, И.Г.Тищенко // Защита металлов. — 1990. — Т. 26, № 5. — С. 846–848.
35. Отходы крахмало-паточного производства — ингибиторы коррозии стали и латуни в сетевой воде ТЭЦ / Ф.Б.Гликина, И.И.Супоницкая, Н.И.Останний и др. // Ингибиторы коррозии металлов. — М.: Моск. гос. пед. ин-т, 1989. — С. 99–104.
36. Ледовских В.М. Целенаправленный синтез ингибиторов коррозии на основе побочных продуктов переработки сахарного тростника // Защита металлов. — 1987 — Т. 23, № 6. — С. 968–979.
37. Ледовских В.М., Камехо Хиниебра Х.Х. Ингибиторы на основе продуктов переработки сахарного тростника для защиты металлов от коррозии в водных нейтральных средах // Там же. 1993. Т. 29, № 2. С. 265–269.
38. Ледовских В.М., Камехо Хиниебра Х.Х. Ингибиторы на основе продуктов переработки сахарного тростника для защиты углеродистой стали от коррозии в нейтральных водных средах. Пути направленного создания комбинированных ингибиторов // Там же. 1993. — Т. 29, № 2. С. 270–274.
39. Продукты переработки черноморской водоросли *Phyllophora nervosa* как ингибитор коррозии стали в кислотах / Г.М.Попелюх, Л.И.Талавира, П.А.Гажа и др. // Там же. — 1985. Т. 21, № 5. С. 753–756.
40. Усманов В.Н. Ингибиторы коррозии на основе отходов табачного производства // Проблемы освоения скопления углеводородов в восточной части Средней Азии. — М. СредазНИПИнефть, 1991 — С. 96–102.
41. Трушинская В.А., Рудик Т.А., Телишева Г.М. О возможности применения лигносульфонатов в качестве ингибиторов коррозии стали и алюминия в водных средах. — Барнаул. Знание, 1990. — 104 с.
42. Старчак В.Г., Анищенко В.А., Демченко А.М. Ингибирование коррозии стали добавкой на основе отхода сельскохозяйственного производства // Экотехнологии и ресурсосбережение. — 1994. № 5–6. — С. 66–70.
43. Інгібітори корозії на основі невикористаних пестицидів як один з можливих шляхів їх утилізації / В.Г.Старчак, Ж.В.Замай, І.М.Курмакова та ін. // Екологія, охорона природи, екологічна освіта і виховання. Чернівці ЧДПІ, 1996. С. 98–110.
44. Замай Ж.В. Исследование и разработка методов утилизации некондиционного пестицида Рамрод в технологии обработки металлов Автореф. дис. канд. техн. наук. Запорожье, 1996. — 24 с.
45. Синтез и исследование биоцидной активности новых химических соединений на основе вторичного сырья / А.М.Демченко, В.Г.Старчак, Ж.В.Замай и др. // Экотехнологии и ресурсосбережение. — 1996. — № 2. — С. 62–65.
46. Производство ингибиторов коррозии с утилизацией гербицидов / В.Г.Старчак, Ж.В.Замай, И.Н.Курмакова, Н.А.Кузина // Защита металлов. — 1997 Т. 33, № 5. С. 528–532.
47. Противокоррозионные материалы на вторичном сырье / В.Г.Старчак, Ж.В.Замай,

- И.Н.Курмакова и др. // Экотехнологии и ресурсосбережение. 1996. — № 6. С. 100–103.
48. Вплив ступеня деформації сталі на ефективність інгібіторів на основі відходів виробництва / В.Г.Старчак, Ж.В.Замай, І.М.Курмакова та ін. // Вісн. Чернігів. технол. ін-ту. — 1996. — № 2. — С. 133–140.
49. Курмакова И.Н., Цыгура Г.А. Применение концепции системного анализа к разработке противокоррозионных материалов на вторичном сырье // Материалы I Междунар. науч.-практ. конф. "Экология и молодежь" Гомель. ГГУ, 1998. — Т 1, ч. 2. — С. 32.

Поступила в редакцию 04.05.98

Utilization of Production Waste in Anticorrosion Protection (Review)

Kurmakova I.N.

Chernigov State Pedagogical University

The using of waste production in anticorrosion protection is considered. Waste of petroleum and petrochemistry, production of higher fatty acids, amidopyrin, alkyl halogenides, styryl, stannic organic compounds, ammonia, caprolactam, rubber, and also food and cellulose-paper industry are used as raw material for creation highly effective inhibitor. Sub-standard and prohibited to application in an agriculture pesticides also are raw material for obtaining multifunctional inhibitors of corrosion, and can essentially expand a source of raw materials for their production.

Key word: production waste, inhibitor, anticorrosion protection.

Received May 4, 1998

УДК 66.074.37

Разработка системы очистки газов от диоксида серы с утилизацией образующихся продуктов

Михайленко Г.Г., Миронов Д.В.

Одесский государственный политехнический университет

Экспериментально установлены рациональные условия реализации процесса очистки отходящих газов от диоксида серы различными сорбентами. Теоретически исследован процесс абсорбции SO_2 и даны рекомендации по расчету кинетики абсорбции для среднерастворимых газов. Получены уравнения, описывающие процесс массопередачи в двухъярусном полом распыливающим аппарате. Рассчитана и спроектирована установка для очистки газовых выбросов различных производств от диоксида серы с утилизацией продуктов сорбции.

Ключевые слова. диоксид серы, абсорбционная система, газоочистка.

Експериментально встановлено раціональні умови реалізації процесу очистки відхідних газів від діоксиду сірки різними сорбентами. Теоретично досліджено процес абсорбції SO_2 та подано рекомендації щодо розрахунку кинетики абсорбції для середньорозчинних газів. Отримано рівняння, що описують процес масопереносу у двох'ярусному порожнистому распылюючому апараті. Розраховано та спроектковано установку для очистки газових викидів різноманітних виробництв від діоксиду сірки з утилізацією продуктів сорбції.

Ключові слова: діоксид сірки, абсорбційна система, газоочистка.