(cc) BY

Посунько Иван Александрович
аспирант
ФГБОУ ВО «Российский государственный
аграрный университет – МСХА
им. К.А. Тимирязева»
г. Москва

ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ИНГИБИТОРОВ АТМОСФЕРНОЙ КОРРОЗИИ

Аннотация*: в статье изложены теоретические основы и технология получения новых ингибиторов атмосферной коррозии из возобновляемого сырья.*

Ключевые слова*: атмосферная коррозия, поверхностно-активные вещества, мономолекулярный слой, химический синтез.*

Сохранение и защита сельскохозяйственной техники от атмосферной коррозии с помощью консервации на стадии хранения является необходимым условием сохранения ее ресурса и работоспособности [10, с. 40].

Неудовлетворительное состояние противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники объясняется следующими причинами:

1) слабое материально-техническое обеспечение;

2) отсутствие эффективных полифункциональных защитных материалов;

3) отсутствие универсальных средств для механизации технологических процессов консервации [11, с. 181].

На сегодняшний день дефицит отечественных защитных материалов остается важной проблемой. В первую очередь, это связано с отсутствием научно обоснованной концепции их создания, а также с отсутствием сырьевой базы из-за ликвидации химических предприятий.

Научные исследования и анализ публикаций показывают, что одним из основных направлений создания эффективных защитных материалов является использование нанотехнологий.

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

Такие физико-химические процессы, как коррозия происходят на границе раздела фаз твердое тело – жидкость и твердое тело – газ.

Любая гетерогенная система обладает поверхностью раздела фаз и характеризуется поверхностной энергией. Возможность изменять поверхностную энергию позволяет влиять на эти процессы.

Существуют сложные органические молекулы, в которых каждый атом, каждая группа атомов играет индивидуальную роль. В результате адсорбции таких молекул из раствора на поверхности понижается поверхностная энергия. Такие молекулы называют поверхностно-активными [4, с. 35; 7, с. 11].

Уравнение Гиббса, характеризует меру способности понижать свободную поверхностную энергию на данной поверхности раздела:

$$\Gamma = -\frac{c}{RT}\frac{d\sigma}{dc},$$

где Г – концентрация адсорбируемых молекул на единице площади;

R – универсальная газовая постоянная;

T – абсолютная температура;

c – концентрация молекул в растворе;

$\frac{d\sigma}{dc}$ – производная поверхностной энергии по концентрации.

Процесс адсорбции молекул на поверхности осуществляется за счет электростатического и ванн-дер-ваальсового взаимодействия, водородных и координационных связей.

В физико-химической системе раствор поверхностно-активных молекул – поверхность твердого тела происходит формирование упорядоченной структуры в виде насыщенного мономолекулярного слоя молекул на поверхности металла из раствора, где они совершали хаотическое движение, без внешнего воздействия [1, с. 26; 8, с. 13].

Для получения поверхностно-активных молекул используется ступенчатый синтез, что дает возможность получить молекулы строго контролируемой структуры и размеров. Он представляет собой многократно повторяемую последовательность реакций многофункциональных мономеров.

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

В нашем случае были использованы следующие мономеры:

– карбоновые кислоты, получаемые из растительных масел: рапсового, подсолнечного, соевого и т. п.

Для получения жирных кислот производят расщепление масел с помощью реакции гидролиза [5, с. 129; 13, с. 105; 14; 15].

Структурная формула имеет вид:

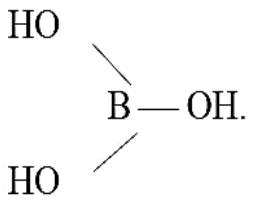
RCOOH, где R – гидрофобный радикал $CH_3 – (CH_2)_n –$, n = 18–24;

– моноэтаноламин получают в результате химического синтеза из аммиака и оксида этилена.

Структурная формула имеет вид:

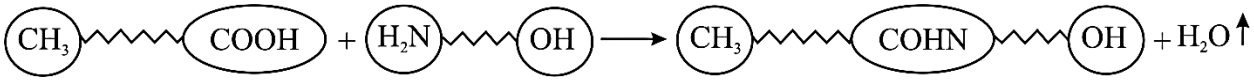
$H_2NR`OH$, где R` – (– CH_2 – CH_2 –).

Для «сшивки» молекул использована борная кислота H_3BO_3, структурная формула которой:

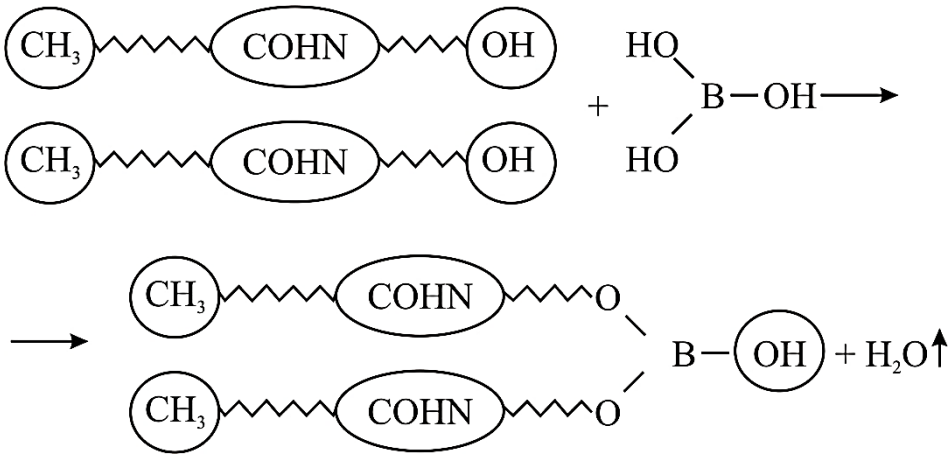


Ступенчатый синтез молекулы ингибитора коррозии осуществляется по следующей схеме:

1 стадия



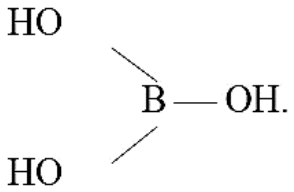
2 стадия



и т. д.

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

Далее реакция происходит аналогично до насыщения, размер молекулы удваивается на каждой стадии за счет «сшивки» двух гидроксильных групп (– OH) молекулой:



В результате синтеза получено органическое соединение с ассиметричной молекулярной структурой, содержащее гидрофобный радикал и гидрофильную часть – борат этаноламида карбоновой кислоты (БЭКК) [12, с. 41; 6, с. 27; 9, с. 18]. Молекула содержит два вида функциональных групп: амидную (– COHN–) и гидроксильную (– OH), которые обуславливают адсорбционную активность (рис. 1).

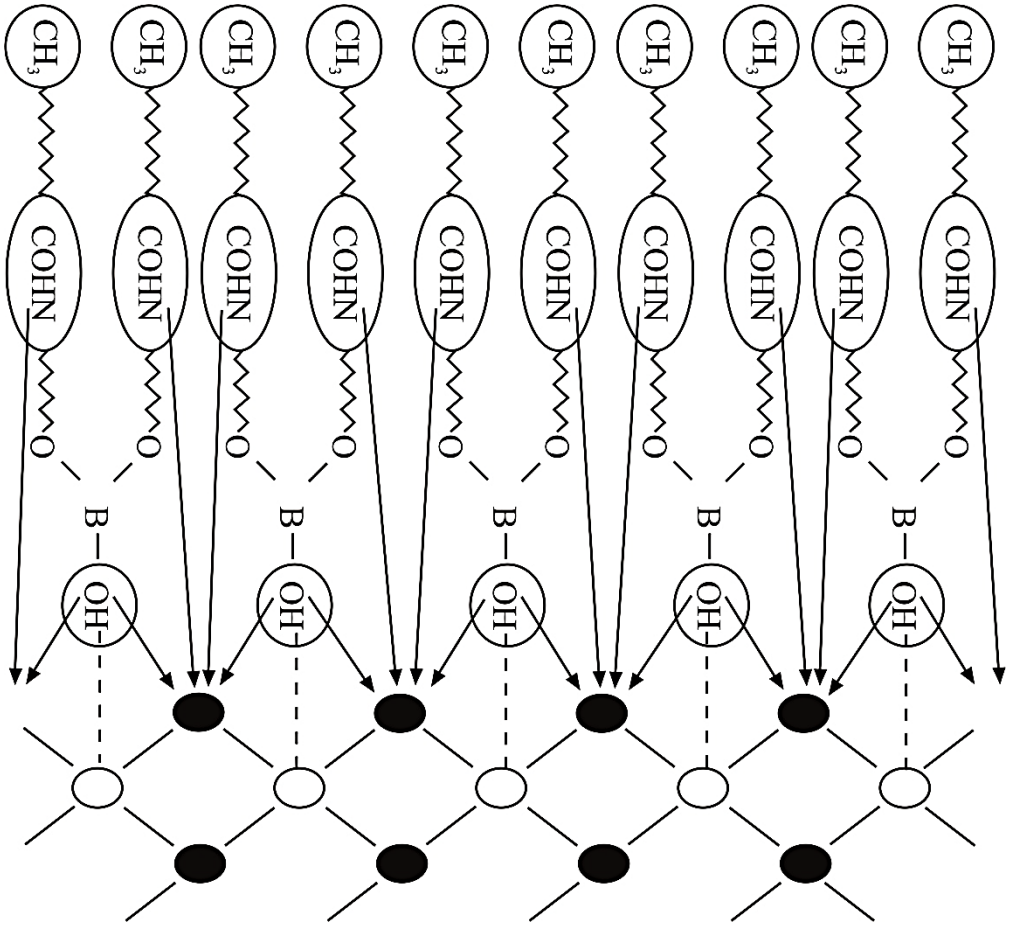


Рис. 1. Схема адсорбционного слоя на поверхности металла:
O – ионы кислорода O^{2-}, ● – ионы металла Me^{2+}, – - - - - – водородная связь,
→ – координационная связь

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

Для выяснения характера тормозящего действия коррозионного процесса полученным ингибитором были проведены электрохимические исследования. Результаты электрохимических исследований представлены в таблице 1 и на рис. 2.

Таблица 1

Результаты электрохимических измерений на стали Ст. 3, покрытой пленками И-20А с БЭКК, в 0,5 М растворе NaCl

Исследуемая композиция	Электродный потенциал ($-E_{кор}$), В	Плотность коррозионного тока ($i_{кор}$), А/м^2	Катодная постоянная Тафеля b_k, мВ	Анодная постоянная Тафеля b_a, мВ	Скорость коррозии $K_{э/х} \cdot 10^{-4}$, кг/м^{2}ч	Защитный эффект Z, %
масло И-20 А	0,47	0,063	100	60	0,670	–
масло И-20 А + 20% БЭКК	0,06	0,020	100	100	0,207	69

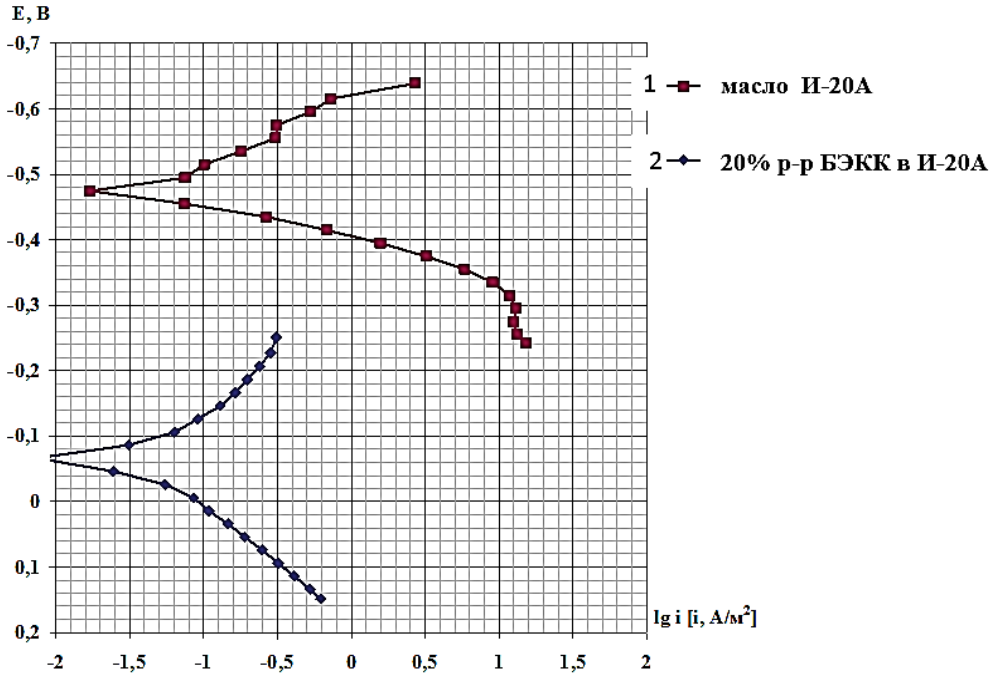


Рис. 2. Поляризационные кривые на стали Ст. 3 под слоем: *1* – масло И-20 А; *2* – масло И-20 А + 20% БЭКК

Таким образом, по результатам электрохимических исследований можно сделать заключение, что ингибитор коррозии обладает защитным действием и является ингибитором анодного действия [2, с. 39; 3, с. 43].

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

Технологический процесс представляет собой синтез, в результате, которого получаем продукт конденсации борной кислоты с МЭА и карбоновой кислотой.

Принципиальная технологическая схема получения БЭКК представлена на рис. 3.

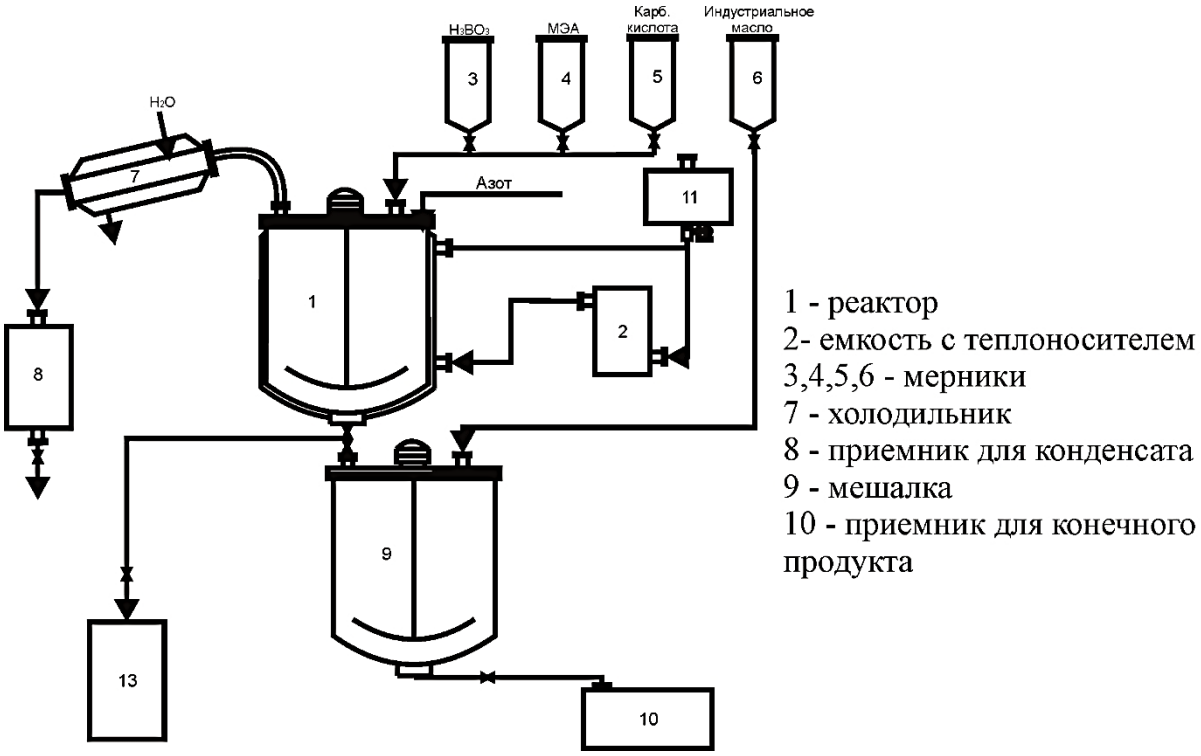


Рис. 3. Принципиальная технологическая схема получения БЭКК

В емкости (поз. 2) с помощью тэнов производится разогрев теплоносителя и подача его в рубашку реактора (поз. 1). В реактор из мерников (поз 5, 6) загружают МЭА и карбоновую кислоту. Реакционную массу при постоянном перемешивании нагревают до нужной температуры, после чего вводят борную кислоту из мерника (поз. 3) и поднимают температуру реакционной смеси до более высокой. После ввода в реактор борной кислоты и подогрева реакционной массы идет отгонка воды в виде пара, который конденсируется в холодильнике (поз. 7) и поступает в приемник для конденсата (поз. 8). Для исключения процесса осмоления продукта в процессе всего периода синтеза в реакционную массу подается нейтральный газ азот под давлением P = 0.1–0.2 атм. Для уменьшения времени

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

синтеза отработан вариант подключения к реактору вакуума и отгонки воды непосредственно из реактора.

В процессе синтеза контролируются следующие параметры: температура реакционной массы, температура в рубашке реактора, давление азота.

В системе подачи теплоносителя в рубашку реактора, установлен аварийный защитный клапан (поз. 12) и расширительный бачок (поз. 11).

В случае необходимости приготовления консервационного масла продукт загружается в мешалку (поз. 9) куда подается из мерника (поз. 6) растворитель (индустриальное масло) в соотношении 16–20% БЭКК и 84–80% растворителя.

Внешний вид промышленной установки представлен на рис. 4.

Рис. 4. Промышленная установка для производства БЭКК

Разработанная технология получения ингибитора атмосферной коррозии не требует сложного технологического оборудования. Основным компонентом для синтеза является сырье растительного происхождения – растительные масла или

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

отходы переработки сельскохозяйственной продукции. Все вышесказанное позволяет организовать производство, как на крупных, так и мелких сельскохозяйственных предприятиях.

Список литературы

1. Гайдар С.М. Характеристика и показатели нано-материалов // Механизация и электрификация сельского хозяйства (Минск). – 2010. – №2. – С. 26.

2. Гайдар С.М. Применение наномодификатора в качестве эмульгирующей добавки для органоразбавляемых лакокрасочных материалов / С.М. Гайдар, Е.В. Быкова // Техника и оборудование для села. – 2016. – №4. – С. 39–40.

3. Гайдар С.М. Применение препарата «телаз» в качестве диспергирующей добавки для органоразбавляемых лакокрасочных материалов / С.М. Гайдар, Е.В. Быкова // Техника и оборудование для села. – 2016. – №5. – С. 42–44.

4. Гайдар С.М. Перспективы использования лакокрасочных материалов, модифицированных фторсодержащими поверхностноактивными веществами, для защиты сельхозтехники / С.М. Гайдар, Е.В. Быкова, М.Ю. Карелина // Техника и оборудование для села. – 2015. – №7. – С. 34–38.

5. Гайдар С.М. Новые лакокрасочные материалы для сельскохозяйственной техники / С.М. Гайдар, И.А. Захаров // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. – 2010. – №2. – С. 128–130.

6. Гайдар С.М. Инновационное техническое средство для нанесения защитной молекулярной пленки на поверхность машин / С.М. Гайдар, М.Ю. Карелина // Техника и оборудование для села. – 2015. – №3 (213). – С. 26–28.

7. Гайдар С.М. Получение лакокрасочных материалов с высокими водо- и маслоотталкивающими свойствами / С.М. Гайдар, С.П. Круковский, А.А. Ярош // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2007. – №5. – С. 11–13.

8. Гайдар С.М. Эмульгатор «телаз-15» и диспергатор «телаз» – высокоэффективные добавки для органоразбавляемых лакокрасочных материалов /

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

С.М. Гайдар, В.А. Худорожкова, М.М. Конова // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2007. – №6. – С. 12–16.

9. Карелина М.Ю. Исследование эффективности триботехнических препаратов на основе наноматериалов / М.Ю. Карелина, С.М. Гайдар // Грузовик. – 2015. – №4. – С. 17–29.

10. Катаев Ю.В. Обеспечение работоспособности техники в гарантийный период эксплуатации / Ю.В. Катаев, В.М. Корнеев, Д.Г. Вялых // Сельский механизатор. – 2017. – №4. – С. 39–40.

11. Катаев Ю.В. Расчетно-аналитический метод прогнозирования трудоемкости консервации специальной техники / Ю.В. Катаев, И.Н. Кравченко, Э.А. Зиятдинов // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: Материалы Межд. науч.-практ. конф. 15–17 октября 2015 года. – Мичуринск: 2Д Мичуринск, 2015. – С. 175–183.

12. Кононенко А.С. Адгезионная прочность герметиков и нанокомпозиций на их основе / А.С. Кононенко, С.М. Гайдар // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2011. – №6. – С. 38–42.

13. Пучин Е.А. Применение молекулярной инженерии для повышения ресурса сельскохозяйственной техники / Е.А. Пучин, С.М. Гайдар // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. – 2010. – №2. – С. 101–106.

14. Способ получения антиадгезионного покрытия во впускной системе двигателя внутреннего сгорания / С.М. Гайдар: пат. Рос. Федерация №2408636. Заявл. 06.10.2009; опубл. 10.01.2011.

15. Способ получения модификатора «телаз-15» / С.М. Гайдар, А.С. Тарасов, В.А. Лазарев: пат. Рос. Федерация №2263697. Заявл. 12.10.2004; опубл. 10.11.2005.

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)