

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 665.7.038.5

АНТИКОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА ПРИСАДКИ СУКЦИНИМИДНОГО ТИПА**А. Н. АВРАМЕНОК, Г. АННАЕВ***(Представлено: канд. техн. наук, доц. А. А. ЕРМАК)*

В работе рассмотрены особенности химического состава присадок сукцинимидного типа к смазочным маслам. Приведены физико-химические свойства и результаты ИК-спектроскопии сукцинимидной присадки, полученной на основе полиизобутилена и этиленаминов. Представлены результаты изучения антикоррозионной активности присадки в базовом масле по отношению к поверхности стали при полном её погружении в электролит.

Введение. Сукцинимидные присадки являются неотъемлемой частью пакетов присадок к смазочным маслам. Они обладают детергентно-моюще-диспергирующими свойствами, из-за чего не позволяют твердым частицам коагулировать и оседать в цилиндропоршневой группе двигателей внутреннего сгорания. Их основным преимуществом является принадлежность к категории материалов Low SAPS в которых отсутствуют сера, фосфор и зола, которые засоряют сажевые фильтры и повреждают каталитические системы автомобилей.

Сукцинимидные присадки также проявляют и антикоррозионные свойства. В их составе присутствуют гетероатомы, такие как азот и кислород, которые играют важную роль в механизме защиты от коррозии металлов, таких как медь, железо и сплавов на основе алюминия. Сукцинимидные присадки действуют как смешанные ингибиторы, блокируя как анодные, так и катодные реакции. Механизм их действия обусловлен адсорбцией молекул ингибитора на поверхности раздела электролит/металл с образованием новой нерастворимой защитной пленки. Физическая адсорбция связана с наличием электростатического взаимодействия между заряженными молекулами сукцинимидов и поверхностью металла, в то время как химическая адсорбция связана с химическими превращениями между сукцинимидом и металлом. [1]

В процессе химической адсорбции сукцинимидные присадки реагируют с поверхностью металла, образуя совершенно новые химические соединения в виде тонкой защитной пленки, препятствующей контакту металла с агрессивной средой, за счёт чего и снижается скорость коррозии металлических деталей двигателей. [2, 3]

Огромное влияние на антикоррозионные свойства сукцинимидных присадок оказывает амин или смесь аминов, использованных на стадии амидирования продукта конденсации малеинового ангидрида и полиизобутилена, а также полнота протекания реакции амидирования. Так, с увеличением молярной массы амина повышается полярность молекул сукцинимидов, за счёт увеличения доли полиэтиленаминных цепей, благодаря чему улучшается способность сукцинимидов к адсорбции на поверхности металла. Однако слишком высокие значения доли азота приводят к обратному действию по отношению к сплавам меди [4].

Основная часть. Антикоррозионная активность присадки определялась путем погружения стальных пластинок, с нанесенным на их поверхность образцами, в раствор электролита и выдерживания их при комнатной температуре (20 ± 2) °C в течение 168 часов (ГОСТ 9.054-75, метод 4). Нанесение образцов проводилось путем полного погружения в них стальных пластинок на 5 минут с последующим выдерживанием пластинок в подвешенном состоянии на воздухе в течение часа. Для проведения исследований были использованы предварительно отшлифованные пластинки из стали со следующим элементным составом (в % масс.): железо – 98,3; марганец – 0,6; хром – 0,232; кремний – 0,197; никель – 0,153; углерод – 0,145; медь – 0,110; молибден – 0,061; примеси других элементов – 0,202. Элементный состав стали был определен при помощи оптико-эмиссионного спектрометра SPECTROPORT. Антикоррозионная (защитная) способность образцов оценивалась весовым методом по показателю коррозии (K), определяемому путем деления изменения массы стальной пластинки за время испытания (в граммах), на площадь поверхности пластинки (в m^2).

Для исследования были взяты три стальных пластинки: исходная стальная пластинка, которая не подвергалась обработке, пластинка, обработанная минеральным базовым маслом SN-150 и пластинка, обработанная минеральным базовым маслом с растворенной в нем сукцинимидной присадкой в количестве 5 % массовых. В таблице 1 представлены основные свойства использованной в работе сукцинимидной присадки, полученной на основе полиизобутилена и этиленаминов.

Таблица 1. – Свойства сукцинимидной присадки

| Показатели | Значения |
|---|----------|
| Вязкость кинематическая при 100°C, мм ² /с | 235.0 |
| Температура вспышки в открытом тигле, °C | 225 |
| Щелочное число, мг КОН/г | 22 |
| Содержание азота, %масс. | 0.95 |
| Кислотное число, мг КОН/г | 2.0 |

В таблице 2 представлена расшифровка инфракрасного спектра исследуемой сукцинимидной присадки изображенного на рисунке 1. Важнейшими пиками, указывающими на состав сукцинимидной присадки, являются пики: 3500-3100 см⁻¹, 1635-1558 см⁻¹, 1141 см⁻¹ и 725 см⁻¹.

Таблица 2. – Расшифровка ИК-спектра сукцинимидной присадки

| Волновое число | Расшифровка |
|----------------|---|
| 3500-3100 | Широкая полоса со слабо выраженными максимумами, обусловленные колебаниями связанных NH-групп |
| 2962-2900 | Симметричные и ассиметричные валентные колебания CH ₂ и CH ₃ |
| 1774-1681 | Валентные колебания C=O |
| 1635-1558 | Колебания амидного фрагмента C-NH |
| 1465 | Деформационные колебания в CH ₂ и CH ₃ |
| 1388-1357 | Качели CH ₃ -группы |
| 1234 | Изгиб СН на полиизобутиленовой цепи в -CH ₂ - |
| 1141 | Пик изгиба C-(CH ₂); Валентные колебания C-N |
| 925 | Растяжение изгиба C=C |
| 725 | Нерастветленная углеродная цепь (более 7 атомов углерода) |

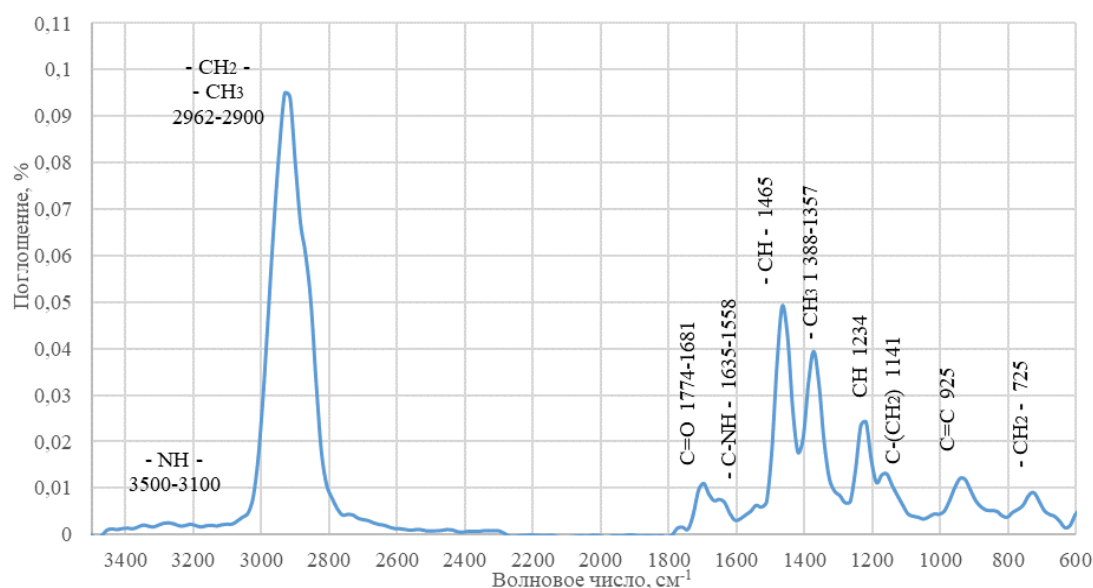
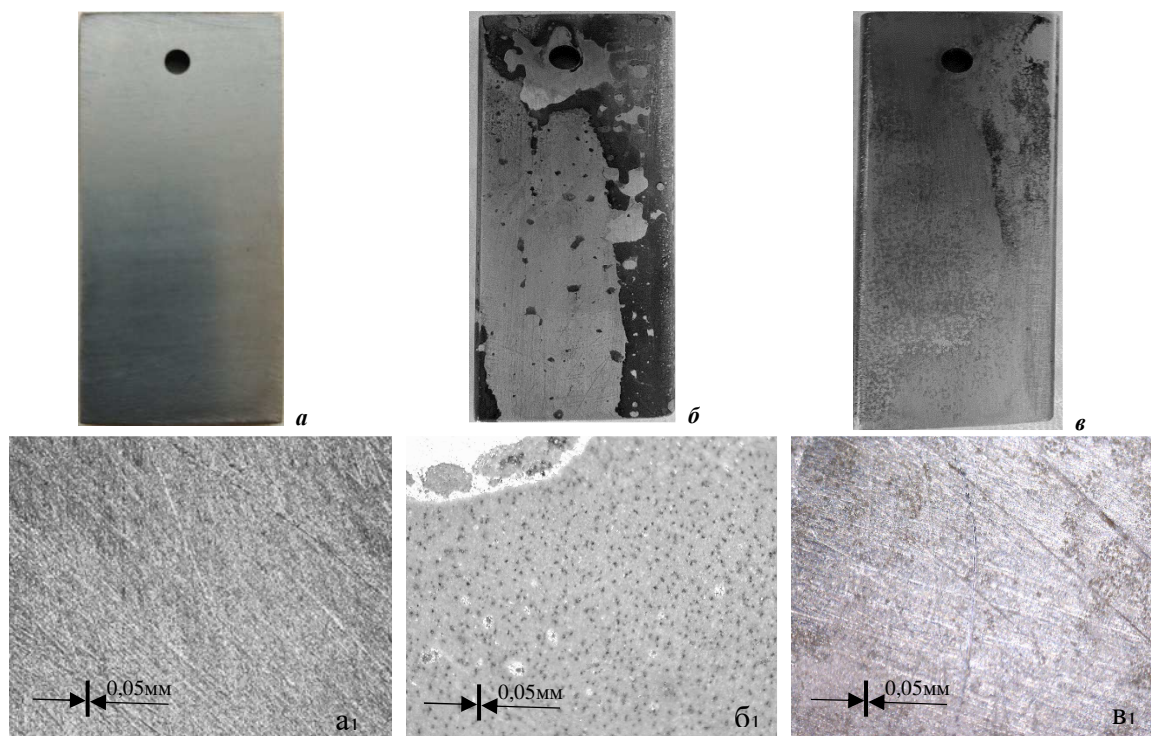


Рисунок 1. – ИК-спектр присадки

При проведении исследований по описанной методике показатель коррозии стальной пластинки, обработанной базовым маслом составил 9,83 г/м², а обработанный маслом с добавлением 5% масс. сукцинимидной присадки 1,59 г/м², снизив показатель коррозии более чем в 6 раз.

Так, наличие сукцинимидной присадки растворенной в минеральном базовом масле демонстрирует сглаживание рельефа поверхности стальной пластинки. Образуется защитная пленка, при химическом взаимодействии сукцинимиды с поверхностью металла, способствующая повышению стойкости металла к коррозии. Отсутствие сукцинимидной присадки растворенной в базовом масле приводит к образованию на поверхности металлической пластинки мелких питтингов в агрессивной среде. Питтинговая коррозия является одной из самых разрушительных форм коррозии, характеризующаяся локализованным направлением атаки агрессивной среды, приводя к образованию мелких дырочек. Питтинги такие же глубокие, как и их диаметр. Они вызывают перфорирование металла, приводящее к потере веса и прочности. [5]

На рисунке 2 отражены стальные пластинки, подвергшиеся влиянию агрессивной среды, без и с различными видами защиты от коррозии.



*а, а₁ – исходной; б, б₁ – покрытой базовым маслом;
в, в₁ – покрытой раствором сукцинимидной присадки в базовом масле*

Рисунок 2. – Фотографии стальной пластинки

Вывод. Сукцинимидная присадка на основе полиизобутилена и этиленаминов, помимо типичного для данного вида присадок детергентно-моюще-диспергирующего действия, также обладает хорошими антикоррозионными свойствами. Она позволяет снизить интенсивность коррозии стали при полном её погружении в электролит (ГОСТ 9.054-75, метод 4) более чем в 6 раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ma, I.A.W., Ammar, S., Kumar, S.S.A. et al. A concise review on corrosion inhibitors: types, mechanisms and electrochemical evaluation studies. *J Coat Technol Res* 19, 241–268 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11998-021-00547-0>.
2. Chandrabhan Verma, Chaudhery Mustansar Hussain, Eno E. Ebenso. *Organic Corrosion Inhibitors: Synthesis, Characterization, Mechanism, and Applications*. 2022 John Wiley & Sons, Inc. – p. 528. DOI:10.1002/9781119794516
3. Arthur, D.E., Jonathan, A., Ameh, P.O. et al. A review on the assessment of polymeric materials used as corrosion inhibitor of metals and alloys. *Int J Ind Chem* 4, 2 (2013). <https://doi.org/10.1186/2228-5547-4-2>
4. А. В. Дошенок, Е. И. Майорова, И. В. Буряя. Влияние строения высших аминов на свойства присадок сукцинимидного типа. *Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, Промышленность. Прикладные науки*. 82-87 (2022). DOI 10.52928/2070-1616-2023-47-1-82-87
5. Chandra Sahu B (2023) *Organic Corrosion Inhibitors. Introduction to Corrosion - Basics and Advances*. IntechOpen. Available at: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.109523>.