

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 665.7.038.5

АНТИКОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА ПРИСАДКИ СУКЦИНИМИДНОГО ТИПА

A. H. АВРАМЕНOK, Г. АННАЕВ

(Представлено: канд. техн. наук, доц. A. A. ЕРМАК)

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

Введение. Сукцинimidные присадки являются неотъемлемой частью пакетов присадок к смазочным маслам. Они обладают дегергентно-моюще-диспергирующими свойствами, из-за чего не позволяют твердым частицам коагулировать и оседать в цилиндрапоршневой 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 катализаторные системы автомобилей.

Сукцинimidные 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. Сукцинimidные 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 сукцинимида и поверхностью металла, в то время как химическая адсорбция связана с химическими превращениями между сукцинimidами и металлом. [1]

В процессе химической адсорбции сукцинimidные 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 сукцинimidных присадок оказывает амин или смесь аминов, использованных на стадии амидирования продукта конденсации малеинового ангидрида и полизобутилена, 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 сукцинимида 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 м^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 сукцинimidной присадкой в количестве 5 % массовых. В таблице 1 представлены основные свойства использованной в работе сукцинimidной присадки, полученной на основе полизобутилена 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 KOH/г	22
Содержание азота, %масс.	0.95
Кислотное число, мг KOH/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 CH на полиизобутиленовой цепи в -CH ₂ -
1141	Пик изгиба C-(CH ₂); Валентные колебания C-N
925	Растяжение изгиба C=C
725	Неразветвленная углеродная цепь (более 7 атомов углерода)

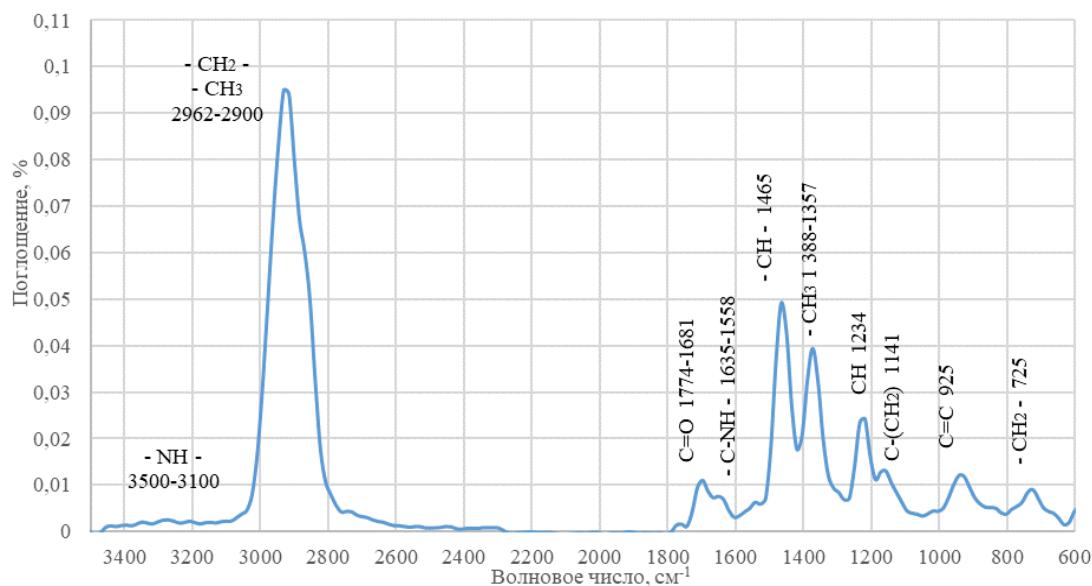
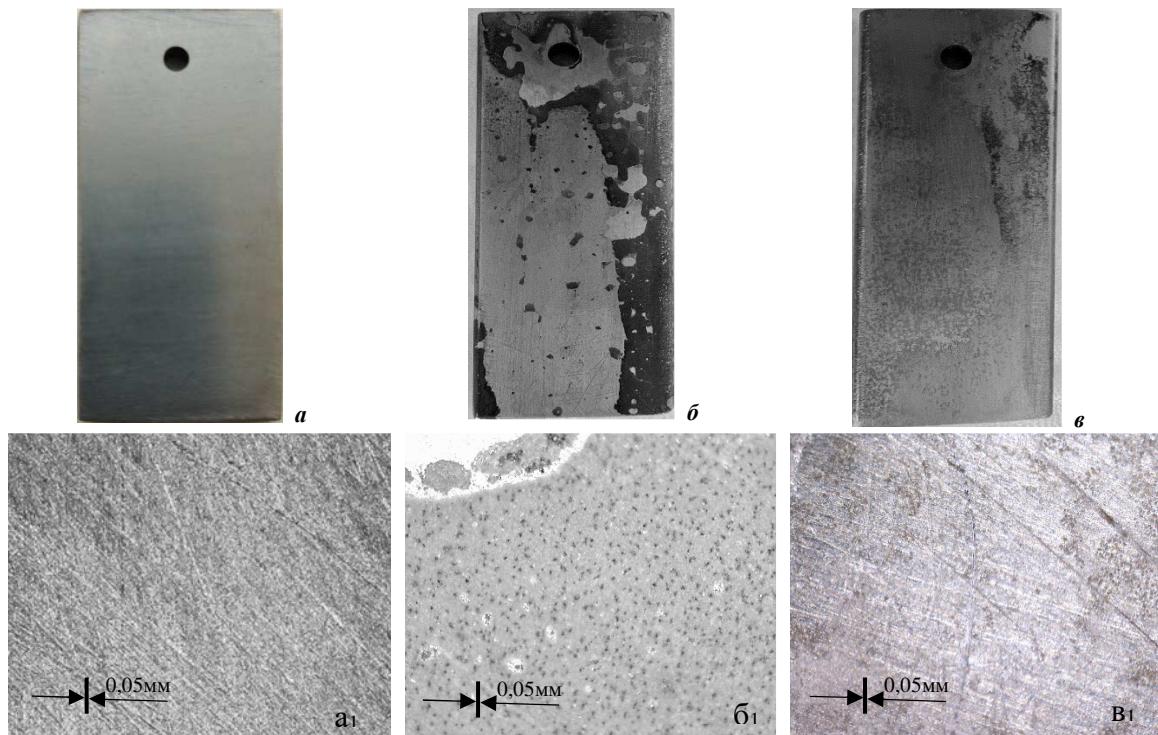


Рисунок 1. – ИК-спектр присадки

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 сукцинимида 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.



*a, a₁ – исходной; б, б₁ – покрытой базовым маслом;
в, в₁ – покрытой раствором сукцинимидной присадки в базовом масле*

Рисунок 2. – Фотографии стальной пластины

Вывод. Сукцинимидная присадка на основе полизобутилена и этиленаминов, помимо типичного для данного вида присадок детергентно-моюще-диспергирующего действия, также обладает хорошими антакоррозионными 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. Доценок, Е. И. Майорова, И. В. Бурая. 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>.