



УДК 661

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИССИММЕТРИЧНЫХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ТИПА КОКОГЕМ В КАЧЕСТВЕ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ СТАЛИ

STUDY OF DISSYMMETRIC SURFACTANTS OF THE COCOGEM TYPE AS STEEL CORROSION INHIBITORS

Гусейнова Хураман Акиф

кандидат химических наук,
доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории
«Поверхностно-активные реагенты и препараты»,
Институт Нефтехимических Процессов Министерства Науки
и Образования Азербайджана
xuraman_akifli@hotmail.com

Абилова Айгюль Зияфеддин

кандидат химических наук,
ведущий научный сотрудник лаборатории
«Поверхностно-активные реагенты и препараты»,
Институт Нефтехимических Процессов Министерства Науки
и Образования Азербайджана
abilova_aygul@inbox.ru

Аннотация. Исследования посвящены изучению антикоррозионного влияния синтезированного поверхностно-активного вещества типа кокогем на мягкую сталь марки С1018 в солевом растворе, насыщенном CO₂. Установлено, что N,N'-бис(2-гидроксипропил)этилендиаммониевая соль октановой и додекановой кислот эффективно ингибирует углекислотную коррозию мягкой стали марки С1018. Исследуемый ингибитор относится к ингибиторам коррозии смешанного действия, т.е. замедляет скорость как катодной, так и анодной реакций.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, ингибитор коррозии, мягкая сталь.

Huseynova Khuraman Akif

Candidate of Chemical Sciences,
Associate Professor, Leading Researcher
of the Laboratory «Surfactant Reagents
and Preparations»,
Institute of Petrochemical Processes
of the Ministry of Science and Education
of Azerbaijan
xuraman_akifli@hotmail.com

Abilova Aygul Ziyafeddin

Candidate of Chemical Sciences,
Leading Researcher of the Laboratory
«Surfactant Reagents and Preparations»,
Institute of Petrochemical Processes
of the Ministry of Science and Education
of Azerbaijan
abilova_aygul@inbox.ru

Annotation. The research is devoted to the study of the anticorrosion effect of the synthesized surfactant of the cocogem type on mild steel grade C1018 in a saline solution saturated with CO₂. It has been established that N,N'-bis(2-hydroxypropyl)ethylenediammonium octanoate dodecanoate effectively inhibits carbon dioxide corrosion of C1018 mild steel. The inhibitor under study belongs to mixed action corrosion inhibitors, i.e. slows down the rate of both cathodic and anodic reactions.

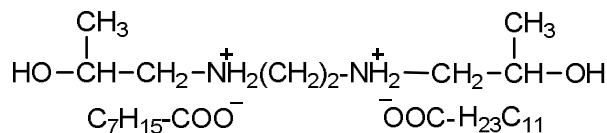
Keywords: surfactants, corrosion inhibitor, mild steel.

В современном мире поверхностно-активные вещества (ПАВ) привлекают все большее внимание ввиду их широкого применения в промышленности, сельском хозяйстве, медицине и быту. В последние годы исследователи уделяют особое внимание синтезу ПАВ совершенно нового строения [1–3]. Среди них заслуживают отдельного упоминания ПАВ типа «гемини» (по-английски «близнецы»), в составе которых имеются две и более углеводородные цепочки.

Среди ПАВ типа «гемини» выделяется отдельный класс, включающий в себя ПАВ под названием «кокогем». Этот термин взят от английских слов «counterion-coupled gemini», означающих «близнецы, спаренные противоионом». У этих ПАВ две углеводородные цепи химически соединены с двумя концами противоиона, причем эти два конца отделены между собой «спейсерной» группой, которая обычно имеет углеводородную природу и состоит из нескольких метиленовых (или других, например, метиновых, ариленовых и т.д.) групп. ПАВ типа «гемини», как и кокогем-ПАВ отличаются более низкими значениями критической концентрации мицеллообразования (ККМ) и поверхностного натяжения.

В последние годы большое внимание уделяется углекислотной коррозии углеродистых стальных трубопроводов и оборудования нефтегазовой промышленности, из-за повышенной тенденции к закачке CO₂ в нефтяные скважины для снижения вязкости нефти и увеличения ее добычи [4–6]. В данной работе кокогем-ПАВ синтезируется на основе монокарбоновых кислот, диамина и пропиленоксида. Эти ПАВ проявляют сильные ингибиторные свойства по отношению к коррозии мягкой стали.

N,N'-бис(2-гидроксипропил)этилендиамин получали реакцией пропиленоксида с этилендиамином. На основе полученного продукта и жирных кислот (каприловой и лауриновой) синтезирован диссимметричный ПАВ. Структуру диссимметричного ПАВ типа кокогем можно описать следующим образом:





Обозначим полученное вещество как $C_8C_2C_{12}$. Состав и строение конечного продукта идентифицирован различными современными физико-химическими методами, в том числе ИК-, 1H и ^{13}C -ЯМР спектроскопия. Путем определения поверхностного натяжения тензиометрическим методом рассчитывали важные коллоидно-химические параметры (таблица): ККМ – критическая концентрация мицеллообразования, $\gamma_{ККМ}$ – поверхностное натяжение раствора при ККМ, $\Gamma_{макс}$ – максимальная адсорбция, Амин – минимальная площадь поперечного сечения полярной группы, $\pi_{ККМ}$ – поверхностное давление или эффективность, $\rho_{C_{20}}$ – значение экономичности, $\Delta G_{миц}$ – изменение свободной энергии Гиббса процесса мицеллообразования, $\Delta G_{ад}$ – изменение свободной энергии Гиббса процесса адсорбции. Степень связывания противоиона – β вычисляли путем определения удельной электропроводности кондуктометрическим методом.

Таблица – Коллоидно-химические параметры $C_8C_2C_{12}$ (25 °С)

ККМ $\times 10^3$, моль \cdot дм $^{-3}$	β	$\Gamma_{макс} \times 10^{10}$, моль \cdot см $^{-2}$	Амин $\times 10^2$, нм 2	$\rho_{C_{20}}$	$\gamma_{ККМ}$, мН \cdot м $^{-1}$	$\pi_{ККМ}$, мН \cdot м $^{-1}$	$\Delta G_{миц}$, кДж \cdot моль $^{-1}$	$\Delta G_{ад}$, кДж \cdot моль $^{-1}$
0.480	0.16	2.68	62.0	4.28	23.7	48.3	-19.06	-20.87

Размеры агрегатов, образуемых синтезированным ПАВ в водных растворах, определяли методом динамического светорассеяния. Для этого готовили растворы с двумя различными концентрациями выше значений ККМ и определяли диаметры образующихся в них агрегатов ПАВ. В 0.05 %-ном водном растворе $C_8C_2C_{12}$ средний диаметр агрегатов равен 3400 нм. При увеличении концентрации раствора до 0.1 % мономодальный пик сменяется бимодальным. Хотя диаметр агрегатов не изменяется, это приводит к образованию полидисперсных агрегатов меньшего диаметра (150 нм).

Изучены антикоррозионные свойства $C_8C_2C_{12}$. Исследование защитного свойства синтезированного соединения от CO_2 -коррозии проводили электрохимическим методом с помощью потенциометра «АСМ Gill Instruments» при давлении 0.9 бар в 1 %-ном растворе NaCl, насыщенном CO_2 , при температуре 50 °С в течение 20 часов на стальных электродах марки С1018. Исследовали зависимость скорости коррозии стали от времени в среде без ингибитора, а также в среде с добавлением ингибитора.

Скорость коррозии в среде без ингибитора составила 4.14 мм/год. При концентрациях соединения 25, 50 и 100 мг/л скорость коррозии стали С1018 составляет 0.088, 0.064 и 0.018 мм/год соответственно. При этих концентрациях исследуемое соединение защищает от коррозии на 97.9, 98.5 и 99.6 % соответственно.

Снимки поверхности стали, полученные с помощью сканирующего электронного микроскопа показывают, что в результате добавления в среду ингибирующего соединения на поверхности отсутствует локальная и другая коррозия, в том числе питтинговая (точечная).

Список литературы / List of references:

1. Pal D. Gemini surfactants – A short overview // J. Indian Chem. Soc. – 2020. – Vol. 97. – № 11a. – P. 2242–2247.
2. Surface properties and aggregation behavior of cationic gemini surfactants with dipropylammonium head-groups / B. Li [et al.] // Colloids Surf. A: Physicochem. Eng. Asp. – 2015. – Vol. 470. – P. 211–217.
3. Anionic cocogem surfactants containing propyl-2-ol groups: Synthesis, surface properties and antibacterial activity against SRB bacteria / R.A. Rahimov [et al.] // Egyptian Journal of Petroleum. – 2023. – Vol. 32. – P. 15–21.
4. Farelis F., Ramirez A. Carbon dioxide corrosion inhibition of carbon steels through bis-imidazoline and imidazoline compounds studied by EIS // Int. J. Electrochem. Sci. – 2010. – № 5. – P. 797–814.
5. Lopez D.A., Perez T., Simison S.N. The influence of microstructure and chemical composition of carbon and low alloy steels in CO_2 corrosion: a state-of-the art appraisal // Mater. Des. – 2003. – № 24. – P. 561–575.
6. Some complex surfactants based on fatty acids as corrosion inhibitors for C1018 carbon steel in oil field formation water containing CO_2 / V.M. Abbasov [et al.] // Processes of petrochemistry and oil-refining. 2012. – Vol. 13. – № 3 (51). – P. 216–229.