

УДК 665.63.048

*I.M. Kartun ^a, B.Ф. Kochirko ^b***АКТИВНІ РЕЧОВИНИ ТВЕРДОГО ІНГІБИТОРУ КОРОЗІЇ ДЛЯ
НАФТОГАЗОВИДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**^a Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря НАН України, м. Київ, Україна^b Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

В даній роботі наведено спосіб синтезу та результати дослідження компонентів твердого інгібітору корозії, призначеного для захисту обладнання газоконденсатних і нафтових свердловин. Взаємодією гідроксистеаринової кислоти з триетилтетраміном синтезовано 1-амідогідроксистеарат-діетилдіамін-2-гідроксистеарилімідазолін. Хімічною трансформацією свинячого жиру триетилтетраміном синтезовано амідоаміни жирних кислот. Методами інфрачервоної спектроскопії та газохроматографічного аналізу підтверджено проходження відповідних хімічних реакцій. Гравіметричним методом досліджено інгібіторні властивості синтезованих речовин за відношенням до сталі 08 пс у модельному корозійному середовищі. Встановлено оптимальне співвідношення між 1-амідогідроксистеарат-діетилдіамін-2-гідроксистеарилімідазоліном та амідоамінами жирних кислот у складі інгібітору корозії у новій товарній формі (твердій). Показано, що використання амідоамінів жирних кислот в складі інгібітору корозії сприяє зниженню його температури розм'якшення, покращенню пластичності і розчинності.

Ключові слова: інгібітор корозії, нафтогазодобування, синтез, похідні імідазолінів, амідоаміни жирних кислот.

DOI: 10.32434/0321-4095-2024-152-1-21-28

Вступ

Однією з проблем у нафтогазовидобувній промисловості є захист металевого обладнання від корозії. Корозійна агресивність середовищ при добуванні нафти обумовлена наявністю в них великої кількості мінералізованої води, сірководню, двоокису вуглецю та інших речовин. Високі температури та тиск (який іноді становить декілька сотень атмосфер), а також наявність сіркобактерій додатково підсилюють корозійні руйнування [1].

Одним з найефективніших і економічно виправданих методів боротьби з корозією у системах нафтовидобутку є застосування інгібіторів корозії металів. Інгібітори корозії є речовинами, що при подачі в невеликих кількостях у корозійно-агресивне середовище, істотно обмежують його корозійність і дозволяють зберегти незмінними важливі властивості металів. Ці продукти повинні

бути досить нейтральними, щоб суттєво не змінювати фізико-хімічні властивості середовищ, не утворювати емульсій та запобігати утворенню осадів, оскільки наявність емульсії та осадів на апаратурі веде до порушення технологічного режиму. При виборі інгібітору корозії необхідно враховувати його стійкість до низьких та високих температур, сумісність з іншими реагентами технологічного процесу, екологічну безпеку, економічність тощо [2].

Як інгібітори корозії використовують аліфатичні аміни (первинні, вторинні, третинні), гетероциклічні аміни, солі амінів, похідні тіосечовини, сульфонати різних металів та амінів, похідні спиртів, естери, карбонові кислоти та їх солі тощо. Високими захисними властивостями характеризуються, перш за все сполуки, в молекулу яких входить азот, кисень та довгий алкільний ланцюг

© I.M. Kartun, B.Ф. Kochirko, 2024



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Active substances of a solid corrosion inhibitor for the oil and gas industry

(більш ніж 10 атомів вуглецю) [1–3].

У нафту вводяться інгібітори, розчинені у вуглеводнях (наприклад в бензині, гасі, дизпаливі тощо). У більшості випадків саме від вибраної вуглеводневої бази залежать такі показники інгібітору, як в'язкість, густина, температура застигання та інші. На ринку України наданий певний асортимент інгібіторів корозії вітчизняного та зарубіжного виробництва, і майже всі вони за нормальних умов являють собою рідину. Для введення таких інгібіторів у видобувну свердловину потрібне спеціальне обладнання – дозатори, насоси тощо. Деякі свердловини знаходяться в полях засіяних сільськогосподарськими культурами, доставка до яких інгібіторів корозії габаритним транспортом призводить до витоптування посівів. У нафтогазовидобувних компаній виникла потреба у використанні інгібіторів корозії в новій товарній формі – твердій. Твердий інгібітор корозії дає можливість спростити обладнання для його завантаження в свердловину, а також спростити способи доставки до місць призначення та використання.

Дана робота присвячена одержанню активних речовин (1-амідо-гідроксистеарат-діетилдіамін-2-гідроксистеарил-імідазоліну (сполука I), амідоамінів жирних кислот (сполука II)) та вибору їх оптимального співвідношення у складі твердого інгібітору корозії, як аналогу рідких інгібіторів корозії, для захисту обладнання газоконденсатних і нафтових свердловин.

Методика експерименту

Вихідними речовинами для синтезу сполуки I та сполуки II були 12-гідроксистеаринова кислота (згідно з ГОСТ 6484), триетилтетраамін (рідина жовтого кольору, густиною 980 кг/м³, температурою кипіння 277°C і температурою застигання

–35°C), свинячий жир (згідно з ГОСТ 25292) та паратолуолсульфоокислота (ПТСК) як каталізатор реакцій. Взято свинячий жир з температурою плавлення 38°C та кислотним числом 1,1 мг КОН/г, що є сумішшю триацилгліцеридів насичених жирних кислот (до 30%), головним чином, пальмітинової та стеаринової кислот, і ненасичених жирних кислот (до 70%), переважно, олеїнової та лінолевої кислот [4].

Синтез сполуки I проводили в потоці азоту з постійним перемішуванням за атмосферного тиску з використанням 12-гідроксистеаринової кислоти (ГСК) та триетилтетрааміну (ТЕТА) за мольного співвідношення ГСК:ТЕТА=2:1 в присутності ПТСК у концентрації 0,1%. В залежності від умов перебігу реакції, на першій стадії, тривалістю 5 год, за температури 170–180°C утворюється діамідогідроксистеарат триетилтетрааміну, який в подальшому, на другій стадії, при підвищенні температури до 230–240°C циклізуються в цільовий продукт – сполуку I. За перебігом реакції слідкували за кількістю відігнаної води з низькомолекулярними сполуками та зміною кислотного числа, при досягненні мінімального значення кислотного числа та припиненні виділення води, реакцію зупиняли. Схема перебігу реакції зображена на рис. 1.

Сполуку II одержували амідуванням свинячого жиру (СЖ) триетилтетрааміном (ТЕТА) за мольного співвідношення СЖ:ТЕТА=1:3,2 та температури 170–180°C і постійному перемішуванні протягом 4 годин [5]. За перебігом реакції слідкували за зміною лужного числа, при досягненні мінімального значення лужного числа реакцію зупиняли. Побічним продуктом реакції амідування є гліцерин. Схема перебігу реакції зображена на рис. 2.

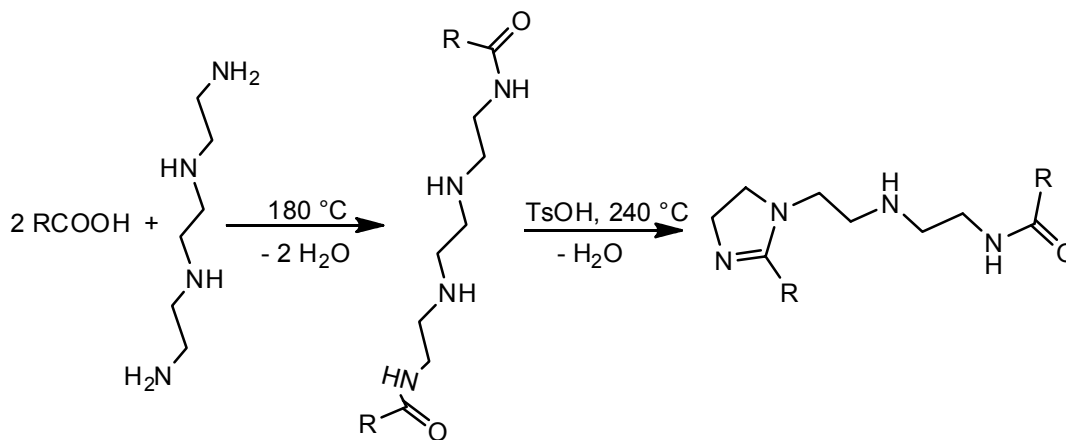


Рис. 1. Схема реакції утворення 1-амідо-гідроксистеарат-діетилдіамін-2-гідроксистеарил-імідазоліну (сполука I).
R – вуглеводневий залишок 12-гідроксистеаринової кислоти

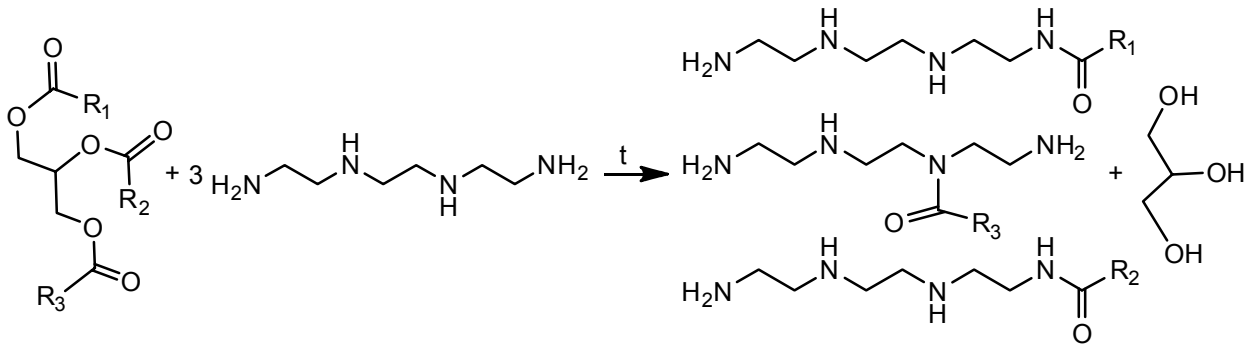


Рис. 2. Схема реакції утворення амідоамінів жирних кислот (сполука II).

R₁₋₃ – вуглеводневі залишки карбонових кислот

Ідентифікацію синтезованих сполук здійснювали методом інфрачервоної (ІЧ) спектроскопії. ІЧ спектри з перетворенням Фур'є записували у режимі порушеного повного внутрішнього відбиття (ППВВ, attenuated total reflection, ATR) за допомогою приладу Nicolet Nexus 470 (США), обладнаного приставкою ППВВ Smart Orbit (виробництво фірми Thermo Scientific), оптичний елемент – алмаз, кут падаючого променя $\theta=45^\circ$. Зразки наносили безпосередньо на оптичний елемент без пробопідготовки та розведення, спектри записували у діапазоні $4000-400\text{ см}^{-1}$, роздільна здатність 4 см^{-1} , кількість сканів 128, фоном слугував спектр оптичного елемента без зразка. Спектри на графіках наведені у координатах «поглинання–хвильове число»; така форма спектра дозволяє порівнювати інтенсивності смуг поглинання. Відразу слід відзначити, що у всіх спектрах спостерігається набір вузьких смуг в діапазонах $3500-3900$ та $1700-2300\text{ см}^{-1}$ (поглинання молекул води в газовій фазі та поглинання в алмазному оптичному елементі), та подвійна смуга при 2340 та 2360 см^{-1} (поглинання атмосферного CO_2). Ці смуги не відносяться до досліджуваних зразків, тому в подальшому не аналізуються.

Для підтвердження повноти переамідування свинячого жиру виконували газохроматографічний аналіз продуктів реакції (газовий хроматограф Agilent GC7890, капілярна колонка HP-5 з нерухомою фазою (5%-феніл)-метилсилоксану) з дериватизацією гідроксильних груп шляхом їх триметисилування у відповідності з процедурою ASTM D6584 (стандартний метод кількісного визначення вільного гліцерину та неконвертованих ацилгліцеролів у біодизелі).

Антикорозійні властивості синтезованих сполук досліджували згідно з ГОСТ 9.506 гравіметричним методом (за втратою маси сталюого зразка). При цьому використовували модель пластової води (МПВ) наступного складу (г/л): натрій

хлорид 163; кальцій хлорид 6-водний 34; магній сульфат 0,21; кальцій сульфат 2-водний 0,14; натрій сульфід 9-водний 0,1. Загальна мінералізація МПВ 197,45 г/л, густина 1120 кг/м^3 .

Перед випробуванням, МПВ продували потоком газоподібного азоту протягом 15 хвилин для видалення розчиненого кисню. Після продування до МПВ додавали сульфід натрію. Випробування здійснювали на зразках-свідках виготовлених зі сталі марки 08 пс в двофазному середовищі: 10% авіаційного гасу, 90% МПВ. Підготовку зразків-свідків до випробувань і обробку їх після випробування проводять згідно з ГОСТ 9.506. Випробування проводили у скляній U-подібній трубці об'ємом $0,6\text{ дм}^3$: в одному горлі розміщували мішалку з приводом від електродвигуна, що забезпечує перемішування зі швидкістю утворення емульсії, а в іншому – гірляндю зі зразків-свідків. Випробування здійснювали протягом 6 годин за температури $(20\pm 2)^\circ\text{C}$ та концентрації досліджуваних синтезованих сполук від 0 до 75 мг на 1 кг корозійного середовища. Антикорозійні властивості визначали як для окремо для синтезованих сполук, так і для суміші цих сполук, взятих у різних співвідношеннях. Зважаючи на слабку розчинність сполуки I у воді, було виготовлено одновідсотковий розчин в ізобутанолі кожного зразка, в тому числі і для сумішей зі сполукою II. Розраховані об'єми розчину вводили мікропіпеткою у корозійне середовище. Швидкість корозії P у мм/рік, яка визначена гравіметричним методом, розраховували за формулою:

$$P = \frac{8,76 \cdot K}{\rho}, \quad (1)$$

де K – швидкість корозії, г/м²год; ρ – густина металу, г/см³.

Швидкість корозії обчислювали з викорис-

танням рівняння:

$$K = \frac{m_1 - m_2}{S \cdot t}, \quad (2)$$

де m_1 – маса зразка до випробування, г; m_2 – маса зразка після випробування, г; S – площа поверхні зразка, m^2 ; t – час випробування зразка, год.

Для заліза формула (1) приймає наступний вигляд:

$$P = \frac{8,76 \cdot K}{7,87} = 1,1131 \cdot K. \quad (3)$$

Ступінь захисту Z , у відсотках, розраховували за формулою:

$$Z = \frac{P_0 - P}{P_0} \cdot 100\%, \quad (4)$$

де P_0 – швидкість корозії без інгібітору, мм/рік.

Температуру розм'якшення синтезованих продуктів визначали за методом «кільця і кулі» згідно з ДСТУ EN 1427:2018. Суть методу полягає у визначенні температури, при якій продукт, що досліджується, знаходиться в кільці заданих розмірів, в умовах випробування розм'якшується, переміщується під дією сталеві кулі до моменту зіткнення з нижньою пластиною.

Результати та обговорення

Спектри синтезованих сполук наведені на рис. 3, 4. Інтерпретацію спектральних даних проводили на основі джерела [6] та робіт, присвячених синтезу імідазолінів [7,8].

У спектрах, наведених на рис. 3, найбільш інтенсивні смуги поглинання відносяться до асиметричних (2914 cm^{-1} на спектрі діамідогідроксистеарат-триетилтетрааміну та 2916 cm^{-1} на спектрі сполуки **I**) та симетричних (2848 cm^{-1}) валентних коливань груп CH_2 у довгих вуглеводневих ланцюжках алкільних залишків. До цих же замісників відносяться і смуги поглинання, що відповідають деформаційним (1465 cm^{-1}) та маятниковим (721 cm^{-1}) коливанням CH_2 груп.

Смуги при 3306 та 3200 cm^{-1} відносяться до валентних коливань NH у аміногрупах та амідних групах, що перекриваються із смугою валентних коливань OH спиртових груп у залишках 12-гідроксистеаринової кислоти та домішок води.

Перетворення аміду в імідазолін зумовлює суттєве зменшення інтенсивності смуги при 3306 cm^{-1} , що вказує на витрату вторинних груп NH , як амідних, так і амінних, в ході циклізації.

У спектрі діамідогідроксистеарат-триетилтетрааміну можна побачити характеристичні для цього класу сполук смуги «амід I» (валентне коливання зв'язку $\text{C}=\text{O}$) при 1644 cm^{-1} та «амід II» (комбінація смуги деформаційних коливань зв'язку NH та валентних коливань зв'язку $\text{C}-\text{N}$) при 1550 cm^{-1} . Спостерігається смуга валентних коливань зв'язків $\text{C}=\text{N}$ при 1609 cm^{-1} та смуги при 1430 та 1255 cm^{-1} , наявність яких підтверджує утворення імідазолінового циклу. Слід відмітити, що спектр сполуки **I** містить досить інтенсивні амідні смуги при 1644 та 1550 cm^{-1} . Слід звернути увагу на те, що малоінтенсивну смугу зв'язків $\text{C}=\text{N}$ при 1608 cm^{-1} можна побачити і в спектрі діамідогідроксистеарат-триетилтетрааміну, що вказує на початок проходження циклізації, хоча і в

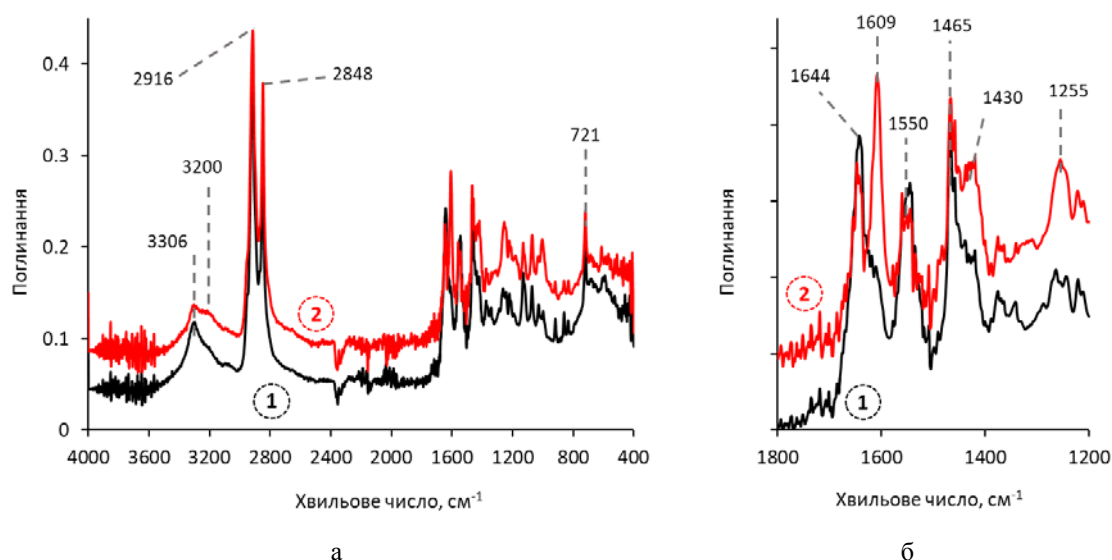


Рис. 3. ІЧ спектри продуктів реакції: 1 – першої стадії (діамідостеарат-триетилтетрааміну); 2 – другої стадії (сполуки **I**)

незначній мірі, вже при 180°C. Інші смуги в спектрах, що спостерігаються в діапазоні 1100–800 cm^{-1} , відносяться до так званих «відбитків пальців», їх інтерпретація ускладнена. Тим не менше, положення та інтенсивність смуг в цій області значною мірою відрізняється для спектрів, наведених на рис. 3, отже, є підтвердженням проходження хімічного перетворення.

Так чи інакше, дані ІЧ спектроскопії вказують на наявність в сполуці I як імідазолінових, так і амідних функціональних груп. Ми передбачаємо, що поряд з сполукою I, утворюється і певна кількість 1,1-етил-2,2-дігідроксистеарил-біс-імідазоліну, що потребує додаткових хроматографічних, хроматомас- та ЯМР спектроскопічних досліджень. Вказані методи дають можливість визначити кількісні виходи сполуки I та можливої 1,1-етил-2,2-дігідроксистеарил-біс-імідазоліну.

Спектр сполуки II (рис. 4) містить смуги поглинання, типові для амиду, утвореного сумішшю природних довголанцюжкових жирних кислот. Це, зокрема, смуга валентних коливань зв'язків N–H при 3300 cm^{-1} , смуги валентних (асиметричне при 2917 cm^{-1} та симетричне при 2849 cm^{-1}), деформаційних (1466 cm^{-1}) та маятникових (721 cm^{-1}) коливань груп CH_2 у довгих вуглеводневих ланцюжках алкільних залишків, смуги «амід I» (1630 cm^{-1}) та «амід II» (1545 cm^{-1}). Малоінтенсивна вузька смуга при 3010 cm^{-1} відноситься до валентних коливань зв'язків C–H у ненасичених фрагментах і є вказівкою на наявність залишків ненасичених жирних кислот (олеїнової, лінолевої тощо) у сполуці II. Відсутність смуг поглинання 1740 cm^{-1} свідчить про те, що пере-

творення естерних груп в аміді групи повністю відбулось. Також кількісне проходження конверсії естерів в аміді підтверджено даними газохроматографічного аналізу, який продемонстрував фактично відсутність у складі продуктів реакції неперетворених моно- та диацилгліцеролів та наявність вільного гліцерину у кількості 5,2%.

Результати досліджень основних фізико-хімічних властивостей синтезованих сполук і результати випробувань їх захисної здатності наведені в табл. 1 і 2.

Одержаний продукт (сполука I) практично не розчинний у воді та малорозчинний у вуглеводнях. Покращення його розчинності досягнуто додаванням сполуки II. Наявність в складі твердого інгібітору корозії сполук з гідрофільною частиною сприяє покращенню його диспергуванню у воді, тоді як гідрофобні частини вищих карбонових кислот надають йому спорідненості до вуглеводнів.

Використання сполуки II в складі інгібітору корозії сприяє пониженню температури розм'якшення інгібітору, покращенню його пластичності.

Співставлення величин швидкості корозії синтезованих активних сполук та їх різного співвідношення в складі інгібітору свідчить про те, що за певних умов випробувань, вони проявляють різну антикорозійну ефективність. За швидкістю корозії їх можна розташувати в такому порядку: 75% сполука I+25% сполука II>50% сполука I+50% сполука II>100% сполука I>25% сполука I+75% сполука II>100% сполука II.

Найнижча швидкість корозії спостерігається для зразка 75% сполука I+25% сполука II, найвища для зразка 100% сполука II. Результати

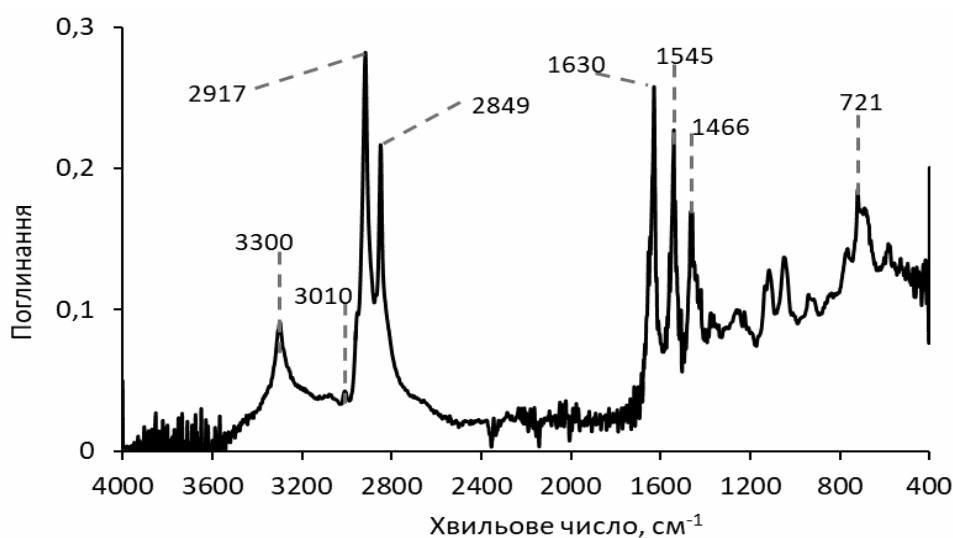


Рис. 4. ІЧ-спектр сполуки II

Таблиця 1

Фізико-хімічні властивості синтезованих продуктів

Назва продукту	Консистенція	Густина, кг/м ³	Розчинність			Кислотне число, мг КОН/г
			вода	вуглеводні	Спирт	
сполука I	твердий	936	не розчиняється	мало розчиняється	розчиняється	6,8
сполука II	мазеподібний	976	розчиняється	розчиняється	розчиняється	0,5

Таблиця 2

Результати випробувань температури розм'якшення і захисної здатності синтезованих сполук

Досліджуваний зразок	Температура розм'якшення, °C	Концентрація зразка, мг/кг	Швидкість корозії, мм/рік	Ступінь захисту, %
без інгібітору	–	0	0,68	–
100% сполука I	72	25	0,16	76
		50	0,11	84
		75	0,10	85
75% сполука I+25% сполука II	70	25	0,09	87
		50	0,07	90
		75	0,05	93
50% сполука I+50% сполука II	56	25	0,14	79
		50	0,09	87
		75	0,04	94
25% сполука I+75% сполука II	45	25	0,19	72
		50	0,13	80
		75	0,11	84
100% сполука II	42	25	0,20	71
		50	0,18	74
		75	0,12	82

показали, що для досягнення високої ефективності захисту металу Ст08пс (не менше 80%) у досліджуваному корозійному середовищі за температури 20°C, концентрація інгібуючих сполук повинна становити не менше 50 мг/кг.

Встановлено, що змішування сполуки I зі сполукою II приводить до покращення антикорозійних властивостей. Виявлений синергізм пояснюється тим, що сполуки I своїми полярними групами зв'язуються з поверхнею металу, а їх гідрофобні вуглеводневі ланцюги, витісняючи вологу, створюють захисний бар'єр як для дифузії іонів заліза з поверхні металу, так і для проникнення кородуючого агента і води до його поверхні [9]. Полярні групи сполуки II також підсилюють щільність та міцність захисної плівки на поверхні металу.

Результати дослідження показали, що високим ступенем захисту та задовільною температурою розм'якшення характеризується інгібітор наступного складу: сполука I – 50–75%; сполука II – 25–50%.

Застосування сполуки II в концентрації 50% у складі інгібітору корозії дає можливість змен-

шити його вартість та надає інгібітору необхідних характеристик.

За результатами лабораторних досліджень створено товарний твердий інгібітор корозії ML-061S у вигляді циліндра діаметром 35 мм, висотою 500 мм з температурою розм'якшення не нижчою, ніж 50°C, дослідно-промислові випробування якого планується провести у IV кварталі поточного року в умовах ГПУ «Полтавагазвидобування». Підбір оптимальної концентрації твердого інгібітору корозії ML-061S залежатиме від умов середовищ нафтогазових свердловин з урахуванням інших факторів, які можуть впливати на виробничий процес.

Висновки

В лабораторних умовах з використанням 12-гідроксистеаринової кислоти та триетилтетраміну синтезовано сполуку I (1-амідогідроксистеарат-дітилдiamiн-2-гідроксистеарил-імідазолін), проходження відповідних хімічних реакцій підтверджено методами ІЧ-спектроскопії.

Хімічною трансформацією свинячого жиру триетилтетраміном синтезовано сполуку II (амідоаміни жирних кислот), методами газохромато-

рафічного аналізу та ІЧ спектроскопією підтверджено проходження відповідних хімічних перетворень.

Гравіметричним методом досліджено антикорозійні властивості синтезованих продуктів. Досягнення високої ефективності захисту металу Ст08пс (не менше 80%) у модельному корозійному середовищі, можливе за концентрації синтезованих сполук не менше 50 мг/кг. Змішування сполуки **I** (1-амідогідроксистеаратдиетилдіамін-2-гідроксистеарил-імідазолін) зі сполукою **II** (амідоаміни жирних кислот) приводить до покращення антикорозійних властивостей.

Введення до складу твердого інгібітору корозії відносно низьковартісних амідоамінів жирних кислот в концентрації 50% дає можливість зменшити його вартість та надає інгібітору необхідні фізико-хімічні властивості.

Застосування інгібіторів корозії у твердій товарній формі дає можливість спростити способи доставки до об'єктів використання та спростити обладнання подачі в свердловину.

Подяка

Автори дякують к.х.н. Коновалову Сергію Вікторовичу (Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії імені В.П. Кухаря НАН України) за виконаний газохроматографічний аналіз продуктів реакції.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Процишин В.Т., Картун І.М. Дослідження захисних властивостей інгібіторів корозії // Нафтова і газова промисловість. – 2011. – № 2. – С.35-38.
2. Topilnytskij P. Corrosion protection of oil production and refinery equipment // Chem. Chem. Technol. – 2007. – Vol.1. – No. 1. – P.45-54.
3. Ониськів І.М., Романчук В.В., Топільницький П.І. Дослідження захисних властивостей інгібіторів корозії, одержаних з відновлювальної сировини // Хімія, технологія речовин та їх застосування. Вісник НУ «Львівська політехніка». – 2017. – № 868. – С.147-152.
4. Шкромата О.І. Склад жиру-сирцю за використання комплексу дезінфікуючих засобів // Наук.-техн. бюл. Ін-ту біології тварин та Держ. н.-д. контрол. ін-ту ветпрепаратів та корм. добавок. – 2014. – № 4. – С.58-62.
5. Поп Г.С., Бодачівська Л.Ю., Железний Л.В. Трансформація тригліцеридів і фосфатидів олій амінами: синтез, властивості, застосування // Катализ и нефтехимия. – 2012. – № 21. – С.104-109.
6. Spectrometric identification of organic compounds / Silverstein R.M., Webster F.X., Kiemle D.J., Bryce D.L. – John Wiley & Sons, 2014. – 464 p.

7. Юсевич А.И., Осипенко Е.М., Трусов К.И. Синтез и свойства 2-замещенных имидазолинов на основе метиловых эфиров жирных кислот // Труды БГТУ. – 2019. – № 2. – С.120-126.

8. Синтез производных 1,2-имидазолина активной основы ингибиторов коррозии. Комплексный подход к анализу имидазолинов на примере полученных соединений / Абутков А.В., Садретдинов И.Ф., Алябьев А.С., Арсланов А.К. // Нефтегазовое дело. – 2012. – Т.10. – № 1. – С.34-43.

9. Синтез і властивості екобезпечних поверхнево-активних речовин на олійно-фосфатидній основі / Поп Г.С., Сафронов О.І., Бодачівський Ю.С., Железний Л.В. // Питання хім. та хім. технол. – 2018. – № 2. – С.86-94.

Надійшла до редакції 08.10.2023

ACTIVE SUBSTANCES OF A SOLID CORROSION INHIBITOR FOR THE OIL AND GAS INDUSTRY

I.M. Kartun ^{a, *}, B.F. Kochirko ^b

^a Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

^b National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine

* e-mail: ik.chemic@gmail.com

This paper reports the method of synthesis and the results of the investigation of the components of a solid corrosion inhibitor intended for the protection of equipment of gas-condensate and oil wells. 1-Amidohydroxystearate-diethylamine-2-hydroxystearylimidazoline was synthesized by the interaction of hydroxystearic acid with triethyltetramine. By chemical transformation of pork fat with triethyltetramine, amidoamines of fatty acids were synthesized. The passage of the relevant chemical reactions was confirmed by the methods of infrared spectroscopy and gas chromatographic analysis. The gravimetric method was used to investigate the inhibitory properties of the synthesized substances with respect to 08 ps steel in a simulated corrosive medium. The optimal ratio between 1-amidohydroxystearate-diethylamine-2-hydroxystearylimidazoline and amidoamines of fatty acids in the composition of the corrosion inhibitor in a new commercial form (solid) was established. It was shown that the use of amidoamines of fatty acids as part of a corrosion inhibitor helps to reduce its softening temperature and improve plasticity and solubility.

Keywords: corrosion inhibitor; oil and gas production, synthesis; derivatives of imidazolines; amidoamines of fatty acid.

REFERENCES

1. Protsyshyn VT, Kartun IM. Doslidzhennia zakhysnykh vlastyvoستي inhibitoriv korozii [Research of corrosion inhibitors protective properties]. *Naftova i Gazova Promyslovist*. 2011; (2): 35-37. (in Ukrainian).
2. Topilnytskij P. Corrosion protection of oil production and refinery equipment. *Chem Chem Technol*. 2007; 1(1): 45-54. doi: 10.23939/chcht01.01.045.

3. Onyskyv IM, Romanchuk VV, Topilnytskyi PI. Doslidzhennia zakhysnykh vlastyvostei inhibitoriv korozii, oderzhanykh z vidnovliualnoi syrovyny [Research of protective properties of corrosion inhibitors derived from renewable raw]. *Khimiya, Tekhnologiya Rechovyn ta ikh Zastosuvann'ya. Visnyk NU «L'vivs'ka Politekhnik»*. 2017; 868: 147-152. (in Ukrainian).

4. Shkromada OI. Sklad zhyru-syrtsiu za vykorystannia kompleksu dezinfikuiuchykh zasobiv [Fat composition raw pork for use complex disinfectants]. *Nauk Tekhn Bull Instytutu Biologii Tvaryn Derzh Nd Kontrol Instytutu Vetpreparativ Korm Dobavok*. 2014; (4): 58-62. (in Ukrainian).

5. Pop HS, Bodachivska LYu, Zheleznyi LV. Transformatsiya tryhlitserydiv i fosfatydiv olii aminamy: syntez, vlastyvosti, zastosuvannia [Transformation of triglycerides and phosphatids of oils by amines: synthesis, properties and application]. *Katalyz i Neftekhymia*. 2012; (21): 104-109. (in Ukrainian).

6. Silverstein RM, Webster FX, Kiemle DJ, Bryce DL. *Spectrometric identification of organic compounds*. 8th ed. John Wiley & Sons; 2014. 464 p.

7. Yusevych AY, Osypenko EM, Trusov KY. Sintez y svoistva 2-zameshchennykh imydazolinov na osnove metilovykh efirov zhyrnykh kislot [Synthesis and properties of 2-substituted imidazolines based on fatty acid methyl esters]. *Trudy BHTU*. 2019; 2(2): 120-126. (in Russian).

8. Abutkov AV, Sadretdynov YF, Aliabev AS, Arslanov AK. Sintez proizvodnykh 1,2-imydazolina aktivnoi osnovy inhibitorov korrozii. Kompleksnyi podkhod k analyzu imydazolinov na prymere poluchennykh soedinenii [Synthesis of 1,2-imidazoline derivatives as an active base of corrosion inhibitors. The complex approach to analysis of imidazoline on the example of the produced compounds]. *Neftekhazovoe Delo*. 2012; 10(1): 34-43. (in Russian).

9. Pop GS, Safronov OI, Bodachivskyi IS, Zheleznyi LV. Sintez i vlastyvosti ekobezpechnykh poverkhnevo-aktyvnykh rechovyn na oliino-fosfatydni osnovi [Synthesis and properties of eco-friendly surfactants based on vegetable oils and phosphatides]. *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii*. 2018; (2): 86-94. (in Ukrainian).