

УДК 665.6/.7

*Фазуллин Д.Д., ведущий инженер, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»;*

*Маврин Г.В., кандидат химических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОНЦЕНТРАТА ОТРАБОТАННОЙ ЭМУЛЬСИИ «ИНКАМ-1» В КАЧЕСТВЕ ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ

*Аннотаци.: Исследован состав концентрата отработанной эмульсии «Инкам-1», которая образуется в результате мембранного разделения отработанной эмульсии. Основные компоненты концентрата: нефтепродукты, жиры, НПАВ. Проведены исследования физико-химических свойств концентрата: водородный показатель, плотность, растворимость. Проведены коррозионные испытания для стали марки «Сталь 20», с использованием концентрата отработанной эмульсии Инкам-1 в качестве ингибитора коррозии. Определена скорость коррозии, степень защиты стали и оптимальная концентрация ингибитора коррозии. Проведены сравнительные коррозионные испытания с ингибиторами коррозии марок: «Амфикор-Н» и «СНПХ». В связи с положительными результатами испытаний, возможно использование в качестве ИК концентрат отработанной эмульсии «Инкам-1».*

*Ключевые слова: эмульсия, ингибитор коррозии, скорость коррозии, нефтепродукты, сталь.*

Основным назначением ингибиторов коррозии является снижение агрессивности газовых и электролитических сред, а также предотвращение активного контакта металлической поверхности с окружающей средой. Это достигается путем введения ингибитора в коррозионную среду, в результате чего резко уменьшается сольватационная активность ее ионов, атомов и молекул. Кроме того, падает и их способность к ассимиляции электронов, покидающих поверхность металла в ходе его поляризации. На металле образуется моно- или полиатомная адсорбционная пленка, которая существенно ограничивает площадь контакта поверхности с коррозионной средой и служит весьма надежным барьером, препятствующим протеканию процессов саморастворения. При этом важно, чтобы ингибитор обладал хорошей растворимостью в коррозионной среде и высокой адсорбционной

способностью как на ювенильной поверхности металла, так и на образующихся, на нем пленках различной природы.

По механизму действия ингибиторы делятся на адсорбционные и пассивационные. Ингибиторы-пассиваторы вызывают формирование на поверхности металла защитной пленки и способствуют переходу металла в пассивное состояние. Наиболее широко пассиваторы применяются для борьбы с коррозией в нейтральных или близких к ним средах, где коррозия протекает преимущественно с кислородной деполяризацией. Механизм действия таких ингибиторов различен и в значительной степени определяется их химическим составом и строением. Различают несколько видов пассивирующих ингибиторов, например, неорганические вещества с окислительными свойствами (нитриты, молибдаты, хроматы).

Наиболее широко распространенными являются ингибиторы на основе азотсодержащих соединений. Защитный эффект проявляют алифатические амины и их соли, аминспирты, аминокислоты, азометины, анилины, гидразиды, имидазы, акрилонитрилы, имины, азотсодержащие пятичленные (бензимидазолы, имидазолины, бензотриазолы и т.д.) и шестичленные (пиридины, хинолины, пиперидины и т.д.) гетероциклы [1].

Предложена классификация ИК, как ПАВ с делением их на водорастворимые (ВИК), водомаслорастворимые (ВМИК) и маслорастворимые (МИК). ВИК, ВМИК и МИК всех типов являются ПАВ, которые по олеофильно-гидрофильному или гидрофильно-липофильному балансу и критической концентрации мицеллообразования в полярной или малополярной среде делятся на пять групп.

По механизму действия ВМИК и МИК в неполярных (углеводородных средах) согласно предложенной классификации делятся на ИК хемосорбционного типа доноры или акцепторы электронов, на ИК адсорбционного (экранирующего типа) и на быстродействующие, водовытесняющие вещества [2].

В настоящее время применяются такие ИК, как «Амфикор», «СНПХ-1004». Данные реагенты зарекомендовали себя положительно, но недостатком является высокая стоимость реагентов. Встает вопрос о разработки новых химических реагентов, не уступающих защитным свойствам современных ингибиторов коррозии (ИК) и обладающие низкой стоимостью.

В связи с этим целью настоящей работы заключается в снижение техногенной опасности на нефтепромысловом оборудовании, путем использования концентрата отработанной эмульсии «Инкам-1», полученного мембранным разделением в качестве ИК.

Отработанные СОЖ, представляют собой 3-10 % -ные растворы эмульсолов, в состав которых входят индустриальные масла, асидол, этиленгликоль, нитрит натрия и другие вещества [3, 4]. На машиностроительных предприятиях используются СОЖ с коротким сроком эксплуатации, так и достаточно стойкие со сроком использования несколько месяцев. Наиболее потребляемым заводами ПАО «КАМАЗ» является СОЖ марки «Инкам-1» более 4000 т/год, остальные виды СОЖ используются менее 1000 т/год. Поэтому в качестве объекта исследования выбрана эмульсия марки «Инкам-1».

Эмульсия марки «Инкам-1» – система, включающая в себя минеральное масло, эмульгаторы, ингибитор коррозии, бактерицидную добавку и воду. Применяется для обработки чугуна, цветных металлов, алюминиевых сплавов, сталей в концентрации 3-15 % масс. Эмульсия с содержанием концентрата 3 % (масс.) выдерживает испытания на коррозионную агрессивность методом контактных пар в течение 168 часов. Обладает стабильным запасом щелочности, эмульгируемости, биостойкости, антикоррозионной защиты при высоких смазочных свойствах. Производитель – ООО "Иниш", г. Смоленск [5].

После очистки по технологической схеме на основе мембранных методов очистки проведены испытания по очистке отработанной эмульсии

марки «Инкам-1» [6]. Концентрат эмульсии, полученный после мембранного разделения предложено использовать в качестве ингибитора коррозии. Для дальнейшего использования определен его компонентный состав, результаты представлены в рисунке 1.

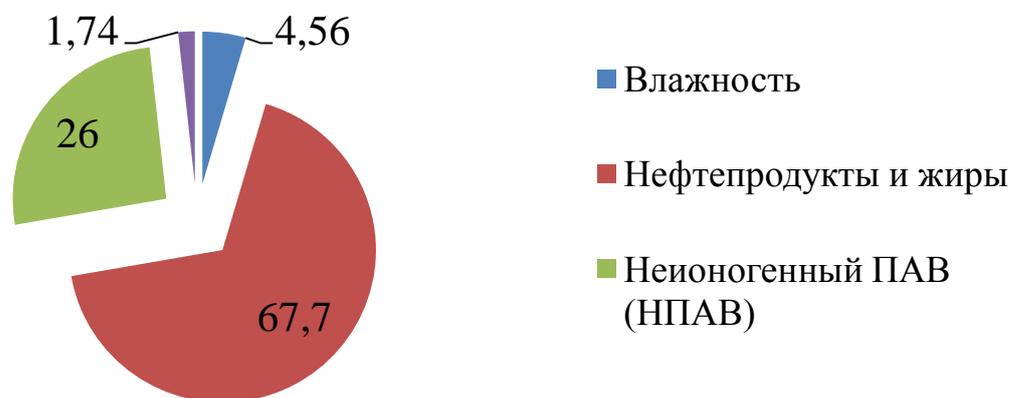


Рис.1.

Компонентный состав концентрата отработанной эмульсии «Инкам-1»

Из рисунка 1 следует, в составе концентрата отработанной СОЖ Инкам-1 основные компоненты НП и НПАВ, также в составе присутствует вода и механические примеси.

Используемые в настоящее время ИК состоят в основном из НПАВ – четвертичные аммониевые основания; фосфиты и фосфаты; диалкил- и диарилдифосфаты цинка и других металлов, нитрованные масла, окисленный петролатум, полные и неполные (кислые) сложные эфиры, продукты оксиэтилирования и оксипропилирования [7].

Для сравнения свойств концентрата отработанной СОЖ «Инкам-1» с серийно выпускаемыми ИК провели исследования физико-химических свойств: водородный показатель, плотность, исследование растворимости.

Значения водородного показателя (рН) концентрата определили согласно методики [8] для твердых и жидких отходов производства и потребления, осадков, шламов, активного ила, донных отложений потенциометрическим методом.

Для определения плотности ингибитора использовали методику, основанные на ГОСТ 3900. «Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности». Сущность метода заключается в погружении ареометра в испытуемую жидкость, снятии показания по шкале ареометра при температуре определения и пересчете результатов на плотность при температуре 20° С.

Так же определили растворимость концентрата следующим способом. Испытания для определения и растворимости, и диспергируемости провели в стеклянной прозрачной химической посуде с пробкой при комнатной температуре. В них готовили смеси ингибитора в исследуемом растворителе различных концентраций (от 0 до 50%). Смеси интенсивно перемешивали встряхиванием. При этом ингибитор должен либо растворяться, либо диспергируясь, образовывать эмульсию. Для практики имеет значение устойчивость возникшего состояния. Оба показателя оцениваются визуально на фоне листа белой бумаги в проходящем свете периодически в течение интервала времени от 1 ч до 7 сут. [9].

Результаты исследований физико-химических свойств сравнены с наиболее часто применяемыми в нефтедобыче ИК (таблица 1).

Таблица 1

Физико-химические свойства ингибиторов коррозии

Ингибитор коррозии	Показатель		
	pH, ед pH	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Растворимость
Концентрат отраб. «Инкам-1»	6,9±0,1	0,940 ± 0,047	Образует эмульсию в воде
«СНПХ-1004»	6 – 9	0,880 ± 0,044	Растворим в воде, спиртах
«НАПОР-1007»	6 – 9	0,890 ± 0,045	Растворим в ароматических углеводородах, спиртах, в воде диспергирует
«Амфикор»	5,5 – 7	-	Растворим в воде и спиртах В нефти растворяется ограниченно

По результатам исследованных показателей концентрат отработанной эмульсии «Инкам-1» ближе по свойствам с ИК марки «НАПОР-1007». Вследствие схожести физико-химических свойств, концентрат отработанной эмульсии «Инкам-1», использовали концентрат в качестве ИК и провели испытания на защитные свойства от коррозии.

Проведены испытания в коррозионной среде для стали марки «Сталь 20» гравиметрическим методом по ГОСТ 9.506-87 («Ингибиторы коррозии металлов в водно-нефтяных средах»). В качестве металлических образцов использовали металлические пластины прямоугольной формы размером 70x35x0,5 мм из стали марки «Сталь 20», из которой изготавливаются трубопроводы для нефтепромысла. Для активации поверхности перед испытанием образцы погружали на 1 минуту в раствор 15%-ной соляной кислоты (HCl), затем тщательно промывали проточной и дистиллированной водой, высушивали фильтровальной бумагой. Непосредственно перед испытанием образцы взвешивали на аналитических весах с погрешностью не более 0,0001 г. Образцы навешивали на подвеску, помещали в стеклянный стакан. Для создания динамических условий в растворы перемешивали с помощью магнитных мешалок. В качестве испытываемой среды использовали ингибированные и неингибированные модельные пластовые воды, приготовленные согласно ГОСТ 9.506-97, объемом по 130 см<sup>3</sup>. В качестве ИК добавляли концентрат отработанной эмульсии «Инкам-1» [11].

Для определения потери массы образцов поверхность очищали от продуктов коррозии бензином, спиртом и мягкой антикоррозионной резинкой, тщательно промывали водопроводной и дистиллированной водой, высушивали фильтровальной бумагой. И взвешивали на аналитических весах с точностью до 0,0001 г.

Результаты испытаний в коррозионной среде представлены в таблице 2.

Таблица 2

Зависимость скорости коррозии и степени защиты стали (марки «Сталь 20»)  
от концентрации ИК

Коррозионная среда	Дозировка ИК	Средняя скорость коррозии, мм/год	Степень защиты, %
Пластовая вода без добавок	-	0,1465	-
+ 0,2 см <sup>3</sup> конц. Инкам-1	1,5 г/дм <sup>3</sup>	0,1010	22,1
+ 0,5 см <sup>3</sup> конц. Инкам-1	3,8 г/дм <sup>3</sup>	0,1065	27,3
+ 1 см <sup>3</sup> конц. Инкам-1	7,7 г/дм <sup>3</sup>	0,1095	25,3
+ 5 см <sup>3</sup> конц. Инкам-1	38,5 г/дм <sup>3</sup>	0,1282	12,4

Результаты исследований показали, что при использовании в качестве ИК концентрата отработанной эмульсии «Инкам-1» скорость коррозии снижается. Оптимальной концентрацией, ИК при которой достигается максимальная степень защиты в 27,3%, определена концентрация 3,8 г/дм<sup>3</sup>.

Так же проведены коррозионные испытания с добавлением серийно выпускаемых ингибиторов коррозии.

Таблица 3

Результаты испытаний на скорость коррозии и степени защиты стали  
(марки «Сталь 20»)

Коррозионная среда	Дозировка ИК	Средняя скорость коррозии, мм/год	Степень защиты, %
Пластовая вода без добавок	-	0,1109	-
«СНПХ-1004»	3,8 г/дм <sup>3</sup>	0,0173	84,4
«Амфикор»-Н		0,0518	53,3
Конц. «Инкам-1»		0,0794	28,4

Из таблицы 3 видно, что при одинаковых условиях испытаний высокую степень защиты среди представленных показал ИК марки «СНПХ-1004». Худшими показателями степени защиты стали обладает ИК – концентрат отработанной эмульсии «Инкам-1». Но так как серийно выпускаемые ИК дорого стоят, а концентрат отработанной эмульсии образуется как отход от очистки водомасляных эмульсий. Поэтому возможно использование в

качестве дешевого ИК концентрат отработанной эмульсии «Инкам-1» полученный после мембранного разделения.

#### Литература

1. Хайруллина Э.Р. Опыт и перспективы ингибиторы защиты нефтепромыслового оборудования // Нефтегазовое дело. - 2004
2. Тронов В.П. Вопросы подготовки нефти, газа и воды за рубежом. - М.: ВНИОЭНГ, 1974.
3. Костюк В.И. Очистка сточных вод машиностроительных предприятий : для инженеров и учащихся втузов. – Киев: Техника, 1990.
4. Евдокимов, А.Ю. Экологические проблемы рационального использования отработанных смазочных материалов: автореферат дисс, ... докт. техн. наук. - М., 1997..
5. ПНД Ф 14.1:2.98-97 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений жесткости в пробах природных и очищенных сточных вод.
6. Фазуллин Д.Д., Маврин Г.В. Технология очистки водоземulsionных сточных вод с доочисткой мембранными и сорбционными методами // Технологии нефти и газа. – 2014. - №4(93).
7. Ключников Н.Г. В кн.: Ингибиторы коррозии металлов. - М.: Судостроение, 1965.
8. ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.33-02 — Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений значения водородного показателя (рН) твердых и жидких отходов производства и потребления, осадков, шламов, активного ила, донных отложений потенциометрическим методом.
9. Методические указания по испытанию ингибиторов коррозии для газовой промышленности. – М.: РАО "Газпром", ВНИИГАЗ, 1996.
10. Виноградов С.Н., Волчихин В.И., Ширина Е.В., Мещерская А.С. Исследование коррозионной стойкости конструкционных сталей в пластовой воде // Технические науки. Машиностроение и машиноведение – 2008. - №4.

11. Фазуллин Д.Д., Маврин Г.В., Шайхиев И. Г. Исследование свойств концентрата отработанной эмульсии «Инкам-1» в качестве ингибитора коррозии // Вестник технологического университета. – 2015. - №15. – Т.18.

---

*Fazullin D.D. Lead Engineer, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

*Mavrin G.V. candidate of chemistry Sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University*

#### THE STUDY OF THE PROPERTIES OF THE CONCENTRATE WASTEWATER EMULSIONS "INKAM-1" AS A CORROSION INHIBITOR

*Abstract: We Investigated the composition of the concentrate wastewater emulsions "Inkam-1", which is formed by membrane separation of the waste emulsion. The main components of the concentrate: oil products, fats and nonionic surfactants. Conducted study of the physicochemical properties of the concentrate: pH, density, solubility. Conducted corrosion tests for steel "Steel 20", using a concentrate waste emulsion Inkam-1 as a corrosion inhibitor. Determined the corrosion rate, the degree of protection of steel and the optimum concentration of the corrosion inhibitor. Comparative corrosion tests with the corrosion inhibitors brands: "Amphicor-N" and "CNPH". In connection with positive test results, can be used as corrosion inhibitor concentrate wastewater emulsions "Inkam-1".*

*Key words: emulsion, corrosion inhibitor, corrosion, oil products, steel.*