



УДК 620.193.4

## СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ ТАЛЛОВОГО МАСЛА И ОЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ

### SYNTHESIS AND STUDY OF THE PROTECTIVE PROPERTIES OF CORROSION INHIBITORS BASED ON TALL OIL AND OLEIC ACID

**Шарифуллин Андрей Виленович**

доктор технических наук, профессор,  
кафедра химической технологии  
переработки нефти и газа,  
Казанский национальный  
исследовательский технологический университет  
sharifullin67@mail.ru

**Васюков Сергей Иванович**

кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник,  
ЗАО НПЦ «Химтехно»  
vasukov@himtehno.ru

**Ямалтдинова Карина Алексеевна**

магистр кафедры химической технологии  
переработки нефти и газа,  
Казанский национальный  
исследовательский технологический университет;  
инженер,  
ЗАО НПЦ «Химтехно»  
ja.karina@yandex

**Аннотация.** Исследование процессов коррозии и разработка методов защиты металлов относится к актуальным научно-техническим задачам. К эффективным органическим ингибиторам относятся вещества, содержащие в своем составе атомы азота, серы и кислорода. В данной работе проведен синтез ингибиторов коррозии на основе аминов, олеиновой кислоты и таллового масла с дальнейшим проведением испытаний на гравиметрической установке для выявления защитного эффекта.

**Ключевые слова:** Ингибитор коррозии, гравиметрическая установка, сероводородная коррозия, талловое масло, олеиновая кислота.

**Sharifullin Andrei Vilenovich**

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Department of Chemical Technologies  
for Oil and Gas Refining,  
Kazan National  
research technology university  
sharifullin67@mail.ru

**Vasyukov Sergey Ivanovich**

Candidate of Technical Sciences,  
Senior Researcher,  
ZAO Research and Production  
Center Khimtekhno  
vasukov@himtehno.ru

**Yamaltdinova Karina Alekseevna**

Master of the department  
Chemical technologies  
of oil and gas production,  
Kazan National  
research technology university;  
Engineer,  
ZAO NPT «Khimtekhno»  
ja.karina@yandex.ru

**Annotation.** The study of corrosion processes and the development of methods for protecting metals are relevant to the current scientific and technical problems. Effective organic inhibitors include substances containing nitrogen, sulfur and oxygen atoms. In this work, the synthesis of corrosion inhibitors based on amines, oleic acid and tall oil was carried out with further testing on a gravimetric installation to detect the protective effect.

**Keywords:** corrosion inhibitor, gravimetric installation, hydrogen sulfide corrosion, tall oil, oleic acid.

## Введение

В современном мире коррозии металлов и защита их от коррозии является одной из важнейших научных и экономических проблем.

Технический прогресс во многих отраслях промышленности тормозится из-за ряда нерешенных проблем борьбы с коррозией. Это является наиболее актуальным в промышленно развитых странах с большим металлофондом (особенно в последние годы) в связи с все более широким использованием в промышленности не только высокопрочных материалов, но и особо агрессивных сред, высоких температур и давлений. В этих условиях значительно возрос удельный вес потерь, вызываемых такими опасными формами коррозии, как коррозионное растрескивание, межкристаллическая коррозия, питтинг и др. [1–3].

## Экспериментальная часть

В данном разделе приведен синтез веществ с использованием олеиновой кислоты, серной кислоты, ортофосфорной кислоты, гидроксида натрия и таллового масла.



Для синтеза амидов и солей сульфатированных амидов использовали моноэтаноламин (МЭА) и олеиновую кислоту. Серная кислота использована в виде 20 %-ного разбавленного раствора реактивного продукта (95 %), а ортофосфорная в виде 50 % процентного разбавленного продукта. При получении солей был использован гидроксид натрия (NaOH). Реакцию синтеза моноэтаноламида олеиновой кислоты и его сульфатирование проводили по следующей методике: в трехгорлую колбу с мешалкой и термометром загружали 30 г (1 моль) олеиновой кислоты и 6,5 г (1 моль) МЭА.

Реакционную массу нагревали до 100 °С, добавляли 0,5 г NaOH, являющегося катализатором реакции. После этого продолжали реакционную смесь медленно нагревать до 120 °С и перемешивали при этой температуре в течение 3-х часов. На следующий день в реакционную смесь добавляли 1 моль 20 %-ной серной кислоты и перемешивали при 80 °С в течение 3 часа. Далее в смесь добавляли 6,9 г МЭА (1 моль) и нагревали ее 2 часа при температуре 80 °С. Такие же условия соблюдались при синтезе ДЭА и олеиновой кислоты, а также при синтезе МЭА и ДЭА с талловым маслом, соответственно.

Установка синтеза приведена на рисунке 1.

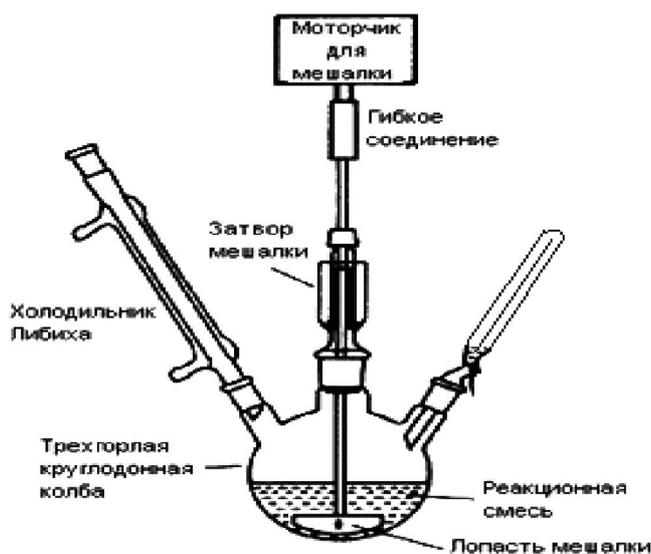


Рисунок 1 – Установка синтеза

Испытания образцов на защитный эффект проводились гравиметрическим методом по ОСТ-39-099-79 в сероводородсодержащей среде.

### Оценка эффективности ингибиторов

Гравиметрический метод заключается в определении потери массы металлических образцов за время их пребывания в ингибированной и неингибированной испытываемых средах с последующей оценкой защитной способности ингибитора по изменению скорости коррозии.

Испытания проводились при дозировке 25 г/м<sup>3</sup> каждого ингибитора. Реагенты дозировались из товарной формы.

Скорость коррозии в данном случае вычисляют по формуле:

$$V_k = (m_1 - m_2) / S \cdot \tau, \tag{1}$$

где  $m_1$  – масса образца до испытания, г;  $m_2$  – масса образца после испытания, г;  $S$  – площадь поверхности образца, м<sup>2</sup>;  $\tau$  – время испытания, ч.

Степень защиты вычисляют по формуле:

$$Z = (V_{ko} - V_{ki}) / V_{ko} \cdot 100, \tag{2}$$

где  $V_{ko}$  – скорость коррозии образцов в неингибированной среде, г·м<sup>-2</sup>·ч<sup>-1</sup>;  $V_{ki}$  – скорость коррозии образцов в ингибированной среде, г·м<sup>-2</sup>·ч<sup>-1</sup>.

Результаты эксперимента приведены в таблице 1.

При добавлении ингибитора коррозии в агрессивную среду молекулы ингибитора с поверхностью металла образуют комплексоны. На наш взгляд защитное действие ингибитора достигается за счет образования связей металла или с полярной группой атома азота, и/или с кислородом кислотной группы. При этом высокомолекулярные молекулы образуют защитный слой на поверхности металла



Полученные соединения имеют полярные группы, способные взаимодействовать с поверхностью металлов, с последующим образованием адсорбционного слоя. Этому содействует наличие длинного углеводородного радикала, связанного с азотом и карбоксильной группой.

**Таблица 1** – Результаты эксперимента

| Реагент   | Защитный эффект, %  |
|---|---------------------|
|   | 25 г/м <sup>3</sup> |
| Моноэтаноламид олеиновой кислоты                            | 80                  |
| Диэтаноламид олеиновой кислоты                              | 85                  |
| Моноэтаноламид олеиновой кислоты (на ортофосфорной кислоте) | 83                  |
| Диэтаноламид олеиновой кислоты (на ортофосфорной кислоте)   | 89                  |
| Моноэтаноламид таллового масла                              | 83                  |
| Диэтаноламид таллового масла                                | 88                  |
| Моноэтаноламид таллового масла (на ортофосфорной кислоте)   | 85                  |
| Диэтаноламид таллового масла (на ортофосфорной кислоте)     | 94                  |
| Т.М.+МЭА+серная кислота+ДЭА                                 | 89,5                |
| Т.М.+МЭА+серная кислота+ДЭА                                 | 76,4                |
| Т.М.+МЭА+ортофосфорная кислота+ДЭА                          | 83,2                |
| Т.М.+ДЭА+ортофосфорная кислота+МЭА                          | 90,5                |
| Реком 6017A2  | 93,2                |

Как видно из таблицы 1 все синтезированные нами соединения обладают свойствами ингибиторов коррозии. Защитный эффект увеличивается в ряду: моноэтаноламид – диэтаноламид. Более высокий защитный эффект у диэтаноламидов как олеиновой кислоты, так и таллового масла, можно объяснить тем, что диэтаноламиды за счет двух этильных групп экранируют большую площадь поверхности металла по сравнению с моноэтаноламидами, у которых только одна этильная группа.

Аминные производные таллового масла эффективнее аминных производных олеиновой кислоты за счет большего содержания в составе высокомолекулярных органических кислот.

Как видно из таблицы 1, синтезированные нами ингибиторы коррозии сопоставимы по эффективности защиты со стандартным образцом Реком 6017A2. Из синтезированных нами ингибиторов коррозии лучший результат показал состав реагента Т.М.+ДЭА+ортофосфорная кислота+МЭА. Защитный эффект которого при дозировке 25 г/м<sup>3</sup> составляет 90,5 %, соответственно.

#### Литература:

1. Сухотин А.М. Коррозия и защита химической аппаратуре. – 1957.
2. Клинов И.Я. Коррозия химической аппаратуры и коррозионностойкие материалы. – 1994.
3. Брегман Дж. Ингибиторы коррозии. – 1965.
4. Пахомов В.С. Коррозия металлов. – 2003.
5. Зубкова Н.В. Методическое пособие для экономического обоснования дипломных работ. – 2006.
6. Улиг Г.Г., Ревие Р.У. Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику. – 1989.
7. Кофанова Н.К. Коррозия и защита металлов : учебное пособие. – 2003.
8. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Нефтепромысловое оборудование. – 2002.

#### References:

1. Sukhotin A.M. Corrosion and protection of chemical equipment. – 1957.
2. Klinov I.Ya. Corrosion of the chemical equipment and corrosion-resistant materials. – 1994.
3. Bregman J. Corrosion inhibitors. – 1965.
4. Pakhomov V.S. Corrosion of metals. – 2003.
5. Zubkova N.V. Methodological aid for economic substantiation of theses. – 2006.
6. Ulig G.G., Revie R.U. Corrosion and struggle against it. Introduction to Corrosion Science and Technology. – 1989.
7. Kofanova N.K. Corrosion and Metal Protection: Manual. – 2003.
8. Semenova I.V., Florianovich G.M., Khoroshilov A.V. Oilfield equipment. – 2002.