

**ОЦЕНКА КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ОТДЕЛЬНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ НЕФТЕГАЗОПРОВОДНЫХ ТРУБ ДЛЯ УСЛОВИЙ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМЫ НЕФТЕГАЗОСБОРА  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ РУП «ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ «БЕЛОРУСНЕФТЬ»**

**В. О. Кученев<sup>1</sup>, А. С. Асадчев<sup>2</sup>, А. Г. Ракутько<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*РУП «Производственное объединение «Белоруснефть»  
БелНИПИнефть», г. Гомель*

<sup>2</sup>*Учреждение образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Коррозия нефтепромыслового оборудования месторождений Республики Беларусь, обусловлена наличием таких факторов, как высокая обводненность добываемой продукции, низкие значения рН (кислые среды), высокая минерализация, температура, присутствие агрессивных компонентов (сероводород H<sub>2</sub>S и углекислый газ CO<sub>2</sub>). Количество порывов трубопроводов по причине внутренней коррозии в системе ППД и системе НГС составило 201 шт. за 2017 год. Затраты на ликвидацию порывов, простои, связанные с остановкой и ремонтом трубопроводов, составляют порядка 9,88 млн р/год.

В данной статье применение трубопроводов различного материального исполнения, конкретно из различных марок сталей. Это предложение направлено на:

- увеличение сроков службы трубопроводов;
- снижение затрат на ремонты;
- уменьшение или даже полный отказ от применения традиционных методов защиты, таких как ингибиторные обработки, покрытия различного назначения, протекторная или электрохимическая защита.

Для исследований выбрали несколько вариантов материалов, традиционно применяющихся для изготовления линейных нефтегазопроводных трубопроводов: сталь марки 13ХФ; сталь 20КТ; сталь 20А; сталь 20; сталь 09Г2С.

Химический состав, механические свойства сталей приведены в табл 1.

Таблица 1

## Химический состав исследуемых сталей

| Марка стали | Содержание элементов, % (мас. %) |      |      |       |       |      |       |      |      |       |        |       |
|-------------|----------------------------------|------|------|-------|-------|------|-------|------|------|-------|--------|-------|
|             | C                                | Si   | Mn   | P     | S     | Cr   | Al    | Ni   | Cu   | V     | N      | As    |
| 20          | 0,21                             | 0,27 | –    | 0,008 | 0,005 | 0,08 | 0,029 | 0,05 | –    | –     | –      | –     |
| 20КТ        | 0,22                             | 0,20 | 0,48 | 0,011 | 0,004 | 0,10 | –     | 0,13 | 0,23 | 0,003 | –      | 0,007 |
| 20А         | 0,23                             | 0,23 | 0,53 | 0,012 | 0,004 | 0,13 | 0,019 | 0,12 | 0,19 | 0,002 | –      | 0,002 |
| 13ХФА       | 0,14                             | 0,25 | 0,53 | 0,006 | 0,003 | 0,53 | 0,038 | 0,09 | 0,18 | 0,044 | 0,0068 | 0,005 |
| 09Г2С       | 0,11                             | 0,53 | 1,34 | 0,008 | 0,006 | 0,06 | 0,024 | 0,12 | 0,21 | 0,005 | 0,0076 | 0,006 |

Коррозионные стендовые испытания выполнены на оборудовании «АА-КОНКОР», позволяющем моделировать фактические условия эксплуатации трубопроводов.

Испытаний коррозионной стойкости различных материалов проводились в условиях транспорта продукции скважины 191 Южно-Осташковичского месторождения. Попутно-добываемая вода Южно-Осташковичского месторождения скв. 191, является типичной водой, добываемой совместно с нефтью на нефтяных месторождениях Республики Беларусь. По классификации Сулина относится к хлоркальциевому типу, в продукции содержится агрессивный кислый углекислый газ (22 мг/л), сероводород отсутствует, водородный показатель равен 6,1, минерализация составляет 204,4 г/л. Физико-химические свойства воды приведены в табл. 2.

Таблица 2

## Физико-химические свойства воды

| Наименование    | Содержание компонентов: мг/л; мг-экв/л; %-экв |                               |                               |                  |                  |                                  |                  |                   |                  |                     |
|-----------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------|----------------------------------|------------------|-------------------|------------------|---------------------|
|                 | СГ                                            | НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup> | H <sub>2</sub> S | Fe <sub>общ</sub> | Fe <sup>2+</sup> | CO <sub>2раст</sub> |
| Скв. 191 Ю-Ост. | 120564,0                                      | 112,2                         | 386,0                         | 16032,0          | 2733,8           | 54839,4                          | 0,0              | 14,9              | 0,5              | 22,0                |

Коррозионные испытания проводились при следующих условиях: скорость потока – 0,25 м/с, давление – 1,1 МПа; температура потока – 30 °С. Скорость потока, температура потока и давление в контуре были выбраны на основании фактических промысловых данных. Для контроля над изменением параметров рабочей среды в начале эксперимента, и в конце эксперимента отбирались пробы для определения содержания растворенного углекислого газа и сероводорода. Время испытаний составляет 3 сут.

Испытания проводились на трех образцах-свидетелях, установленных на горизонтальном участке циркуляционного контура. Скорость коррозии оценивалось гравиметрическим методом. Полученные результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Результаты определения скорости коррозии сталей марок  
20А, 20КТ, 13ХФА; 09Г2С**

| Образцы | Средняя скорость коррозии, г/м <sup>2</sup> · ч | Средняя скорость коррозии, мм/год |
|---------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 20      | 0,36                                            | 0,4                               |
| 20А     | 0,39                                            | 0,45                              |
| 20КТ    | 0,59                                            | 0,66                              |
| 13ХФА   | 0,62                                            | 0,70                              |
| 09Г2С   | 0,16                                            | 0,19                              |
|         | 0,17                                            | 0,19                              |

По результатам полученных данных был построен график скорости коррозии труб различных марок стали, представленный на рис. 1.

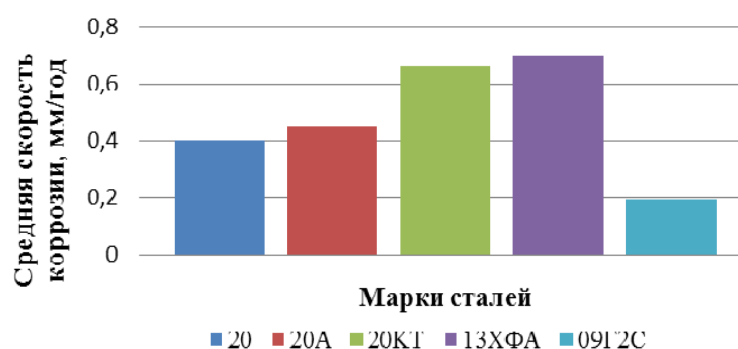


Рис. 1. Скорость коррозии труб различных марок стали марки

Как видно из графика, стали марок 20 и 20А показали схожие значения, их скорость коррозии находится на уровне 0,40 мм/год. Стали марок 20КТ и 13ХФА имеют наибольшую скорость коррозии – 0,70 мм/год. Сталь марки 09Г2С показала наилучшее сопротивление, ее скорость коррозии составила 0,19 мм/год.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- установлено, что стали различного материального исполнения имеют различную коррозионную стойкость при одинаковых условиях испытания;
- наименьшая скорость коррозии установлена для стали марки 09Г2С;
- коррозионная стойкость стали марки 09Г2С в данных условиях испытания обеспечивается за счет низкого содержания углерода в сочетании с микроструктурой стали феррит + пластинчатый перлит, что препятствует росту межкристаллической коррозии;
- по сравнению с типичными, применяемыми в настоящее время трубопроводами из стали марки 20, при условии применения трубопроводов из стали марки 09Г2С их срок эксплуатации может быть увеличен в два раза.

#### Литература

1. Жук, Н. П. Коррозия и защита металлов / Н. П. Жук. – М. : Машгиз, 1957. – 328 с.

2. Маркин, А. Н. Нефтепромышленная химия : практ. рук. / А. Н. Маркин, Р. Э. Низамов, С. В. Суховерхов. – Владивосток : Дальнаука, 2011. – 288 с.
3. Воробьева, Г. Я. Коррозионная стойкость материалов / Г. Я. Воробьева. – М. : Химия, 1975. – 816 с.
4. Семенова, И. В. Коррозия и защита от коррозии / И. В. Семенова, Г. М. Флорианович, А. В. Хорошилов. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 336 с.