

### Окончание таблицы

Тип вентилятора	$\beta_1$ , град	$\beta_2$ , град	Кол-во лопастей $z$	$b_2/d_2$	$L/d_2$	$B/d_2$	$\varphi$	$\xi$
Ц 4-73	10,5	26,6	6	0,32	0,7	0,75	0,343	20,62
Ц 5-29	60	60	12	0,045	0,35	0,35	0,250	1,634
Ц 5-31	45	45	10	0,05	0,2	0,5	0,394	4,172
Ц 5-34	40	50	16	0,068	0,3	0,4	0,325	4,653
Ц 5-36	40	40	16	0,105	0,3	0,5	0,314	8,863
Ц 5-40	40	40	12	0,068	0,5	0,5	0,457	1,545
Ц 6-12	60	60	16	0,03	0,08	0,3	0,104	15,01
Ц 6-18	40	50	12	0,02	0,12	0,03	0,359	3,943
Ц 6-24	40	50	16	0,04	0,25	0,3	0,321	3,399

Таким образом, использование коэффициента сопротивления для расчета давления, создаваемого радиальным вентилятором, вполне допустимо, т. к. расчетные зависимости приводят к величинам, близким к опытным данным.

### Литература

1. Павлечко, В.Н. К вопросу о теоретическом давлении радиального нагнетателя / В.Н.Павлечко, С.К.Протасов // ИФЖ. 2014. Том 87, № 6. С. 1448–1454.
2. Павлечко, В.Н. Давление радиального нагнетателя при изменении сопротивления потоку среды / В.Н.Павлечко, С.К.Протасов // Химическая промышленность, 2016, том 89, №. С. .
3. Соломахова, Т.С. Центробежные вентиляторы. Аэродинамические схемы и характеристики: Справочник / Т.С.Соломахова, К.В.Чебышева // – М.: Машиностроение, 1980. С. 60–107.

УДК 620.193.8

**Франкевич В.С., Романовский В.И., Козловский В.И**

(Белорусский государственный технологический университет)

**Силипицкий Р.А.**

(Транспортно-экспедиционная компания «Белспецагротранс» (B.S.A.T.)

### **КОРРОЗИЯ ЕМКОСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ЖИДКИХ СРЕД**

Транспортировка жидких материалов на определенные расстояния посредством их помещения в специально созданные для этого автомобильных цистерн занимает значительную часть от общего количества грузоперевозок автотранспортом.

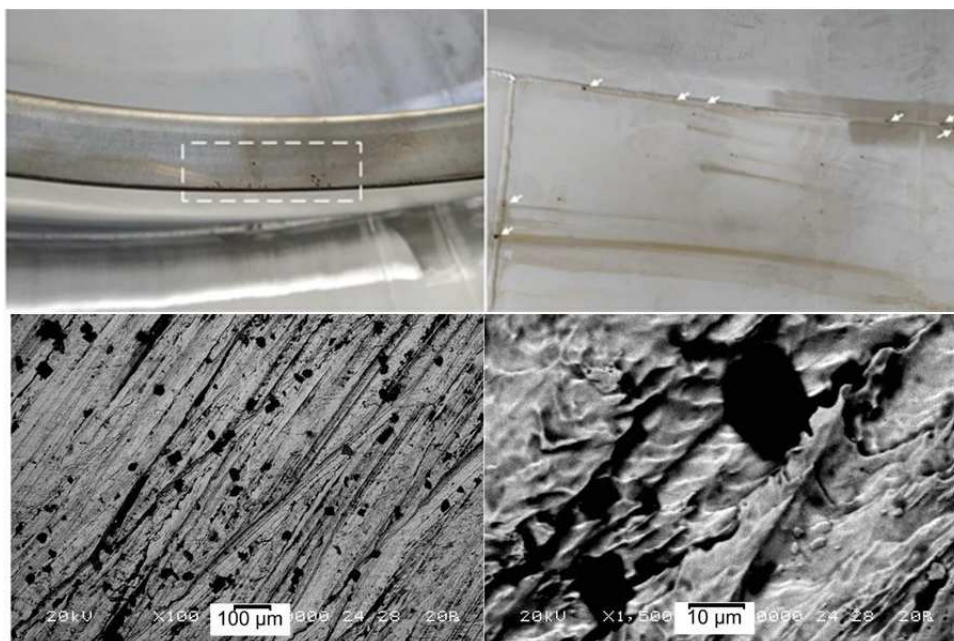
Каждый вид вещества имеет свои особенности для перевозки и хранения. Именно поэтому каждый вид наливного груза требует особые виды транспортных средств с особым образом оборудованными под это условия. В связи с этим стоимость автомобильных цистерн весьма высока и выход их из строя весьма дорогостоящая проблема.

Одной из причин снижения надежности и долговечности автомобильных цистерн – коррозия металла, из которого они изготовлены. Поэтому в случае возникновения коррозии металла необходимо понимать ее конкретные причины возникновения, и немедленно предпринять эффективные шаги для ее предотвращения. В противном случае данная цистерна весьма быстро выйдет из строя.

С проблемой коррозии автомобильных цистерн столкнулась одна из крупнейших транспортно-экспедиционной компаний «Белспецгротранс» (В.С.А.Т.).

Согласно паспорту емкости, представленной для исследования, она изготовлена из стали 316L (согласно Евронорм DIN 1.4404-EN10028-7, по ГОСТ 000X17H13M2, 03X17H14M3). Соответствие ее состава определялось методом рентгено-флюоресцентной спектроскопии. Результаты анализа состава стали, что представленная она соответствует стандарту. При этом содержание легирующих элементов (хром, никель, молибден) находится на нижнем уровне нормированного диапазона.

На рисунке 1 представлены фрагменты емкости, подверженные коррозии. Анализируя их можно сделать заключение, что большинство коррозионных дефектов можно отнести к питтинговой или ножевой коррозии.



**Рисунок 1 – Коррозионные дефекты емкости**

В качестве основных причин возникновения данных типов коррозий можно выделить: перевозимое сырье, качество металла, из которого изготовлена цистерна, используемые моющие средства на мойке.

Анализ перечня жидких сред перевозимых внутри цистерны показал, что во всех представленных для анализа растворах сталь 316L устойчива к коррозии.

Результаты электронной микроскопии поверхности изучаемых образцов показал наличие хлора и азота в составе продуктов коррозии. Поэтому для проверки источника коррозии были также проанализированы моющие средства, используемые при мойке (образцы 1–6, таблица 1).

После проведения электрохимических исследований для исследуемых образцов были получены средние токи коррозии (таблица 1).

Из представленных данных следует, что наибольшие токи коррозии наблюдаются для образцов 1 и 3 – раствора M3140 и уксусной кислоты соответственно. Чем большие токи коррозии, тем большей коррозии подвержена сталь в той или иной среде. В образцах 5–7 происходит пассивация поверхности, о чем свидетельствуют низкие токи коррозии.

**Таблица 1 – Растворы, переданные для исследований**

Образец	Наименование	pH	Среднее значение тока коррозии, $10^7$ А/см <sup>2</sup>
1	M3140	1,7	5,07±0,54
2	Active From ECO	12,83	3,14±0,29
3	Уксусная кислота	1,61	5,24±0,57
4	Щелочь (8 класс)	11,26	2,87±0,37
5	Растворитель 646	–	0,02±0,00
6	Щелочь 25% URP Soft	8,0	0,362±0,02

Параллельно электрохимическим исследованиям пластинки исследуемой стали были помещены в исследуемые растворы на 6 дней (144 часа). Результаты электронной микроскопии образцов после обработки представлены на рисунке 2.

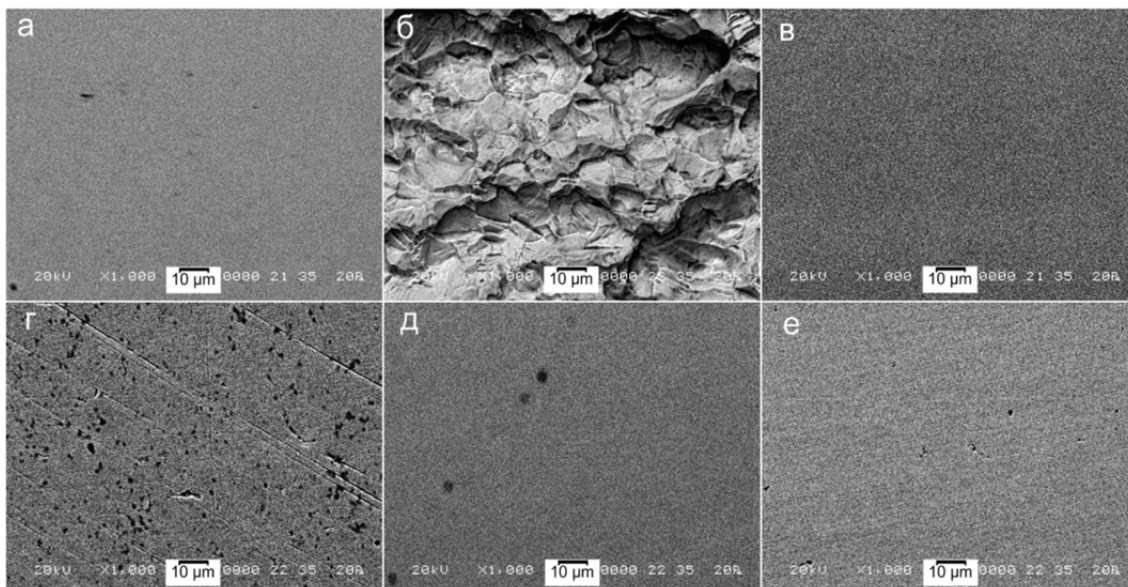
Анализируя представленные на рисунке 2 микрофотографии обработанных поверхностей можно сделать следующие выводы:

– в растворах образцов 2, 4, 6 не наблюдается, каких либо изменений, т.е. сталь пассивируется в них;

– на поверхности стали, находившейся в среде образца 1 (M3140) обнаружена сильная коррозия (в процессе нахождения стали в раство-

ре наблюдалось активное окисление с выделением газообразных продуктов);

– на поверхности стали, находившейся в уксусной кислоте появилось значительное количество точечных очагов коррозии.



а – исходная сталь, б – М3140, в – Active From ECO, г – уксусная кислота, д – щелочь (8 класс), е – щелочь 25% URP Soft

**Рисунок 2 – Поверхность исследуемых сталей после 144 часов нахождения в исследуемых растворах**

Нами, было сделано предположение о наличии в растворе М3140 хлоридов. Для подтверждения этого была проведена качественная реакция на хлорид-ион с использованием нитрата серебра, которая дала положительный результат.

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что поскольку жидкость М3140 используется для промывки, т.е. короткое время воздействия и в разбавленном виде, то после обработки возможно локальное разрушение защитного слоя на поверхности стали с запуском механизма питтинговой коррозии [1]. В образовавшихся порах хлорсодержащие растворы могут не вымываться другими средами и продолжать реагировать. Так, например, в статье [2, 3] отмечается синергетический эффект хлоридов и уксусной кислоты на образование питтинговой коррозии. При увеличении размеров пор и вымывании из них хлоридов коррозия может продолжаться за счет растворения железа в других кислых рН.

Что касается коррозии по сварным швам и отрезным линиям, то ее значительное проявление в этих местах может быть связано с оста-



точными дефектами в кристаллической структуре после обработки, а контакт с хлорсодержащими средами активизирует коррозию в этих местах.

В Республике Беларусь цистерны для перевозки агрессивных сред покупаются уже бывшими в эксплуатации, а использование доступных растворителей, не предназначенных для промывки нержавеющей сталей еще более значительно сокращают срок их службы.

#### Литература

1. Зайцев А.Н, Суздальцева Е.Н. К вопросу о коррозии труб горячего водоснабжения из нержавеющей стали. – Системные технологии. – 2017. – № 23. – С. 4–14.

2. Yin Z. F. et al. Pitting corrosion behaviour of 316L stainless steel in chloride solution with acetic acid and CO<sub>2</sub> // Corrosion Engineering, Science and Technology. – 2011. – Т. 46. – №. 1. – С. 56–63.

3. Turnbull A. et al. Corrosion and electrochemical behaviour of 316L stainless steel in acetic acid solutions // Corrosion science. – 2003. – Т. 45. – №. 5. – P. 1051–1072.

УДК 004.942

**Колесников В.Л., Урбанович П.П.**

(Белорусский государственный технологический университет)

### **КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА УТИЛИЗАЦИИ ВОЛОКНИСТЫХ ОТХОДОВ**

Актуальные тенденции развития химико-технологического комплекса аккумулируют в себе по-существу триединую проблему: создаваемые технологии должны быть ресурсосберегающими, экономически эффективными и экологически безопасными. Важнейшим условием решения каждой из трех указанных задач является разработка адекватных математических и имитационных моделей соответствующих производств [1,2], которые можно было бы использовать и в учебном процессе.

Далее будет проанализирован один из практических примеров разработки модели. В качестве объекта моделирования и оптимизации процессов и систем для использования в учебном процессе разработана системная математическая модель утилизации волокнистых отхо-