

УДК 661.8

DOI: 10.17277/voprosy.2018.04.pp.157-161

### ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИГМЕНТОВ

**В. Я. Борщев, Д. А. Елякин,  
А. А. Артамонов, А. А. Метальников**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный  
технический университет», г. Тамбов, Россия;  
ПАО «Пигмент», Тамбов, Россия*

*Рецензент д-р техн. наук, профессор С. В. Карпушкин*

**Ключевые слова:** визуальный контроль; коррозия; рабочая среда; технологические трубопроводы; ультразвуковая толщинометрия.

**Аннотация:** Представлены результаты исследования коррозионного износа технологических трубопроводов в производстве пигментов на ПАО «Пигмент». Проведен анализ экспериментальных исследований. Показано, что в процессе эксплуатации большинство технологических трубопроводов подвергаются значительному коррозионному износу. Предложены рекомендации по повышению безопасной эксплуатации технологических трубопроводов в производстве пигментов.

#### Введение

Практически все промышленные производства в той или иной степени содержат технологические трубопроводы, значительная часть которых служит для транспортирования жидких и газообразных сред, зачастую являющихся агрессивными средами. Технологические трубопроводы испытывают воздействие от давления, температуры, агрессивности рабочей среды, вибрации и т.д. Вследствие этого в процессе эксплуатации основными механизмами повреждения технологических трубопроводов, как правило, является коррозия металла, как внешней, так и внутренней поверхности труб [1, 2]. Причинами наружной коррозии являются воздейст-

---

Борщев Вячеслав Яковлевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность»; e-mail: borschov@yandex.ru; Елякин Дмитрий Александрович – магистрант; Артамонов Александр Александрович – магистрант; Метальников Андрей Александрович – магистрант, ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

вия окружающей трубопровод среды, а именно воздействия различных паров, газов, вызванных технологическим процессом (влажность) и загрязнения твердыми частицами солей и т.п.

В настоящее время в связи со значительным повышением требований к промышленной безопасности при эксплуатации трубопроводов возрастают также требования к выбору конструкционных материалов для их изготовления. В качестве основного показателя при этом рассматривают коррозионную стойкость материалов.

### **Результаты экспериментальных исследований**

Настоящая работа посвящена исследованию технического состояния технологических трубопроводов в производстве пигментов.

На первом этапе работы проведено исследование состояния наружной поверхности технологических трубопроводов в цехе № 15 ПАО «Пигмент». В качестве основного метода исследования использовали визуальный контроль и регистрацию его результатов фотосъемкой. На рисунках 1 и 2 представлены наиболее характерные результаты исследования.

Как следует из рисунков, наружная поверхность практически всех трубопроводов подвержена воздействию внешней коррозии. В частности, имеет место значительный коррозионный износ запорного крана, а также фланцевых соединений и трубопроводов, примыкающих к нему (см. рис. 1) (на фотографиях зоны коррозионного износа более темные). Это обусловлено, очевидно, тем, что воздушная среда цеха характеризуется высокой влажностью вследствие недостаточной герметичности как технологического оборудования, так и трубопроводов.

В производстве пигментов по трубопроводам транспортируют серную кислоту, раствор едкого натра, кальцинированную соду и другие агрессивные вещества. Все эти вещества являются коррозионно-активными, и, следовательно, оказывают коррозионное влияние на внутреннюю поверхность стальных трубопроводов.

Контроль состояния внутренней поверхности трубопроводов осуществляется в ходе их ревизии, периодичность которой определяется скоростью коррозионного износа труб. Проведение ревизии предполагает контроль сплошности изоляции, измерение толщины стенки труб, дефектоскопию



**Рис. 1. Коррозионный износ наружной поверхности трубопровода и его деталей**



**Рис. 2. Коррозионный износ трубопроводной обвязки мерника раствора едкого натра**

сварных швов, выборочную разборку резьбовых соединений с их последующим осмотром и проверкой резьбовыми калибрами, проверку состояния и правильности работы опор, крепежных деталей и прокладок [1].

В цехе № 15 ПАО «Пигмент» эксплуатируется большое количество трубопроводов, служащих для транспортирования различных сред. Все технологические трубопроводы в цехе подвергаются ревизии с периодичностью один раз в три года, так как скорость коррозии конструкционных материалов на всех транспортируемых средах составляет до 0,1 мм/год [2].

Проведены исследования коррозионного износа трубопроводов, транспортирующих различные среды, путем измерения толщины труб в процессе их эксплуатации с использованием метода неразрушающего контроля [3]. В работе использован ультразвуковой метод контроля, реализованный с помощью толщиномера. Результаты ультразвуковой толщинометрии трубопроводов представлены в табл. 1.

В таблице представлены результаты исследования коррозионного износа труб, по которым транспортируется изопропиловый спирт, воздух с парами легковоспламеняющейся жидкости (ЛВЖ); едкий натрий; пары изобутилового спирта. Во всех опытах измерение толщины стенки проводили в трех местах трубопровода. При этом в каждой точке выполняли

Таблица 1

**Параметры трубопровода для транспортировки, мм**

Место замера	Среднее значение толщины стенки	Проектная толщина стенки
<i>Изопропиловый спирт</i> (материал трубопровода сталь 12X18H10T)		
$T_1$	2,6	Ø57 × 3,0
$T_2$		
$T_3$		
<i>Воздух с парами ЛВЖ</i> (материал трубопровода сталь 12X18H10T)		
$T_1$	2,5	Ø32 × 2,5
$T_2$		
$T_3$		
<i>Пары изобутилового спирта</i> (материал трубопровода сталь 12X18H10T)		
$T_1$	10,5	Ø273 × 11,0
$T_2$		
$T_3$		
<i>Едкий натрий (NaOH 44 %)</i>		
Линия № 1	2,5	Ø57 × 3,0/ Сталь 20
$T_1$		
$T_2$		
$T_3$	3,3	Ø76 × 3,5/12X18H10T
$T_4$	3,2	
Линия № 2	3,6	Ø89 × 4,0/ Сталь 20
$T_5$		
$T_6$		

по три замера толщины стенки трубы, а полученные данные усредняли. Погрешность используемого в исследованиях ультразвукового толщиномера составляла  $\pm 0,1$  мм.

Результаты коррозионного исследования трубопроводов для транспортирования различных рабочих сред свидетельствуют о разном их воздействии на конструкционный материал (табл. 1). Наибольшее коррозионное воздействие на материал трубы оказывают изопропиловый спирт и едкий натрий. Вследствие этого необходимы меры по уменьшению коррозионного воздействия данных рабочих сред на трубопровод. В то же время воздух с парами ЛВЖ (см. табл. 1) практически не оказывает коррозионного воздействия на конструкционный материал трубы.

Следует отметить, что исследование коррозионного износа трубопровода для подачи едкого натрия вследствие его большой протяженности проводили в шестнадцать точках на различных линиях, отличающихся размерами труб и конструкционным материалом (в таблице представлены наиболее характерные результаты измерения толщины стенки на двух линиях трубопровода).

## Выводы

Результаты выполненных исследований показали, что в производстве пигментов имеет место коррозионный износ как наружной, так и внутренней поверхности трубопроводов. Для защиты наружной поверхности трубопроводов и повышения надежности их эксплуатации рекомендуется использовать два вида мероприятий.

Во-первых, необходимо проводить регулярное окрашивание труб антикоррозионной краской или использовать специальные антикоррозионные покрытия. Во-вторых, следует осуществлять постоянное наблюдение за состоянием наружной поверхности участков трубопроводов, проложенных открытым способом, и их деталей. При этом особое внимание следует уделять сварным швам, фланцевым соединениям, изоляционным покрытиям, компенсаторам, опорным конструкциям, а также участкам, на которых возможна вибрация труб.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что вещества, протекающие в трубопроводах, являются активными источниками коррозии внутренней поверхности труб. По результатам исследования технического состояния технологических трубопроводов в производстве пигментов можно сделать вывод о необходимости их модернизации в целях снижения вероятности возникновения аварийных ситуаций.

На наш взгляд, снижение аварийности технологических трубопроводов можно обеспечить за счет применения коррозионно-устойчивых конструкционных материалов, например, пластмассовых труб. В частности, можно рекомендовать к применению в производстве пигментов достаточно широко применяемые в настоящее время трубы из полиэтилена, полипропилена, а также из композитных материалов – стеклопластиковых, армированных и термопластичных [4].

### Список литературы

1. Эксплуатация и ремонт технологических трубопроводов под давлением до 10,0 МПа (100 кгс/см<sup>2</sup>): нормативно-производственное издание / А. Е. Фолиянец, Н. В. Мартынов, В. Б. Серебряный [и др.] ; под ред. А. Фолиянца. – М. : Химия, 1988. – 288 с.
2. Медведева, М. Л. Коррозия и защита магистральных трубопроводов и резервуаров: учеб. пособие / М. Л. Медведева, А. В. Мурадов, А. К. Прыгаев. – М. : Издательский центр РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина, 2013. – 250 с.
3. Клюев, В. В. Неразрушающий контроль. Том 3. Ультразвуковой контроль / В. В. Клюев. – М. : Машиностроение, 2004. – 864 с.
4. The Structure and Performance Characteristics of Psf-Nanocomposites, Manufactured by Method of Solid Phase Extrusion / G.S. Baronin [et al.] // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2010. – Т. 16, № 3. – С. 656 – 663.

### References

1. Foliyants A.Ye. [Ed.], Martynov N.V., Serebryanny V.B. [et al.] *Ekspluatatsiya i remont tekhnologicheskikh truboprovodov pod davleniyem do 10,0 MPa (100 kgs/cm<sup>2</sup>)* [Operation and repair of technological pipelines under pressure up to 10.0 MPa (100 kgf/cm<sup>2</sup>)], Moscow: Khimiya, 1988, 288 p. (In Russ.)
2. Medvedeva M.L., Muradov A.V., Prygayev A.K. *Korroziya i zashchita magistral'nykh truboprovodov i rezervuarov* [Corrosion and protection of trunk pipelines and reservoirs], Moscow: Izdatel'skiy tsentr RGU nefti i gaza imeni I. M. Gubkina, 2013, 250 p. (In Russ.)
3. Klyuyev V.V. *Nerazrushayushchiy kontrol'. Tom 3. Ul'trazvukovoy kontrol'* [Non-destructive testing. Volume 3. Ultrasonic control], Moscow: Mashinostroyeniye, 2004, 864 p. (In Russ.)
4. Baronin G.S., Kombarova P.V., Kobzev D.Ye., Razinin A.K., Loseva A.S. The Structure and Performance Characteristics of Psf-Nanocomposites, Manufactured by Method of Solid Phase Extrusion, *Transactions of the Tambov State Technical University*, 2010, vol. 16, no. 3, pp. 656-663. (In Eng., abstract in Russ.)

---

### A Study of the Technical Condition of Process Pipelines in the Manufacture of Pigments

V. Ya. Borshchev, D. A. Elyakin, A. A. Artamonov, A. A. Metalnikov

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia;*  
*PJSC "Pigment", Tambov, Russia*

**Keywords:** process pipelines; working environment; corrosion; visual inspection; ultrasonic thickness.

**Abstract:** The article presents the results of the study of corrosion wear of technological pipelines in the production of pigments at PJSC "Pigment". The analysis of experimental studies is made. It is shown that in the process of operation most of the process pipelines are subjected to significant corrosion wear. Recommendations for improving the safe operation of technological pipelines in the production of pigments are given.

---

© В. Я. Борщев, Д. А. Елякин,  
А. А. Артамонов, А. А. Метальников, 2018