



RS Global
Journals

Scholarly Publisher
RS Global Sp. z O.O.
ISNI: 0000 0004 8495 2390

Dolna 17, Warsaw, Poland 00-773
Tel: +48 226 0 227 03
Email: editorial_office@rsglobal.pl

JOURNAL	World Science
p-ISSN	2413-1032
e-ISSN	2414-6404
PUBLISHER	RS Global Sp. z O.O., Poland
ARTICLE TITLE	CHOICE OF EFFECTIVE MEASURES TO PREVENT THE "WAXING" OF PIPES
AUTHOR(S)	I. Berdzenishvili, M. Siradze, G. Mamedova
ARTICLE INFO	I. Berdzenishvili, M. Siradze, G. Mamedova. (2022) Choice of Effective Measures to Prevent the "Waxing" of Pipes. World Science. 1(73). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30012022/7750
DOI	https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30012022/7750
RECEIVED	12 November 2021
ACCEPTED	12 January 2022
PUBLISHED	17 January 2022
LICENSE	 This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License .

© The author(s) 2022. This publication is an open access article.

CHOICE OF EFFECTIVE MEASURES TO PREVENT THE "WAXING" OF PIPES

I. Berdzenishvili, Professor, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia

M. Siradze, Professor, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia

G. Mamedova, Bachelor, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30012022/7750

ARTICLE INFO

Received: 12 November 2021

Accepted: 12 January 2022

Published: 17 January 2022

KEYWORDS

effective measures, "waxing", deposits, pipe, glass-enamel coatings.

ABSTRACT

The article deals with the process of "waxing" of pipes and the choice of effective measures to prevent these negative phenomena. To assess the nature of asphalt-resin-paraffin deposits (ARPD) and select a further investigation scheme, the X-ray Spectral analysis was used. It is shown, that ARPD is a complex system structured by resinous-asphaltene substances and paraffin-naphthenic or paraffin-aromatic hydrocarbons. Mass transfer of solid deposits to the pipe wall is described by the Fick's differential equation. In order to prevent "waxing" of pipes, compositions of antiadhesive fluorine glass-enamel coatings with a high class of surface cleanliness are proposed.

Citation: I. Berdzenishvili, M. Siradze, G. Mamedova. (2022) Choice of Effective Measures to Prevent the "Waxing" of Pipes. *World Science*. 1(73). doi: 10.31435/rsglobal_ws/30012022/7750

Copyright: © 2022 I. Berdzenishvili, M. Siradze, G. Mamedova. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Введение. На сегодняшний день практически во всех системах транспорта нефти существует проблема отложения на стенках трубопровода парафина, смол, продуктов полимеризации и других осадков, что ухудшает гидродинамические характеристики трубопроводов. Проблема формирования асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) стоит и при добыче нефти: существенно осложняется работа скважин, снижается эффективность эксплуатации нефтепромыслового оборудования [1-4].

Несмотря на применение различных мер по предотвращению комплексных отложений, проблема профилактики и борьбы с АСПО по-прежнему весьма актуальна для нефтяной промышленности.

Для облегчения понимания процесса «парафинизации» труб и выбора эффективных мер предупреждения этих негативных явлений в работе проведен анализ характера и состава комплексных отложений. Отметим, что в широком понимании «парафинизация» – это совокупность всех процессов, приводящих к образованию твердых органических отложений на поверхности оборудования [5].

Результаты исследований.

Тяжелые органические компоненты нефти, такие как асфальтены, парафины, смолы, адамантаны и их производные, металлоорганика содержатся в сырой нефти в различных формах и количествах. Именно эти соединения, выделяясь из нефти, являются основной причиной «парафинизации» труб.

Рентгеноспектральным методом при анализе АСПО установлено, что это не просто смесь различных органических и неорганических соединений, а сложная система, структурированная смолисто-асфальтовыми веществами и парафино-нафтеновыми или парафино-ароматическими углеводородами.

При изменении состояния газожидкостной смеси (колебания T и P) на внутренней поверхности труб и другого промышленного оборудования откладывается парафин и смолисто-асфальтеновые вещества, что приводит к образованию наростов и уменьшению исходного сечения труб.

Следует отметить, что смолы индивидуально не выделяются, а входят в состав смолисто-асфальтенового коллоида, чем и содействуют парафинообразованию. На долю этих веществ приходится 40-70 % от тяжелого нефтяного остатка (рис. 1).

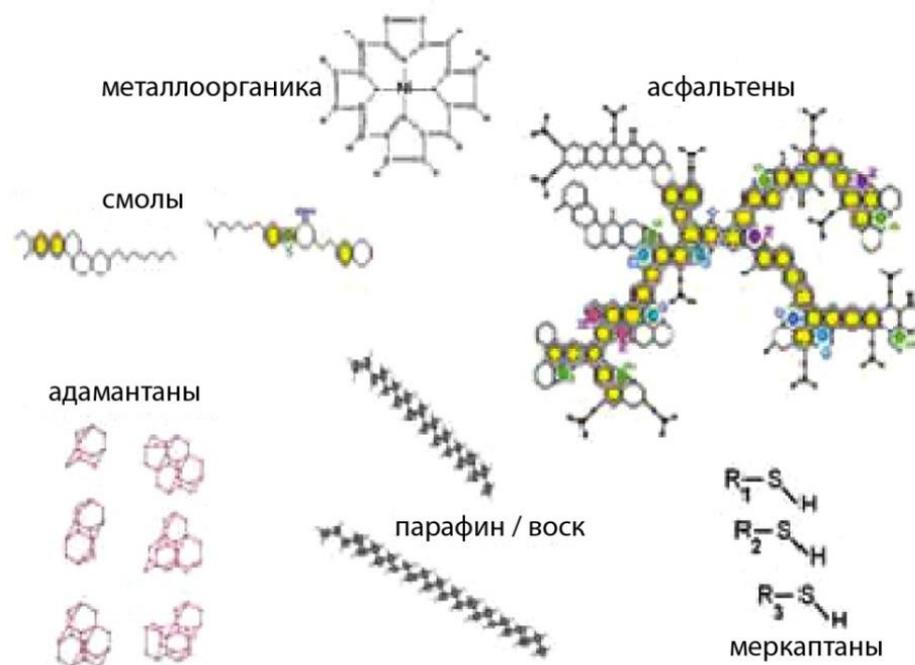


Рис.1. Структура компонентов нефти, осаждающихся на поверхности стальных труб

В нефти также содержится около 30 углеводородов ряда адамантана. Шероховатость поверхности стальных труб, взаимодействия, происходящие на границе нефть-металл, пространственная молекулярная структура и адгезионные свойства углеводородов способствуют их прилипанию к твёрдым поверхностям. Часто наблюдаются скопления меркаптанов и металлоорганических соединений в области дефектов стенки трубы. Сформировавшиеся отложения содержат и продукты коррозии.

Массоперенос твердых отложений к стенке трубы описывается кинетическим уравнением диффузии Фика [6]:

$$dM = -D \frac{dC}{dx} dA dt,$$

где dM – количество продиффундированного вещества (отложений) за время dt ;

$\frac{dC}{dx}$ – градиент концентрации по расстоянию от стенки трубы;

D – коэффициент молекулярной диффузии;

dA – площадь осаждения.

Опыт показывает, что указанные проблемы можно решить, если вместо стальных труб применять трубы с внутренним стеклэмалевым покрытием [7, 8].

Поставленная цель достигается использованием разработанных в Грузинском техническом университете функциональных составов стеклопокрытий для стальных труб. Состав используемых силикатных фтористых фритт приведен в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав разработанных стеклофритт (мас. %)

Компоненты фритт	Содержание, мас. %
$\Sigma(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2)$	40,5 – 52,6
$\Sigma(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3)$	10,7 – 20,3
$\Sigma(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SiF}_6)$	30,8 – 36,3
$\Sigma(\text{Co}_2\text{O}_3 + \text{ZnO} + \text{CuO})$	2,5 – 4,2

В работе использовался режим быстрого индукционного эмалирования внутренней поверхности труб при температуре 760-780°C. Исследования на микроанализаторе «MS-46 Самеса» контактной зоны «фтористое стеклопокрытие – металлическая подложка» показало, что с ростом времени обжига усиливается диффузия железа в расплав и скорость процесса колеблется в пределах: $2 - 4 \cdot 10^{-8}$ см²/сек.

Тонкий слой сформировавшегося в процессе обжига безгрунтового покрытия, толщиной около 470 мкм, отличается высокими электроизоляционными свойствами ($\rho_{293} \geq 10^{10}$), стабильностью эксплуатационных свойств во времени, высокой сплошностью, прочностью на сжатие и истирание, высокими гладкостными характеристиками (степень чистоты поверхности: 0,10–0,12 мкм), обуславливающими весьма низкий коэффициент трения и отсутствие адгезии асфальтосмолопарафиновых выделений из нефтепродуктов.

Выводы. В качестве эффективных мер для предотвращения «парафинизации» труб нефтяного сортамента предложены составы однослойных антиадгезионных фтористых силикатноэмалевых покрытий с высоким классом чистоты поверхности.

В заключении отметим, что процесс «парафинизации» труб способны предотвратить и другие, например, эпоксидные, полимерные или полиэтиленовые покрытия. Однако наличие SiO₂ песка в транспортируемой нефти приводит к истиранию таких покрытий, росту их шероховатости, а, следовательно, и сил адгезии к парафину и смолисто-асфальтовым веществам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бельтюков К.С. Анализ и выбор способов борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями на Камышловском месторождении нефти. Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых: материалы XIII Всерос. науч.-техн. конф. (г. Пермь, 18–19 ноября 2020 г.): в 2 т. – Пермь – Екатеринбург, 2020. Т. II. с. 41-47.
2. Moradi, S.; Amirjahadi, S.; Danaee, I.; Soltani, B. Experimental investigation on application of industrial coatings for prevention of asphaltene deposition in the well-string. *J. Petrol. Sci. Eng.* 2019, p. 181.
3. Nurgalieva, K.S.; Saychenko, L.A.; Riazzi, M. Improving the Efficiency of Oil and Gas Wells Complicated by the Formation of Asphalt-Resin-Paraffin Deposits. *Energies* 2021, 14, 6673. <https://doi.org/10.3390/en14206673>
4. Глущенко В.Н., Силин В.Н. Предупреждение и устранение асфальтосмолопарафиновых отложений. *Нефтепромысловая химия*. – М.: Интерконтракт Наука, 2009. – 475 с.
5. Иванова Л.В., Буров Е.А., Кошелев В.Н. Асфальтосмолопарафиновые отложения в процессах добычи, транспорта и хранения. *Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело»*, 2011, №1. с. 268-284.
6. Diffusion and Kinetics. In: *Modeling in Biopharmaceutics, Pharmacokinetics, and Pharmacodynamics. Interdisciplinary Applied Mathematics*, vol 30. Springer, New York, NY. (2006) https://doi.org/10.1007/0-387-31910-7_2
7. I. Berdzenishvili, M. Siradze. To the Issue of Increasing the Efficiency of Operation of Energy Transmission Systems/ *Journal of Energy and Power Engineering*. USA, August 2016, Volume 10, Number 8, pp. 486-488.
8. Enerclear Team. Understanding a New Trend: In Situ Cleaning and Coating. May 14, 2018. <https://www.corrosionpedia.com/understanding-a-new-trend-in-situ-cleaning-and-coating/2/1841>