

Причины проникновения водорода в железо до конца не раскрыты. Считается, что скорость диффузии водорода зависит от трех факторов: степени заполнения поверхности водородом, т. е. от его концентрации, энергии, необходимой для переноса его в объем металла, т. е. прочности связи  $Me - H_{адс}$ , и энергии реакции рекомбинации атомов водорода. В работе [6] сделано заключение, что хотя энергия связи  $Me - H_{адс}$  и влияет на диффузию водорода, но не она определяет диффузию, а концентрация атомов водорода на поверхности. Ряд исследователей полагают, что определяющим фактором в скорости диффузии является не концентрация атомов водорода на поверхности, а энергия связи  $Me - H_{адс}$ . Проникновение водорода в металл происходит в одном элементарном процессе - разряде.

#### Литература

1. Гусак В. Д. Оценка срока службы участков газопровода с коррозионной каверной // Газовая промышленность. - 1991. - №2. - С. 18-19.
2. Скрицкий Р. П. Катодная поляризация как метод стабилизации физико-химических параметров подземного трубопровода // Защита металлов. - 1993. - Т29. - №3. - С. 337-343.
3. Parkins R. N., Fessler R. P. Line pipe stress corrosion cracking - mechanisms and remedies // Corrosion'86. - Houston, 1986, 17-19 March. - Pap. 320. - P. 1-19.
4. Волков Б. Г., Тесов Н. И., Шуванов В. В. Справочник по защите подземных металлических сооружений от коррозии. - Л.: Недра, 1975. - 224 с.
5. Oani R. A. Hydrogen - The versatile embrittler // Corrosion (USA). - 1987. - Vol. 43. - № 7. - P 390-397.
6. Никольский И. В. Наводороживание стали при кислотном травлении. - М.: Просвещение, 1968. - 136 с.

### СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ И УДАЛЕНИЯ АСФАЛЬНО-СМОЛИСТЫХ И ПАРАФИНИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ИЗ ТРУБОПРОВОДОВ

И. М. Комлев, И. Е. Чаплин

Научный руководитель доцент Н. В. Чухарева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Специалисты отмечают, что повышенное потребление электроэнергии на МН происходит на участках, где возникают условия аккумуляции внутритрубных образований — водных и газовых скоплений, отложений смол, песка, парафина. Наличие парафина отрицательно сказывается на транспортабельности нефти. Выпадая на стенках трубопроводов, парафин уменьшает их сечение, в результате снижается интенсивность перекачки нефти по трубопроводам, увеличивается гидравлическое сопротивление и снижается пропускная способность, что приводит к повышенному электропотреблению, а также изменяется химический состав товарной нефти [1].

Основными факторами образования асфальтено-смолопарафиновых отложений (АСПО) являются [2]:

- присутствие в нефти способных к осаждению асфальтено-смолопарафиновых веществ (АСПВ);
- свойства внутритрубной поверхности;
- физико-химические свойства транспортируемой среды и технологические условия перекачки (скорость течения, температура и давление перекачиваемой нефти).

Рассмотрим три варианта исполнения нефтепровода:

- 1) магистральный нефтепровод;
- 2) магистральный нефтепровод с лупингом;
- 3) сборный коллектор.

Для каждого приведем расчет потерь напора в результате образования АСПО (табл. 1).

Таблица 1

#### Анализ потерь гидравлического напора в трубопроводах различной категории сложности

D <sub>н</sub> , мм	МН				Нефтеборный коллектор							
	1220	1220	1220	1220	147	134	183	189	147	134	183	189
L, м	1000	1000	1000	1000	10	10	10	10	10	10	10	10
δ, мм	12	12	12	12	3	2	4	6	3	2	4	6
V, м/с	2,856	2,856	2,856	2,856	4,85	4,85	4,85	10,3	4,85	4,85	4,85	10,3
δ <sub>нз</sub> , мм	0	10	0	8,5	0	0	0	0	3	3	3	3
h, м	7,13	7,28	18,503	18,837	9,12				9,608			
Δ h, %	2,086		1,774		5,072				5,072			

Таким образом, можно сделать вывод, что образование даже незначительного слоя АСПО значительно увеличивает потери напора. В связи с этим актуальной задачей является предотвращение образования АСПО с помощью следующих методов:

- технологический;
- тепловой;
- физический;
- химический.

Технологический метод заключается в футеровке внутренней поверхности трубы (нанесение покрытий из стекла, эмали, эпоксидной смолы, полиэтилена и т.п.). Действие защитных покрытий обуславливают слабую сцепляемость с поверхности трубы с парафином. Футеровка позволяет не только бороться с отложениями парафина, но и коррозией. Для предотвращения отложений, условием эффективности метода является оптимальная линейная скорость жидкости (воды с нефтью) относительно футерованной поверхности, достаточная для отрыва и уноса рыхлых отложений. Рыхлые отложения образуются в случаях, когда смачиваемость водой поверхности материала покрытия лучше смачиваемости нефтью. По степени возрастания смачиваемости водой (по гидрофильности) материалы располагаются в следующий ряд: сталь (гидрофобна), полиэтилен (инертен), эпоксидная смола (малая гидрофильность), эмаль и стекло (хорошая гидрофильность), то есть наиболее рыхлые и менее прочные отложения образуются на поверхности стекла [3].

Тепловой метод заключается в подогреве нефти и нефтепродуктов на насосно-тепловых и тепловых станциях, в связи с этим применяются подогреватели различных конструкций. На головной станции подогрев осуществляется, как правило, в резервуарах, оборудованных закрытыми пароподогревателями секционного или змеевикового типа или с применением паровых теплообменников.

Существуют и комбинированные способы подогрева, то есть с подогревом нефти в резервуарах с последующим доведением температуры до оптимального значения в теплообменниках, устанавливаемых группами на всасывании насосов.

Физические методы основаны на воздействии механических и ультразвуковых колебаний (вибрационные методы), а также электрических, магнитных и электромагнитных полей на добываемую и транспортируемую продукцию.

Вибрационные методы позволяют создавать ультразвуковые колебания в области парафинообразования, которые, воздействуя на кристаллы парафина, вызывают их микроперемещение, что препятствует осаждению парафина на стенках труб [4].

Воздействие магнитных полей следует отнести к наиболее перспективным физическим методам. Видимо, данный метод имеет узкую область оптимального применения, в зависимости от физико-химических свойств и компонентного состава нефтей и вод конкретного объекта.

Воздействие магнитных полей следует отнести к наиболее перспективным физическим методам. Использование в нефтедобыче магнитных устройств для предотвращения АСПО началось в пятидесятые годы прошлого века, но из-за малой эффективности широкого распространения не получило. Отсутствовали магниты, достаточно долго и стабильно работающие в условиях скважины. В последнее время интерес к использованию магнитного поля для воздействия на АСПО значительно возрос, что связано с появлением на рынке широкого ассортимента высокоэнергетических магнитов на основе редкоземельных материалов. В настоящее время около 30 различных организаций предлагает магнитные депарафинизаторы [5].

Одна из самых серьезных проблем, возникающих при транспортировке нефти, - ее склонность к образованию твердой фазы из парафинов смол и асфальтенов (АСПО). Этот фактор приобретает особое значение в зимних условиях при низких температурах. Для снижения вязкости нефти, как правило, используются различные депрессорные присадки, добавляемые в поток перекачиваемой нефти [6].

Так же целесообразно проведение внутритрубной очистки механическим методом.

- использование очистительных скребков;
- очистка трубопровода гелевыми системами.

Таким образом, изучение современных и перспективных методов предотвращения и удаления АСПО в резервуарах и магистральных нефтепроводах, является обязательным условием для обеспечения бесперебойной поставки жидких углеводородов потребителю, беспрепятственному выводу из эксплуатации и ремонту линейной части МН, а так же для качественного проведения товарно-коммерческих операции между грузоотправителем и грузополучателем.

#### Литература

1. Закожурников Ю.А. "Транспортировка нефти, нефтепродуктов и газа «ИД Ин-Фолио2010». — с. 382-387.
2. Коршак А.А., Нечваль А.М. Проектирование и эксплуатация газонефтепроводовспб.: Недра, 2008. — с. 314-320.
3. Правила технической эксплуатации магистральных нефтепроводов РД 153-39.4-056-00.
4. ОР-16.01-60.30.00-КТН-030-2-05 . правила технической диагностики нефтепроводов при приемке после строительства и в процессе эксплуатации.
5. С. М. Вайншток. Трубопроводный транспорт нефти. - М.: Недра, 2004. -235-240 с.
6. ОР 13.01-60.30.00-КТН-012-1-01 Регламент планирования работ по проведению очистки внутренней полости магистральных нефтепроводов ОАО АК «Транснефть» специальными очистными устройствами (скребками) инструкция по эксплуатации очистного скребка СКР ОАО «Диаскан».

#### АНАЛИЗ РАБОТЫ НЕФТЕПРОВОДОВ В СЕЙСМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ РЕГИОНАХ

**А.М. Майкова, К.А. Оздоев**

научный руководитель профессор П.В. Бурков

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

В настоящее время трубопроводный транспорт имеет множество проблем, связанных с промышленной безопасностью, основная из которых геодинамическая безопасность, состоящая из многих факторов,