

Эффективность эмульсионно-суспензионных технологий также зависит от температуры пласта. При высоких температурах эмульсии остаются стабильными лишь ограниченное время, блокирование пропластков носит временный характер. В процессе продвижения по водопромывному пропластку, вязкость обратной эмульсии постепенно увеличивается за счет разбавления водой, в результате этого проницаемость водонасыщенных зон снижается. В случае попадания эмульсионно-суспензионного состава в нефтенасыщенные пропластки вязкость эмульсии снижается, и она перестает воздействовать на проницаемость данной зоны. При повышении температуры устойчивость эмульсии снижается, так как ухудшается механическая прочность адсорбционных оболочек. В результате этого капли сливаются, и эмульсия расслаивается [3].

При разработке нефтяных и газовых месторождений используются геолого-физические параметры пластов. Но, к сожалению, не уделяется должное внимание такому параметру, как пластовая температура. Для повышения нефтеотдачи пластов стабильность реагентов в пластовых условиях определяет продолжительность эффекта, тем самым, реагент должен быть стабилен к повышенной пластовой температуре. По данным таблицы можно отметить, что все три технологии применимы как для терригенных, так и для карбонатных коллекторов (поровых и порово-трещиноватых). Наибольший эффект от применения ПОТ будет наблюдаться при использовании силикат-гелевого состава, т.к. остальные технологии применимы при пониженных температурах. Так же данная технология является наиболее эффективной, т.к. имеет высокую термостабильность.

Список литературы:

1. Сайт «Газпром информаторий» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gazprominfo.ru/terms/reservoir-temperature/> (содержит информацию о пластовой температуре).
2. Эпов И.Н., Зотова О.П. Потокоотклоняющие технологии как метод увеличения нефтеотдачи в России и за рубежом // Фундаментальные исследования. Пенза: Издательский дом «Академия естествознания». 2016 - № 12-4. С. 806-810.
3. Сайт журнала «Инженерная практика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://glavteh.ru/потокоотклоняющие-технологии-лукойл/> (содержит статью «Исследование эффективности потокоотклоняющих технологий в условиях повышенных пластовых температур»).

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТЕКЛО-БАЗАЛЬТОВОЛОКОННЫХ ТРУБ В СИСТЕМЕ ПРОМЫСЛОВЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ**

**Д.А. Волженина**

Научный руководитель - старший преподаватель Е.М. Вершкова

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

Трубопроводный транспорт на сегодняшний день является одним из самых доступных и эффективных способов транспортировки жидких и газообразных углеводородных сред. По трубопроводам осуществляется доставка нефти, продуктов её переработки и природного газа как на большие расстояния, так и в пределах промыслов. Ежегодно по нефтепромысловым трубопроводам транспортируются миллионы кубометров нефти и технической жидкости, которые содержат в себе большое количество коррозионно-активных компонентов. Вследствие повышенной агрессивности перекачиваемой среды основной проблемой, возникающей при эксплуатации сети промысловых трубопроводов является коррозия оборудования, которая является причиной 90% отказов [1]. Такие аварии влекут за собой загрязнение окружающей среды, падение добычи нефти и газа, а также дополнительные материальные расходы на капитальный ремонт трубопроводов и экологические мероприятия. В связи с этим остро встает вопрос применения новых высокопрочных коррозионностойких конструкционных материалов, которые в будущем могли бы стать достойной заменой традиционным стальным трубам. В первую очередь к таким материалам относятся полимерные композиты, в которых присутствуют армирующий материал (волокна или другие составляющие) и связующая матрица. Одними из наиболее перспективных направлений является применение базальтостеклянных труб [2].

Целью работы является выявление основных преимуществ применения базальтостеклянных труб вместо стальных при транспортировке углеводородных сред, а также определение эффективности их использования в условиях нефтепромыслов посредством гидравлического и теплового расчета. В ходе исследования проведен как литературный обзор уже существующих методов производства и применения базальтостеклянных труб в различных сферах, так и подробное изучение разработок в области базальтостеклянного волокна, предложенных заводами-производителями для нефтегазовой отрасли. Основываясь на теоретических и практических данных, полученных в ходе литературного обзора выбрана для дальнейших расчетов базальтостеклянная труба, удовлетворяющая существующим условиям эксплуатации для северных районов Западной Сибири. В соответствии с действующими методиками проведен гидравлический и тепловой расчет стального и базальтостеклянного трубопровода при равных условиях, на основе которого можно судить о потенциальных возможностях применения на нефтепромыслах базальтостеклянных труб.

В ходе проведенного исследования выявлен ряд преимуществ базальтостеклянных труб перед стальными, основными из которых являются: высокая коррозионная и адгезионная стойкость, низкая теплопроводность, высокая гладкость внутренней стенки трубы, а также простота монтажа и эксплуатации. Коррозионная стойкость обуславливается отсутствием любых видов коррозии, что существенно увеличивает срок эксплуатации трубы. Полное отсутствие сварных соединений и малый, по сравнению со стальными, вес труб позволяет значительно снизить затраты на монтаж трубопровода. Низкая шероховатость внутренней поверхности базальтостеклянной трубы и, как

следствие, меньшее накопление отложений парафинов и механических примесей в стекловолоконных трубах обеспечивает снижение потерь напора на трение и местное сопротивление, а также повышает эксплуатационные характеристики промышленного трубопровода [3]. Помимо этого, трубопроводы из базальтоволнока более эффективны для использования в низкотемпературных условиях за счет малой теплопроводности, чем традиционные стальные трубы, что позволяет снизить затраты на теплоизоляцию. и, как показал гидравлический расчёт, более устойчивы к динамическим нагрузкам.

Таким образом, внедрение базальтовых труб в транспортировку углеводородов является весьма перспективным направлением развития нефтегазовой отрасли. Однако отсутствие необходимой нормативной базы для их проектирования, а также методов и технологий для контроля и мониторинга можно выделить как одну из основных причин, по которой на сегодняшний день российский рынок в области базальтоволоконных труб не велик.

#### Литература

1. Hou, Y. & Lei, D. & Li, S. & Yang, W. & Li, C.Q. Experimental Investigation on Corrosion Effect on Mechanical Properties of Buried Metal Pipes. International Journal of Corrosion. 2016. Vol. 2016. Article ID 5808372. 13 p. Available at: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/5808372>
2. Piyush Sharma. An introduction to basalt rock fiber and comparative analysis of engineering properties of brf and other natural composites. Department of Civil Engineering, Amity School of Engineering & Technology/ Amity University, Haryana, India. Available at: <https://ru.scribd.com/doc/297487777>.
3. Trykoz L., Kamchatnaya S., Pustovoitova O., Atynian A. Reinforcement of composite pipelines for multipurpose transportation. Politechnika Slaska: Transport problems. 2018. Vol. 13.No. 1. P. 69-79

### **КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РАСЧЕТА УСЛОВИЙ ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ**

**П.В. Волков**

Научный руководитель - профессор П.Н. Зятиков

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

#### **Введение**

С появлением мощных персональных компьютеров работа инженера-проектировщика стала намного проще. Инженеру больше не приходится полагаться на приближенные ручные методы вычислений, в их распоряжении появился широкий спектр дополнительных вычислительных средств. Это относится к расчетам условий гидратообразования, для выполнения которых было разработано несколько компьютерных программ. В основу этих программ положены строгие термодинамические модели. Рассмотрим обзор трех наиболее известных моделей. Одна из проблем при изучении газовых гидратов заключается в их нестехиометричности. [4]

#### **Фазовое равновесие**

Условия фазового равновесия, сформулированные Гиббсом более 100 лет назад, заключаются в следующем: 1) равенство температуры и давления фаз; 2) равенство химических потенциалов каждого компонента во всех фазах системы; 3) глобальный минимум свободной энергии Гиббса в системе. Эти критерии применимы и для фазовых равновесий в системах с газовыми гидратами и служат основой для создания моделей для выполнения расчетов равновесия таких систем. [5]

С точки зрения термодинамики процесс гидратообразования для построения модели можно представить протекающим в два этапа. На первом этапе из чистой воды формируется незаполненная гидратная решетка. Данный этап представляет собой лишь гипотетическое построение, но оно удобно для выполнения расчетов. Второй этап заключается в заполнении полостей в кристаллической решетке гидрата. Схему всего процесса можно представить следующим образом: [2]

чистая вода ( $\alpha$ )  $\rightarrow$  незаполненная решетка гидрата ( $\beta$ )  $\rightarrow$  заполненная решетка гидрата ( $\text{H}$ ).

Изменение химического потенциала при этом описывается следующей формулой:

$$\mu^{\text{H}} - \mu^{\alpha} = (\mu^{\text{H}} - \mu^{\beta}) + (\mu^{\beta} - \mu^{\alpha}), \quad (1)$$

где  $\mu$  - химический потенциал, а надстрочные индексы обозначают соответствующие фазы. Первый член в правой части равенства представляет собой стабилизацию кристаллической решетки гидрата. Существуют различия между оценками значения этого члена в разных моделях. Второй член в правой части равенства соответствует изменению фазового состояния воды и определяется с помощью обычных термодинамических вычислений. Значение этого члена определяется через следующее уравнение:

$$\frac{\mu^{\text{H}} - \mu^{\alpha}}{dT} = \frac{\Delta\mu(T, P)}{dT} = \frac{\Delta(T_0, P_0)}{dT} - \int^T \frac{\Delta H}{dT^2} dT + \int^P \frac{\Delta\theta}{nT} dP, \quad (2)$$