

«КРИОГЕЛИ – ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРИ ДОБЫЧЕ И ТРАНСПОРТЕ НЕФТИ»

А.М. Васильева

Научный руководитель профессор В.Н.Манжай

Национальный исследовательский Томский политехнический университет г. Томск, Россия

При эксплуатации нефтяных скважин в районах распространения многолетнемерзлых пород главным специфическим осложнением является оттаивание и проседание грунта с образованием приустьевых воронок. Проседание грунта является одной из наиболее актуальных проблем нефтедобывающей промышленности в северных районах. Превосходными материалами для ликвидации приустьевой воронки являются криогели, обладающие необходимыми теплофизическими и механическими свойствами.

Целью данной работы является изучение механических и теплофизических свойств криогелей. Ставятся следующие задачи:

- Изучение процесса образования криогелей
- Изучение динамической вязкости водных растворов ПВС
- Исследование модуля упругости криогелей
- Анализ свойств криогелей наполненных различными добавками

Образование криогеля происходит следующим образом: водный раствор поливинилового спирта замораживают при температуре ниже 0°C и размораживают полученный ледяной образец при положительной температуре получают упругие каучукоподобные тела. Механические и теплофизические свойства криогелей зависят от состава и концентрации компонентов исходного раствора, молекулярной массы полимера, а также от режимов и способов криогенной обработки исходных растворов

Исходные водные растворы ПВС являются типичными неньютоновскими жидкостями (рис 1) и их вязкость уменьшается с увеличением скорости сдвига.

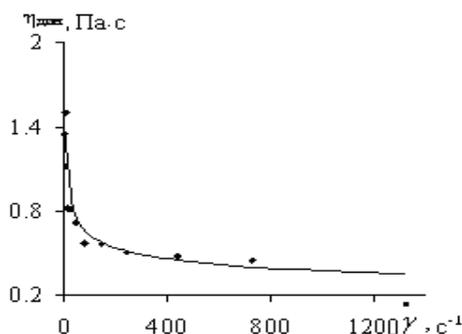


Рис. 1 Зависимость динамической вязкости раствора ПВС (10 %, масс.) от скорости сдвига ($\dot{\gamma}$)

С ростом концентрации и молекулярной массы полимера вязкость возрастает, по степенному закону

$$\eta_p = \eta_s \cdot (1 + [\eta] \cdot C + k \cdot [\eta]^2 \cdot C^2 + \dots)$$

Где η_p – вязкость полимерного раствора, η_s – вязкость чистого растворителя, C – концентрация полимера, $[\eta]$ – характеристическая вязкость (рис 2).

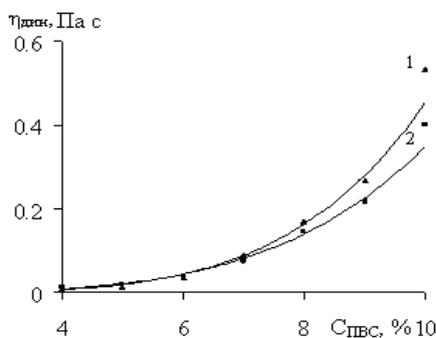


Рис. 2 Зависимость динамической вязкости (η) растворов ПВС от концентрации для образцов разных молекулярных масс: $M_1 = 95 \cdot 10^3$ и $M_2 = 75 \cdot 10^3$

Из результатов измерений модуля упругости криогеля, полученного после проведения цикла замораживания-оттаивания следует, что модуль упругости при увеличении концентрации ПВС от 5 до 16 % заметно возрастает от 10 до 120 кПа.

Многочисленное замораживание и оттаивание способствует упрочнению и стабилизации криогеля, что особенно эффективно в районах с резко континентальным климатом. Наибольшее увеличение модуля упругости криогелей приходится после первых 2-5 циклов замораживания-оттаивания, далее значение остается постоянным (рис. 3).

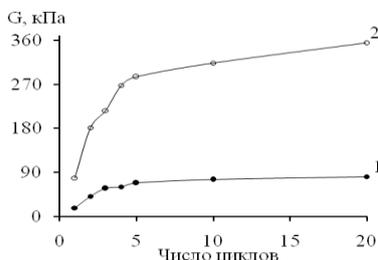


Рис. 3 Зависимость упругости криогелей ПВС от числа циклов замораживания - размораживания: 1 - ПВС 5 % мас.; 2 – ПВС 10 % мас.

Экономически целесообразным будет применение криогелей с наименьшим содержанием в них основного (дорогостоящего) компонента – поливинилового спирта. Поэтому для получения более прочных криогелей в раствор, содержащий 5% ПВС, вводятся различные добавки: неорганические соединения (соли), глицерин, сажа (мелкодисперсный технический углерод), кварцевый песок, глина (бентонит) и цемент. Присутствие в криогеле хлорида натрия повышает упругость криогеля даже при малом содержании ПВС (рис. 4).

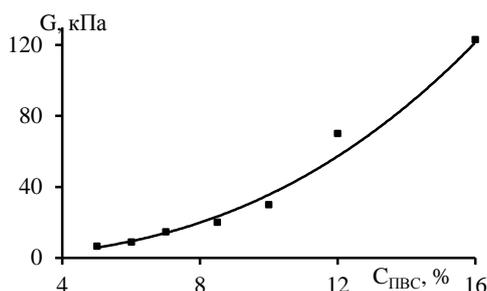


Рис. 4 Зависимость модуля упругости криогелей (G) от концентрации поливинилового спирта (C_{ПВС})

Как видно из таблицы модуль упругости криогеля, содержащего 5 % поливинилового спирта без наполнителей 10 кПа, а у образцов криогеля с твердодисперсными нерастворимыми наполнителями модуль упругости возрастает до десятков и сотен килопаскалей. Теплопроводность криогелей при этом уменьшается в два раза по сравнению с водой, что позволяет использовать криогели в качестве теплоизоляционного материала.

Таблица

Составы и свойства наполненных криогелей

№	Состав исходного раствора для формирования криогеля, %	Свойства криогелей	
		G, кПа	λ, Вт/(К·м)
1	Водный раствор ПВС (5%)	10	0,33
2	Водный раствор ПВС (10%)	40	0,31
3	Водный раствор ПВС (10%) + песок	775	0,35
4	Водный раствор ПВС (5%) + песок	629	0,36
5	Водный раствор ПВС (10%)+песок + нефть	270	0,34
6	Водный раствор ПВС (5%)+песок + нефть	150	0,35
7	Водный раствор ПВС (10%) + бентонит	587	0,34
8	Водный раствор ПВС (5%) + бентонит	465	0,35
9	Водный раствор ПВС (10%)+бентонит + нефть	589	0,33
10	Водный раствор ПВС (5%)+бентонит + нефть	345	0,34
11	Водный раствор ПВС (10%) + цемент	963	0,37
12	Водный раствор ПВС (5%) + цемент	885	0,38
13	Водный раствор ПВС (10%)+цемент + нефть	677	0,34
14	Водный раствор ПВС (5%)+цемент + нефть	416	0,35

Итак, в результате проделанной работы сделаны следующие выводы:

- Упругость двухкомпонентных криогелей (ПВС - вода) увеличивается с ростом содержания полимера в криогеле и с ростом числа циклов замораживания – оттаивания.

- Введение в исходный полимерный раствор дополнительных химических компонентов и твердодисперсных частиц многократно увеличивает упругость криогелей.

Криогели с сыпучими наполнителями (грунт, глина, песок, цемент) целесообразно применять при обустройстве и ремонте добывающих скважин, особенно в условиях вечной мерзлоты. Для приведения в порядок рабочей площадки вокруг скважины рекомендуется возникающие воронки «пломбировать» криогелями с механическими наполнителями.

Литература

1. Алтунина Л.К., Манжай В.Н., Фуфаева М.С. Механические и теплофизические свойства криогелей и пенокриогелей, полученных из водных растворов поливинилового спирта // Журнал прикладной химии. – 2006. – Т.79. – №10. – С.1689–1692.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ФИЗИЧЕСКИМИ ПОЛЯМИ НА ПРОДУКТИВНЫЕ ПЛАСТЫ С ЦЕЛЬЮ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРИТОКА НЕФТИ

А.М. Ведменский, А.А.Барышников, Н.М.Паклинов

Научный руководитель профессор А.В. Стрекалов

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, Россия

На поздних стадиях разработки месторождений с геологически обусловленными трудноизвлекаемыми запасами нефти, так и на ранних стадиях разработки с физически определенными трудноизвлекаемыми запасами с целью извлечения наибольшего количества нефти за короткие сроки необходимо применять методы увеличения нефтеотдачи пластов, отличающиеся повышенной управляемостью, энергоэффективностью и экологичностью.

Для залежей нефти с геологическими условиями, выраженными в макронеоднородности коллекторов, множественных водонефтяных контактах, разломах, тектонических экранов, применение заводнения не позволяет адресно воздействовать на зоны с остаточными запасами.

Например, для месторождений с физически определенными затруднениями вытеснения, вызванными высокой вязкостью нефти, реологическими свойствами, высокой долей микрокапилляров, требуется прямое длительное действие на флюиды для стимуляции фильтрационных процессов за счет снижения вязкости, градиента сдвига и капиллярных сил.

Учитывая опыт экспериментов, проводимых в СССР и, несмотря на то, что они не получили широкого внедрения из-за большой доли «легкоизвлекаемых» запасов в то время, следует полагать, что эффективным методом повышения нефтеотдачи является воздействие на продуктивные пласты физическими полями.

К технологиям воздействия физическими полями относятся воздействия: электрическим током, плазменно-импульсное, электромагнитное и звуковое вибрационное воздействие[1]. Влияние электрическим током промышленной частоты и напряжения путем спуска электродов в скважины не дало особых результатов и в связи с этим не было внедрено на промысле. Плазменно-импульсное воздействие является перспективным методом, но для интенсификации притока нефти.

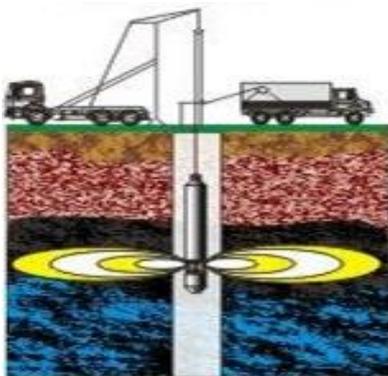


Рис.1 Плазменно-импульсное воздействие

Учеными России, в том числе и учеными Тюменского индустриального института была разработана технология воздействия на пласт электромагнитными полями разных диапазонов частот и напряженности, которая положительно влияет на рост нефтеотдачи. При внедрении технологии электромагнитного воздействия на промысле были получены положительные результаты по добыче дополнительной нефти [2]. Данная