

УДК: 622.24.062+504

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОСТИ СТВОЛА СКВАЖИНЫ, ПРИ ВСКРЫТИИ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД

Кривошеев К.В., студент гр. 210506-ТБНа-о22, 2 курс
Научный руководитель: Рыбальченко Ю.М., к.т.н., доцент
Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
имени М.И. Платова
г.Новочеркасск

Характерной особенностью строительства нефтяных и газовых скважин в условиях Крайнего Севера, при вскрытии многолетнемерзлых пород является чувствительность к изменению теплового режима. Осуществлять бурение ММП можно растворами как на водной основе (РВО), так и на углеводородной основе (РУО). Достаточно активно практикуется способ криогенного бурения скважин.

Ранее исследователи рассматривали возможное применение различных химических реагентов на водной основе, но рассмотренные варианты оказались недостаточно эффективными, т.к. в первую очередь возникала проблема пониженной температуры плавления льда, входящего в структуру мерзлого грунта. Данное явление называется плавление льда с помощью хлористых солей. Этот процесс можно объяснить гидратацией ионов хлора молекулами воды с поверхностного слоя мерзлого грунта, контактирующего с промывочной жидкостью, содержащей в большой концентрации, такие реагенты как $CaCl_2$, $NaCl$, что понижет температуру таяния (плавления) льда. Рассматриваемый процесс будет сопровождаться тепловыми явлениями.

Тепловые реакции при использовании хлорида кальция ($CaCl_2$) и хлористого натрия ($NaCl$) различны.

При растворении хлористого кальция происходит большое выделение количества теплоты – экзотермическая реакция, что способствует более интенсивному процессу плавления (таяния) льда.

При растворении хлористого натрия происходит процесс поглощения теплоты - эндотермическая реакция.

Указанные процессы, происходящие при использовании вышеупомянутых солевых растворов, являются губительными для стенок скважины, так как будет происходить разупрочнение горных пород, осыпи, обвалы, вследствие чего при бурении происходит отклонение от проектного (номинального) диаметра скважины. Этот процесс характерен особенно при бурении в сложных горно-геологических условиях, в которых происходит чередование таких пород как терригенные, хемогенные и карбонатные.

На рисунке 1 представлена схема взаимодействия стенок скважины с промывочной жидкостью, содержащей хлорированные соли (CaCl_2 , NaCl). На рисунке можно увидеть, что при использовании данных реагентов имеется большая вероятность отклонения образующего диаметра от проектного.

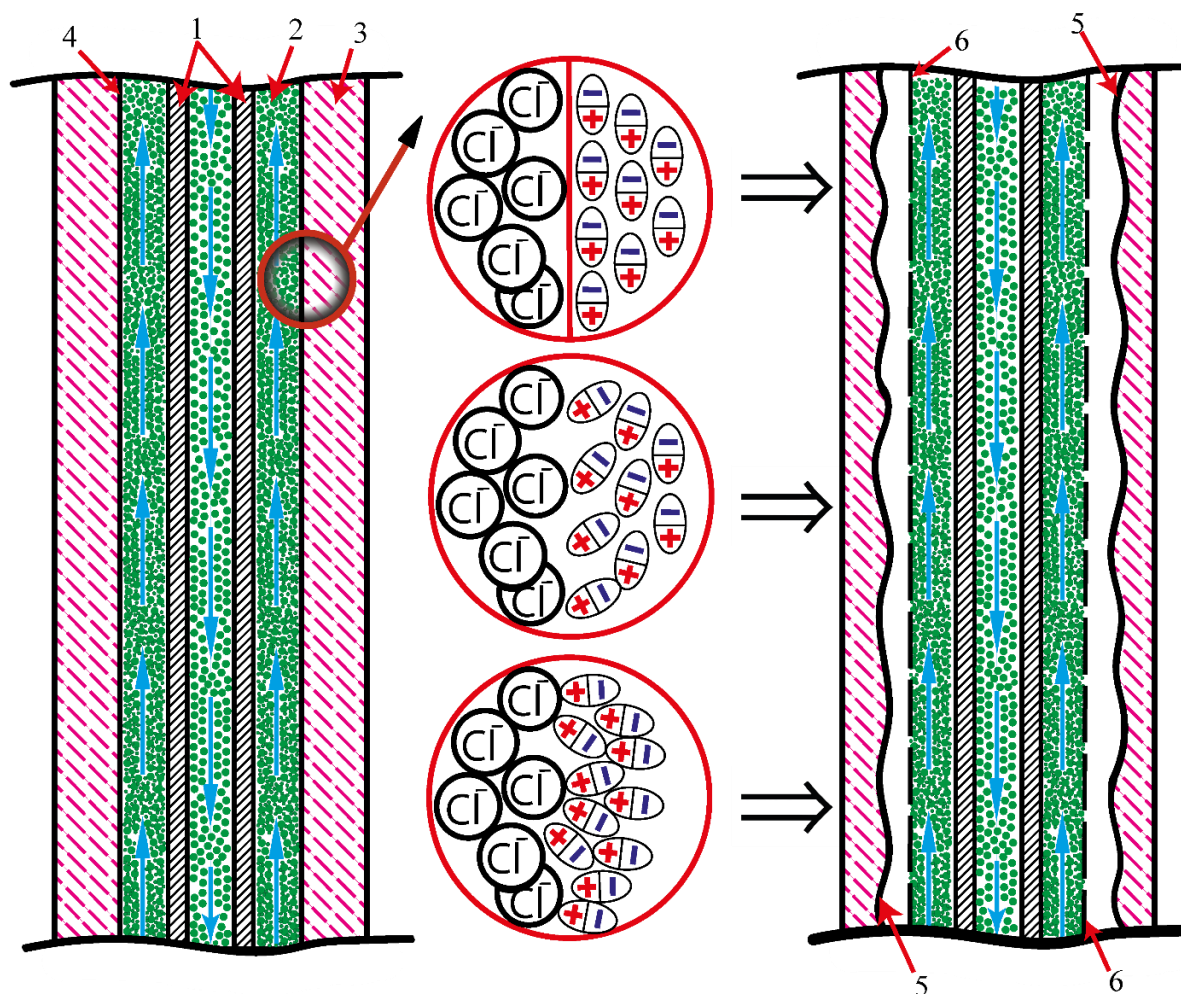


Рисунок 1 - Схема гидратации ионов со стенок скважины, при использовании промывочных растворов солей:

1 – буровая труба в разрезе (ГОСТ 2.306-68), через которую поступает буровой раствор на забой скважины; 2 – солевой буровой раствор; 3 – участок распространения мерзлых грунтов с температурой ниже -2°C (ГОСТ 21.302-2013); 4,6- стенка скважины до взаимодействия с солевым раствором; 5 – стенка скважины после взаимодействия с раствором.

Существующая проблема может быть решена применением безводных буровых растворов, и такая технология активно практикуется в настоящее время. В качестве безводных буровых растворов целесообразно применять растворы на углеводородной основе (УВО). На рисунке 2 представлена классификация буровых растворов на УВО. В таблице 1 приведены химические реагенты, которые применяются в буровых растворах на углеводородной основе.

В растворах на синтетической основе, при бурении ММП, не будет происходить ионизация ионов со стенок скважины, вследствие чего исключается

плавление льда. Данный тип растворов подходит для технологии криогенного бурения.

Таблица 1- Химические реагенты, используемые в буровых растворах на углеводородной основе

№ п/п		Химические реагенты	
1	2	3	
1.	Загущение и структурообразование	Синтетическая жидкость на углеводородной основе (УВО)	
		Высокоокисленный высокоплавленный битум	
		Высокоплавленный битум в ксилоле	
		Высокоплавленный битум в ксилоле с дизельным топливом	
2.	Дисперсная среда	Дизтопливо	
		Нефть	
		Полиэмульсан	
3.	Гидрофобизирующая способность	Гидрофобизатор АБР	
		Гидрофобизатор АБР-40	
4.	Структурообразователь	Глинопорошок (бен-тонитовая глина)	Монтмориллонит
			Монтмориллонит + палыгорскит
		Мелкодисперсная мраморная крошка	
		Органобентонит «Орбент-91»	
5.	Смазочные добавки	СМАД-1	
		ОЖК (частично омыленные жирные кислоты)	
		Рапсовое масло ($C_{61}H_{108}O_6$)	
		Талловое масло ($C_{15}H_{32}O$)	
		Окисленный петролатум	
6.	ПАВ	Сульфонол НП-3 (алкилбензолсульфонат)	
7.	Дисперсная фаза (стабилизатор водной фазы)	Хлорид кальция	
		Карбонат кальция	
		Хлорное железо	
8.	Эмульгатор	Полиойлчек Стаб-КД	
		Эмультал	
		Эмульгатор ЭКС-ЭМ	
		Эмульгатор - МР	
9.	Реагенты нейтрализации сероводорода	ЗОЖ (отходы химической промышленности, содержащие 95-96мас.% Fe_2O_3)	
		ЖС-7 отход металлургических производств, содержащий до 95% Fe_2O_3	
		СНУД – природный магнетит Fe_2O_4	
10.	Фильтрационные свойства	Эфир глицериновой талловой канифоли совместно с битумной мастикой (ЭГТК)	
		НРП-20М (нефтерастворимый полимер)	
11.	Регулятор щёлочности и ингибитор набухания глин	Оксид кальция (Негашеная известь (CaO))	
		Гидроксид кальция	

1	2	3
12.	Пенегаситель	МАСС-200 Пента-465
13.	Утяжелитель	Барит ($BaSO_4$)

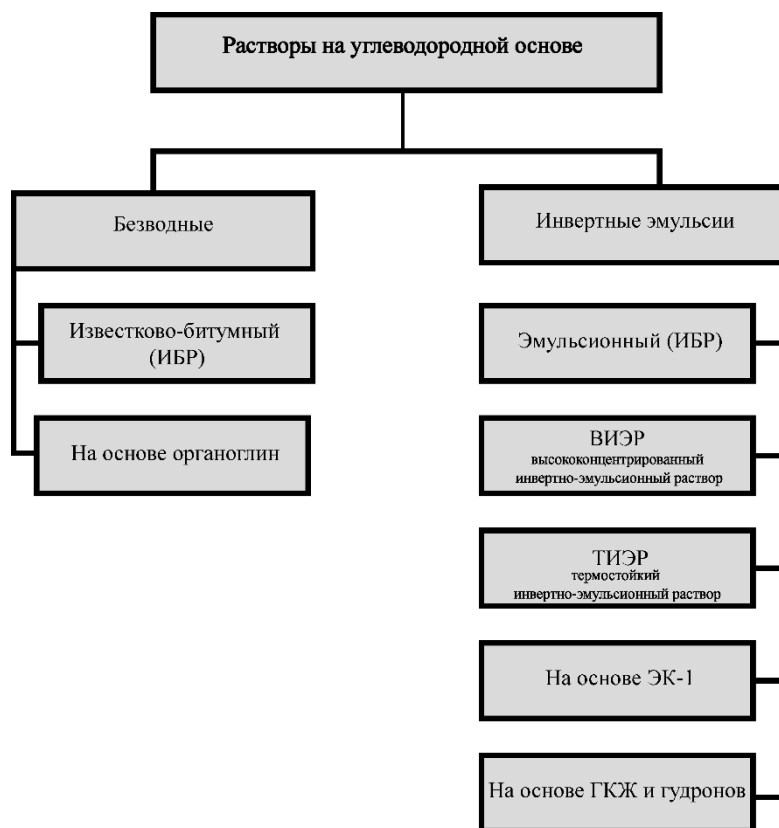


Рисунок 2 - Классификация буровых растворов на углеводородной основе

При использовании растворов на синтетической основе, в процессе бурения ММП, не будет происходить ионизация со стенок скважины, в следствии чего не будет происходить плавление льда [1].

К преимуществам данной технологии можно отнести следующие показатели:

- ✓ коррозионная устойчивость;
- ✓ минимальное возникновение химических реакций со стенками скважины;
- ✓ малокомпонентность;
- ✓ минимальная диспергация выбуренных пород;
- ✓ предотвращение гидратации глинистых пород.

К недостаткам можно отнести высокую стоимость и экологическую опасность для окружающей среды.

При использовании буровых растворов как на водной, так и на углеводородной основе необходимо, чтобы химические реагенты были экологически безопасны и не нарушали Указ Президента РФ от 19 апреля 2017 г. № 176 “О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года”.

Поэтому разработка новых экологически безопасных химических реагентов является актуальным направлением. Особенно учитывая жёсткие ограничения при добыче полезных ископаемых на Крайнем Севере и арктическом шельфе с высокой экологической уязвимостью

В настоящее время разработана основа для РУО, представленная образцом низкоароматического синтетического масла и являющаяся экологически безопасной и стабильной. Данную основу, которая является низкотоксичной, применили на морских и шельфовых объектах Саудовской Аравии [1].

В промышленной практике при строительстве оценочной скважины в сланцевой формации-баженовской свиты, распространенной практически по всей территории Западной Сибири, был применен раствор на УВО в основе, которого было минеральное масло. Использование данного раствора позволило избежать многочисленных проблем, которые возникали при строительстве предыдущих скважин [2,3].

К недостаткам растворов на УВО можно отнести высокую стоимость, по сравнению с РВО. Однако, высокая стоимость оправдывается тем, что, применяя РУО, снижаются риски различных осложнений, которые происходят при использовании РВО.

Важно отметить, что расширение практики применения растворов на УВО, связано с постоянно растущими требованиями к качеству вскрытия не только многолетнемерзлых пород, но и продуктивных пластов. При выборе растворов на УВО необходимо применять экологически безопасные и нетоксичные реагенты.

В данном случае высокая стоимость раствора оправдывается, отсутствием затрат времени на ликвидацию аварий и осложнений.

Учитывая проведенные промышленные исследования, а также анализ и обобщение промышленных материалов, изложенных в технической литературе данных по проблеме устойчивости ствола скважины при вскрытии ММП, можно сделать следующие выводы:

1. уменьшение проблем в процессе строительства нефтегазовых скважин-одна из основных задач, стоящих перед промывочными жидкостями;
2. при вскрытии ММП характерной особенностью технологии бурения нефтегазовых скважин является чувствительность к изменению теплового режима;
3. При использовании буровых растворов РУО и РВО необходимое требование – экологическая безопасность.

Список литературы:

1. Паламонов, К. Е. Применение растворов на углеводородной основе на шельфовых объектах Арабского залива / К. Е. Паламонов, Р. Н. Прокопцев // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2023. – № 3-1(78). – С. 77-80. – DOI 10.24412/2500-1000-2023-3-1-77-80. – EDN GPJEIV.

2. Растворы для низкотемпературных условий бурения / А. Б. Тулубаев, И. А. Королева, А. М. Казанцева, Ж. С. Попова // Экспозиция Нефть Газ. – 2021. – № 6(85). – С. 68-71. – DOI 10.24412/2076-6785-2021-6-68-71. – EDN OIXARW.
3. Тулубаев, А. Б. Научно-технологические аспекты и перспективы применения технологии криогенного бурения скважин / А. Б. Тулубаев, Е. В. Паникаровский // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2020. – № 3(141). – С. 54-62. – DOI 10.31660/0445-0108-2020-3-54-62. – EDN XZHWQC.