

МЕТОД ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПЛАСТА

Акрамов Б.Ш.¹, Умедов Ш.Х.²

¹Акрамов Бахшилло Шафиевич - кандидат технических наук, профессор,
кафедра разработки нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений,
факультет нефти и газа,
филиал

Российский государственный университета нефти и газа им. И.М. Губкина;
²Умедов Шерали Халлокович - доктор технических наук, заведующий кафедрой,
кафедра горной электромеханики,
Ташкентский государственный технический университет,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация: в статье приведены результаты исследований по электрофизическому воздействию на пласт. Предложены рекомендации по совершенствованию данного метода закачкой растворов многовалентных солей в пласт через нагнетательные скважины.

Ключевые слова: интенсификация, пласт, процессы, интенсивность, воздействие, обработка.

Сущность метода электрофизической обработки пласта заключается в том, что в две или более скважин, проведенные на нефтеносный пласт опускаются электроды, питаемые от мощного источника постоянного или переменного (в том числе и высокочастотного) электрического тока.

Естественно, что нефтеносный пласт при таком воздействии на него, должен быть токопроводящим. В случае отсутствия в сопровождающей нефть воде солей или кислот последняя должна быть сделана искусственно, токопроводящей смесью путем введения в нее солей и кислот.

Как показали лабораторные эксперименты, при пропускании по пласту электрического тока происходит прогрев пласта, усиленное выделение сжатых газов, растворенных в жидкости и испарение легких нефтяных фракций из нефти, эмульгированной в воде. При этом под действием электрического и магнитного полей электрического тока, проходящего по нефтеносному пласту, происходит явление электрофореза – движение частиц нефти и газа, находящихся в токопроводящей воде к забою скважины. Те же силы вызывают явление электроосмотического переноса жидкости в продуктивном коллекторе.

В случае нефтеносных пластов, содержащих кварцевый песок, при пропускании электрического тока высокой частоты, возможно проявление пьезоэффекта, т.е. колебаний кварцевых песчанок, что может усилить циркуляцию эмульсии в пласте и выделение из нее нефти.

Физико-химические процессы, сопровождающие электрофизическую обработку пласта можно разделить на:

- электрокинетические (электроосмос, изменение электрокинетического потенциала, распределение ионов в диффузном слое);
- электролитические (электродные, химические, ведущие к необратимым изменениям, реакции обмена передвигания ионов);
- структурообразовательные – постепенный переход коагуляционно-тиксотропной структуры (в случае наличия в породе глинистого материала) в коагуляционно-кристаллизационную.

Все эти процессы в пласте при воздействии на него электрическим током протекают одновременно при различной интенсивности и по-разному влияют на породу, создавая сложный механизм воздействия. Так, например, электроосмос, передвижение ионов, электродные и химические процессы приводят к образованию необратимых соединений.

Электроосмос проявляется в первый момент воздействия постоянного электрического тока на грунт. Одновременно происходят электролитические процессы в призабойной зоне, где в результате этого образуются новые химические соединения и создаются условия для ее упрочнения [2].

При сопоставлении с электроосмосом можно выделить процессы, зависящие от электроосмоса и протекающие по его закономерностям, зависящие от коллоидной части породы (электроосмос здесь имеет второстепенное значение); протекающие во встречном электроосмосу направлении и не зависящие от коллоидной части грунта [3].

К процессам, протекающим по законам электроосмоса, относятся изменение pH и концентрации ионов в воде, выделяющейся из катодного электрода.

Изменение pH в анодной и катодной зонах во времени происходит пропорционально количеству затраченного электричества. В стационарных условиях без гидродинамического воздействия режим в первый период пропускания тока сохраняется неизменным, поэтому закономерность изменения pH будет прямолинейной. В дальнейшем скорость изменения pH будет уменьшаться; это произойдет сначала в анодной, а потом и в катодной зонах.

При включении гидравлического потока в зависимости от проницаемости пористой серы можно добиться постоянной скорости изменения pH в той зоне, через которую этот поток подается.

Эффект электрофизической обработки пластов углеводородов значительно усиливается при применении метода заключающегося в следующем. Первоначально в пласт закачивают через нагнетательную скважину раствор многовалентных солей, дающих нерастворимый осадок в щелочной среде. Этот раствор проникает в пласт по наиболее проницаемым пропласткам, создавая электропроводящий мост между нагнетательной и эксплуатационной скважинами. Затем закачивают слабый раствор кислоты, который оттесняет первоначальный раствор от призабойной зоны и отмывает частицы породы от многовалентных ионов металлов [5]. При подключении к нагнетательной и эксплуатационной скважине соответственно отрицательного и положительного потенциалов по пласту потечет электрический ток. Естественно основное количество электричества будет сконцентрировано в тех пропластках, которые наиболее заполнены раствором многовалентных солей (проводником), так как они имеют меньшее удельное электрическое сопротивление по сравнению с пропластками, заполненными нефтью или газом.

В результате прохождения электрического тока через пласт в зоне отрицательного электрода (равной примерно половине расстояния между эксплуатационной и нагнетательной скважиной) pH среды повышается и, как следствие электрохимических реакций, соли многовалентных ионов переходят в нерастворимые гидроксиды, уменьшая тем самым проницаемость этих пропластков и выравнивая общую проницаемость пласта. Эти явления в свою очередь способствуют равномерному продвижению водонефтяного контакта и улучшению вытеснения нефти водой [6].

Проницаемость призабойной зоны нагнетательной скважины не ухудшается, т.к. раствор солей многовалентных металлов вытесняется слабым раствором кислоты.

В зоне положительного электрода образуется кислотная среда, что способствует очистке больших участков пласта в районе эксплуатационной скважины и увеличению ее дебитов.

Немалый эффект в этом случае достигается при эксплуатации карбонатных коллекторов. В дальнейшем в нагнетательную скважину необходимо закачивать воду с добавкой солей одновалентных металлов, pH которых возрастает при прохождении через нагнетательную скважину. Так как на нагнетательную скважину подан отрицательный потенциал, то и вода обрабатывается в зоне отрицательного электрода. Это обстоятельство способствует лучшей отмывке нефти из породы из-за повышения активности этой воды. Последняя повышается, по-видимому, по причине повышения окислительно-восстановительного потенциала.

Список литературы

1. Ростовский Н.С., Селяков В.И. Изменение дебита скважины при пропускании через нее электрического тока. М.: ФТПРПИ, 1989. С. 37-43.
2. Акрамов Б.Ш., Хаитов О.Г., Жарыкбаев К.Н. Экспериментальное исследование химического выщелачивания нефти при нефтеносных пластов. Журнал «Горный журнал». № 4, 2010. Екатеринбург.
3. Акрамов Б.Ш., Хаитов О.Г., Табылганов М.А. Методы уточнения начальных и остаточных запасов нефти по данным разработки на поздней стадии. Журнал «Горный журнал». № 2, 2010. Екатеринбург.
4. Akramov B.Sh., Khaitov O.G., Nuriddinov J.F. Oil displacement by water in an electric field. Europäische Fachhochschule. № 11, 2015.
5. Сургучев М.Л., Желтов Ю.В., Симкин Э.М. Физико-химические микропроцессы в нефтегазовых пластах. М. Недра, 1984. 215 с.
6. Палий А.О. Современные тенденции в применении методов повышения нефтеотдачи // Нефтепромысловое дело, 2001. № 5. С. 17-20.