

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ СКВАЖИНЫ НА УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ПЛАСТА

Айткулов А.У., Кошпаев Б.

Бұл жұмыста көмірсутекті байлықтың өнімін көбейту үшін қолданылатын электрлі әдістің жұмысына талдау жасалған. Ұңғы түбіндегі мұнайлы қабаттың жүйесіне әсер ететін физико – химиялық процестерге талдау жасалған.

In the working take result analysis state research work the electric method on efficiency shelf. Account infusion physicist – chemical process which accompany condisions percolation fluid in fluid conductivity of well.

Как известно производительность скважин и величина продукции нефтяного пласта, добытая за определенный период времени, зависит от многих как геолого-промысловых, так и результатов ремонтно-изоляционных факторов, а применяемые методы, позволяющие активно влиять на процесс выработки запасов, влияют лишь на незначительное их число. То есть, применение какого либо метода, позволяющего интенсифицировать один из технологических факторов, способствует ухудшению других показателей, если не сразу, то после определенного времени воздействия. Это и является одной из главной причин невозможности эффективного использования многих теоретических разработок, подтвердивших свою состоятельность лабораторными исследованиями /1/.

В связи с этим возникает необходимость совершенствования известных методов повышения производительности скважин и пластов, позволяющих избирательно влиять на один из известных факторов или на группу факторов, имеющих возможность активно воздействовать на величину отдачи пласта в различные периоды времени его эксплуатации.

Известно, что одним из активных методов является способ электрофизической обработки призабойной зоны скважины и продуктивного пласта, который позволяет улучшить величину энергетического фактора пласта, при одновременной интенсификации физико-химических воздействий на последний /2/. Метод электрофизической обработки пласта состоит 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) источник 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 /2,3,4/, 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 песчинок, что может усилить циркуляцию эмульсии в пласте и выделение из нее нефти.

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. 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) рН среды повышается и, как следствие электрохимических реакций, соли многовалентных ионов переходят в нерастворимые гидроокиси, 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.

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 металлов, рН которых возрастает при прохождении через нагнетательную скважину. Это

обстоятельство способствует лучшей отмывке нефти из породы из-за повышения активности этой воды. Последняя повышается, по-видимому, по причине повышения окислительно-восстановительного потенциала.

Процессы, которые сопровождают электрофизическую обработку призабойной зоны пласта и скважины можно разделить на:

1. Электрокинетические (электроосмос, изменение электрокинетического потенциала, распределение ионов в диффузном слое);
2. Электролитические (электродные, химические, ведущие к необратимым изменениям, реакции обмена передвигания ионов);
3. 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.

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.

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

Изменение рН 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 рН будет прямолинейной. В дальнейшем скорость изменения рН будет уменьшаться; это произойдет сначала в анодной, а потом и в катодной зонах.

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

В первой стадии электрохимических реакций перенос ионов происходит пропорционально затраченному количеству электричества. Кинетика изменения концентрации ионов мало зависит от свойств пористой среды. В основном главную роль при этом играет электроосмос.

К процессам, зависящим от глинистой части пласта, относятся образование слаборастворимых и нерастворимых солей кальция, магния и

возникновения в породе гидритов окисей кальция и железа (в случае применения железных электродов).

Эти процессы протекают в тесной взаимосвязи с капиллярной системой, имеющей высокую поверхностную энергию, поэтому прямолинейной зависимости здесь нет. Роль электроосмоса не является основной [2]. Такие процессы приводят к качественно новым образованиям, которые продолжают в течение всего периода электрофизического воздействия и выражаются в уменьшении, а затем к заметной набухаемости глинистой фазы горной породы.

К процессам, протекающим во встречном электроосмосу направлении, относятся передвижение ионов хлора и групп ОН в зоне постоянного электрического тока.

Согласно электролитическим законам они перемещаются к аноду и там скапливаются. Однако, в породе такое передвижение ионов хлора происходит замедленно. Этому может препятствовать или наоборот помогать включение гидравлического потока.

Закономерности перемещения ионов ОН- более сложны, т.к. на их электролитический перенос влияет диссоциация воды, дающая количество групп ОН-, необходимых для равновесий, зависящих от реакции среды зоны и взаимодействия этих ионов с катионами.

Как уже указывалось в работе [3] изменяя электрокинетические и электролитические процессы введением различных химических добавок можно уменьшить толщину гидратной оболочки минеральных частиц. В результате глинистые частицы образуют плотную коагуляционную структуру. Далее, в результате увеличения концентрации грунтового раствора, за счет ионов выделившихся из ионно-гидратных оболочек, появляются нерастворимые соединения, возникают зародыши кристаллов – центры будущих кристаллизационных сростков.

Этот процесс в конечном итоге делает породу более стойкой к механическим воздействиям и более пористой и проницаемой.

Коагуляционное упрочнение и образование коагуляционно-кристаллизационных необратимых структур протекают с различной скоростью и имеют различный характер.

Анализ воды, поступившей в результате электроосмоса в катодный электрод показал, что вода содержит в основном катионы Na^+ и K^+ ; кальция и магния в ней было очень мало. Очевидно, что из грунта ионы выносят электроосмотические потоки. Это явление, как указывалось выше, относится к процессам, зависящим в основном от электроосмоса и протекающим по его законам, т.е. прямо пропорционально времени /4/.

Перемещение кальция к катоду – явление более сложное. Здесь, по-видимому, в первые часы пропускания электрического тока происходит вытеснение из обменного комплекса ионами кальция одновалентных ионов. Это происходит главным образом в средней межэлектродной зоне и частично в однородной зоне. В дальнейшем с понижением рН кальций вытесняется из обменного комплекса кристаллической решетки ионами водорода,

перемещающимися к катоду. Только в призабойной зоне количество кальция со временем уменьшается. Попадая в щелочную зону, катионы кальция образуют вначале слаборастворимые соединения, которые под воздействием электроосмоса перемещаются в сторону катода. В катодной зоне количество нерастворимых солей со временем увеличивается, поэтому в водной вытяжке катионов кальция очень мало.

Таким образом, увеличение проницаемости и пористости катодной зоны объясняется с точки зрения основных положений коллоидной химии вообще и электрокинетической теории, в частности, а также физико-химической механики.

Выводы

1. Производительность скважин и пластов, а также нефтеотдача продуктивных коллекторов является функцией, зависящей от многих, как технологических, так и геологических, факторов тесно взаимосвязанных между собой.

2. Все методы повышения продуктивности пластов и нефтеотдачи коллекторов основаны на изменение незначительного числа факторов влияющих на призабойную зону скважины и оборудовании работающих в скважинах.

3. Практические методы, применяемые в настоящее время, достаточно эффективно способствовали увеличению дебита скважины и продуктивности пластов, а также нефтеотдачу коллекторов. Но, тем не менее, открытие новых нефтяных месторождений с залежами, имеющими высоковязких нефти, поставили перед специалистами новые более проблемные задачи, решение которых связаны с созданием наиболее активных методов, способствующих подключиться к процессу рахработки новых, ранее низко работающих или совсем не участвовавших в добыче продукции, пластов и пропластков.

4. Необходима разработка универсальных методов, способствующих повысить текущий дебит скважины, производительность пластов, а также нефтеотдачи коллекторов, дающих возможность отдельно влиять на один из факторов приводящий к увеличению технологических параметров.

5. В настоящее время самым эффективно действующим методом при разработке нефтяных месторождений с высоковязкой нефтью является применение электрической обработки отдельных или групп скважин, эксплуатирующих один и тот же пласт.

Литература:

1. Айткулов А.У. Повышение эффективности процесса регулирования разработки нефтяных месторождений. М.: ОАО ВНИИОЭНГ, 2000г., 272 с.
2. Кудинов В.И., Сучков Б.М. Новые технологии повышения добычи нефти.- Самара: Кн. Изд-во, 1998, -368 с.
3. Кудинов В.И. Совершенствование тепловых методов разработки месторождений высоковязкой нефти. М.: - Нефть и газ, 1996, - 283 с.

4. Позднышев Г.Н., Манырин В.Н., Савельев А.Г. Перспективные способы добычи нефти и ликвидации нефтяных загрязнений.- Самара. Издательский дом «БАХРАМ-М», 2004, 440 с.