РАЗБЛОКИРОВАНИЕ МЕЛКОПОРИСТЫХ СТРУКТУР ГАЗОВЫХ КОЛЛЕКТОРОВ, ЗАБЛОКИРОВАННЫХ КОНДЕНСАТОМ ИЛИ ВОДОЙ



А.И. БАЖАЛ, доктор технических наук, профессор, главный научный консультант



A.M. БАРАК*, президент Galex Energy Corporation

GALEX ENERGY CORPORATION, 116 N Well Street, Suite "A", Rocksprings, TX, 78880, USA www.galexenergy.com

дной из наиболее распространенных проблем при разработке газовых месторождений является блокирование коллекторов ретроградным конденсатом или водой.

При движении газа по капиллярам мелкопористой структуры резервуара могут возникать ситуации, когда в результате локального снижения давления или температуры создаются условия для выпадения из газа жидкой фазы, находящейся в парообразном состоянии. Силы поверхностного натяжения, капиллярные силы, связывают каплю росы, выпавшей жидкости, со стенками капилляра, блокируя его сечение, и не позволяют газу двигаться по этому капилляру. Это явление является объективным, происхождение его неминуемо, то есть его нельзя предотвратить — оно ожидаемо и обязательно произойдет. Поэтому важно понимать и прогнозировать момент начала этого явления и принять меры к минимизации потерь добываемого газа затрачивая на это минимальное количество усилий и средств.

Удельные значения капиллярных сил настолько велики, что никак не могут быть преодолены пластовым давлением и никакими другими внешними воздействиями. В случае, когда этим явлением охватывается значительное количество капилляров, и оно становится массивным (то есть охватывает массив коллектора), происходит

^{*}Адрес для переписки: alex.barak5@gmail.com; info@galexenergy.com

снижение количества газа, поступающего к добычной скважине. Наблюдается снижение дебита, вплоть до полного прекращения добычи газовой скважины.

Явление выпадения ретроградного конденсата и воды имеет место быть практически во всех мелкокапиллярных резервуарах газовых месторождений. Поскольку в газе растворены как углеводородные, так и водяные пары, не имеет значение знак смачиваемости поверхности капилляра — он неминуемо блокируется в обе стороны, то есть, хотя направление менисков поверхностного натяжения разнонаправлено, блокирование капилляра происходит, и движение по нему газа прекращается.

Не всегда проблема блокирования резервуара ретроградным конденсатом или водой достигает критических значений и не всегда правильно оценивается, поэтому зачастую меры, принимаемые для преодоления вызванных этой проблемой потерь добычи газа, не отвечают задаче решения проблемы. Принимаемые меры зачастую не решают, а усугубляют проблему блокирования прискважинной зоны природного резервуара.

Одной из наиболее распространенных мер по решению проблемы газоконденсатных или водяных пробок, вызванных выпадением из газа конденсата или воды, часто ошибочно принимаемым за подтягивание воды из водонапорной зоны пласта, является бурение боковых стволов скважин с целью обхода заблокированной зоны и выхода в незаблокированную зону пласта. Технически такое решение ведет к временному преодолению проблемы, но такое решение является краткосрочным, поскольку в прискважинной зоне бокового ствола возникнут те же условия выпадения конденсатной или водяной фазы и блокирование капилляров повторится уже в этой зоне бокового ствола. Бурение бокового ствола – это достаточно дорогостоящая операция с ограниченным эффектом.

Еще одним распространенным методом попыток борьбы с ретроградно конденсатными пробками является гидроразрыв. Гидроразрыв является еще более бесполезной и затратной процедурой в деле решения проблемы. При гидроразрыве используются огромные давления, которые создают множественные боковые трещины, наполненные жидкостью разрыва. В качестве жидкостей разрыва используются водные полимерные растворы. Полимеры, на границе трещины и коллектора создают электронно-молекулярные связи, оказывающие дополнительное блокирующее воздействие на резервуар. Таким образом, в зоне гидроразрыва действует уже два блокирующих фактора: естественный, вызванный выпадением из газа конденсата и воды, и искусственный, создаваемый полимерами, и образующий на границе трещины и породы т.н. «полимерный скин», т.е., зону поверхностных натяжений в ближайшем радиусе проникновения жидкости в капиллярную среду коллектора.

Таким образом, оба «радикальных» метода борьбы с конденсатными пробками являются а) малоэффективными; б) затратными; в) вредными, то есть наносящими вред природному резервуару.

Применяется так же более «щадящий» по отношению к резервуару метод установки конденсатных ванн. Эффект этого метода наблюдается только в трещинах и капиллярах большого размера, куда может проникать конденсат. Мелкокапиллярная среда, в силу несоразмерности молекул конденсата и размера капилляров, не становится проницаемой для конденсата, хотя частичная десорбция ретроградного

конденсата происходит. Этот метод также не является эффективным и универсальным для разблокировки конденсатных пробок.

Компания «Galex Energy Corporation» разработала и использует собственную эффективную технологию разрушения конденсатных пробок и разблокирования газовых мелкокапиллярных структур. Основа технологии — воздействие на проблемный участок резервуара кумулятивными волнами специально подобранных конфигураций и параметров с тем расчетом, чтобы при воздействии на проблемный элемент резервуара сходящиеся в заданной точке волны обеспечивали точечное усилие, превышающее капиллярные силы, связывающие жидкость с поверхностью капилляра и обеспечивали пошаговое продвижение пробки в сторону скважины до ее извлечения.

Технология была разработана и впервые успешно испытана на Кавердинском месторождении Полтавской области Украины. После этого технология претерпела комплекс улучшений и усовершенствований. На сегодняшний день технология имеет законченный вид, может применяться на скважинах различных глубин, давлений, химического состава газа, содержания в газе ядовитых и агрессивных компонентов, и предлагается к применению на всех видах скважин, условий залегания, типов коллекторов, уровней давлений, глубины блокирования коллектора, наличия в пластовом газе агрессивных и ядовитых веществ.

Технология используется без остановки процесса добычи, не требует специальных компоновок. Воздействие осуществляется с поверхности установкой и приведением в действие оборудования GALEX, устанавливаемого на фонтанной арматуре скважины. Единственное требование к скважине это наличие в скважине давления. Если давление отсутствует в силу полного пробкования прискважинной зоны резервуара гидратной пробкой, в скважине может быть создано давление от внешнего источника.

Воздействие производится в течение длительного времени циклами. При этом из скважины ведется добыча газа. Эффект воздействия наблюдается практически сразу и нарастает постепенно по мере разрушения конденсатной пробки и разблокирования резервуара. В период межцикловых перерывов в воздействии производится мониторинг скважины с анализом динамики изменений технических параметров. По результатам такого мониторинга исполнителем принимается решение по повторному циклу воздействия и параметрам такового.

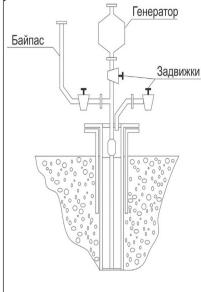
Схема компоновки установки технологического оборудования на скважине и порядок воздействия приведены ниже.

Одним из важных достоинств технологии является возможность её применения при очистке прискважинных зон от проблем «полимерного скина» при первичном освоении скважин, вызванного применением несоответствующих буровых растворов или жидкостей освоения.

Означенная проблема является весьма серьезной и широко распространенной, хотя зачастую отрицается операторами. В действующей практике вскрытия продуктивных отложений особое внимание уделяется выбору буровых растворов и растворов освоения с минимальным количеством твердой фазы.

Технология разблокирования мелкокапиллярных геологических структур газовых месторождений.

Схема установки генератора на устье скважины



- Блокировка мелкокапиллярных геологических структур подземных газовых месторождений происходит за счет заполнения капиллярной среды жидкостями (ретроградным конденсатом, фильтром бурового раствора, внутрипластовой и подпирающей водой). Капиллярное давление превышает пластовое и технически возможное техногенное давление со стороны устья скважины. при повышении давления со стороны скважины преодолеть капиллярную блокировку невозможно, т.к. первыми появятся трещины
- Ретроградный конденсат это легкая нефть, находящаяся в газе в парообразном состоянии. Существуют две точки на кривой состоянии газоконденсатной среды:

 - Первая – это точка давления в пласте, при достижении которой в
 - динамике добычного процесса парообразный конденсат превращается в жидкость и блокирует капиллярную среду резервуара; жидиеств и отменуют капильтирную среду резсурациа, — Вторая точка на этой диаграмме – это точка температуры, снизившись до которой парообразный конденсат превращается в жидкость и блокирует капиллярную структуру продуктивного подземного резервуара.
 - Жидкая фаза в продуктивном резервуаре и в процессе бурения скважин в случае применения неквалифицированных буровых растворов, а также при появлении в пласте подпирающей воды. Появление такой воды также блокирует
- Технология разблокирования продуктивных резервуаров, заблокированных текучими средами, основана на использовании кумулятивных волн, создаваемых на поверхности, на устье скважины и излучаемых в массив продуктивного резервуара заблокированного текучими средами. Волны обеспечивают массоперенос жидких фаз через капиллярную среду мелкокапиллярного резервуара в направлении к скважине и дальнейшее

продуктивный мелкокапиллярный резервуар, делая его непроницаемым.

- На устье скважины для реализации технологии устанавливается генератор волн и байпасная линия сброса газа.
- Работы производятся до достижения поставленной задачи разблокирования продуктивного резервуара. При низкой производительности скважины технология позволяет ее повысить
- После выполнения работ генератор волн и байпасную линию исполнитель демонтирует. Размеры генератора волн 650 x 350 мм.
- Испытания технологии позволили до 10 раз увеличить срок работы скважины до ощутимой потери производительности.

Это делается для предотвращения скин-эффекта и обеспечения сохранения исходных фильтрационно-коллекторских свойств продуктивного пласта и недопущения загрязнения его твердой и коллоидной фазами бурового раствора и жидкости освоения. При этом фактору наличия в растворе полимеров, обладающих поверхностно-активными свойствами, уделяется недостаточное внимание.

улаление их из скважины

Газовые месторождения, как привило, приурочены к мелкокапиллярным структурам, где размеры пор и капиллярных каналов несоизмеримы с размером твердой и коллоидной фаз растворов и их фильтратов. Однако не принимаются во внимание адгезионные свойства полимеров, содержащихся в фильтратах буровых растворов и жидкостей освоения. Такие поверхностно активные вещества способны создать «полимерный скин», намертво блокирующий возможность прохождения через него газа.

Технология GALEX по разблокированию резервуаров разрушением пробок из ретроградного конденсата и воды в состоянии успешно справляться с это проблемой. При этом процесс освоения не удлиняется во времени и не требует дополнительных операций и процедур. 👶