

## **СПОСОБ КОНТРОЛЯ ЗА ОСВОЕНИЕМ МЕСТОРОЖДЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ**

Патент РФ № 2544948

Патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем нефти и газа РАН.

Авторы: Богоявленский Василий Игоревич, Тупысев Михаил Константинович

Изобретение относится к области освоения месторождений углеводородов и может быть использовано для контроля за перетоками углеводородов из осваиваемого месторождения в вышележащие пласты-коллекторы. Технический результат - сокращение времени выявления возможных перетоков углеводородов из месторождения в вышележащие пласты-коллекторы из-за нарушения герметичности его покрышки и заколонных пространств скважин для принятия мер по их ликвидации и предотвращению возможных выбросов на поверхность земли. По способу определяют геологическое строение среды в районе месторождения. Выявляют потенциальные пласты-коллекторы в разрезе горных пород выше месторождения, направления их поднятия-восстания и пространственной ориентации систем субвертикальных трещин. Сооружают эксплуатационные и наблюдательные скважины со вскрытием последними пластов-коллекторов выше месторождения. Проводят термобарические исследования в эксплуатационных скважинах и определяют состав пластовых флюидов во всех скважинах. Фиксируют разгерметизацию месторождения по результатам данных исследований. Наблюдательные скважины сооружают вблизи от скважин, предназначенных для контроля за герметичностью их заколонных пространств и месторождения, в направлении ориентации субвертикальных трещин и восстания потенциальных пластов-коллекторов выше месторождения. В этих скважинах определяют изменение термобарических параметров в интервалах глубин залегания пластов-коллекторов в режиме реального времени.

Изобретение относится к области освоения месторождений углеводородов и может быть использовано для контроля за перетоками углеводородов из осваиваемого месторождения в вышележащие пласты-коллекторы с возможным их последующим аварийным или катастрофическим выходом (выбросом) на поверхность земли (суши или моря).

Согласно действующим правилам разработки нефтяных и газовых месторождений (Национальный стандарт Российской Федерации, ГОСТ Р 53713-2009) в процессе их освоения осуществляется контроль, основной задачей которого является оценка эффективности реализуемой системы разработки, применяемых технологий и реализация мероприятий по добыче углеводородов. При контроле за освоением месторождения изучают в том числе состояние герметичности эксплуатационных колонн, взаимодействие продуктивного горизонта с соседними по разрезу горизонтами и наличие перетоков жидкости и газа между пластами разрабатываемого объекта (залежи) и соседними объектами. Герметичность эксплуатационных колонн, например, определяется в результате геофизических исследований ствола скважины при остановке добычи углеводородов, поэтому такие исследования проводятся нерегулярно и, как правило, они связаны с капитальными ремонтами скважин.

Известен способ контроля за разработкой газовой залежи, включающий замер текущего пластового давления в эксплуатационных и наблюдательных скважинах, количества и состава добываемых пластовых флюидов, определение положения газовой контактной поверхности и исследование технического состояния скважин, а также сооружение сети дополнительных наблюдательных скважин на водоносные отложения выше кровли газовой залежи, периодический отбор из дополнительных наблюдательных скважин проб пластовой воды, определение в пробах содержания газа или компонентов газа из разрабатываемой залежи и фиксацию разгерметизации газовой залежи по изменению измеряемого содержания (объема и состава) (Авторское свидетельство СССР 1640377, кл. E21B 43/00, приоритет 28.04.89). Поскольку способ контроля реализуется на разрабатываемом месторождении, то можно считать, что перед его разработкой в результате геолого-геофизических исследований, включая детальную сейсморазведку 2D и/или 3D, было определено геологическое строение среды в районе месторождения, выявлены потенциальные пласты-коллекторы (водоносные отложения) в разрезе горных пород выше месторождения, направление их поднятия (восстания) и пространственной ориентации систем субвертикальных трещин.

Недостатком этого известного способа контроля является то, что при его реализации фиксируется разгерметизация кровли разрабатываемой залежи только по истечении некоторого времени до момента появления и фиксирования пластовых флюидов разрабатываемой залежи в пробах флюидов наблюдательных скважин.

Технической задачей описываемого изобретения является сокращение времени выявления возможных перетоков углеводородов из месторождения в вышележащие пласты-коллекторы из-за нарушения герметичности его кровли и заколонных пространств скважин для принятия мер по их ликвидации и предотвращению возможных выбросов на поверхность земли.

Поставленная техническая задача решается за счет того, что в способе контроля за освоением месторождения углеводородов, включающем определение геологического строения среды в районе месторождения, выявление потенциальных пластов-коллекторов в разрезе горных пород выше месторождения, направления их поднятия (восстания) и пространственной ориентации систем субвертикальных трещин, сооружение эксплуатационных и наблюдательных скважин, проведение термобарических исследований в эксплуатационных скважинах и состава пластовых флюидов во всех скважинах и фиксирование разгерметизации месторождения по результатам данных исследований, наблюдательные скважины сооружают вблизи от скважин, предназначенных для контроля за герметичностью их заколонных пространств и месторождения, в направлении ориентации субвертикальных трещин с учетом восстания потенциальных пластов-коллекторов и определяют в них изменение термобарических параметров в интервалах залегания пластов-коллекторов.

Сущность изобретения заключается в следующем.

При освоении месторождений нефти и газа возникает потребность в контроле за герметичностью залежей начиная со стадии сооружения поисковых и разведочных скважин (которые впоследствии могут быть переведены в разряд эксплуатационных), поскольку при бурении скважин из-за нарушения герметичности их заколонных пространств возможна разгерметизация покрышки месторождения (залежи) и перетоки пластового флюида месторождения (в первую очередь природного газа как наименее вязкого углеводорода) в вышележащие пласты-коллекторы с возможным аварийным или катастрофическим выбросом на поверхность земли. В большинстве случаев геологическая среда обладает системами трещин, включая субвертикальные, по которым горные породы имеют повышенную проницаемость. Поэтому при наличии в разрезе горных пород с осваиваемым месторождением системы субвертикальных трещин над месторождением (а также и в продуктивной залежи самого месторождения) в случае нарушения герметичности сооружаемых скважин пластовый флюид из месторождения будет фильтроваться с наибольшей интенсивностью в плоскости распространения систем трещин в горизонтальном и вертикальном направлениях в вышележащие пласты-коллекторы, далее по этим пластам в сторону их восстания (поднятия), скапливаясь в их купольной части с образованием так называемых техногенных залежей. По предлагаемому способу контроля наблюдательная скважина сооружается в непосредственной близости от скважины, выбранной для контроля за герметичностью заколонного пространства скважины и месторождения. При этом наблюдательную скважину сооружают в направлении от контролируемой скважины, совпадающем с ориентацией субвертикальных трещин, а также с учетом восстания имеющихся пластов-коллекторов, расположенных выше покрышки месторождения. Сам контроль заключается в следующем: в контролируемой скважине, вскрывающей месторождение, замеряют пластовое давление и температуру, а также состав пластовых углеводородов, в наблюдательной скважине постоянно регистрируют давление, температуру и состав пластового флюида в интервалах вскрытия скважиной пластов-коллекторов (в результате установки в указанных интервалах соответствующих приборов), при этом о перетоках пластового флюида из месторождения (его разгерметизации) судят по изменению фиксируемых параметров, например по появлению природного газа, которое кроме изменения первоначального состава пластового флюида может сопровождаться изменением его термобарических параметров (обычно рост давления и температуры). Таким образом, наблюдательная скважина сооружается по отношению к контролируемой таким образом, чтобы с максимальной вероятностью зафиксировать перетоки пластового флюида из осваиваемого месторождения в вышележащие пласты-коллекторы в случае его разгерметизации. Фиксация разгерметизации месторождения позволяет своевременно принимать меры по предотвращению загрязнения недр и окружающей среды в связи с опасностью межпластовых перетоков пластовых флюидов и выхода их на земную поверхность. Фиксация разгерметизации месторождения и ее своевременная ликвидация являются особенно важными (необходимыми) операциями при освоении месторождений с агрессивными компонентами в составе пластовых флюидов.

Предлагаемый способ применим при освоении месторождений как на суше, так и на море, причем в последнем случае он имеет наиболее важное значение, поскольку при разгерметизации месторождения с выходом пластового флюида в водную среду углеводороды могут быстро распространяться в ней с загрязнением окружающей среды, а в условиях арктических и субарктических морей, покрытых льдом, контроль за освоением месторождения дополнительно усложняется. Особенно важно применение предлагаемого способа в случае, если месторождение (залежь) характеризуется аномально высокими пластовыми давлениями (АВПД), повышающими вероятность его разгерметизации и мощность заколонных перетоков и выбросов углеводородов на поверхность земли.

#### Пример реализации способа

Для контроля за освоением месторождения 1, имеющего покрышку 2, после бурения разведочной скважины (Скв.Р) была пробурена наблюдательная скважина (Скв.Н) со вскрытием пластов-коллекторов 3 выше покрышки месторождения. Причем наблюдательная скважина пробурена в непосредственной близости от разведочной скважины в плоскости выявленных в процессе разведки месторождения субвертикальных трещин в интервале от покрышки месторождения 2 до вышележащих пластов-коллекторов 3. Наблюдательная скважина сооружена также по отношению к разведочной в сторону восстания (поднятия) указанных пластов-коллекторов. В интервалы вскрытия наблюдательной скважиной пластов-коллекторов спущены внутрискважинные приборы на кабеле 6 (см., например, устройство и способ по патенту РФ № 2404362, кл. E21B 49/08, G01N 30/02), позволяющие непрерывно вести регистрацию давления, температуры и состава пластового флюида в местах установки приборов. В сооруженной скважине (Скв.Р) после вскрытия месторождения 1 были замерены пластовые давление и температура, а также определен состав пластового флюида. Скважина была пущена в пробную эксплуатацию для уточнения параметров месторождения. После сооружения наблюдательной скважины в ней были начаты работы по контролю за освоением месторождения. В процессе контроля за параметрами пластового флюида в интервалах вскрытых пластов-коллекторов было зафиксировано появление в пласте-коллекторе над покрышкой месторождения пластового флюида из месторождения, в результате был сделан вывод о нарушении герметичности заколонного пространства разведочной скважины в интервале покрышки месторождения (например, в результате произошедших на территории месторождения сейсмических явлений), а также о необходимости проведения изоляционных работ в этом интервале.

При использовании предлагаемого способа контроля за освоением месторождения углеводородов возможная разгерметизация месторождения фиксируется в наблюдательных скважинах в режиме реального времени, т.е. непрерывно, поэтому имеется возможность своевременно принимать меры по ликвидации негативных последствий разгерметизации.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

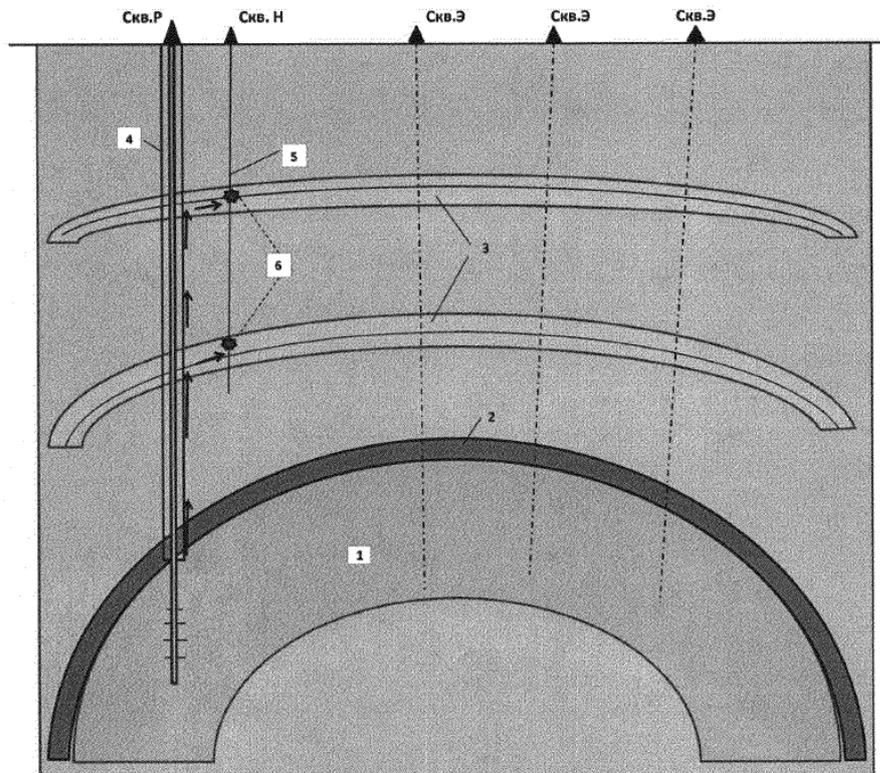


Схема реализации способа контроля за месторождением углеводородов: Сква. Р - контролируемая (разведочная) скважина, Сква. Н - наблюдательная скважина, Сква. Э - запроектированные эксплуатационные скважины, 1 - месторождение углеводородов, 2 - крышка месторождения, 3 - пласты-коллекторы выше месторождения по горному разрезу, 4 - ствол разведочной скважины, 5 - ствол наблюдательной скважины, 6 - датчики давления, температуры и состава пластового флюида.

→ Направления возможных перетоков пластового флюида из месторождения в выше лежащие пласты-коллекторы.