

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к устройству и способу автоматического регулирования притока пластовой воды в нефтяную скважину с помощью элементов, обладающих плавучестью.

Предшествующий уровень техники

В большинстве случаев добычу нефти и газа приходится останавливать в случае избыточного поступления воды из скважины. Время прорыва воды в скважину различно для различных зон и зависит также от глубины залегания зоны, будучи обусловлено падением давления потока. Если перекрыть зону, через которую в основном притекает вода, можно повысить продуктивность зон, из которых в основном добывают нефть. Системы, созданные в последнее время для этих целей, содержат клапаны и регулируемые сопла, управляемые с поверхности. Эти технически сложные системы требуют размещения в скважине большого количества оборудования и имеют низкую надежность. К тому же, возможности использования в каждой скважине более четырех-пяти клапанов ограничены. Кроме того, проходное сечение эксплуатационной колонны невелико, что снижает производительность.

В качестве простой альтернативы этому решению была разработана система сопел или каналов, в которой добыча ограничена независимо от того, поступает ли в скважину нефть или вода. Примеры таких систем описаны в патентах США №№ 6112815 и 5435393. Данные системы могут снижать потери на трение, вызываемые потоком флюида через эксплуатационную колонну, но они неспособны регулировать падение давления в системе с учетом обводненности продукции скважины. Согласно указанным патентам добываемые флюиды протекают через нерегулируемое устройство для ограничения потока, такое как капиллярная трубка или сопло, перед поступлением в эксплуатационную колонну. Эти устройства с капиллярными трубками обычно расположены вокруг эксплуатационной колонны подобно спиральной резьбе, а флюид протекает по канавкам резьбы.

В патенте США № 5333684 раскрыто устройство для извлечения газа из скважины без одновременного поступления воды. Устройство оснащено сферическими плавучими элементами с регулируемым расположением по вертикали, причем плотность плавучих элементов ниже плотности воды. При появлении в скважине воды элементы поднимаются и закрывают отверстие, препятствуя выходу воды из скважины.

Сущность изобретения

Изобретение предлагает ограничительное устройство, охарактеризованное в п. 1, и способ, охарактеризованный в п.5.

Приток пластовой воды из скважины в эксплуатационную колонну может быть снижен за счет поступления углеводородов, добываемых

в скважине, например, на участке колонны длиной 12 м, в одну или более проточных камер, сообщающихся с эксплуатационной колонной. Из такой камеры нефть протекает в эксплуатационную колонну через множество сквозных сопел в стенке колонны. В проточной камере размещено множество шариков. Шарик имеет примерно ту же плотность, что и пластовая вода. При добыче нефти шарики малоподвижны, так как их плотность значительно выше плотности нефти, так что они будут тонуть. Плотность нефти обычно ниже 900 кг/м^3 , в то время как плотность воды равна 1000 кг/м^3 . При поступлении воды эти шарики будут иметь в ней нейтральную плавучесть и будут закрывать сопла, через которые происходит приток пластовой воды. Шарик также может сосредотачиваться в одном месте, уменьшая поток через проточную камеру.

В альтернативном варианте нефть и пластовая вода могут протекать через обходные сопла, которые не могут перекрываться шариками. Эти обходные сопла снижают эффект регулирования так, что добыча не останавливается полностью даже при высокой обводненности продукции. Если конкретная зона скважины дает только воду, приток флюида в скважину обеспечивается только через сопла, не закрытые шариками.

Устройства по изобретению могут быть расположены с относительно короткими промежутками вдоль эксплуатационной колонны, в результате чего снижается добыча флюидов из зон притока пластовой воды. Устройства функционируют независимо друг от друга и обладают существенным быстродействием. Благодаря этому достигается более высокая избирательность и лучшее регулирование, чем при использовании систем управления с поверхности.

По сравнению с известными решениями уровня техники падение давления потока в эксплуатационной колонне значительно ниже, так что могут быть использованы эксплуатационные колонны больших размеров. Изобретение позволяет повысить надежность, снизить объем монтажных работ и затраты благодаря более простой технологии с полным отсутствием тросов или кабелей, их соединений и подвижных механических и гидравлических элементов высокой точности.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

Для более лучшего понимания изобретения в дальнейшем приведено описание примеров реализации, проиллюстрированных на прилагаемых чертежах.

На фиг. 1 изображена ситуация, когда поток нефти 1 проходит через фильтр 2 в проточную камеру 3. Множество шариков 4, которые тяжелее нефти, расположены в области нижней стороны камеры. Далее нефть следует через фильтр 5 в пространство 6 для последующего

прохода через отверстие 7 в эксплуатационную колонну 8, по которой она протекает вверх по скважине.

Фиг. 2 изображает то же устройство, что и на фиг. 1, но в данном случае через него протекает вода. Шарик скапливается по вертикали, так как имеет нейтральную плавучесть. При этом образуется скопление 14 шариков, вызывающее падение давления в потоке.

Фиг. 3 изображает кольцевой песочный фильтр 30, обходное сопло с отверстием 31 в эксплуатационной колонне 38, а также кольцевую камеру 33 с шариками 34, причем плотность шариков 34 приблизительно равна плотности пластовой воды. Один из шариков показан в положении закупоривания одного из сопел 32. Показана также пробка 39, изготовленная из материала, поддающегося сверлению или растворимого в среде на основе кислоты. В пробке 39 выполнено расточенное отверстие, проходящее практически насквозь пробки. Когда на более поздней стадии эксплуатации скважины конец этой пробки удаляют путем, например, ввода в скважину головки бура на гибком спиральном трубопроводе, добываемые флюиды более свободно притекают в скважину.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

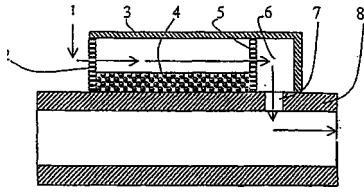
1. Устройство для ограничения притока пластовой воды из подземного пласта в скважину для добычи углеводородов, содержащее по меньшей мере одну проточную камеру (3, 33), которая размещена между подземным пластом и расположенной в скважине эксплуатационной колонной (38) и сообщается с указанной эксплуатационной колонной, причем проточная камера (3, 33) открыта на одном участке предпочтительно через фильтр (2) для притока пластовых флюидов и сообщается с эксплуатационной колонной (38) через по меньшей мере одно отверстие (7, 32), отличающееся тем, что проточная камера (3, 33) снабжена по меньшей мере одним свободно плавающим телом (4, 34), плотность которого приблизительно равна плотности пластовой воды, выполненным с возможностью уменьшения притока пластовой воды в эксплуатационную колонну (38) посредством закрытия по меньшей мере одного отверстия (32) или запирающего потока.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что в проточной камере (3) размещено несколько тел (4), выполненных с возможностью запирающего потока пластовой воды, протекающей через проточную камеру (3), посредством сосредоточения в компактную форму (14) за счет плавучести и воздействия гравитационных сил.

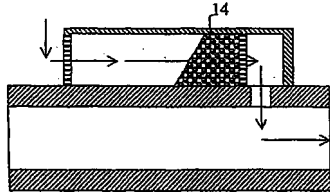
3. Устройство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что между проточной камерой (33) и внутренним пространством эксплуатационной колонны (38) расположена пробка (39), выступающая внутрь эксплуатационной колонны и снабженная несковозным расточенным отверстием, проходящим от проточной камеры (33) до внутренней стороны стенки трубы эксплуатационной колонны (38), при этом выступающая внутрь концевая часть пробки (39) выполнена с возможностью удаления посредством вводимого в скважину инструмента или жидкого растворителя с открытием расточенного отверстия пробки (39) для прохождения потока.

4. Устройство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что эксплуатационная колонна (38) снабжена сквозными отверстиями (31), расположенными снаружи части проточной камеры (33), в которой размещены свободно плавающие тела (34).

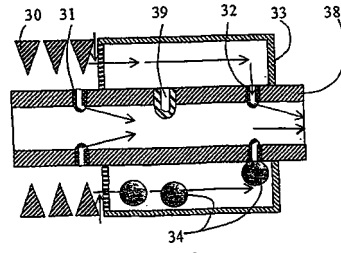
5. Способ ограничения притока пластовой воды из подземного пласта в скважину для добычи углеводородов, в котором между подземным пластом и расположенной в скважине эксплуатационной колонной (38) размещают по меньшей мере одну проточную камеру (3, 33), сообщаемую с эксплуатационной колонной (38), причем проточная камера (3, 33) открыта на одном участке предпочтительно через фильтр (2) для притока пластовых флюидов и сообщается с эксплуатационной колонной (38) через по меньшей мере одно отверстие (7, 32), при этом плотность добываемых углеводородов отлична от плотности пластовой воды, отличающийся тем, что при протекании добываемых углеводородов через проточную камеру (33) тела (34), плотность которых приблизительно равна плотности пластовой воды, удерживаются за счет воздействия гравитации и плавучести, по существу, на удалении от отверстий (32), выполненных между проточной камерой (33) и внутренним пространством эксплуатационной колонны (38), а при протекании пластовой воды через проточную камеру (33) тела (34) приводятся в вихревое движение в пластовой воде за счет сходных плотностей тел (34) и пластовой воды, которая полностью или частично заполняет проточную камеру (33), в результате чего тела закрывают отверстия (32) с постепенным снижением расхода пластовой воды, поступающей из проточной камеры (33) в эксплуатационную колонну (38), или сосредотачиваются с образованием в проточной камере (3, 33) скопления (14), которое снижает расход пластовой воды.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

