



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

E21B 21/08 (2020.01); E21B 43/10 (2020.01)

(21)(22) Заявка: 2018145779, 24.12.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
24.12.2018Дата регистрации:
16.09.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 24.12.2018

(43) Дата публикации заявки: 25.06.2020 Бюл. № 18

(45) Опубликовано: 16.09.2020 Бюл. № 26

Адрес для переписки:

190900, Санкт-Петербург, ВОХ 1255, ПАО
"Газпром", начальнику Департамента О.Е.
Аксютину

(72) Автор(ы):

Саркаров Рамидин Акбербубаевич (RU),
Селезнев Вячеслав Васильевич (RU),
Бариева Джарият Ибрагимовна (RU),
Раджабова Алина Рамидиновна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Публичное акционерное общество "Газпром"
(RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2365735 C2, 27.08.2009. RU
2523318 C1, 20.07.2014. RU 2079639 C1,
20.05.1997. RU 2630519 C1, 11.09.2017. US
4040487 A1, 09.08.1977.

(54) Способ вскрытия пластов с аномально высокими пластовыми давлениями и предупреждения смятия обсадной колонны скважины в процессе ее эксплуатации

(57) Реферат:

Изобретение относится к нефтегазодобывающей промышленности, в частности к технологии бурения, строительства и эксплуатации скважин на газоконденсатных месторождениях при наличии пластов с аномально высоким пластовым давлением (АВПД). При осуществлении способа проводят предварительное бурение и строительство дополнительной поглощательной скважины. Бурение, обсаживание и крепление ствола эксплуатационной скважины проводят до кровли высоконапорного водоносного пласта с АВПД с термостатированием колонны путем создания в сформированном замкнутом герметичном затрубном пространстве между кондуктором и промежуточной колонной вакуума за счет процесса инъекции посредством струйного насоса, расположенного в устьевой обвязке, в качестве рабочего агента для которого используют продукцию скважины. Проводят

вскрытие и регулируемый отвод пластовых вод из высоконапорного пласта в поглощательную скважину за счет энергии пласта до снижения АВПД. Затем завершают бурение и строительство скважины на продуктивные по углеводородам горизонты с включением в состав обсадной эксплуатационной колонны двух участков: напротив высоконапорного водонасыщенного пласта и продуктивного горизонта на газ, выполненных перфорированной обсадной трубой с отверстиями, заглушенными срезаемыми пробками. Осуществляют одновременно-раздельную эксплуатацию высоконапорного и газоконденсатного горизонтов путем оснащения скважины внутрискважинным оборудованием, предусматривающим подъем пластовых вод на дневную поверхность внутрискважинным газлифтом, их отвод в поглощательную скважину через установку по извлечению ценных компонентов. Обеспечивается безаварийное

вскрытие пластов с АВПД, предупреждение смятия обсадной колонны скважины в процессе ее эксплуатации на газоконденсатных многопластовых месторождениях и повышение

эффективности разработки месторождения за счет комплексного освоения пластового флюида.
3 з.п. ф-лы, 1 табл.

R U 2 7 3 2 4 2 4 4 2 4 2 C 2

R U 2 7 3 2 4 2 4 4 2 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

E21B 21/08 (2020.01); E21B 43/10 (2020.01)(21)(22) Application: **2018145779, 24.12.2018**(24) Effective date for property rights:
24.12.2018Registration date:
16.09.2020

Priority:

(22) Date of filing: **24.12.2018**(43) Application published: **25.06.2020 Bull. № 18**(45) Date of publication: **16.09.2020 Bull. № 26**

Mail address:

**190900, Sankt-Peterburg, BOX 1255, PAO
"Gazprom", nachalniku Departamenta O.E.
Aksyutinu**

(72) Inventor(s):

**Sarkarov Ramidin Akberbubaevich (RU),
Seleznev Vyacheslav Vasilevich (RU),
Barieva Dzhariyat Ibragimovna (RU),
Radzhabova Alina Ramidinovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Publichnoe aktsionernoe obshchestvo
"Gazprom" (RU)**(54) **METHOD OF DRILLING FORMATIONS WITH ABNORMALLY HIGH FORMATION PRESSURE AND PREVENTING COLLAPSED WELL CASING STRING DURING OPERATION THEREOF**

(57) Abstract:

FIELD: drilling of soil or rocks; mining.

SUBSTANCE: invention relates to oil and gas industry, in particular, to drilling, construction and operation of wells at gas-condensate fields in the presence of formations with abnormally high formation pressure (AHFP). Method comprises preliminary drilling and construction of additional absorbing well. Drilling, casing and attachment of production well shaft is carried out to the roof of high-pressure water-bearing formation with AHFP with thermostating of column by creation in formed closed annular space between conductor and intermediate column of vacuum due to injection process by means of jet pump located in wellhead, as working agent for which well production is used. Performing drilling and controlled removal of formation water from high-pressure formation into absorption well due to formation energy till AHFP is reduced. Then drilling and well construction on

hydrocarbon producing horizons are completed with inclusion of two sections into casing production string: opposite to high-pressure water-saturated formation and productive horizon to gas, made with perforated casing with holes, plugged with cut plugs. Perform simultaneous separate operation of high-pressure and gas-condensate horizons by equipping the well with downhole equipment, which involves lifting of formation water to day surface with downhole gas lift, their removal to the absorption well through the unit for extraction of valuable components.

EFFECT: provides for accident-free penetration of strata with AHFP, prevention of crash of well casing string during its operation at gas-condensate multilayer deposits and improvement of efficiency of deposit development due to integrated development of formation fluid.

4 cl, 1 tbl

Изобретение относится к нефтегазодобывающей промышленности, в частности к технологии бурения, строительства и эксплуатации скважин на газоконденсатных месторождениях при наличии пластов с аномально высокими пластовыми давлениями (АВПД).

5 Проблема вскрытия пластов с АВПД и предупреждение смятия обсадной колонны скважины в процессе ее дальнейшей эксплуатации на нефтегазоконденсатных месторождениях является осложняющим фактором нефтегазодобычи. Она актуальна для многих нефтегазодобывающих регионов страны, но особенно для месторождений юга Сибирской платформы, где в разрезе ряда газоконденсатных месторождений
10 присутствуют высоконапорные водоносные пласты с АВПД, насыщенные высокоминерализованными водами или рассолами, содержащими ценные компоненты в промышленных концентрациях. В большинстве случаев эти пласты располагаются значительно выше по разрезу основных продуктивных углеводородных горизонтов. Поэтому в процессе бурения и строительства эксплуатационных скважин возникает
15 необходимость в технологических решениях безаварийного вскрытия и предупреждения возможного смятия ствола при дальнейшей эксплуатации скважин.

Известен способ вскрытия продуктивных горизонтов в условиях АВПД при строительстве нефтегазовых скважин (см. патент RU №2039203, E21В 21/08, опубл. 09.07.1995). Сущность способа заключается в том, что бурение по активному интервалу
20 ведут после предварительного определения характера осложнения при технологических операциях с начальными технологическими параметрами, затем осуществляют изменение технологических параметров, определяют вероятность возникновения осложнений, а дальнейшее углубление ведут с параметрами, отвечающими условию минимальной вероятности возникновения аварийных ситуаций.

25 Недостатком способа является невозможность предупреждения смятия обсадной колонны скважины в процессе ее эксплуатации.

Известен метод по предупреждению смятия обсадных колонн скважины, основанный на проведении прочностного расчета всех элементов скважины. (Саркисов Г.М. Некоторые вопросы расчета обсадных колонн. - Баку: Азнефтеиздат, 1955. 98 с.). По
30 результатам расчетов делается выбор соответствующей номенклатуры обсадных труб в каждом конкретном случае.

Недостаток данного метода заключается в том, что он не в полной мере решает проблему предупреждения смятия обсадной колонны скважины в процессе ее
35 эксплуатации, в частности при бурении и эксплуатации глубоких скважин в сложных горно-геологических условиях при наличии пластов с АВПД. (Бозырев Ю.С. «Методы предотвращения смятия обсадных колонн глубоких скважин в сложных горно-геологических условиях» - Москва 2006 г//диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук).

Известен также способ предупреждения смятия обсадных колонн скважин в зоне
40 пластической деформации солей (см. а.с. СССР N 1224400, E21В 47/00, 1986), предусматривающий селективную установку дополнительных колонн-хвостовиков в зонах с характерной особенностью проявления пластической деформации пород.

Недостатком способа является значительное утяжеление конструкции скважины, а также в сложности его осуществления, так как предполагает постоянный контроль
45 состояния пластового флюида в скважине и составление прогноза.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению по вскрытию пластов с АВПД является способ вскрытия высоконапорных пластов, насыщенных крепкими рассолами (см. патент RU №2365735, E21В 21/08, опубл. 20.09.2008). Способ включает бурение и

крепление ствола скважины до кровли высоконапорного пласта, вскрытие бурением высоконапорных пластов с использованием мер противofонтанного выброса. Перед спуском колонны, крепящей ствол скважины до кровли продуктивного горизонта, в интервале поглощающего пласта, расположенного непосредственно под региональной водоупорной толщей, методом гидравлического разрыва формируют зону поглощения. После этого осуществляют крепление ствола скважины промежуточной обсадной колонной, обеспечивая связь сформированной зоны поглощения через устьевую обвязку с резервным емкостным парком и наземным насосным оборудованием за счет недоподъема цементного раствора на 80-100 м до башмака предыдущей обсадной колонны. Вслед за этим производят вскрытие бурением целевого высоконапорного пласта. В случае интенсивного рассолопроявления осуществляют отвод природного рассола закачкой наземным насосным оборудованием или за счет собственной энергии продуктивного высоконапорного пласта по межтрубному пространству в предварительно сформированную зону поглощения.

Способ обеспечивает нормальное вскрытие продуктивного высоконапорного водоносного пласта с АВПД, но не исключает смятие обсадной колонны скважины в процессе ее эксплуатации.

Задачей изобретения является создание безаварийного способа вскрытия пластов с АВПД, обеспечивающего снижение аномально высокого пластового давления в радиусе контура влияния на стволы газовых скважин, как в процессе бурения скважин, так и при дальнейшей их эксплуатации, предупреждение смятия обсадной колонны скважины в процессе ее эксплуатации и повышение эффективности разработки месторождения за счет комплексного освоения пластового флюида.

Поставленная задача решается тем, что в способе вскрытия пластов с АВПД и предупреждения смятия обсадной колонны скважины в процессе ее эксплуатации осуществляют предварительное бурение и строительство дополнительной поглотительной скважины, бурение обсаживание и крепление ствола эксплуатационной скважины проводят до кровли высоконапорного водоносного пласта с АВПД с термостатированием колонны скважины путем создания в сформированном замкнутом герметичном затрубном пространстве между первой и второй техническими колоннами вакуума за счет процесса инъекции, осуществляемого посредством струйного насоса, расположенного в устьевой обвязке, в качестве рабочего агента для которого используют продукцию скважины, проводят вскрытие и регулируемый отвод пластовых промышленных вод из высоконапорного пласта в поглотительную скважину за счет энергии пласта до снижения АВПД, затем завершают бурение и строительство скважины на продуктивные по углеводородам горизонты с включением в состав обсадной эксплуатационной колонны двух участков, напротив высоконапорного водонасыщенного пласта и продуктивного горизонта на газ, выполненных перфорированной обсадной трубой с отверстиями, заглушенными срезаемыми пробками, осуществляют одновременно-раздельную эксплуатацию высоконапорного и газоконденсатного горизонтов путем оснащения скважины внутри-скважинным оборудованием, предусматривающим подъем пластовых промышленных вод на дневную поверхность внутрискважинным газлифтом и их отводом в поглотительную скважину через установку по извлечению ценных компонентов.

Преимуществами предлагаемого способа являются: решение проблем вскрытия пластов с АВПД и предупреждение смятия обсадной колонны, регулируемый отвод рассолов из пласта с АВПД, использование ресурсов газового пласта для подъема рассола на дневную поверхность, получение дополнительного дохода за счет извлечения

ценных компонентов из пластовых промышленных вод.

Постоянный регулируемый отбор пластовой воды из высоконапорного водоносного пласта с АВПД позволяет снизить АВПД до значений близких к гидростатическому и исключает смятие обсадных колонн скважины как в процессе бурения, так и в процессе
5 дальнейшей ее эксплуатации.

Предлагаемое изобретение поясняется конкретным примером осуществления заявляемого способа.

Пример

Осуществление предлагаемого способа рассматривается на примере его реализации
10 для скважин Ковыктинского газоконденсатного месторождения, где основная газоносная залежь расположена в парфеновском горизонте (3050-3200 м). В северо-восточной части месторождения на глубине 2050-2100 м над газовой залежи находится водоносный горизонт с высокоминерализованными водами минерализацией до 600 г/дм³ с АВПД, коэффициент аномальности 2,3-2,65. На этом участке планируется бурение
15 и строительство эксплуатационных скважин. На объекте проведены детальные гидродинамические и гидрохимические исследования в процессе разведочного бурения.

Для утилизации пластовых высокоминерализованных и отработанных промышленных вод предварительно осуществляют бурение и строительство
20 дополнительной поглощательной скважины на глубину 1790 м в отложениях бильчирского горизонта с высокой приемистостью пород пласта.

После строительства и обустройства поглощательной скважины приступают к бурению эксплуатационной скважины. Бурение, обсаживание и крепление ствола эксплуатационной скважины проводят до кровли высоконапорного водоносного пласта с АВПД. При выполнении цементирования направление и кондуктор цементируют от
25 их башмаков до устья, а промежуточную колонну - от башмака до высоты на 50 м выше башмака кондуктора. За счет этого осуществляют термостатирование колонны скважины путем создания в промежутке между кондуктором и промежуточной колонной замкнутого герметичного пространства, в котором создается вакуум за счет процесса
30 инъекции, осуществляемого посредством струйного насоса, расположенного в устьевой обвязке, в качестве рабочего агента для которого используют продукцию скважины. Создание в сформированном замкнутом герметичном пространстве вакуума обеспечивает термостатирование скважины, что в дальнейшем при ее эксплуатации позволяет предупредить выпадение солей из насыщенных рассолов.

На нецементируемую верхнюю часть обсадной колонны кондуктора устанавливается
35 нижний крестовик колонной головки. Затем на нижний крестовик через катушку устанавливают спаренный превентор, нижний из которых с глухими плашками. Фланец превентора, служащий для выхода бурового раствора, через крестовик с запорной арматурой и измерительными приборами соединяют с поглощательной скважиной. После этого приступают к бурению и вскрытию пласта с АВПД.

40 Регулируемый отбор высокоминерализованных вод из открытого ствола рапопроявляющего пласта с последующим захоронением в поглощающий горизонт, осуществляют до снижения давления в пласте с АВПД близкому к гидростатическому давлению с учетом плотности пластового флюида.

Расчет продолжительности активного водопроявления рапопроявляющего пласта
45 в процессе бурения скважин проведен, используя формулу:

$$P_{\text{плм}} - P_{\text{заб}} = \frac{\mu q}{4\pi kh} * \ln \frac{2,25 \chi t}{r_{\text{ск}}^2}, \text{ где}$$

$P_{\text{пдм}}$ - пластовое давление в точке М на радиусе контура питания, Па;

$P_{\text{заб}}$ - давление на забое скважины, Па;

μ - динамическая вязкость пластовой жидкости, Па*с;

5 q - дебит скважины, м³/с;

k - проницаемость пласта, м²;

h - мощность пласта, м;

$r_{\text{ск}}$ - радиус скважины, м;

10 t - время, прошедшее с начала разработки, с;

χ - коэффициент пьезопроводимости пласта, м²/с.

Расчеты показывают, что продолжительность активного водопроявления составляет примерно 1-3 месяца.

15 Следует отметить что, результаты расчетов хорошо согласуются с промысловыми данными, полученными в ходе разведочного бурения. Так при вскрытии высокодебитных объектов в процессе бурения продуктивный интервал (зона) рапопроевления работал на перелив в течение нескольких месяцев. Например, - скв Ковыктинская 18 - 1 месяц, скв. Омолойская 13 - 2-3 месяца.

20 В период снижения давления в пласте с АВПД отбор высокоминерализованных пластовых вод осуществляют в регулируемом режиме самоизлива, а их закачка в поглотительный горизонт в процессе бурения эксплуатационной скважины осуществляют за счет избытка давления на устье скважины.

25 По окончании этапа вскрытия рапопроявляющего пласта продолжают бурение и строительство скважины на продуктивный по углеводородам горизонт с включением в состав обсадной эксплуатационной колонны двух участков (напротив высоконапорного водонасыщенного пласта и продуктивного горизонта на газ), выполненных перфорированной обсадной трубой с отверстиями, заглушенными срезаемыми пробками. Это в значительной мере облегчит в последующем освоение продуктивных пластов.

30 При окончательном завершении этапа бурения и строительства скважины проводят обустройство устья, прискважинного оборудования и спускают НКТ, включающее в своем составе специальное внутрискважинное оборудование, позволяющее проводить одновременно-раздельную эксплуатацию двух эксплуатационных объектов.

35 Осуществляют одновременно-раздельную эксплуатацию высоконапорного рапаносного и газоконденсатного горизонтов. При этом для подъема пластовых промышленных вод на дневную поверхность используется внутрискважинный газлифт.

40 Основываясь на оценке прогнозных эксплуатационных запасов рассолов водоносного горизонта и прогнозных показателей объемов добычи газа одной скважиной рассчитаны технологические показатели одновременно-раздельной эксплуатации продуктивных горизонтов.

Расчетный расход газа на добычу высокоминерализованных пластовых вод методом внутрискважинного газлифта в зависимости от понижения столба жидкости в стволе НКТ приведен в таблице.

Таблица - Расход газа для добычи высокоминерализованных пластовых вод в зависимости от понижения столба жидкости в стволе НКТ

Понижение столба жидкости в стволе НКТ, м	Давление столба жидкости в стволе НКТ, Па	Удельный расход газа на одну тонну жидкости, м ³	Расход газа на 140 тонн (100м ³) жидкости, м ³	Расход газа на 210 тонн (150м ³) жидкости, м ³
0	28812000	2,05	287,0	430,5
100	27440000	5,73	802,2	1203,3
300	24696000	14,73	321,7	2062,2
500	21952000	26,78	3749,2	5623,8
1000	15092000	84,74	11863,6	17795,4

Как видно из таблицы, расход газа для подъема 100-150 м³ высокоминерализованных пластовых вод при условии понижения уровня столба жидкости в стволе НКТ на 300 м составляет всего 0,32-2,06 тыс.м³, а при снижении уровня на 1000 м - 11,9-17,8 тыс.м³.

Прогнозный дебит газа на 1 скважину составляет более 500 м³ в сутки.

Следует отметить, что расходуемый для газлифта газ не выпадает из общих объемов добычи. На этапе подготовки высокоминерализованных пластовых промышленных вод для извлечения ценных компонентов газ выделяют из газожидкостной смеси и с помощью струйного газового насоса направляют в трубопровод транспортировки газа или может быть использован для собственных технологических нужд.

Высокоминерализованные пластовые промышленные воды перед утилизацией направляют на установку по извлечению ценных компонентов, где происходит их переработка с получением ценной химической и редкометальной продукции (брома, оксида магния, соединений редких металлов и др.), что обеспечивает диверсификацию продукции скважины и получение дополнительного дохода. Так, при переработке 100 м³/сут высокоминерализованных пластовых промышленных вод Ковыктинского месторождения по известным технологиям извлекают ценные компоненты в виде их соединений в количестве, т/год: карбонат лития - 80-85; бромид кальция - 310-320; оксид магния - 1300-1350. Отработанные пластовые воды направляют для закачки в поглощающую скважину.

Таким образом, реализация предлагаемого способа обеспечит:

- снижение аномально высокого пластового давления в радиусе контура влияния на стволы газовых скважин, как в процессе бурения скважин, так и при дальнейшей их эксплуатации;

- безаварийное вскрытие пластов с АВПД;

- предупреждение смятия обсадной колонны скважины в процессе ее эксплуатации
- повышение эффективности разработки месторождения за счет комплексного освоения пластового флюида и получения дополнительного дохода от производства и реализации ценной химической и редкометальной продукции.

(57) Формула изобретения

1. Способ вскрытия пластов с аномально высоким пластовым давлением (АВПД) и предупреждения смятия обсадной колонны в процессе ее эксплуатации, включающий бурение, обсаживание и крепление ствола эксплуатационной скважины, отличающийся

тем, что предварительно осуществляют бурение и строительство дополнительной поглотительной скважины, бурение, обсаживание и крепление ствола эксплуатационной скважины проводят до кровли высоконапорного водоносного пласта с АВПД с термостатированием колонны скважины, проводят вскрытие и регулируемый отвод
5 пластовых промышленных вод из высоконапорного пласта в поглотительную скважину за счет энергии пласта до снижения АВПД, затем завершают бурение и строительство скважины на продуктивные по углеводородам горизонты с включением в состав обсадной эксплуатационной колонны двух участков, напротив высоконапорного водонасыщенного пласта и продуктивного горизонта на газ, выполненных
10 перфорированной обсадной трубой с отверстиями, заглушенными срезаемыми пробками, осуществляют одновременно-раздельную эксплуатацию высоконапорного и газоконденсатного горизонтов путем оснащения скважины внутрискважинным оборудованием, предусматривающим подъем пластовых промышленных вод на дневную поверхность и их отводом в поглотительную скважину.

15 2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что термостатирование колонны скважины осуществляют путем создания в промежутке между кондуктором и промежуточной колонной замкнутого герметичного пространства, в котором создается вакуум за счет процесса инъекции, осуществляемого посредством струйного насоса, расположенного в устьевой обвязке, в качестве рабочего агента для которого используют продукцию
20 скважины.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что подъем пластовых промышленных вод на дневную поверхность осуществляют внутрискважинным газлифтом.

4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что пластовые промышленные воды перед отводом в поглотительную скважину пропускают через установку по извлечению
25 ценных компонентов.

30

35

40

45