



(51) МПК  
*E21B 7/04* (2006.01)  
*E21B 43/12* (2006.01)  
*E21B 43/14* (2006.01)  
*E21B 43/20* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

*E21B 7/04* (2022.08); *E21B 43/12* (2022.08); *E21B 43/14* (2022.08); *E21B 43/20* (2022.08)

(21)(22) Заявка: 2022130723, 25.11.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 25.11.2022

Дата регистрации:  
 09.01.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 25.11.2022

(45) Опубликовано: 09.01.2023 Бюл. № 1

Адрес для переписки:  
 423462, Рес. Татарстан, г. Альметьевск, ул.  
 Тельмана, 88, Баров Юрий Николаевич

(72) Автор(ы):

Идиятуллина Зарина Салаватовна (RU),  
 Плаксин Евгений Константинович (RU),  
 Оснос Лилия Рафагатовна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Публичное акционерное общество  
 "Татнефть" им. В.Д. Шашина (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
 о поиске: RU 2578090 C1, 20.03.2016. RU  
 2211311 C2, 27.08.2003. RU 2387815 C1,  
 27.04.2010. US 3871450 A1, 18.03.1975. GB  
 2593409 A, 22.09.2021. ИВАНОВСКИЙ В.Н.  
 Одновременно-раздельная эксплуатация и  
 "интеллектуализация" скважин: вчера, сегодня,  
 завтра, Инженерная практика, 2010, N 1, с. 4-  
 15. Одновременная раздельная эксплуатация  
 нескольких пластов одной (см. прод.)

(54) Способ разработки залежи в слоистых коллекторах

(57) Реферат:

Изобретение относится к нефтегазодобывающей промышленности, а именно к разработке нефтяной залежи нефти в карбонатных и терригенных слоистых коллекторах, разобщенных непроницаемыми пропластками. Способ разработки залежи в слоистых коллекторах включает выделение участков с двумя и более продуктивными пластами и/или пропластками в разрезе и проведение геофизических исследований продуктивных пластов и/или пропластков. Предварительно выделяют участки с нижним наиболее продуктивным и массивным по толщине пластом и/или пропластком. После чего производят вскрытие по технологической сетке и строительство нагнетательных скважин и добывающих горизонтальных скважин, сообщенных с продуктивными пластами и/или пропластками. При строительстве добывающей скважины вскрытие бурением производят в два

этапа. Первый этап включает в себя вскрытие наклонным участком с зенитным углом 50-85° до кровли нижнего пласта и/или пропластка с последующим его креплением цементированием обсадной колонны. Второй этап включает вскрытие горизонтальным открытым стволом нижнего продуктивного пласта и/или пропластка с зенитным углом 85-95° и длиной не менее 200 м. Вторичное вскрытие интервалами перфорации производят только тех верхних продуктивных пластов и/или пропластков, у которых пластовое давление отличается не более чем на 10% от среднего их давления. Добывающую скважину снабжают установкой для одновременно-раздельной эксплуатации с размещением пакера между интервалами перфорации и открытым стволом скважины для раздельной добычи продукции из верхних и нижнего продуктивных пластов и/или пропластков. Далее производят закачку рабочего агента через нагнетательные





FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

*E21B 7/04* (2006.01)*E21B 43/12* (2006.01)*E21B 43/14* (2006.01)*E21B 43/20* (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*E21B 7/04 (2022.08); E21B 43/12 (2022.08); E21B 43/14 (2022.08); E21B 43/20 (2022.08)*(21)(22) Application: **2022130723, 25.11.2022**(24) Effective date for property rights:  
**25.11.2022**Registration date:  
**09.01.2023**

Priority:

(22) Date of filing: **25.11.2022**(45) Date of publication: **09.01.2023** Bull. № 1

Mail address:

**423462, Res. Tatarstan, g. Almetevsk, ul. Telmana,  
88, Barov Yuriy Nikolaevich**

(72) Inventor(s):

**Idiatullina Zarina Salavatovna (RU),  
Plaksin Evgenii Konstantinovich (RU),  
Osnos Liliia Rafagatovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Publichnoe aktsionernoe obshchestvo «Tatneft»  
imeni V.D. Shashina (RU)****(54) METHOD FOR DEVELOPING DEPOSITS IN LAYERED RESERVOIRS**

(57) Abstract:

FIELD: oil and gas industry.

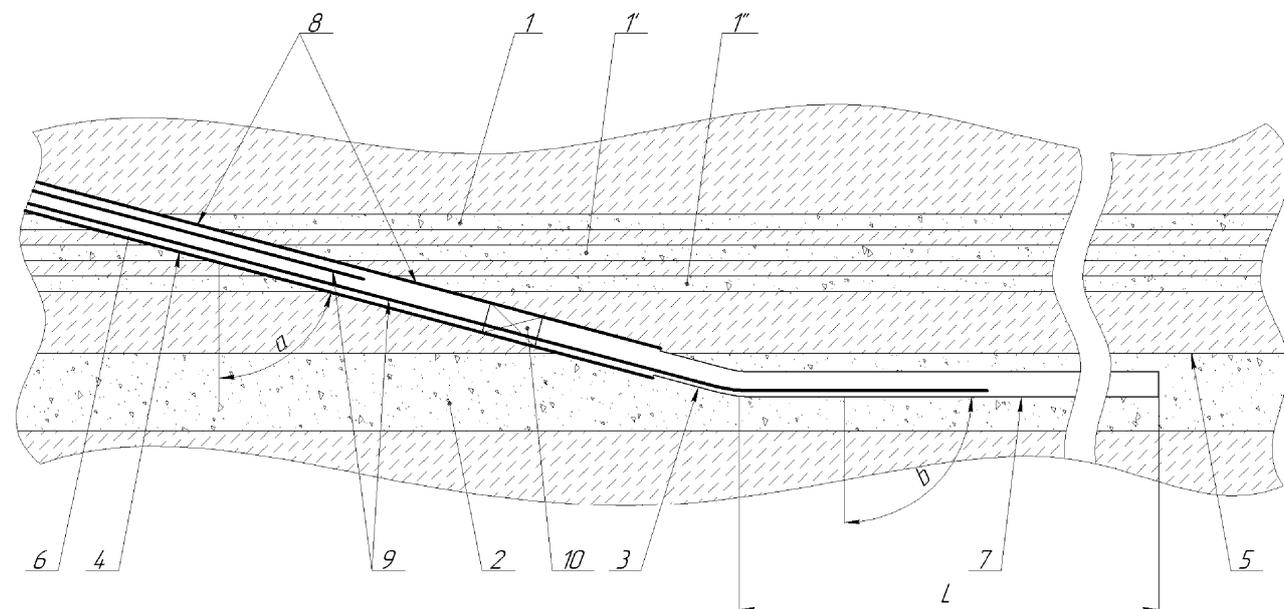
SUBSTANCE: invention relates to the oil and gas industry, namely the development of oil deposits in carbonate and terrigenous layered reservoirs separated by impermeable interlayers. A method for developing a deposit in layered reservoirs includes identifying areas with two or more productive formations and/or interlayers in a section and conducting geophysical studies of productive formations and/or interlayers. Sections with the lower most productive and massive in thickness layer and/or interlayer are pre-allocated. After that, an opening is performed along a technological grid and the construction of injection wells and production horizontal wells connected with productive formations and/or interlayers. During the construction of a production well, opening by drilling is carried out in two stages. The first stage includes opening with an inclined section with a zenith angle of 50-85° to the top of the lower formation and/or

interlayer, followed by its fixing by cementing the casing string. The second stage includes the opening of the lower productive formation and/or interlayer with a zenith angle of 85-95° and a length of at least 200 m with a horizontal open hole. than 10% of their average pressure. The production well is equipped with an installation for simultaneous-separate operation with the placement of a packer between the perforation intervals and the open hole of the well for separate production of products from the upper and lower productive strata and/or interlayers. Next, the working agent is injected through the injection wells to maintain reservoir pressure and the product is withdrawn through the production wells with the control of the water cut of the produced product.

EFFECT: simplification of the construction of a horizontal production well and savings in materials during its construction.

1 cl, 1 dwg

RU 2787503 C1



RU 2787503 C1

Изобретение относится к нефтегазодобывающей промышленности, а именно к разработке нефтяной залежи нефти в карбонатных и терригенных слоистых коллекторах, разобщенных непроницаемыми пропластками.

Известен способ сооружения скважин с отдаленным забоем (патент RU № 2295024, МПК E21B 7/04, опубл. 10.03.2007 Бюл. № 7) преимущественно при разработке нефтегазовых месторождений, расположенных под водоохранной зоной или акваторией арктического шельфа, заключающийся в строительстве на допустимом расстоянии от береговой линии шурфа с установкой в нем направления, проводке из-под него в проектном азимуте на минимально допустимом расстоянии от поверхности земли и/или дна акватории или по дну акватории траншейным и/или бестраншейным методом горизонтального участка ствола скважины под горизонтальное направление длиной, обеспечивающей последующее бурение с заданным зенитным углом наклонно направленного участка ствола скважины до вскрытия продуктивного пласта в проектной точке, причем в процессе проводки скважины осуществляют прокладку и/или протаскивание пучка труб, которые являются элементами горизонтального направления, кондукторов и обсадных колонн, а упомянутый пучок труб заканчивается искривленным вниз на заданный зенитный угол участком, угол кривизны которого соответствует траектории вышеуказанного наклонно направленного участка ствола скважины.

Недостатками данного способа являются сложность строительства и большие непродуктивные производственные затраты материалов (обсадных труб, цемента и т.п.) на реализацию, связанные с необходимостью строительства сложного по строению забоя и продолжительного горизонтального участка, не вовлеченного в процесс добычи продукции.

Известен также способ разработки залежи нефти в слоистых карбонатных коллекторах (патент RU № 2387815, МПК E21B 43/20, опубл. 27.04.2010 Бюл. № 12), включающий размещение, бурение вертикальных нагнетательных и разветвленной горизонтальной добывающей скважины с горизонтальными стволами, закачку вытесняющей жидкости через вертикальные нагнетательные скважины и отбор продукции через разветвленную горизонтальную добывающую скважину, причем выделяют не менее двух тонких карбонатных пластов-коллекторов, совпадающих в плане, расположенных в непосредственной близости друг от друга, разделенных глинистыми прослоями-перемычками, уточняют распространение нефтенасыщенных толщин пластов-коллекторов по площади залежи, выбирают участки с предельно-допустимыми эффективными нефтенасыщенными толщинами пластов-коллекторов не менее двух метров каждый, затем бурят разветвленную горизонтальную скважину для одновременной разработки двух и более пластов-коллекторов, размещают горизонтальные стволы в самых проницаемых интервалах пластов, причем стволы проводят в направлении увеличения эффективных нефтенасыщенных толщин, а длину стволов принимают обратно пропорциональной их проницаемости.

Недостатками данного способа являются сложность строительства и большие непродуктивные производственные затраты материалов (обсадных труб, цемента и т.п.) на реализацию, связанные с необходимостью строительства сложного по строению забоя и продолжительного горизонтального участка, не вовлеченного в процесс добычи продукции.

Недостатками данного способа являются сложность строительства разветвлённых стволов скважины (с отдельным горизонтальным забоем для каждого пласта-коллектора) и большие непродуктивные затраты времени и технических средств

вследствие необходимости установки профильного перекрывателя на против каждого глинистого прослоя-перемычки.

Наиболее близким по технической сущности является способ разработки нефтяной залежи (патент RU № 2578090, МПК E21B 43/14, E21B 43/20, опубл. 20.03.2016 Бюл. № 8), включающий разбуривание залежи вертикальными и горизонтальными многозабойными скважинами по технологической сетке с формированием элементов разработки, включающих в каждом нагнетательную и добывающие скважины, циклическую закачку рабочего реагента через нагнетательные скважины и отбор продукции через добывающие скважины, замеры добычи нефти, воды и закачиваемой жидкости, проведение гидродинамических исследований и поддержание пластового давления в зоне отбора на уровне первоначального, причем перед разбуриванием залежи с площадной системой разработки выделяют участки с двумя и более продуктивными пластами и/или пропластками в разрезе, на участках формируют элементы, вскрывая эти пласты и/или пропластки вертикальными нагнетательными скважинами, в каждом элементе бурят две многозабойные скважины с горизонтальным окончанием в каждом пласте и/или пропластке по двум противоположным сторонам элемента длиной, равной 80-96% от длины стороны элемента, в нагнетательных скважинах разделяют продуктивные пласты и/или пропластки управляемыми пакерами для дифференциации давления нагнетания по каждому из пластов и/или пропластков в зависимости от их фильтрационно-емкостных свойств, бурят дополнительную добывающую скважину в элементах, горизонтальные участки которой расположены в каждом из пластов и/или пропластков в сторону нагнетательных скважин до сообщения с соответствующей нагнетательной скважиной в соответствующем пласте и/или пропластке, участок каждого горизонтального ствола снабжают глухим пакером, обеспечивающим изоляцию и отделяющим забой с нагнетательной скважиной на расстоянии не более 40-60 м, а устье добывающей скважины изолируют так, чтобы зона отбора составляла 5-24% длины всего горизонтального участка от точки входа в пласт, при этом нагнетательные скважины оборудуют устройствами для одновременно-раздельного нагнетания рабочего агента в каждый из вскрытых пластов и/или пропластков соответствующих скважин с периодами и давлением, обеспечивающими максимальное восстановление давления в зоне отбора при вытеснении нефти и не приводящими к преждевременному обводнению добываемой продукции.

Недостатками данного способа являются сложность строительства разветвлённых стволов скважины (с отдельным горизонтальным забоем для каждого продуктивного пласта) и большие непродуктивные производственные затраты времени и технических средств вследствие необходимости вторичного вскрытия каждого пласта по определенной системе и установки пакеров по мере изменения фильтрационно-емкостных свойств соответствующего пласта.

Технической задачей предлагаемого изобретения является создание способа разработки залежи в слоистых коллекторах, позволяющего упростить строительство и сэкономить материалы за счет строительства одной скважины вскрывающий все разрабатываемые пласты или пропластки с расположением открытого (не обсаженного) горизонтального ствола в нижнем из них.

Техническая задача решается способом разработки залежи в слоистых коллекторах, включающим выделение участков с двумя и более продуктивными пластами и/или пропластками в разрезе, проведение геофизических исследований продуктивных пластов и/или пропластков, их вскрытие по технологической сетке и строительство нагнетательных скважин и добывающих горизонтальных скважин, сообщенных с

продуктивными пластами и/или пропластками, закачку рабочего агента через нагнетательные скважины для поддержания пластового давления и отбор продукции через добывающие скважины с контролем обводненности добываемой продукции.

Новым является то, что выделяют участки с нижним наиболее продуктивным и массивным по толщине пластом и/или пропластком, при строительстве добывающей скважины вскрытие бурением производят в два этапа, первый из которых включает в себя вскрытие наклонным участком с зенитным углом  $50^{\circ}$ – $85^{\circ}$  до кровли нижнего пласта и/или пропластка с последующим его креплением цементированием обсадной колонны, а второй – вскрытие горизонтальным открытым стволом нижнего продуктивного пласта и/или пропластка с зенитным углом  $85^{\circ}$ – $95^{\circ}$  и длиной не менее 200 м, причем вторичное вскрытие интервалами перфорации производят только тех верхних продуктивных пластов и/или пропластков, у которых пластовое давление отличается не более чем 10% среднего их давления, снабжают добывающую скважину установкой для одновременно-раздельной эксплуатации – ОРЭ с размещением пакера между интервалами перфорации и открытым стволом скважины для раздельной добычи продукции из верхних и нижнего продуктивных пластов и/или пропластков.

На чертеже изображена схема реализации способа.

Конструктивные элементы и технологические соединения, не влияющие на реализацию способа, на чертеже не показаны или показаны условно

Способ проектирования разработки залежи в слоистых коллекторах включает выделение участков с двумя и более продуктивными пластами и/или пропластками  $1, 1' \dots 1^i (1^j)$  в разрезе, нижний 2 из которых наиболее продуктивен и массивен по толщине, проведение геофизических исследований продуктивных пластов и/или пропластков  $1^j$  и 2, их вскрытие по технологической сетке и строительство нагнетательных скважин (не показаны) и добывающих горизонтальных скважин 3, сообщенных с продуктивными пластами и/или пропластками  $1^j$  и 2. Причем при строительстве добывающей скважины 3 вскрытие бурением производят в два этапа, первый из которых включает в себя вскрытие наклонным участком 4 с зенитным углом  $\alpha=50^{\circ}$ – $85^{\circ}$  (чем мощнее по продуктивности и массивности верхние пласты и/или пропластки  $1^j$ , тем угол  $\alpha$  больше для более участка ствола скважины 3 в данном пласте и/или пропластке  $1^j$ ) до кровли 5 нижнего пласта и/или пропластка 2 с последующим креплением пробуренного ствола цементированием (не показано) обсадной колонны 6, а второй – вскрытие горизонтальным открытым стволом 7 нижнего продуктивного пласта и/или пропластка 2 с зенитным углом  $\beta=85^{\circ}$ – $95^{\circ}$  и длиной не менее  $L \geq 200$  м для максимального охвата добычей продукции нижнего пласта и/или пропластка 2 в том числе и на удаленных и труднодоступных участках залежи.

В ходе геофизических исследований отбрасывают те верхние пласты и пропластки  $1^j$ , у которых пластовое давление в 2 в более раз превышает остальные. У выбранных пластов и пропластков  $1^i$  определяют среднее пластовое давление ( $P_{\text{ср}}$ ) по формуле:

$$P_{\text{ср}} = \frac{\sum_{j=1}^i P_j}{i}, \quad [1]$$

где  $P_j$  – пластовое давление соответствующего выбранного пласта и/или пропластка  $1^j$ , где  $j$  от 1 до  $i$ , МПа;

$i$  – количество выбранных пластов и/или пропластков  $1^j$ .

После чего для вторичного вскрытия интервалами перфорации 8 выбирают пласты  $1^j$  с давлением соответствующему критерию:

$$P_j = P_{\text{ср}} \pm 10\%, \quad [2]$$

где  $P_j$  – пластовое давление соответствующего выбранного пласта и/или пропластка  $1^j$ , где  $j$  от 1 до  $i$ , МПа;

$P_{\text{ср}}$  – среднее пластовое давление, рассчитанное по формуле [1], МПа.

В выбранных верхних продуктивных пластах и/или пропластках  $1^j$  проводят вторичное вскрытие интервалами перфорации 8. Выполнение критерия [2] полностью исключает межскважинные перетоки продукции между вскрытыми пластами и/или пропластками  $1^j$ . Аналогично производят вскрытие верхних продуктивных пластах и/или пропластках  $1^j$  и нижнего пласта и/или пропластка 2 в нагнетательных скважинах.

Добывающую горизонтальную скважину 3 снабжают установкой для одновременно-раздельной эксплуатации (ОРЭ – показана условно) 9 с размещением пакера 10 между интервалами перфорации 8 и открытым стволом 7 этой скважины 3 для раздельной добычи продукции из верхних  $1^j$  и нижнего 2 продуктивных пластов и/или пропластков. Закачку рабочего агента производят через нагнетательные скважины для поддержания пластового давления в продуктивных пластах и/или пропластках  $1^j$  и 2.

Строительство одной горизонтальной скважины значительно экономит время (примерно в 2,5 – 4 раза на месторождениях Республики Татарстан – РТ) и материалы (примерно в 1,6 – 3 раза на месторождениях РТ) на строительство добывающей скважины 3. А прохождение ствола в два этапа под зенитными углами  $a$  и  $b$  практически полностью исключает потерю в объёмах добычи продукции из пластов и/или пропластков  $1^j$  и 2.

На конструкцию, способ установки и эксплуатацию оборудования для ОРЭ авторы не претендуют, так как они известны в большом количестве из открытых источников (например, см. патенты RU №№ 2313659, 2405935, ПМ 165807 или т.п.).

Пример конкретного выполнения.

В ходе геофизических исследований определили залежи в слоистых коллекторах месторождений РТ с тремя продуктивными карбонатными пластами верхний Верейский горизонт 1,  $1'$  ...  $1^i$  ( $1^j$ ) со средним пластовым давлением 6,2 МПа, эффективная нефтенасыщенная толщина 1,6 м, нижний пласт 2 – Башкирский ярус с пластовым давлением 6,8 МПа, эффективная нефтенасыщенная толщина 4,7 м, бурят добывающую горизонтальную скважину 3, вскрывают продуктивные пласты  $1^i$  и 2. Вскрытие добывающей скважины 3 бурением произвели в два этапа, первым вскрыли верейский горизонт 4 с зенитным углом  $a=55^\circ$  до кровли 5 башкирского яруса 2 пробуренный ствол цементируют (не показано) обсадной колонной 6, а вторым вскрыли башкирский ярус 2 горизонтальным открытым стволом без обсаживания эксплуатационной колонной 7 с зенитным углом  $b=89^\circ$  и длиной  $L=1750$  м для максимального охвата добычей башкирского яруса 2 (определено эмпирическим путем). Выбрали все верхние пласты 1,  $1'$  ...  $1^i$  верейского горизонта, так как они укладываются все в интервал с давлением  $P_j = 6,2 \pm 3\%$  МПа (менее 10%). Провели вторичное вскрытие всех пластов 1,  $1'$  ...  $1^i$  верейского горизонта интервалами перфорации 8, в добывающей горизонтальной

скважине 3 установили установку для одновременно-раздельной эксплуатации (ОРЭ – показана условно) 9 и установили пакер 10 между интервалами перфорации 8 и открытым стволом 7 скважины 3 для раздельной добычи продукции из верхнего – верейского горизонта 1<sup>л</sup> и нижнего башкирского яруса 2. Нагнетательные скважины (сообщёнными гидравлически с добывающей скважинной 3) пробурили вертикальными и вскрыли все пласты верхнего – верейского горизонта 1<sup>л</sup> и нижнего башкирского яруса 2, на всю длину были укреплены обсадными колоннами (не показаны) при помощи цементирования. Вторичном вскрытии добились сообщения нагнетательной скважины с пластами 1<sup>л</sup> и 2, установили пакер (не показан) между пластами 1<sup>л</sup> и 2 с установкой для одновременно-раздельной закачки (не показан – авторы на него не претендуют) рабочего агента. Через нагнетательные скважины осуществили закачку рабочего агента во все пласты 1<sup>л</sup> и 2, а через скважину 3 – отбор продукции из всех пластов 1<sup>л</sup> и 2.

Затраты на строительство данной скважины были ниже по сравнению с многозбойными скважинами (см. наиболее близкий аналог) в 3,7 раза, материалов – в 2,6 раза. При этом скорость проходки (бурения скважины) сократилась в 2,3 раза по сравнению с наиболее близким аналогом. Продуктивность верхних пластов – верейского горизонта выросла в 3 раза, так как охватывает три пласта, а нижнего – башкирского яруса увеличилась в 1,1 раза за счет охвата удаленных невыработанных участков нижнего пласта.

Предлагаемый способ разработки залежи в слоистых коллекторах позволяет упростить строительство и сэкономить материалы за счет строительства одной скважины вскрывающий все разрабатываемые пласты или пропластки с расположением открытого (не обсаженного) горизонтального ствола в нижнем из них.

#### (57) Формула изобретения

Способ разработки залежи в слоистых коллекторах, включающий выделение участков с двумя и более продуктивными пластами и/или пропластками в разрезе, проведение геофизических исследований продуктивных пластов и/или пропластков, их вскрытие по технологической сетке и строительство нагнетательных скважин и добывающих горизонтальных скважин, сообщенных с продуктивными пластами и/или пропластками, закачку рабочего агента через нагнетательные скважины для поддержания пластового давления и отбор продукции через добывающие скважины с контролем обводненности добываемой продукции, отличающийся тем, что выделяют участки с нижним наиболее продуктивным и массивным по толщине пластом и/или пропластком, при строительстве добывающей скважины вскрытие бурением производят в два этапа, первый из которых включает в себя вскрытие наклонным участком с зенитным углом 50-85° до кровли нижнего пласта и/или пропластка с последующим его креплением цементированием обсадной колонны, а второй – вскрытие горизонтальным открытым стволом нижнего продуктивного пласта и/или пропластка с зенитным углом 85-95° и длиной не менее 200 м, причем вторичное вскрытие интервалами перфорации производят только тех верхних продуктивных пластов и/или пропластков, у которых пластовое давление отличается не более чем на 10% от среднего их давления, снабжают добывающую скважину установкой для одновременно-раздельной эксплуатации с размещением пакера между интервалами перфорации и открытым стволом скважины для раздельной добычи продукции из верхних и нижнего продуктивных пластов и/или пропластков.

