



(51) МПК
E21B 43/25 (2006.01)
E21B 28/00 (2006.01)
E21B 43/16 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

E21B 43/25 (2017.08); E21B 28/00 (2017.08); E21B 43/003 (2017.08); E21B 43/16 (2017.08)

(21)(22) Заявка: 2017124272, 07.07.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 07.07.2017

Дата регистрации:
 26.04.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 07.07.2017

(45) Опубликовано: 26.04.2018 Бюл. № 12

Адрес для переписки:

350072, г.Краснодар, ул. Московская, 2, ФГБОУ
 ВО "КубГТУ", отдел интеллектуальной и
 промышленной собственности, начальнику
 ОИПС Тихомировой Н.А.

(72) Автор(ы):

Омельянюк Максим Витальевич (RU),
 Пахляян Ирина Альбертовна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего
 образования "Кубанский государственный
 технологический университет" (ФГБОУ ВО
 "КубГТУ") (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете

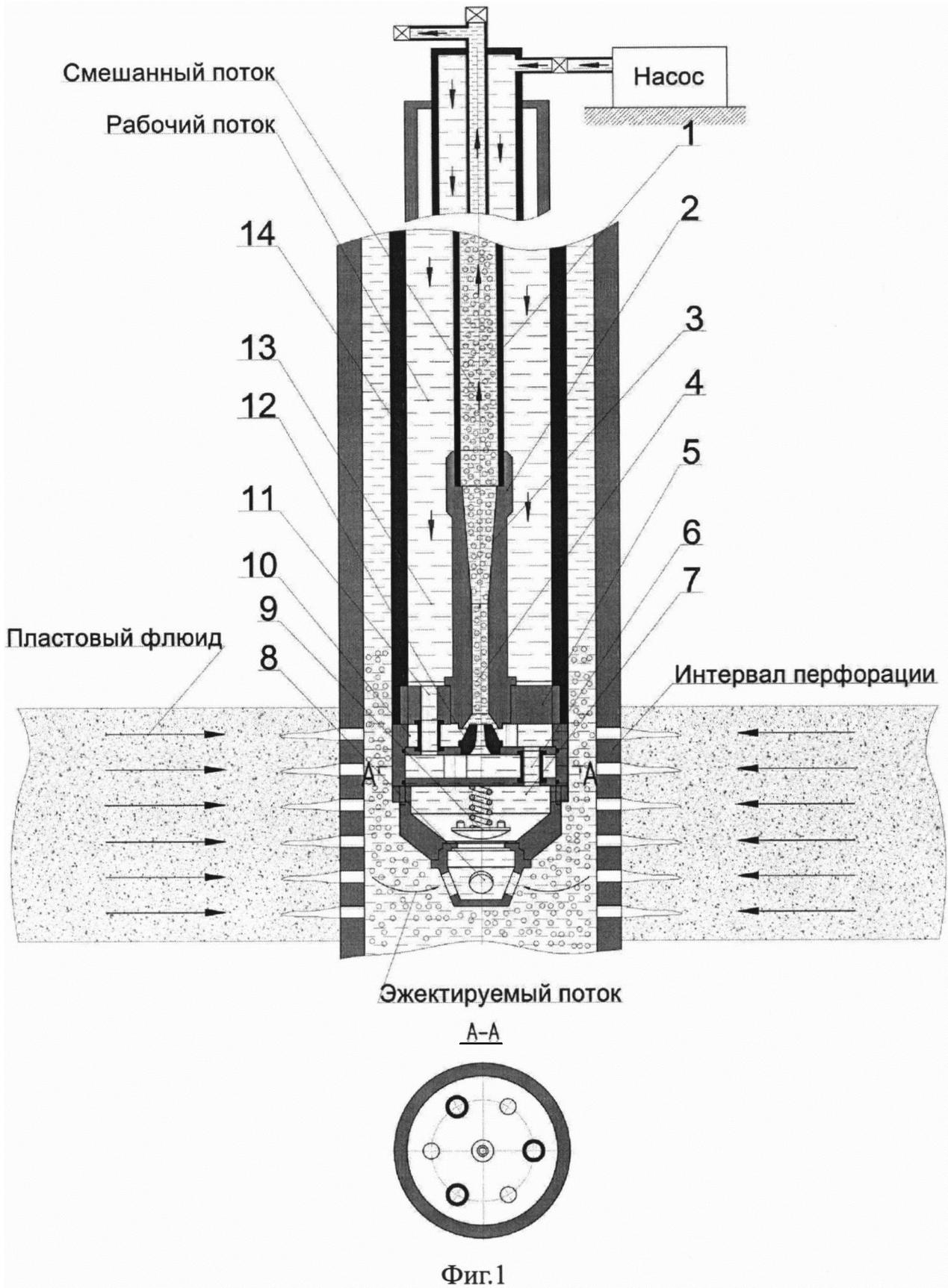
о поиске: RU 2295631 C1, 20.03.2007. RU
 2563896 C1, 27.09.2015. RU 2296248 C2,
 27.03.2007. RU 89605 U1, 10.12.2009. US
 5460223 A1, 24.10.1995.

(54) Погружная эжекционная установка

(57) Реферат:

Изобретение относится к нефтегазовой отрасли, в частности к скважинным струйным установкам, и предназначено для добычи пластовых флюидов из скважин с одновременным интенсифицирующим воздействием на прискважинную зону продуктивного пласта. Погружная эжекционная установка для добычи пластового флюида из скважины содержит установленный на внутренней колонне насосно-компрессорных труб (НКТ) эжекторный насос. При этом эжекторный насос включает корпус, в котором установлены соосно внутренней колонне (НКТ) сопло и камера смешения с диффузором, параллельно которой выполнены аксиальные каналы для подвода рабочего потока. При этом для подвода эжектируемого потока каналы в корпусе выполнены аксиальными, со стороны верхнего конца они сообщены с приемной камерой эжекторного насоса, а со стороны нижнего конца - со всасывающей полостью корпуса погружной эжекционной установки, в котором также расположена подвижная тарель.

Тарель открывается при перепаде давления и выполняет функцию обратного клапана. При этом в качестве сопла используется сопло-кавитатор, состоящее из первого входного участка, выполненного в виде коноидального насадка для максимального значения коэффициента скорости и расхода движущейся жидкости, радиусом скругления, равным $2\div 5$ диаметрам наименьшего сечения ($2\div 5 d$); второго цилиндрического участка диаметром d , длиной $l_{ц}=2\div 3d$; третьего конически расходящегося участка с углом раскрытия $13^{\circ}30'$ и длиной $l_{д}=8\div 12d$. При этом кавитационный режим истечения в проточной части эжекторного насоса сводится к нахождению коэффициента эжекции, при котором возникает кавитация, по приведенному математическому выражению. Техническим результатом является повышение дебита скважины, увеличение коэффициента извлечения пластового флюида, возможность регулирования значения депрессии, снижение



RU 2652397 C1

RU 2652397 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
E21B 43/25 (2006.01)
E21B 28/00 (2006.01)
E21B 43/16 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

E21B 43/25 (2017.08); E21B 28/00 (2017.08); E21B 43/003 (2017.08); E21B 43/16 (2017.08)(21)(22) Application: **2017124272, 07.07.2017**(24) Effective date for property rights:
07.07.2017Registration date:
26.04.2018

Priority:

(22) Date of filing: **07.07.2017**(45) Date of publication: **26.04.2018** Bull. № 12

Mail address:

**350072, g.Krasnodar, ul. Moskovskaya, 2, FGBOU
VO "KubGTU", otdel intellektualnoj i
promyshlennoj sobstvennosti, nachalniku OIPS
Tikhomirovoj N.A.**

(72) Inventor(s):

**Omelyanyuk Maksim Vitalevich (RU),
Pakhlyan Irina Albertovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Kubanskij gosudarstvennyj
tehnologicheskij universitet" (FGBOU VO
"KubGTU") (RU)**

(54) **DOWN HOLE EJECTION UNIT**

(57) Abstract:

FIELD: oil and gas industry.

SUBSTANCE: invention relates to oil and gas industry, in particular to downhole jet devices, and is designed to extract formation fluids from wells with simultaneous stimulating effect on a near well bore area of a productive formation. Down hole ejection unit formation fluid production from the well comprises an ejector pump installed on the inner tubing string (tubing). In this case, the ejector pump includes a housing in which a nozzle and a mixing chamber with a diffuser are installed coaxially to the inner string (tubing), in parallel with which axial channels are provided for supplying the working flow. Wherein, to feed the ejected flow, the channels in the housing are axial, from the upper end they are connected to the receiving chamber of the ejector pump, and from the lower end – with the suction cavity of the housing of the downhole ejection unit, in which a moveable plate is also located. Plate opens when the pressure drops and

acts as a back pressure valve. In this case, a nozzle-cavitator is used as the nozzle, consisting of a first input section, made in the form of a conoidal nozzle for the maximum value of the speed coefficient and the flow rate of the flowing liquid, the radius of rounding, equal to 2÷5 diameters of the smallest cross-section ($2\div 5 d$); a second cylindrical section of diameter d , of length $l_c=2\div 3d$; a third conically divergent section with an opening angle of $13^\circ 30'$ and a length of $l_1=8\div 12d$. Wherein the cavitation flow regime in the flow section of the ejector pump reduces to finding the ejection coefficient at which cavitation occurs, according to the given mathematical expression.

EFFECT: technical result is an increase in the well production rate, an increase in the recovery factor of the reservoir fluid, the possibility of regulating the value of draw-down pressure, and a reduction in operating costs.

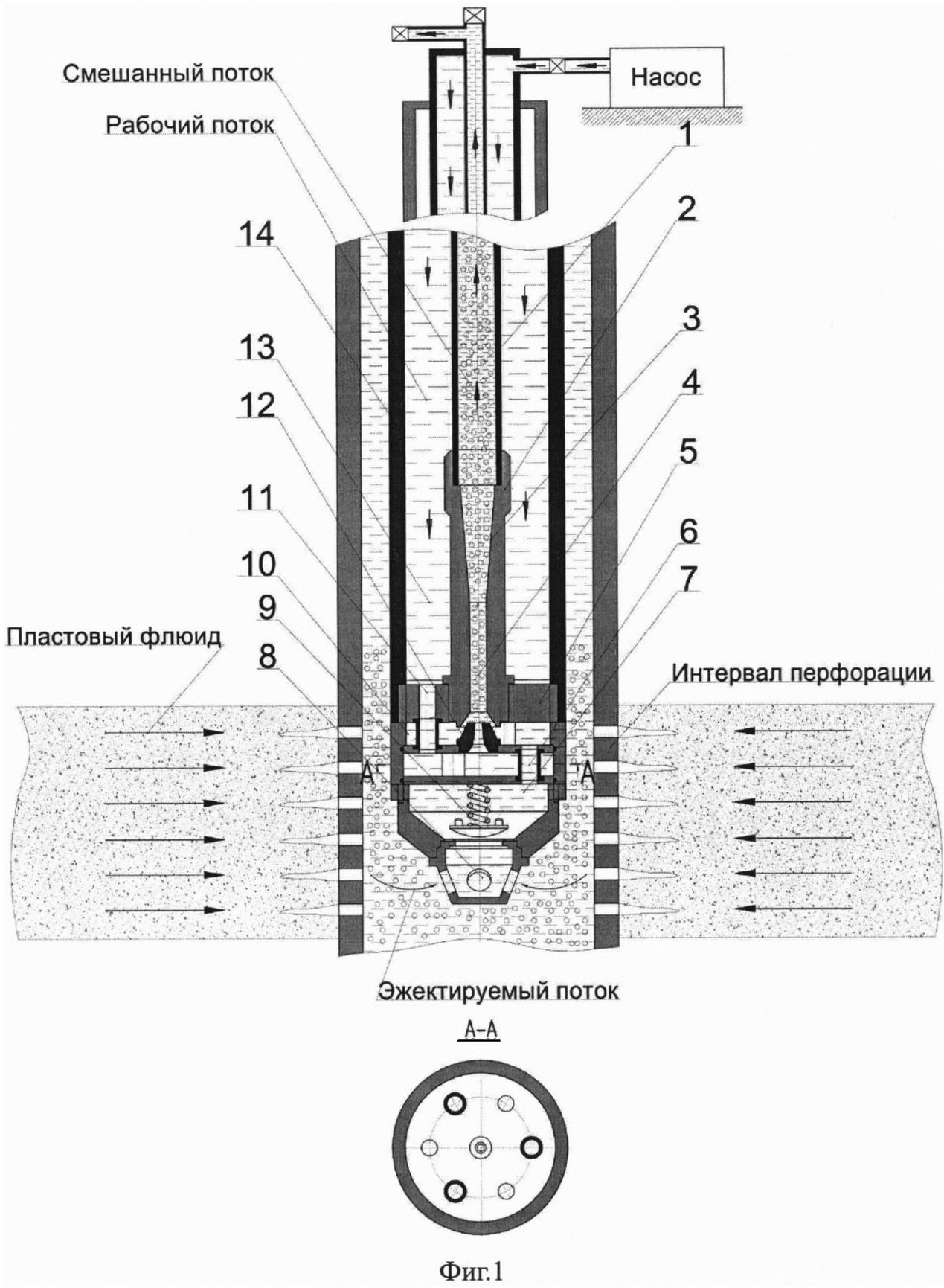
1 cl, 2 dwg

RU 2 652 397 C1

RU 2 652 397 C1

RU 2652397 C1

RU 2652397 C1



Изобретение относится к нефтегазовой отрасли, в частности к скважинным струйным установкам, и предназначено для добычи пластовых флюидов из скважин с одновременным интенсифицирующим воздействием на прискважинную зону продуктивного пласта.

5 Добыча пластового флюида с одновременным воздействием на прискважинную зону продуктивного пласта осуществляется путем совмещения технологий эжектирования флюида и обработки прискважинной зоны пласта виброимпульсным воздействием при организации кавитационного истечения в проточной части струйного насоса.

10 Известно устройство для добычи нефти (Патент №89605), включающее добычной насос, установленный в скважине на колонне насосно-компрессорных труб, при этом в качестве добычного насоса использован струйный насос, установленный в скважине на нижнем конце колонны насосно-компрессорных труб на глубине, обеспечивающей создание необходимой депрессии на пласт, и электронасос, установленный на устье
15 скважины на верхнем конце колонны насосно-компрессорных труб для подачи жидкости в струйный насос. Реализация данного устройства обеспечивает качественное повышение дебита и коэффициента нефтеотдачи пласта.

Действительно, при добыче нефти предлагаемым устройством можно осуществлять регулирование депрессии, создаваемой струйным насосом, тем самым увеличивая дебит
20 скважины. Но, в процессе длительной эксплуатации скважин и добычи нефти, отсутствует возможность интенсифицирующего воздействия на структуры пласта, в результате чего текущая добыча и коэффициент извлечения пластового флюида будут снижаться.

Наиболее близким по технической сущности является погружная эжекционная установка для очистки забоя скважин от песчаных пробок в условиях аномально
25 низкого пластового давления (Патент №2563896). Устройство содержит установленные на колонне насосно-компрессорных труб (НКТ) эжекторный насос, включающий корпус, в котором установлены соосно внутренней колонне НКТ сопло и камера смешения с диффузором. В корпусе параллельно камере смешения выполнены осевые каналы для подвода рабочего потока и сообщенные с ними радиально расположенные
30 поперечные боковые каналы для подвода эжектируемого потока. Со стороны верхнего конца осевые каналы сообщены с кольцевым пространством между внешней НКТ и внутренней НКТ, а со стороны нижнего конца - с рабочей камерой. В основании корпуса установлены опорная пята, сообщенная с соплом эжекторного насоса посредством подпружиненного толкателя с возможностью движения вверх и вниз под действием
35 истекающей рабочей среды и функциональная вставка, внутри которой под углом 30° расположено не менее четырех генераторов кавитации. Повышается эффективность процесса разрушения песчаной пробки, снижается абразивное воздействие песчаной пульпы, создается более глубокая депрессия на пласт.

К недостаткам прототипа можно отнести отсутствие возможности воздействия на
40 прискважинную зону продуктивного горизонта с целью интенсификации добычи пластового флюида, а также осуществление непосредственно процесса добычи пластового флюида.

Задачей настоящего изобретения является разработка погружной эжекционной установки для добычи пластовых флюидов из скважин, с одновременным
45 осуществлением интенсифицирующего воздействия на прискважинную зону продуктивного пласта.

Техническим результатом является повышение дебита скважины, увеличение коэффициента извлечения пластового флюида, возможность регулирования значения

депрессии, снижение эксплуатационных затрат.

Указанный технический результат достигается тем, что погружная эжекционная установка для добычи пластового флюида из скважины, содержащая установленный на внутренней колонне насосно-компрессорных труб эжекторный насос, включающий корпус, в котором установлены, соосно внутренней колонне насосно-компрессорных труб, сопло и камера смешения с диффузором, параллельно которой выполнены аксиальные каналы для подвода рабочего потока, отличается тем, что для подвода эжектируемого потока каналы в корпусе выполнены аксиальными, со стороны верхнего конца они сообщены с приемной камерой эжекторного насоса, а со стороны нижнего конца - со всасывающей полостью корпуса погружной эжекционной установки, в котором также расположена подвижная тарель, открывающаяся при перепаде давления и выполняющая функцию обратного клапана, при этом в качестве сопла используется сопло-кавитатор, состоящее из первого входного участка, выполненного в виде коноидального насадка для максимального значения коэффициента скорости и расхода движущейся жидкости, радиусом скругления, равным $2 \div 5$ диаметрам наименьшего сечения ($2 \div 5 d$); второго цилиндрического участка диаметром d , длиной $l_{ц} = 2 \div 3d$; третьего конически расходящегося участка с углом раскрытия $13^{\circ} 30'$ и длиной $l_{д} = 8 \div 12d$, при этом кавитационный режим истечения в проточной части эжекторного насоса сводится к нахождению коэффициента эжекции, при котором возникает кавитация

$$U_{\text{кав}} = \frac{\varphi_4}{\varphi_1} * \left(\frac{d_{\text{кс}}^2}{d_c^2} - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{\frac{(P_p - P_k)}{(P_n - P_k)} - 1}}}} \right) * \frac{1}{\sqrt{(P_p - P_k) / (P_n - P_k) - 1}} \quad (1)$$

где $\varphi_1 = 0,95$ коэффициент скорости потока в сопле-кавитаторе 12;

$\varphi_4 = 0,925$ коэффициент скорости потока на ходе в камеру смешения 4;

$d_{\text{кс}}$ - диаметр камеры смешения 4;

d_c - диаметр активного сопла-кавитатора 12;

P_p - давление рабочей жидкости перед входом в сопло-кавитатор 12;

P_k - абсолютное давление, при котором в жидкости возникает кавитация;

P_n - давление нагнетания жидкости на устье скважины поверхностным насосом.

Добыча пластового флюида погружной эжекционной установкой с одновременным воздействием на прискважинную зону продуктивного пласта осуществляется за счет организации кавитационного истечения в проточной части эжекторного насоса. При кавитационном истечении из сопла энергия упругих гидравлических колебаний, возникающих при схлопывании кавитационных каверн, переносится в пласт, при этом происходит дробление кольматанта (механического, химического или биологического), а за счет депрессии на пласт - его вынос из прискваженной зоны в ствол скважины, а затем с добываемой продукцией на дневную поверхность. Таким образом, происходит улучшение фильтрационных характеристик пласта и, тем самым, интенсификация добычи пластовых флюидов.

Генерирование кавитационного истечения в проточной части эжекторного насоса осуществляется за счет установки сопла-кавитатора и сводится к нахождению коэффициента эжекции эжекторного насоса, при котором возникает кавитация:

$$U_{\text{кав}} = \frac{\varphi_4}{\varphi_1} * \left(\frac{d_{\text{кк}}^2}{d_c^2} - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{\frac{(P_p - P_k)}{(P_n - P_k)} - 1}}}} \right) * \frac{1}{\sqrt{(P_p - P_k) / (P_n - P_k) - 1}} \quad (1)$$

5 где $\varphi_1=0,95$ коэффициент скорости потока в сопле-кавитаторе 12;

$\varphi_4=0,925$ коэффициент скорости потока на ходе в камеру смешения 4;

$d_{\text{кк}}$ - диаметр камеры смешения 4;

d_c - диаметр активного сопла-кавитатора 12;

10 P_p - давление рабочей жидкости перед входом в сопло-кавитатор 12;

P_k - абсолютное давление, при котором в жидкости возникает кавитация;

P_n - давление нагнетания жидкости на устье скважины поверхностным насосом

Величины P_p , P_k , можно найти по известным формулам гидравлики.

На фиг. 1 представлена погружная эжекционная установка, которая содержит

15 установленные на внутренней колонне насосно-компрессорных труб (НКТ) 1

эжекторный насос 2, включающий корпус 5, в котором установлены соосно внутренней

НКТ 1 сопло-кавитатор 12 и камера смешения 4 с диффузором 3. В верхней части

корпуса 5 параллельно камере смешения 4 выполнены осевые каналы 11 для подвода

рабочего потока, в средней части корпуса 5 выполнены осевые каналы 6 для подвода

20 эжектированного потока из всасывающей полости 7, расположенной в нижней части

корпуса 5, через всасывающий патрубок 8 с отверстиями в приемную камеру 10.

Всасывающая полость 7 отделяется от всасывающего патрубка 8 подвижной тарелью

9.

Осевые каналы 11 для подвода рабочего потока со стороны верхнего конца сообщены

25 с кольцевым пространством 13 между внешней НКТ 14 и внутренней НКТ 1, а со

стороны нижнего конца - со средней полостью корпуса 5 для подвода активного потока

на сопло-кавитатор 12.

Осевые каналы 6 для подвода эжектируемого потока со стороны верхнего конца

сообщены с приемной камерой 10, а со стороны нижнего конца - со всасывающей

30 полостью 7.

На фиг. 2 представлен общий вид сопла-кавитатора 6, проточная часть которого

состоит из трех участков: первого входного, выполненного в виде коноидального

насадка для максимального значения коэффициента скорости и расхода движущейся

жидкости, радиусом скругления, равным $2 \div 5$ диаметрам наименьшего сечения ($2 \div 5 d$);

35 второго цилиндрического участка диаметром d длиной $l_d = 2 \div 3d$; третьего конически

расходящегося участка с углом раскрытия $13^\circ 30'$ и длиной $l_d = 8 \div 12d$.

Способ работы погружной эжекционной установки для добычи пластового флюида из скважин заключается в следующем.

40 Погружную эжекционную установку спускают в скважину на двух колоннах

коаксиально расположенных НКТ - внешней 14 и внутренней 1, вследствие того, что

для работы эжекторного насоса 2 необходимо иметь два канала: один для подачи

рабочей среды к соплу-кавитатору 12 эжекторного насоса 2 и второй для подъема

эжектируемого пластового флюида на поверхность.

45 Нагнетание рабочей жидкости в сопло-кавитатор 12 эжекторного насоса 2

осуществляют насосом, установленным на дневной поверхности (плунжерным или

многоступенчатым центробежным). Рабочая жидкость по кольцевому пространству

13, образованному коаксиально расположенной сдвоенной колонной НКТ, поступает

на осевые каналы подвода рабочего потока 11 и далее на прием сопла-кавитатора 12. За счет увеличения скорости при истечении жидкости из сопла-кавитатора 12, в приемной камере 10 создается зона пониженного давления, в результате чего подвижная тарель 9 поднимается вверх и пластовый флюид устремляется в отверстия всасывающего патрубку 8, затем в осевые каналы 6 для подвода эжекторного потока и в приемную камеру 10. В камере смешения 4 эжектируемый поток и рабочий поток смешиваются, поступают в диффузор 3 и затем по внутренней колонне НКТ 1 поступают на устье скважины. Происходит процесс добычи пластового флюида.

В случае периодической эксплуатации малодебитных скважин, когда подачу рабочего потока прекращают (при выключении поверхностного насоса) подвижная тарель 9 опускается, полностью запирает всасывающий патрубок 8, что препятствует обратным токам пластового флюида из внутренней колонны НКТ 1 в скважину и рабочего потока из кольцевого пространства 13 в скважину.

Для интенсифицирующей обработки продуктивного пласта вибрационным воздействием в проточной части эжекторного насоса 2 генерируется кавитационное истечение путем подбора геометрических параметров сопла-кавитатора 12, камеры смешения 4, и технологических параметров: коэффициента эжекции, давления закачивания и расхода рабочей жидкости поверхностным насосом расчетным путем.

При работе эжекторного насоса 2, при движении рабочего потока по соплу-кавитатору 12, поток с наименьшими гидравлическими сопротивлениями входит в первый участок (фиг. 2), во второй цилиндрической его части значение скорости жидкости наибольшее, а давления наименьшее, возникают кавитационные каверны, заполненные паром и газом, которые затем, в третьем конически расходящемся участке сопла-кавитатора 12, начинают расти и схлопываться. Процесс разрушения кавитационных каверн интенсивно продолжается в камере смешения 4 и заканчивается в диффузоре 3 эжекторного насоса 2 в области потока с низкими скоростями и высоким давлением. Тем самым происходит непрерывный процесс образования и схлопывания кавитационных каверн, сопровождающийся образованием гидравлических ударов.

Происходит процесс воздействия на структуры продуктивного пласта флюидом. Для того, чтобы обеспечить кавитационный режим работы эжекторного насоса 2 в скважине, надо определить необходимое давление нагнетания рабочей жидкости на устье скважины P_n при следующих заданных параметрах: при известном низком значении величины пластового давления $P_{пл}$, глубины скважины $H_{скв}$, коэффициента продуктивности скважины $K_{прод}$ и дебита скважинной жидкости $Q_{скв}$.

Для указанных условий алгоритм проведения расчета кавитационного режима работы эжекторного насоса сводится к нахождению коэффициента эжекции, при котором возникает кавитация:

$$U_{кав} = \frac{\varphi_4}{\varphi_1} * \left(\frac{d_{кк}^2}{d_c^2} - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{\left(\frac{P_p - P_k}{P_n - P_k} - 1\right)}}} \right) * \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{P_p - P_k}{P_n - P_k} - 1\right)}} \quad (1)$$

где $\varphi_1=0,95$ коэффициент скорости потока в сопле-кавитаторе 12;

$\varphi_4=0,925$ коэффициент скорости потока на ходе в камеру смешения 4;

$d_{кк}$ - диаметр камеры смешения 4;

d_c - диаметр активного сопла-кавитатора 12;

P_p - давление рабочей жидкости перед входом в сопло-кавитатор 12;

P_k - абсолютное давление, при котором в жидкости возникает кавитация;

P_n - давление нагнетания жидкости на устье скважины поверхностным насосом
 Величины P_p , P_k , можно найти по известным формулам гидравлики.

При осуществлении данного способа предлагается оптимизация работы добывающих скважин путем воздействия на прискважинную зону продуктивного пласта в процессе добычи флюида. Увеличение коэффициента извлечения пластового флюида осуществляется за счет виброимпульсного воздействия на прискважинную зону продуктивного пласта, возникающего при организации кавитационного истечения в проточной части эжекторного насоса. Данный способ технически легко реализуем, менее материалозатратен по сравнению с существующими аналогом и прототипом и позволяет эксплуатировать скважины в осложненных условиях, таких как высокий газовый фактор, пескование скважины.

(57) Формула изобретения

Погружная эжекционная установка для добычи пластового флюида из скважины, содержащая установленный на внутренней колонне насосно-компрессорных труб эжекторный насос, включающий корпус, в котором установлены, соосно внутренней колонне насосно-компрессорных труб, сопло и камера смешения с диффузором, параллельно которой выполнены аксиальные каналы для подвода рабочего потока, отличающаяся тем, что для подвода эжектируемого потока каналы в корпусе выполнены аксиальными, со стороны верхнего конца они сообщены с приемной камерой эжекторного насоса, а со стороны нижнего конца - со всасывающей полостью корпуса погружной эжекционной установки, в котором также расположена подвижная тарель, открывающаяся при перепаде давления и выполняющая функцию обратного клапана, при этом в качестве сопла используется сопло-кавитатор, состоящее из первого входного участка, выполненного в виде коноидального насадка для максимального значения коэффициента скорости и расхода движущейся жидкости, радиусом скругления, равным $2 \div 5$ диаметрам наименьшего сечения ($2 \div 5 d$); второго цилиндрического участка диаметром d , длиной $l_d = 2 \div 3d$; третьего конически расходящегося участка с углом раскрытия $13^\circ 30'$ и длиной $l_d = 8 \div 12d$, при этом кавитационный режим истечения в проточной части эжекторного насоса сводится к нахождению коэффициента эжекции, при котором возникает кавитация

$$U_{\text{кав}} = \frac{\varphi_4}{\varphi_1} * \left(\frac{d_{\text{кк}}^2}{d_c^2} - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{\left(\frac{P_p - P_k}{P_n - P_k}\right)^2}}} \right) * \frac{1}{\sqrt{(P_p - P_k)/(P_n - P_k) - 1}} \quad (1)$$

где $\varphi_1 = 0,95$ коэффициент скорости потока в сопле-кавитаторе 12;

$\varphi_4 = 0,925$ коэффициент скорости потока на ходе в камеру смешения 4;

$d_{\text{кк}}$ - диаметр камеры смешения 4;

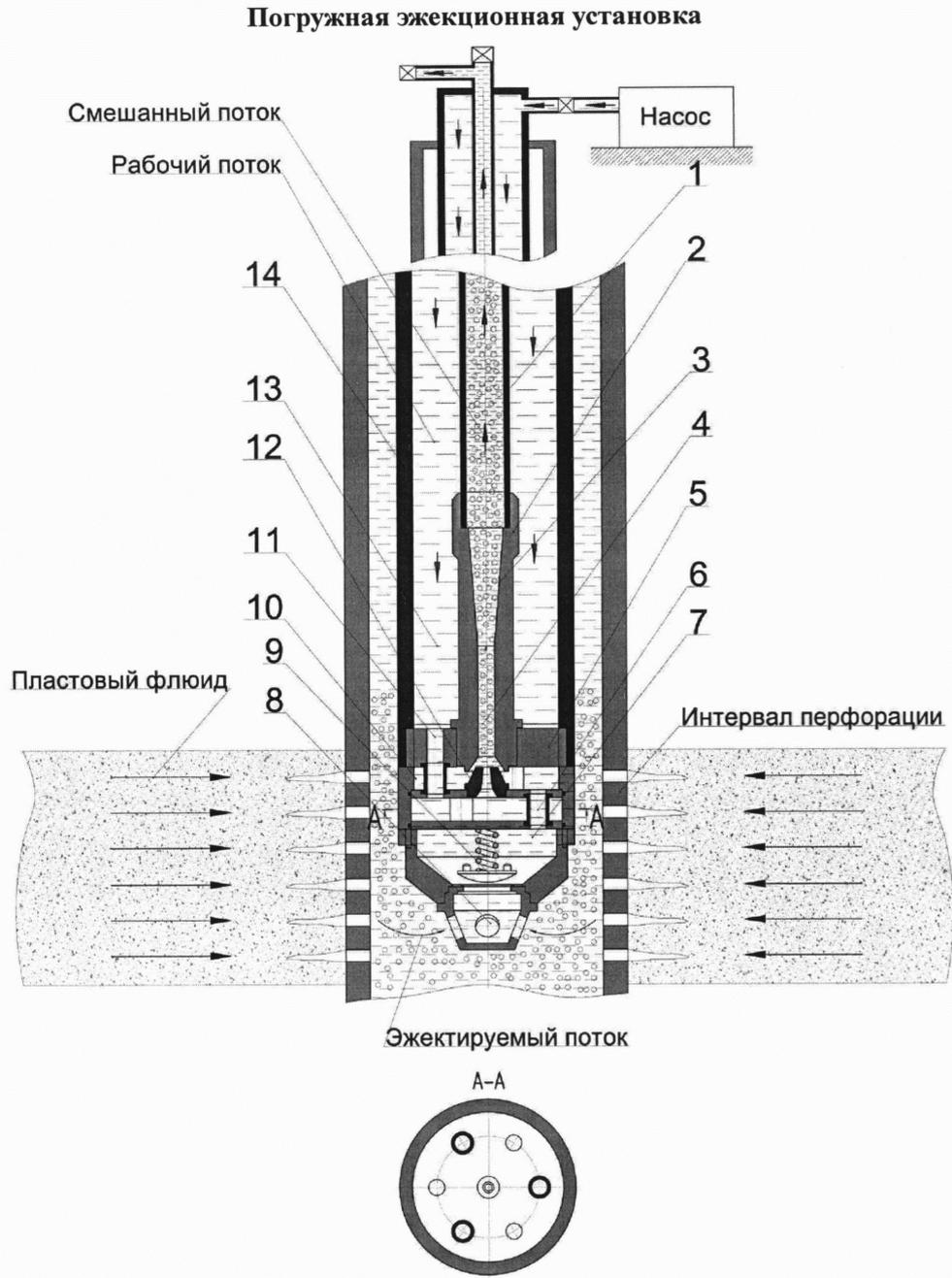
d_c - диаметр активного сопла-кавитатора 12;

P_p - давление рабочей жидкости перед входом в сопло-кавитатор 12;

P_k - абсолютное давление, при котором в жидкости возникает кавитация;

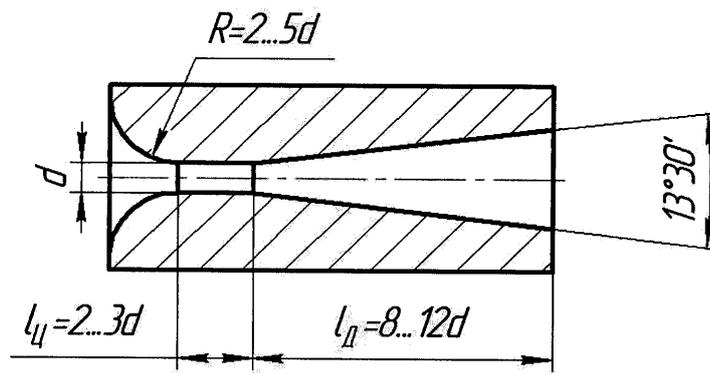
P_n - давление нагнетания жидкости на устье скважины поверхностным насосом.

1



Фиг.1

2



Фиг 2