

Новое устьевое устройство для ударно-волновой обработки призабойной зоны скважины

Е.Т. Баспаев
ТОО Проектный институт
"OPTIMUM", Актау, Казахстан

e-mail: ybaspayev@opm.kz

Ключевые слова: повышение нефтеотдачи, ударно-волновой метод, призабойная зона пласта, устьевое устройство, проницаемость пласта.

DOI.10.37474/0365-8554/2020-6-7-42-47

Quyudibi zonaya zarba dalğası üsulu ilə təsir üçün yeni quyuyubir qurğu

Y.T. Baspayev
MMO "OPTIMUM" Layihə İnstitutu, Aktau, Qazaxistan
Key words: neftveriminin artırılması, zarba dalğası üsulu, quyudibi zona, quyuyubir qurğu, layın keçiriciliyi.

Quyudibi zonaya zarba dalğası texnologiyasının tətbiqi üçün müxtəlif qurğulardan istifadə olunur. Bu qurğular kifayət qədər samarali və etibarli deyil.

Filtrasiya müqavimətinin azaldılması və quyuyubir layın hidrodinamik əlaqəsinin bərpası məqsədilə quyudibi zonaya zarba dalğası üsulu ilə təsir üçün yeni konstruksiyalı quyuyubir qurğu hazırlanmışdır.

Qurğu quyuların mənimsənilməsi və təmiri zamanı quyuyubir vasitəsilə məhsuldar laya təsir etməklə neftverimin artırılması məqsədilə istifadə oluna bilər. Etibarlı konstruksiyanın yaradılması və aşağı təzyiqli sızılıms havanın vurulması ilə quyuyubir qurğunun açılıb bağlanması təyidiri artırılır ki, bu da quyuda zarba dalğasının yaranmasına gətirib çıxarır.

Yeni qurğunun təyidiri hidrodinamik əlaqələri yaxşılaşdırmaqda lay-quyuyubir sisteminə filtrasiyanı asanlaşdırır və məhsuldar layın aşağı keçiriciliyi və təcrild olunması zonalarnı işlətməyə cəlb olunmasını təmin edir ki, bu da neftverimin artırılması və neftin maye dəyərini aşağı düşməsinə səbəb olur.

New well-head device for shock-wave treatment of bottom-hole zone

E.T. Baspayev
Project Institute "OPTIMUM" LLC, Aktau, Kazakhstan
Keywords: increase of oil recovery rate, shock-wave treatment, reservoir bottomhole zone, wellhead device, formation permeability.

For the implementation of shock-wave treatment on bottom-hole zone of formation, there are various devices not providing efficient resonant shakedown of borehole fluid column creating shock waves of pressure and vacuum, which is not efficiently producing and reliable as well.

To reduce filtration resistances and reset hydrodynamic relation of the reservoir and well, a new construction of wellhead device for shock-wave treatment on bottomhole zone, which may be used for increasing oil recovery rate via the effect through the well on Productive Series during completion and repair of producing well, has been developed.

By developing a reliable and constant pressed airflow with low pressure, the paper solves the task of increasing the frequency of closing and opening of wellhead device, enabling to use it for creating shocking waves of pressure and vacuum in the well.

The implementation of developed device improving hydrodynamic relations and hereby, simplifying filtration in the "reservoir-well" system, puts in production low permeable and isolated zones of Productive Series, which promotes the oil recovery rate increase and reduce oil prime cost as well.

тивности применения более современных методов увеличения нефтеотдачи показывает, что при этом количество извлекаемой нефти на много раз больше, чем при первичных способах разработки месторождений [14–16]. Увеличение количества добываемой нефти позволяет повысить экономическую эффективность добычи, вследствие чего себестоимость нефти снижается, что делает сопоставимой с себестоимостью нефти, которая добывается общепринятыми методами.

Повышение нефтеотдачи пластов обеспечивается несколькими методами, которые разделяются на химические, механические, тепловые, физические и вибрационные [17–19]. В последнее время с целью улучшения проницаемости ПЗП в нефтяных и нагнетательных скважинах применяют волновой, вибрационный, гидромпульсный и акустический методы, в основе которых лежат различные способы передачи энергии от скважинных источников колебаний в продуктивный пласт по скважинной жидкости [20–23]. Эти методы повышения нефтеотдачи просты в использовании и не дороги по затратам, а также могут быть применены совместно с другими видами обработки призабойной зоны – кислотной, тепловой и т.д.

Для интенсификации притока нефти и газа, повышения нефтеотдачи пластов наиболее перспективными и экологически безопасными являются методы волнового воздействия на породу, которые заключаются в создании ударной волны. Методы ударно-волнового воздействия на продуктивный пласт делятся на два вида: непосредственное воздействие на ближнюю прискважинную зону пласта от источника упругих волн и удаленное воздействие от источника. При создании ударной волны с устья скважины волна отражается от дна скважины, и создает ударный импульс. Интенсивность давления на дне скважины определяется формой и частотой изменения давления в устье [24].

Все принципиально различающиеся источники возбуждения ударно-волнового поля в конечном итоге используют эффект нелинейного взаимодействия интенсивного поля упругих колебаний от нефтенасыщенных и газоводонасыщенных пород, что приводит к снижению вязкости поровых флюидов, увеличивает скорость их фильтрации, а также проницаемость пласта и коэффициент вытеснения углеводородов.

Ударно-волновое воздействие за счет активизации процессов ползучести в горной породе приводит к изменению напряженно-деформированного состояния пласта, которое в свою очередь, сопровождается перемещением локальных фильтративных потоков в пласте и вовлечением в движение нефти из застойных зон.

Нефтегазодобывающие и нагнетательные скважины, не дающие приток после бурения, а также во время эксплуатации из-за засорения ПЗП, могут быть объектами применения технологии ударно-волнового воздействия на ПЗП в интервалах перфорации. Тип коллектора, степень минерализации воды, солевой состав и способ эксплуатации скважины не ограничивают условия применения этих технологий.

Исследования применения ударно-волнового воздействия показывают, что после него ликвидируются загрязнения (кольматация) ПЗП, увеличивается приток нефти и газа, а также приемистость нагнетательных скважин и в итоге продуктивность скважин растет.

Для применения технологии ударно-волнового действия на ПЗП известны различные устройства [25–27], не обеспечивающие достаточную резонансную раскачку столба скважинной жидкости, которая создает в скважине ударные волны давления и разрежения, а также являющиеся недостаточно производительными и надежными.

Для снижения фильтративных сопротивлений и восстановления гидродинамической связи пласта и скважины, разработана новая конструкция устьевого устройства для ударно-волнового воздействия на ПЗП (далее устьевое устройство), которая может быть использована для повышения нефтеотдачи путем воздействия через скважину на продуктивный пласт при освоении и ремонте эксплуатационных скважин [28]. В работе, созданием надежной конструкции и постоянной подачи сжатого воздуха с меньшим давлением, решена задача увеличения частоты закрытия и открытия устьевого устройства, что позволяет использовать её для создания в скважине ударных волн давления и разрежения.

Разработанное устьевое устройство состоит из двух основных частей: шибровой задвижки и привода автоматического управления задвижкой (рис. 1). Герметизация внутренней полости шибровой задвижки, состоящей из крышки 1 и корпуса 2, которые крепятся фланцевым со-

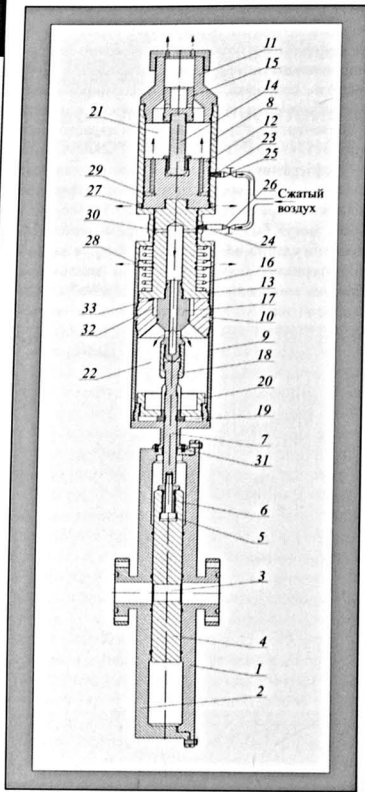


Рис. 1. Устьевое устройство для ударно-волнового воздействия

единением, осуществляется уплотнительным кольцом. Между крышкой и корпусом шиберной задвижки расположен имеющий пропускное отверстие 3 шибер 4, который связан с приводом автоматического управления с помощью Т-образного шарнира 5, ограничителя 6 и штока 7. Для установки устройства на устье на крышке и корпусе предусмотрены наружные фланцы. Привод автоматического управления установлен в пневмоцилиндре, который выполнен в виде верхнего 8 и нижнего 9 цилиндров,

соединенных между собой через упор 10. Внутри верхнего цилиндра, имеющего сужение в средней части и закрытого сверху крышкой 11, с выходом в атмосферу, установлены верхняя 12 и нижняя 13 части поршней, являющиеся основным рабочим органом привода и соединенные между собой резьбовым соединением. Верхняя часть поршня сверху через ось 14 шарнирно соединена с направляющей втулкой 15, которая взаимодействует с крышкой верхнего цилиндра. Внутри верхнего цилиндра над нижней частью поршня установлена пружина сжатия 16, для создания сопротивления на нижнюю часть поршня при "закрытии" шиберной задвижки, одновременно для создания необходимого давления для закрытия, а также для создания дополнительного усилия на нижнюю часть поршня при "открытии" пропускного отверстия шиберной задвижки. Нижняя часть поршня снизу соединена с толкателем 17, который, в свою очередь, с помощью гайки 18 шарнирно соединен со штоком. Имеющий центральный и боковые отверстия толкатель взаимодействует с упором, который также служит опорой для нижней части поршня. Для фиксации пропускного отверстия шибера в "открытом" и "закрытом" положениях шиберной задвижки, а также ограничения хода поршня вверх и вниз, внутри нижнего цилиндра расположена цапга 19, которая крепится в нижнем цилиндре спецгайкой 20 и взаимодействует со штоком, имеющим на наружной поверхности канавки для фиксации. Верхний и нижний цилиндры, соответственно, содержат герметичные верхнюю 21 и нижнюю 22 рабочие камеры. На верхнем цилиндре имеются верхний 23 и нижний 24 каналы для постоянной подачи сжатого воздуха, соответственно, во внутренние полости верхней и нижней рабочих камер и краны 25, 26 для регулирования расхода сжатого воздуха, а также пропускные отверстия 27 и 28 для связи с атмосферой. На верхнем и нижнем частях поршней, соответственно, выполнены каналы с выемками 29 и 30 для направления потока сжатого воздуха, подаваемого в соответствующие верхнюю и нижнюю полости рабочих камер. Обе рабочие камеры, цилиндров, а также скользящие поверхности верхней и нижней частей поршней, толкателя, направляющей втулки, штока и шибера герметизированы уплотнительными кольцами. Нижний цилиндр соединен с корпусом шиберной задвижки фланцевым соединением, герметич-

ность которого осуществляется с помощью уплотнительного кольца 31.

Время "открытия" и "закрытия" шибера регулируется жесткостью пружины сжатия и цапги, а также кранами и для подачи сжатого воздуха.

На рис. 2 показана схема расположения устьевого устройства для ударно-волнового воздействия.

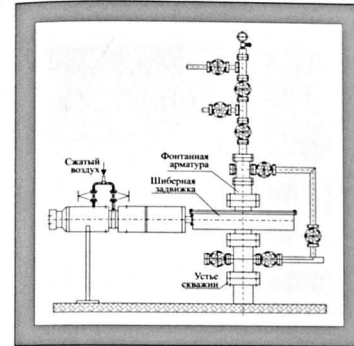


Рис. 2. Схема расположения устьевого устройства на скважине для ударно-волнового воздействия

Устьевое устройство для ударно-волнового воздействия на ПЗП работает следующим образом. Применяемое как в нагнетательных, так и в добывающих скважинах устройство устанавливают на устье скважины с помощью фланцевых соединений, расположенных на крышке и корпусе шиберной задвижки, а затем запускают скважину. В это время отверстие шибера находится в положении "открыто". Открывают краны, для регулирования расхода сжатого воздуха. По трубопроводу из насосно-компрессорной станции постоянно подаваемый сжатый воздух, сначала через нижний канал верхнего цилиндра, затем через каналы с выемками нижней части поршня, далее через центральный и боковые отверстия толкателя, поступает в нижнюю рабочую камеру, так как канал верхнего цилиндра для поступления сжатого воздуха в верхнюю рабочую камеру закрыт корпусом верхней части поршня. Поступлением сжатого воздуха в нижнюю рабочую камеру, давление в этой камере постепенно увеличивается и в результате действия пере-

пада давления на разницу площадей поверхностей толкателя и штока, толкатель, преодолевая сопротивление пружины сжатия, двигается вверх (так как поперечное сечение толкателя больше, чем поперечное сечение штока), толкатель соединенную между собой нижнюю и верхнюю части поршней вперед. При движении толкателя вверх уплотнительное кольцо, находящееся на ее наружной поверхности, переходит в свободное пространство упора и тем самым открывает проход. Так как объем свободного пространства в значительной степени меньше объема нижней камеры, сжатый воздух почти без изменения давления, пройдя через это свободное пространство, снизу действует на поверхность нижней части поршня, которая имеет в несколько раз большее поперечное сечение, чем свободное пространство, создав при этом на поверхности резко увеличенное усилие, которое моментально толкает соединенные между собой верхнюю и нижнюю части поршней вверх, сжимая пружину сжатия. Поршень, передвигаясь в верхней рабочей камере вверх, открывает верхний канал для поступления сжатого воздуха в эту камеру. В это время нижний канал для поступления сжатого воздуха в нижнюю рабочую камеру закрывается и сжатый воздух поступает в верхнюю рабочую камеру. Перемещением соединенных верхней и нижней частей поршней вверх, связанный с ним шарнирно шибер тоже перемещается вверх и "закрывает" пропускное отверстие корпуса, проход шиберной задвижки "закрывается". В это время направляющая втулка, которая через шарнир связана с верхней частью поршня, перемещаясь вверх при помощи уплотнительного кольца, создает герметизацию в верхней рабочей камере, в результате чего увеличивается давление внутри этой камеры. Одновременно при перемещении поршня в верхней рабочей камере вверх, нижняя рабочая камера через пропускные отверстия сообщается с атмосферой и опорожняется. Усилие, созданное перепадом давления и действующее на верхнюю часть поршня в верхней рабочей камере, а также сила растяжения пружины сжатия заставляет соединенную между собой верхнюю и нижнюю части поршней резко двигаться обратно вниз, возвращаясь в исходное положение. В это время верхний канал закрывается, а нижний канал для подвода сжатого воздуха в нижнюю рабочую камеру открывается, шибер, связанный шарнирно с

соединенными между собой верхней и нижней частями поршней, তবে возвращаются в исходное положение и пропускают отверстие шиберной задвижки "открывается".

Далее процесс повторяется, пропускное отверстие шиберной задвижки автоматически "открывается" и "закрывается". Периодическое открывание и закрывание шиберной задвижки приводит к регулярному прохождению волн давления и разрежения по полости насосно-компрессорной трубы. Волны давления и разрежения, перемещаясь по полости

скважины от устья к забою и обратно, создают удары в том числе в прибойной зоне.

Таким образом, применение устьевых устройств для ударно-волнового воздействия на ПЗП, улучшая гидродинамические связи и тем самым облегчая фильтрацию в системе "пласт-скважина", вводит в разработку низкопроницаемые и изолированные зоны продуктивного пласта, что способствует повышению его нефтеотдачи и снижает себестоимость нефти.

Список литературы

1. Suleimanov B.A., Ismayilov F.S., Dyshin O.A., Veliyev E.F. (2016). Selection methodology for screening evaluation of EOR methods. *Petroleum Science and Technology*, 34(10), pp. 961-970.
2. Suleimanov B.A., Ismailov F.S., Dyshin O.A., Veliyev E.F. (2016, October). Screening Evaluation of EOR Methods Based on Fuzzy Logic and Bayesian Inference Mechanisms (Russian). In SPE Russian Petroleum Technology Conference and Exhibition. Society of Petroleum Engineers.
3. Suleimanov B.A., Latifov Y.A., Veliyev E.F., Frampton H. (2018). Comparative analysis of the EOR mechanisms by using low salinity and low hardness alkaline water. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 162, pp. 35-43.
4. Vishnyakov V., Suleimanov B., Salmanov A., Zeynalov E. (2019). *Primer on Enhanced Oil Recovery*. Gulf Professional Publishing.
5. Suleimanov B.A., Azizov F., Abbasov E.M. (1998). Specific features of the gas-liquid mixture filtration. *Acta mechanica*, 130(1-2), pp. 121-133.
6. Сулейманов Б.А. О фильтрации дисперсных систем в неоднородной пористой среде // Коллоидный журнал, 1995, 57(5), с. 743-746.
7. Паняхов Г.М., Сулейманов Б.А. Особенности течения суспензий и нефтяных дисперсных систем // Коллоидный журнал, 1995, 57(3), с. 386-390.
8. Сулейманов Б.А., Байрамов М.М., Мамедов М.Р. О влиянии скин-эффекта на дебит нефтяных скважин. Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2004, (8), с. 68-70.
9. Шахвердиев А.Х., Паняхов Г.М., Сулейманов Б.А. (1998). Способ разработки нефтяной залежи. Патент РФ (2123586).
10. Кудинov В.И. Основы нефтегазопромывочного дела. – Москва-Ижевск, 2004.
11. Suleimanov B.A., Veliyev E.F. Novel polymeric nanogel as diversion agent for enhanced oil recovery. *Petroleum Science and Technology*, 2017, 35(4), pp. 319-326.
12. Suleimanov B.A., Ismailov F.S., Veliyev E.F., Dyshin O.A. The influence of light metal nanoparticles on the strength of polymer gels used in oil industry. *SOCAR Proceedings*, 2013, 2, с. 24-28.
13. Veliyev E.F., Aliyev A.A., Guliyev V.V., Naghiyeva N.V. (2019, October). Water shutoff using crosslinked polymer gels. In SPE Annual Caspian Technical Conference. Society of Petroleum Engineers.
14. Suleimanov B.A., Veliyev E.F. Nanogels for Deep Reservoir Conformance Control (Russian). In SPE Annual Caspian Technical Conference & Exhibition. Society of Petroleum Engineers. (2016, November).
15. Сулейманов Б.А., Исмаилов Ф.С., Велиев Э.Ф. О влиянии наночастиц металла на прочность полимерных гелей на основе КМЦ, применяемых при добыче нефти // Нефтяное хозяйство, 2014, (1), с. 86-88.
16. Suleimanov B.A., Latifov Y.A., Veliyev E.F. (2019). Softened Water Application for Enhanced Oil Recovery. *SOCAR Proceedings* 1: 19-29
17. Suleimanov B.A., Latifov Y.A., Veliyev E.F., Frampton H. (2017, November). Low Salinity and Low Hardness Alkali Water as Displacement Agent for Secondary and Tertiary Flooding in Sandstones. In SPE Annual Caspian Technical Conference and Exhibition. Society of Petroleum Engineers.
18. Suleimanov B.A., Guseynova N.I., Veliyev E.F. Control of Displacement Front Uniformity by Fractal Dimensions. In SPE Russian Petroleum Technology Conference. Society of Petroleum Engineers. (2017, October).
19. Suleimanov B.A., Veliyev E.F., Dyshin O.A. Effect of Nanoparticles on the Compressive Strength of Polymer Gels Used for Enhanced Oil Recovery (EOR). *Petroleum Science and Technology*, 2015, 33(10), pp. 1133-1140.
20. Шулъев Ю.В., Бекетов С.Б., Димитриади Ю.К. Технология волнового воздействия на продуктивный пласт с целью интенсификации притока углеводородов // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2006, № 6, с. 388-394.
21. Abbasov E.M., Azeeva N.A. Распространение упругих волн, создаваемых в жидкости, с учетом динамической связи системы пласт-скважина // SOCAR "Proceedings", 2014, № 1, с. 77-84.
22. Patent RU № 121887 U1, F16K3/00, 2012.
23. Агуллиев М.М., Мусабиров М.Х., Чухичко И.З., Новиков И.М., Акуляшин В.М., Яруллин Р.Р. Техника и технология гидроударно-волнового воздействия на приквашинную зону пласта в процессе ремонта скважин в озо "Татнефть" // Электронный научный журнал "Нефтегазовое дело", 2013, № 1 <http://www.ogbus.ru>
24. Петриченко М.Р., Шипулин А.В., Немова Д.В., Цейтлин Д.Н. Предельная задача для неустойчивого движения флюида в вертикальной скважине. Строительство уникальных зданий и сооружений. ISSN 2304-6295. 10 (15), 2013.
25. Пат. 55 915 RU. МПК F16K 3/02, F16K 3/314. Шиберная задвижка / А.Н.Горьков; заявитель и патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственное предприятие "Циркон-Сервис". – № 2006101593/22.

26. Пат. 74 680 RU. МПК F16K 3/00. Скважинная задвижка с пневмоприводом / А.В.Шипулин; заявитель и патентообладатель: Закрытое акционерное общество "РЭНЕС". – № 2008111678/22.
27. Пат. 121 887 RU. МПК F16K 3/00. Скважинная задвижка с пневмоприводом / К.М. Буrow; заявитель и патентообладатель: Товарищество с ограниченной ответственностью Научно-производственное объединение "КазМунайХимСервис". – № 2012114145/28.
28. EII 032 854. Int.Cl. E21B 28/00, F16K 3/02, F16K 3/11/22, F15B 13/04. Устьевое устройство для ударно-волнового воздействия на прибойную зону пласта / Ф.С. Исмаилов, Б.А. Сулейманов, Г.Т. Ибодов, А.В. Тастемиров, Ф.Г. Гасанов, Е.Т. Баспаев; заявитель и патентообладатель: Научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа (НИИПИНГ).

References

1. Suleimanov B.A., Ismayilov F.S., Dyshin O.A., Veliyev E.F. (2016). Selection methodology for screening evaluation of EOR methods. *Petroleum Science and Technology*, 34(10), pp. 961-970.
2. Suleimanov B.A., Ismailov F.S., Dyshin O.A., Veliyev E.F. (2016, October). Screening Evaluation of EOR Methods Based on Fuzzy Logic and Bayesian Inference Mechanisms (Russian). In SPE Russian Petroleum Technology Conference and Exhibition. Society of Petroleum Engineers.
3. Suleimanov B.A., Latifov Y.A., Veliyev E.F., Frampton H. (2018). Comparative analysis of the EOR mechanisms by using low salinity and low hardness alkaline water. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 162, pp. 35-43.
4. Vishnyakov V., Suleimanov B., Salmanov A., Zeynalov E. (2019). *Primer on enhanced oil recovery*. Gulf Professional Publishing.
5. Suleimanov B.A., Azizov F., Abbasov E.M. (1998). Specific features of the gas-liquid mixture filtration. *Acta mechanica*, 130(1-2), pp. 121-133.
6. Suleimanov B.A. O fil'tratsii dispersnykh sistem v neodnorodnoy poristoy srede // Kolloidnyy zhurnal, 1995, 57(5), s. 743-746.
7. Panakhov G.M., Suleimanov B.A. Osobennosti techeniya suspenziy i nefyanykh dispersnykh sistem // Kolloidnyy zhurnal, 1995, 57(3), s. 386-390.
8. Suleimanov B.A., Bairamov M.M., Mamedov M.R. O vliyaniy skin-effekta na debit nefyanykh skvazhin. *Geologiya, geofizika i razrabotka nefyanykh i gazovykh mestorozhdeniy*, 2004, (8), s. 68-70.
9. Shakhverdiyev A.Kh., Panakhov G.M., Suleimanov B.A. Spособ razrabotki nefyanykh zalezhi. Patent RF, (1998), (2123586).
10. Kudinov V.I. Osnovy neftegazopromyvol'nogo dela. – Moskva-Izhevsk, 2004.
11. Suleimanov B.A., Veliyev E.F. Novel polymeric nanogel as diversion agent for enhanced oil recovery. *Petroleum Science and Technology*, 2017, 35(4), pp. 319-326.
12. Suleimanov B.A., Ismailov F.S., Veliyev E.F., Dyshin O.A. The influence of light metal nanoparticles on the strength of polymer gels used in oil industry. *SOCAR Proceedings*, 2013, 2, pp. 24-28.
13. Veliyev E.F., Aliyev A.A., Guliyev V.V., Naghiyeva N.V. (October 2019). Water shutoff using cross-linked polymer gels. In SPE Annual Caspian Technical Conference. Society of Petroleum Engineers.
14. Suleimanov B.A., Veliyev E.F. Nanogels for deep reservoir conformance control (Russian). In SPE Annual Caspian Technical Conference & Exhibition. Society of Petroleum Engineers. (November 2016).
15. Suleimanov B.A., Ismayilov F.S., Veliyev E.F. O vliyaniy nanochastits metalla na prochnost' polimernykh geley na osnove KMTS, primenyaemykh pri dobyche nefi // Neftyanoe khozaystvo, 2014, (1), s. 86-88.
16. Suleimanov B.A., Latifov Y.A., Veliyev E.F. (2019). Softened Water Application for Enhanced Oil Recovery. *SOCAR Proceedings* 1: 19-29.
17. Suleimanov B.A., Latifov Y.A., Veliyev E.F., Frampton H. (November 2017). Low salinity and low hardness alkali water as displacement agent for secondary and tertiary flooding in sandstones. In SPE Annual Caspian Technical Conference and Exhibition. Society of Petroleum Engineers.
18. Suleimanov B.A., Guseynova N.I., Veliyev E.F. Control of displacement front uniformity by fractal dimensions. In SPE Russian Petroleum Technology Conference. Society of Petroleum Engineers. (October 2017).
19. Suleimanov B.A., Veliyev E.F., Dyshin O.A. Effect of Nanoparticles on the Compressive Strength of Polymer Gels Used for Enhanced Oil Recovery (EOR). *Petroleum Science and Technology*, 2015, 33(10), pp. 1133-1140.
20. Shul'ev Yu.V., Beketov S.B., Dimitriadis Yu.K. Tekhnologiya volnovogo vozdeystviya na produktivnyy plast s tsel'yu intensivatsiyi pritoka uglevodородov // Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten', 2006, No 6, s. 388-394.
21. Abbasov E.M., Agayeva N.A. Rasprostraneniye uprugikh voln, sozdavaemykh v zhidkosti, s uchetom dinamicheskoy svyazi sistemy plast-skvazhina // SOCAR "Proceedings", 2014, No 1, s. 77-84.
22. Patent RU No 121887 U1, F16K3/00, 2012.
23. Agulliyev M.M., Musabirov M.Kh., Chupikova I.Z., Novikov I.M., Akulyashin V.M., Yurullin R.R. Tekhnika i tekhnologiya gidroudarno-volnovogo vozdeystviya na priskvazhinnyy zonu plasta v protsesse remonta skvazhin v OAO "Tatneft'" // Elektronnyy nauchnyy zhurnal "Neftgazovoe delo", 2013, No 1 <http://www.ogbus.ru>
24. Petrichenko M.R., Shipulin A.V., Nemova D.V., Tsytlin D.N. Predel'naya zadacha dlya neustoychivoyego dvizheniya fluvida v vertikal'noy skvazhine. Stroitel'stvo unikal'nykh zdaniy i sooruzheniy. ISSN 2304-6295. 10 (15), 2013.
25. Pat. 55 915 RU. МПК F16K 3/02, F16K 3/314. Шиберная задвижка / А.Н. Горьков; заявитель и патентообладатель: Обществое с ограниченной ответственностью научно-производственное предприятие "Циркон-Сервис". – № 2006101593/22.
26. Pat. 74 680 RU. МПК F16K 3/00. Скважинная задвижка с пневмоприводом / А.В. Шипулин; заявитель и патентообладатель: Закрытое акционерное общество "РЭНЕС". – № 2008111678/22.
27. Pat. 121 887 RU. МПК F16K 3/00. Скважинная задвижка с пневмоприводом / К.М. Буrow; заявитель и патентообладатель: Товарищество с ограниченной ответственностью научно-производственное объединение "КазМунайХимСервис". – № 2012114145/28.
28. EII032 854. Int.Cl. E21B 28/00, F16K 3/02, F16K 3/11/22, F15B 13/04. Устьевое устройство для ударно-волнового воздействия на прибойную зону пласта / Ф.С. Исмаилов, Б.А. Сулейманов, Г.Т. Ибодов, А.В. Тастемиров, Ф.Г. Гасанов, Е.Т. Баспаев; заявитель и патентообладатель: Научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа (НИПИНГ).