

Современные способы ликвидации нефтегазовых скважин (на основании исследования патентных источников)

М.К. Тупысев

Институт проблем нефти и газа РАН, г. Москва

E-mail: m.tupysev@mail.ru

Аннотация. Описаны современные способы ликвидации нефтегазовых скважин, запатентованные в РФ за последние 20 лет. В зависимости от выполняемых технологических операций технические решения разделены на группы. На основании выполненного анализа технических решений сделаны основные выводы: при ликвидации скважин не рассматривается вопрос о причинах, приведших скважину в аварийное состояние; сооружение скважин необходимо проводить с учетом всех факторов: как технологических, так и геодинамических, что будет способствовать повышению надежности их функционирования в процессе эксплуатации и снижению затрат на ликвидацию.

Ключевые слова: ликвидация скважин, техногенные факторы, надежность функционирования скважин.

Для цитирования: Тупысев М.К. Современные способы ликвидации нефтегазовых скважин (на основании исследования патентных источников) // Актуальные проблемы нефти и газа. 2019. Вып. 4(27). <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-27.art20>

В работе [1] тезисно были даны результаты анализа изобретений, защищенных патентами РФ, за последние годы по тематике ликвидации скважин. В данной работе более детально рассмотрены известные способы ликвидации скважин из указанных источников. В зависимости от совокупности технологических операций, выполняемых в процессе ликвидации скважин, а также от их состояния, все технические решения в результате проведенного анализа разделены на группы, приведенные ниже.

Технологические операции при ликвидации скважин с негерметичным заколонным пространством

1. Способ ликвидации скважины с источником межколонного давления [2]. В скважине на уровне подошвы пласта высокопластичных пород выше продуктивного горизонта и над источником межколонного давления устанавливают первый цементный мост. Затем вырезают часть обсадной колонны и сообщают заколонное пространство скважины с его колонным пространством в интервале высокопластичных пород, в котором далее устанавливают второй цементный мост поверх первого цементного моста. Заколонное и колонное пространства скважины также сообщают между собой в интервале

оставшейся части мощности пласта высокопластичных пород, обеспечивая таким образом течение высокопластичных пород в колонное пространство скважины.

2. Способ ликвидации газовой скважины с межколонными газопроявлениями [3]. Глушат скважину, извлекают лифтовую колонну и устанавливают первый цементный мост над продуктивным пластом. Ниже интервала негерметичности устанавливают дополнительный цементный мост. В интервале негерметичности эксплуатационной колонны ее перфорируют и через перфорационные отверстия в заколонное пространство закачивают и продавливают под давлением ниже давления опрессовки эксплуатационной колонны и цементного моста облегченную герметизирующую композицию. После ее затвердевания дополнительные перфорационные отверстия заливают расширяющимся цементным раствором. Далее устанавливают цементный мост в башмаке кондуктора и заполняют скважину в интервале многолетнемерзлых пород незамерзающей жидкостью, а после демонтажа устьевого оборудования на устье скважины устанавливают бетонную тумбу.

3. Способ ликвидации скважины [4]. Интервалы негерметичности тампонируют путем спуска съёмного пакера на технологической колонне и установки его в средней части интервала негерметичности с последующим закачиванием расчетного объема цементного раствора и заполнением всего интервала негерметичности (с давлением закачки, не превышающим допустимого давления для данной скважины). Съёмный пакер после схватывания цементного раствора, но до его отверждения, снимают и переустанавливают последовательно снизу вверх, аналогично заполняя все интервалы негерметичности цементным раствором. При этом, в горизонтальных или наклонных скважинах, оборудованных фильтрами-хвостовиками в интервале продуктивного пласта, перед перфорацией устанавливают пакер-пробку, исключая попадание тампонажного материала в продуктивные пласты. После ликвидации негерметичности всех интервалов заполняют скважину цементным раствором до устья скважины.

Технологические операции при ликвидации скважин со смятой эксплуатационной колонной

Способ ликвидации скважины со смятой эксплуатационной колонной [5]. При реализации данного способа перед выполнением обычных операций по ликвидации скважины проводят исправление смятия эксплуатационной колонны и спуск секции труб с перекрытием кровли продуктивного пласта, Цементируют эту секцию труб, выше нее

заполняют ствол скважины жидкостью глушения и устанавливают цементные мосты в башмаках технических колонн и кондуктора.

Технологические операции при ликвидации скважин с негерметичной эксплуатационной колонной

1. Способ ликвидации скважины с множеством интервалов негерметичности эксплуатационной колонны, расположенных в зоне многомерзлых пород [6]. В процессе подготовительных перед ликвидацией работ устанавливают на устье скважины противовыбросовое оборудование (ПВО). Вместо лифтовой колонны спускают в скважину до забоя промывочные трубы, через которые закачивают цементный раствор и заполняют им затрубное и трубное пространства скважины с выходом раствора на устье. Далее демонтируют ПВО, обрезают зацементированную в скважине колонну промывочных труб на уровне верхнего фланца корпуса трубной головки, монтируют переводную катушку и центральную задвижку, заполняют внутренние полости всего оставшегося оборудования устья цементным раствором, герметизируют все боковые отводы и верхний фланец центральной задвижки глухими фланцами с установкой репера.

2. Способ ликвидации скважины с множеством интервалов негерметичности эксплуатационной колонны [7]. При реализации данного способа ликвидации скважины, в отличие от предыдущего, в скважину спускают гибкую трубу (ГТ) колтюбингового оборудования. Впоследствии, в процессе ожидания затвердевания цемента, колтюбинговое оборудование демонтируют.

3. Способ физической ликвидации скважин [8]. Ликвидацию скважины проводят с использованием колтюбингового оборудования. При этом до начала работ по ликвидации производят перфорацию выявленных интервалов негерметичности эксплуатационной колонны. Далее производят установку цементного моста (высотой от 50 до 1000 м) в два этапа. На первом этапе цементный раствор через колтюбинговые трубы закачивают до забоя скважины и поднимают по межтрубью до верхних перфорационных отверстий пласта и под давлением продавливают в пласт. Поднимают колтюбинговые трубы выше уровня цемента и после затвердевания раствора на втором этапе производят доподъем цемента от кровли предыдущего цементного моста до устья скважины.

Технологические операции при ликвидации скважин с вырезанием и удалением участка эксплуатационной колонны

Способ ликвидации скважины [9]. Ликвидацию скважины (преимущественно на газовых месторождениях или подземных хранилищах газа) проводят с выполнением

следующих технологических операций: вырезание и удаление участка обсадной колонны в интервале непроницаемой покрышки продуктивного пласта, удаление тампонажного материала в этом интервале, расширение ствола скважины в нем с созданием кольцевой полости и заполнение этой полости и внутрискважинного пространства баритовой пульпой. После осаждения твердых частиц баритовой пульпы плотность последней должна обеспечивать превышение гидростатического давления ее столба над пластовым давлением.

Технологические операции при ликвидации скважин на акватории неглубокого водоема

Способ ликвидации нефтегазовой скважины, расположенной в акватории неглубокого водоема [10]. Изобретение относится к нефтегазовой промышленности преимущественно для арктических зон. При его реализации предварительно осуществляют намораживание приустьевой площадки до получения необходимой толщины ледяного слоя, необходимой для безопасного размещения оборудования и техники. После ликвидации скважины, заключающейся в выполнении всей последовательности обычных технологических операций, в том числе, установки нижнего цементного моста в интервале продуктивного пласта и над ним, заполнения ствола скважины технологическим раствором, установки верхнего цементного моста в интервале башмака кондуктора, заполнения ствола скважины выше верхнего цементного моста незамерзающей жидкостью, установки глухой пробки, на корпусе трубной головки монтируют центральную задвижку, а выше глухой пробки ствол скважины и внутренние полости колонной и трубной головок заполняют цементным раствором. Затем возле наружной обсадной колонны на устье скважины в ледяном слое прорезают прорубь, на центральную задвижку, трубную и колонную головки, наружную обсадную колонну, выступающую над дном водоема, наводят саркофаг, который спускают в прорубь до дна водоема. Герметизируют торец саркофага, его внутреннее пространство цементируют и на нем устанавливают репер.

Технологические операции при ликвидации скважин с заполнением ствола скважины пластичным природным материалом

1. Способ ликвидации скважины [11]. При реализации этого способа ствол скважины заполняют не цементом, а смесями из пластичных природных материалов и частиц твердых природных материалов, которые являются инертными по отношению к продукции и породе пластов, а также могут быть внедрены в поровые каналы пластов.

При этом подбирают объемную плотность используемого материала таким образом, чтобы давление в стволе скважины было не менее давления окружающих скважину горных пород.

2. Способ ликвидации скважины [12]. По данному способу ликвидации скважин после установки над продуктивным горизонтом изоляционного цементного моста в обсадной колонне вырезают технологическое окно в интервале залегания высокопластичных пород-покрышек, устанавливают дополнительный изоляционный цементный мост ниже нижней границы технологического окна и формируют искусственную изоляционную покрышку из материала, свойства которого близки к таковым у горных пород в интервале сообщения заколонного пространства с его колонным пространством. Скважинное пространство между изоляционными цементными мостами заполняют вязкопластичным составом с флюидонепроницаемыми свойствами и плотностью не менее средней плотности горных пород, вскрытых скважиной.

3. Способ ликвидации скважин [13]. Данный способ реализуется путем создания прочного водоупорного экрана как внутри скважины, так и в затрубном пространстве, что особенно важно при ликвидации скважин с радиоактивными, опасными отходами. Заявленный технический результат достигается при сооружении экрана в интервале залегания водоупора посредством перфорации обсадной колонны с созданием в горных породах каналов диаметром до 2 см и длиной до 1 м, последующей закачки пластичной твердеющей тампонажной смеси, содержащей в качестве основы 70–75 мас. % порошка бентонитовой глины, при давлении, равном 0,8–0,9 давления гидроразрыва пласта. В процессе закачки пластичной твердеющей тампонажной смеси на нее воздействуют механическими колебаниями в диапазоне 18–27 кГц.

Технологические операции с оснащением ствола скважины при ее ликвидации оптоволоконным кабелем

1. Способ ликвидации скважины [14]. При реализации этого способа из скважины извлекают незацементированную часть обсадной колонны. Устанавливают источник межпластового перетока по заколонному пространству скважины, вырезают часть обсадной колонны в интервале этого пласта и на 10 м выше него. В скважину до забоя спускают колонну труб малого диаметра с перфорированными отверстиями, суммарная площадь которых превышает площадь внутреннего сечения самой колонны труб не менее, чем в два раза. Колонну труб малого диаметра оснащают оптоволоконным кабелем, а

скважину тампонируют термостойким цементом. Контроль за ликвидированной скважиной проводят путем фиксации распределения температуры в ее стволе.

2. Способ ликвидации скважины [15]. Данное техническое решение относится преимущественно к решению вопроса ликвидации оценочных и разведочных скважин на месторождениях сверхвязкой нефти. По предложенному способу, в отличие от предыдущего, ствол скважины тампонируют термостойким цементом.

3. Способ ликвидации скважины [16]. При реализации этого технического решения, в отличие от предыдущих [14, 15], тампонирование скважины производят термостойким цементом с добавлением фиброволокна в количестве 0,2% от массы сухого цемента, а колонну труб малого диаметра с оптоволоконным кабелем заполняют незамерзающей жидкостью.

Заключение

Выполненный анализ рассмотренных технологий по ликвидации скважин позволяет сделать следующие выводы:

1. При принятии решения о ликвидации скважин и выборе ее способа не рассматривается вопрос о причинах, приведших скважины в аварийное состояние.

2. Ликвидация скважин сводится к выявлению мест слома или негерметичности ствола скважин, а также заколонного пространства, устранению выявленных нарушений с последующей герметизацией ствола скважины и оборудования устья скважины в соответствии с действующими Правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности [17].

3. Причиной ликвидации скважин могут быть не только технологические нарушения (в том числе, и при сооружении скважин), но и техногенные и геодинамические факторы, которые могут действовать после ликвидации скважин и приводить к нарушению герметичности их стволов, быть причиной осложнений, приводящих к невыполнению требований по охране недр и окружающей среды.

4. Только в последней выделенной группе технологий («Технологические операции с оснащением ствола скважины при ее ликвидации оптоволоконным кабелем») предусматривается контроль за состоянием скважины после ее ликвидации, причем этот контроль реализуется путем замера лишь температуры по стволу ликвидированной скважины при помощи оптоволоконного кабеля.

5. Сооружение скважин необходимо проводить с учетом всех: как технологических, так и геодинамических факторов, что будет способствовать повышению надежности функционирования скважин в процессе эксплуатации, а также снижению затрат на их ликвидацию [18]. Основное проявление техногенных процессов происходит в призабойной зоне скважин, в местах развития депрессионных и репрессионных воронок, в местах крепления (герметизации) обсадных эксплуатационных колонн с окружающими горными породами покрывающей залежи [19]. Учет таких негативных явлений при сооружении скважин позволит проводить их ликвидацию преимущественно по I категории – как скважин, выполнивших свое назначение.

6. Для сооружения скважин с учетом геодинамических и техногенных (деформационных) факторов необходимо совершенствование действующей законодательной базы, т.е. внесение изменений в действующие «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности».

Статья написана в рамках выполнения государственного задания (тема «Обоснование инновационных экологически чистых технологий разработки месторождений УВ в сложных горно-геологических условиях на основе 3D-компьютерного моделирования, лабораторных экспериментов и опытно-промысловых исследований», № АААА-А19-119022090096-5).

Литература

1. Никонов А.И., Тупышев М.К. Ликвидация нефтегазовых скважин и проблемы перевода промышленных земель в другие виды землепользования // Научный журнал Российского газового общества. 2018. № 1. С. 17–22.

2. Перепеличенко В.Ф., Авилов А.Х., Елфимов В.В. и др. Пат. RU 2168607 С2. Способ ликвидации скважины с источником межколонного давления. № 98122184/03; Заявл. 30.11.1998; Опубл. 10.06.2001 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 16. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.

3. Кустышев А.В., Зозуля Г.П., Кустышев И.А. и др. Пат. RU 2305754 С2. Способ ликвидации газовой скважины с межколонными газопроявлениями. № 2005135364/03; Заявл. 14.11.2005; Опубл. 10.09.2007 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 25. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.

4. *Амерханов М.И., Аслямов Н.А., Гарифуллин М.З.* Пат. RU 2691425 С1. Способ ликвидации скважины. № 2018134131. Заявл. 26.09.2018; Оpubл. 13.06.2019 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 17. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.

5. *Кустышев И.А., Кустышев Д.А.* Пат. RU 240376 С1. Способ ликвидации скважины со смятой эксплуатационной колонной. № 2009136099/03; Заявл. 29.09.2009; Оpubл. 10.11.2010 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 31. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.

6. *Кустышев Д.А., Федосеев А.П., Магомедова М.К., Кустышева С.А.* Пат. RU 2435935 С1. Способ ликвидации скважины с множеством интервалов негерметичности эксплуатационной колонны, расположенных в зоне многомерзлых пород. № 2010126023/03; Заявл. 25.06.2010; Оpubл. 10.12.2011 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 34. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.

7. *Кустышев И.А., Кустышев Д.А., Чижов И.В.* и др. Пат. RU 2441135 С1. Способ ликвидации скважины с множеством интервалов негерметичности эксплуатационной колонны. № 2010126020/03; Заявл. 25.06.2010; Оpubл. 27.01.2012 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 3. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.

8. *Макаров Д.Н., Фаррахов Р.М., Мурадов Р.А., Тухватуллин Р.Р.* Пат. RU 2576422 С1. Способ физической ликвидации скважин. № 2014139998/03; Заявл. 02.10.2014; Оpubл. 10.03.2016 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 7. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.

9. *Рубан Г.Н., Лихушин А.М., Литвинов А.В.* Пат. RU 2499127 С1. Способ ликвидации скважины. № 2012135024/03; Заявл. 15.08.2012; Оpubл. 20.11.2013 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 32. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.

10. *Дмитрук В.В., Рахимов Н.В., Кустышев И.А.* и др. Пат. RU 2418152 С1. Способ ликвидации нефтегазовой скважины, расположенной в акватории неглубокого водоема. № 2009135201/03; Заявл. 21.09.2009; Оpubл. 10.05.2011 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 13. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.

11. *Смирнов В.И.* Пат. RU 2282712 С2. Способ ликвидации скважины. № 2004120229/03; Заявл. 01.07.2004; Оpubл. 27.08.2006 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 24. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.

12. *Пономаренко Д.В., Дмитриевский А.Н., Журавлев С.Р.* и др. Пат. RU 2283942 С2. Способ ликвидации скважины. № 2004135418/03; Заявл. 03.12.2004;

Опубл. 20.19.2006 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 26. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.

13. *Васильев А.П., Лебедев Н.М., Приходько Н.К.* и др. Пат. RU 2693623 С1. Способ ликвидации скважин. № 2018126251; Заявл. 16.07.2018; Опубл. 03.07.2018 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 19. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.

14. *Файзуллин И.Н., Махмутов И.Х., Зиятдинов Р.З., Сулейманов Ф.Б.* Пат. RU 2530003 С1. Способ ликвидации скважины. № 2013128729/03; Заявл. 24.06.2013; Опубл. 10.10.2014 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 28. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.

15. *Махмутов И.Х., Зиятдинов Р.З., Сулейманов Ф.Б.* Пат. RU 2527446 С1. Способ ликвидации скважины. № 2013117184/03; Заявл. 15.04.2013; Опубл. 27.08.2014 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 24. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.

16. *Файзуллин И.Н., Махмутов И.Х., Зиятдинов Р.З., Сулейманов Ф.Б.* Пат. RU 2534309 С1. Способ ликвидации скважины. № 2013138004/03; Заявл. 13.08.2013; Опубл. 27.11.2014 // Изобретения. Полез. модели. Бюл. № 33. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.

17. О внесении изменений в Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности», утвержденные приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 12 марта 2013 г., № 101. <http://docs.cntd.ru/document/420249011> (Дата обращения 23.09.2019).

18. *Никонов А.И., Тупысев М.К.* Учет геодинамических факторов при ликвидации нефтегазовых скважин // Нефтепромысловое дело. 2018. № 9. С. 53–56. <https://doi.org/10.30713/0207-2351-2018-9-53-56>

19. *Тупысев М.К.* Оценка динамики техногенных напряжений в горных породах пластов, в том числе покрышки, при создании и эксплуатации ПХГ // Актуальные проблемы нефти и газа. 2019. Вып. 2(25). <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-25.art12>

Modern methods of oil and gas well abandonment (based on the study of patent sources)

M.K. Tupysev

Oil and Gas Research Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

E-mail: m.tupysev@mail.ru

Abstract. The paper describes modern methods of liquidation of oil and gas wells, patented in the Russian Federation over the past 20 years. Depending on the technological operations performed, technical solutions are divided into groups. Based on the analysis of technical solutions, the main conclusions are made: during well abandonment, the issue of the reasons that brought the well into emergency condition is not considered; well construction should be carried out taking into account all technological factors as well as geodynamic ones, which will contribute to increasing the reliability of their operation during operation and reducing the cost of liquidation.

Keywords: well abandonment, technogenic deformation processes, well reliability.

Citation: *Tupysev M.K.* Modern methods of oil and gas well abandonment (based on the study of patent sources) // Actual Problems of Oil and Gas. 2019. Iss. 4(27). <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-27.art20> (In Russ.).

References

1. *Nikonov A.I., Tupysev M.K.* Liquidation of oil and gas wells and problems of transfer of industrial lands to other types of land use // Scientific Journal of the Russian Gas Society. 2018. No. 1. P. 17–22. (In Russ.).
2. *Perepelichenko V.F., Avilov A.H., Elfimov V.V.* et al. Pat. RU 2168607 C2. Method of abandonment of well with source of annular space pressure. No. 98122184/03; Declared 30.11.1998; Publ. 10.06.2001 // Inventions. Useful models. Bull. No. 16. – Available at: <http://www1.fips.ru>
3. *Kustyshev A.V., Zozulya G.P., Kustyshev I.A.* et al. Pat. RU 2305754 C2. Abandonment method for well with gas show in tubing-casing annulus. No. 2005135364/03; Declared 14.11.2005; Publ. 10.09.2007 // Inventions. Useful models. Bull. No. 25. – Available at: <http://www1.fips.ru>
4. *Amerkhanov M.I., Aslamov N.A., Garifullin M.Z.* Pat. RU 2691425 C1. Well abandonment method. No. 2018134131; Declared 26.09.2018; Publ. 13.06.2019 // Inventions. Useful models. Bull. No. 17. – Available at: <http://www1.fips.ru>
5. *Kustyshev I.A., Kustyshev D.A.* Pat. RU 240376 C1. Method of well abandonment with collapsed production string. No. 2009136099/03; Declared 29.09.2009; Publ. 10.11.2010 // Inventions. Useful models. Bull. No. 31. – Available at: <http://www1.fips.ru>

6. *Kustyshev D.A., Fedoseev A.P., Magomedova M.K., Kustysheva S.A.* Pat. RU 2435935 C1. A method for eliminating a well with multiple intervals of leakage of the production column located in the zone of permafrost. No. 2010126023/03; Declared 25.06.2010; Publ. 10.12.2011 // Inventions. Useful models. Bull. No. 34. – Available at: <http://www1.fips.ru>
7. *Kustyshev I.A., Kustyshev D.A., Chizhov I.V.* et al. Pat. RU 2441135 C1. Method of abandonment of oil-and-gas well with production string multiple untight sections. No. 2010126020/03; Declared 25.06.2010; Publ. 27.01.2012 // Inventions. Useful models. Bull. No. 3. <http://www1.fips.ru>. – Available at: <http://www1.fips.ru>
8. *Makarov D.N., Farrakhov R.M., Muradov R.A., Tukhvatullin R.R.* Pat. RU 2576422 C1. Method of physical liquidation of wells. No. 2014139998/03; Declared 02.10.2014; Publ. 10.03.2016 // Inventions. Useful models. Bull. No. 7. – Available at: <http://www1.fips.ru>
9. *Ruban G.N., Likhushin A.M., Litvinov V.A.* Pat. RU 2499127 C1. Method of well liquidation. No. 2012135024/03; Declared 15.08.2012; Publ. 20.11.2013 // Inventions. Useful models. Bull. No. 32. – Available at: <http://www1.fips.ru>
10. *Dmitruk V.V., Rakhimov N.V., Kustyshev I.A.* et al. Pat. RU 2418152 C1. Abandonment method of oil-and-gas well located in water area of shallow water reservoir. No. 2009135201/03; Declared 21.09.2009; Publ. 10.05.2011 // Inventions. Useful models. Bull. No. 13. – Available at: <http://www1.fips.ru>
11. *Smirnov V.I.* Pat. RU 2282712 C2. Well killing method. No. 2004120229/03; Declared 01.07.2004; Publ. 27.08.2006 // Inventions. Useful models. Bull. No. 24. – Available at: <http://www1.fips.ru>
12. *Ponomarenko D.V., Dmitrievsky A.N., Zhuravlev S.R.* et al. Pat. RU 2283942 C2. Well killing method. No. 2004135418/03; Declared 03.12.2004; Publ. 20.19.2006 // Inventions. Useful models. Bull. No. 26. – Available at: <http://www1.fips.ru>
13. *Vasilev A.P., Lebedev N.M., Prikhodko N.K.* et al. Pat. RU 2693623 C1. Elimination method of wells. No. 2018126251; Declared 16.07.2018; Publ. 03.07.2018 // Inventions. Useful models. Bull. No. 19. – Available at: <http://www1.fips.ru>
14. *Fajzullin I.N., Makhmutov I.H., Zijatdinov R.Z., Sulejmanov F.B.* Pat. RU 2530003 C1. Method of well abandonment. No. 2013128729/03; Declared 24.06.2013; Publ. 10.10.2014 // Inventions. Useful models. Bull. No. 28. – Available at: <http://www1.fips.ru>

15. *Makhmutov I.H., Zijatdinov R.Z., Sulejmanov F.B.* Pat. RU 2527446 C1. Method of well abandonment. No. 2013117184/03; Declared 15.04.2013; Publ. 27.08.2014 // Inventions. Useful models. Bull. No. 24. – Available at: <http://www1.fips.ru>

16. *Fajzullin I.N., Makhmutov I.H., Zijatdinov R.Z., Sulejmanov F.B.* Pat. RU 2534309 C1. Method of well abandonment. No. 2013138004/03; Declared. 13.08.2013; Publ. 27.11.2014 // Inventions. Useful models. Bull. No. 33. – Available at: <http://www1.fips.ru>

17. About modification of Federal norms and rules in the field of industrial safety «Safety Rules in the oil and gas industry» approved by the order of Federal service for ecological, technological and nuclear supervision of March 12, 2015. No. 101. <http://docs.cntd.ru/document/420249011> (Accessed on 23.09.2019). (In Russ.).

18. *Nikonov A.I., Tupysev M.K.* Hydrodynamic factors consideration when abandoning oil and gas wells // Oilfield Engineering. 2018. No. 9. P. 53–56. <https://doi.org/10.30713/0207-2351-2018-9-53-56> (In Russ.).

19. *Tupysev M.K.* Estimation of dynamics of technogenic stresses in rocks of layers, including tires, at creation and operation of UGS // Actual Problems of Oil and Gas. 2019. Iss. 2(25). <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-25.art12> (In Russ.).