

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2465448

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОРРЕКТИРОВКИ ФОРМЫ
РЕЗЕРВУАРОВ В ФОРМАЦИЯХ КАМЕННОЙ СОЛИ**

Патентообладатель(ли): *Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет)" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2011118651

Приоритет изобретения 10 мая 2011 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 27 октября 2012 г.

Срок действия патента истекает 10 мая 2031 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'B.P. Simonov', is written over the printed name.



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **2465448**

(13) **C1**

(51) МПК

E21B43/28 (2006.01)

B65G5/00 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2011118651/03, 10.05.2011**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента: **10.05.2011**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **10.05.2011**

(45) Опубликовано: **27.10.2012**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2078212 C1, 27.04.1997. SU 1792893 A1, 07.02.1993. SU 1808782 A1, 15.04.1993. RU 2068805 C1, 10.11.1996. RU 2236579 C1, 20.09.2004. RU 2357076 C1, 27.05.2009. GB 1106744 A, 26.03.1968. US 4290650 A, 22.09.1981. US 5511905 A, 30.04.1996.**

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2, СПГГИ (ТУ), отдел интеллектуальной собственности и трансфера технологий (отдел ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

**Мозер Сергей Петрович (RU),
Ковалёв Олег Владимирович (RU),
Тхориков Игорь Юрьевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет)" (RU)

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОРРЕКТИРОВКИ ФОРМЫ РЕЗЕРВУАРОВ В ФОРМАЦИЯХ КАМЕННОЙ СОЛИ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к созданию подземных резервуаров в отложениях каменной соли и может использоваться при создании подземных хранилищ для газонефтепродуктов. Устройство для корректировки формы резервуаров в формациях каменной соли содержит водоподающую трубу с нижним оголовком, при этом нижний оголовок, с длиной, большей радиуса резервуара, выполнен в виде гибкой водоподающей трубы с закрепленными на ней механическими мышцами, пневматически или гидравлически связанными с источником создания давления, с возможностью управления каждой механической мышцей для позиционирования конца гибкой водоподающей трубы в пространстве.

Повышается эффективность работы. 3 ил.

Изобретение относится к созданию подземных резервуаров в отложениях каменной соли и может использоваться при создании подземных хранилищ для газонефтепродуктов.

Известен гибкий погружной пульпопровод (патент РФ № 2157438, опубл. 10.10.2000). Пульпопровод содержит несколько секций пульпопроводных труб, шарнирно соединенных между собой, дополнительно снабженных герметичной оболочкой, коаксиально закрепленной на пульпопроводной трубе при условии совпадения центров тяжести оболочки и трубы и удовлетворения следующего неравенства:

$$\frac{M_{\text{шарн}} + M_{\text{см}} + M_{\text{тр}} + M_{\text{об}}}{V_{\text{шарн}} + V_{\text{см}} + V_{\text{тр}} + V_{\text{об}}} \leq \rho_{\text{в}}, \text{ кг/м}^3,$$

где $M_{\text{шарн}}$, $V_{\text{шарн}}$, $M_{\text{см}}$, $V_{\text{см}}$, $M_{\text{тр}}$, $V_{\text{тр}}$, $M_{\text{об}}$, $V_{\text{об}}$ - соответственно масса (кг) и объем (м^3) шарнира, гидросмеси, трубы и оболочки, $\rho_{\text{в}}$ - плотность воды, при этом оболочка выполнена из синтактика с удельным весом 0,5-0,6 т/м^3 и в виде жестко соединенных полуцилиндров, охватывающих трубу по всему диаметру.

Недостатком данного устройства является узкая область применения и невозможность корректировки формы резервуара.

Известен способ образования камеры в скважине (патент на изобретение РФ № 2245476, опубл. 27.01.2005). Гибкий трубопровод содержит несколько секций пульпопроводных труб, снабженных камерами с шаровыми обратными клапанами и соединенных между собой трубчатыми диафрагмами.

На наружной поверхности пульпопроводного трубопровода установлено вытеснительное устройство с возможностью перемещения по трубопроводу. Внутри секций пульпопроводных труб расположена оболочка, выполненная из слоев синтактика и полиуретана с отношением толщин слоев (10-4):1. Вытеснительное устройство воздействует на трубчатую диафрагму, проталкивает гидросмесь из нижней секции в следующую, расположенную выше обратного клапана, перемещается по наружной поверхности пульпопровода до следующей вышерасположенной трубчатой диафрагмы.

Недостатком данного способа является узкая область применения и невозможность корректировки формы резервуара.

Известен способ скважинной гидродобычи соли и устройство для его осуществления, принятый за прототип (патент РФ № 2078212, опубл. 27.04.1997). Устройство для осуществления способа содержит водоподающий став, рассолопровод, нижний оголовок с гидромониторной секцией. В кольцевом зазоре става и рассолопровода установлено стопорное кольцо, на поверхности которого установлены входные отверстия гидромонитора, совмещенные с его перепускными отверстиями. Став и рассолопровод могут перемещаться относительно друг друга.

Недостатком данного устройства является узкая область применения и невозможность корректировки формы резервуара.

Техническим результатом изобретения является расширение области применения и возможность корректировки формы резервуара.

Технический результат достигается тем, что в устройстве для корректировки формы резервуаров в формациях каменной соли, содержащем водоподающую трубу с нижним оголовком, согласно изобретению нижний оголовок, с длиной, большей радиуса резервуара, выполнен в виде гибкой водоподающей трубы с закрепленными на ней механическими мышцами, пневматически или гидравлически связанными с источником создания давления, с возможностью управления каждой механической мышцей для позиционирования конца гибкой водоподающей трубы в пространстве.

Устройство для корректировки формы подземных резервуаров в формациях каменной соли поясняется чертежами. На фиг.1 изображен вертикальный разрез подземной камеры, этап корректировки формы резервуара, на фиг.2 приведен поперечный разрез водоподающей трубы с закрепленными на ней механическими мышцами, на фиг.3 приведен продольный разрез водоподающей трубы с закрепленными на ней механическими мышцами, где:

- 1 - проектный контур подземного резервуара, созданного, например в формациях каменной соли;
- 2 - эксплуатационный контур подземного резервуара (неровности стенок резервуара - эксплуатационные потери, требующие корректировки);
- 3 - рассолоподъемная труба;
- 4 - водоподающая труба с нижним оголовком 11 в виде гибкой водоподающей трубы, например металлопластиковая;
- 5 - механические мышцы, например пневматические или гидравлические;
- 6 - эксплуатационная труба;
- 7 - хомуты для симметричной фиксации концов механических мышц на нижнем оголовке 11 с одной стороны и на водоподающей трубе 4 с другой стороны;
- 8 - фитинги для соединения источника создания давления через пневмо- или гидропроводы с механическими мышцами 5;
- 9 - пневмо- или гидропроводы;
- 10 - заглушки на конце механической мышцы;
- 11 - нижний оголовок.

Строительство резервуаров в формациях каменной соли и прочих растворимых полезных ископаемых сопровождается образованием эксплуатационных потерь. Данные потери образуются из-за целого ряда

геологических и технологических факторов наличия нерастворимых включений, анизотропии свойств соли в формации, нарушения регламента размыва и т.д. Снижение эксплуатационных потерь возможно за счет локального подвода растворителя (воды) непосредственно в место образования потерь. Сложность локального подвода растворителя осложняется большими размерами подземных резервуаров - высота до 600 м, радиус - до 150 м. Для решения данной проблемы известны решения с гибкими неуправляемыми водоподающими трубами, которые невозможно использовать для корректировки формы резервуара. Разработанное решение позволит решить данную проблему.

Механическая мышца - техническое устройство, состоящее из эластичной оболочки, армированной гибкими нерастяжимыми нитями. При подаче сжатого воздуха или флюида внутрь оболочки, последняя начинает раздуваться. Ее произвольному раздутию препятствуют нити армирования. Раздувающаяся оболочка начинает опираться на нити армирования. Нити прогибаются и приводят к осевому сокращению всего устройства. Это осевое сокращение и используется для подвода конца нижнего оголовка 11 в виде гибкой трубы с растворителем к месту образования потерь в резервуаре 1 с целью корректировки формы. Сжимаемость воздуха в этом устройстве не оказывает влияния на кинематику сокращения, поскольку управляющим параметром устройства становится не расход воздуха, а его давление в оболочке. При этом механическая мышца абсолютно герметична, в ней полностью разделены рабочие среды, в ней нет трущихся частей, ей не нужна смазка и техническое обслуживание в период работы. У механических мышц есть основное и нереализуемое другими техническими двигателями уникальное преимущество: механическая мышца обладает инверсной силовой характеристикой. Это значит, что любой двигатель начинает работать от минимальной мощности, которую он увеличивает в процессе разгона. Механическая мышца, наоборот, начинает работать от максимальной мощности, которая в конце сокращения снижается до нуля. Самое важное свойство механической мышцы - способность к промежуточному энергетическому позиционированию. Как только энергия, запасенная оболочкой, станет равной механической работе, совершенной на определенном перемещении, внешняя инерционная нагрузка будет остановлена. Движение, начатое с максимальным ускорением, плавно и монотонно замедляется. Точность позиционирования определяется только рассеянием энергии в материале оболочки. При осуществлении точных управляющих воздействий мышца может работать на ползучих скоростях без эффекта подергивания. Сокращенная мышца удерживает нагрузку. При попытке увода нагрузки от положения энергетического позиционирования возникает возвращающее усилие. Принудительное удлинение мышцы приводит к изменению геометрии оболочки, а следовательно, к возникновению возвращающего усилия за счет изменившегося угла прогиба нитей и внутреннего объема оболочки. Принудительное вытягивание сжатой оболочки (без сброса давления) ведет к росту ее осевой жесткости. Оба фактора исключают возникновение колебаний при позиционировании либо способствуют гашению вынужденных колебаний. В настоящее время известно достаточно большое количество механических мышц и мускулов, наиболее современные приведены в таблице.

Таблица		
Параметры	Мышцы MATIS-20 (НИИ СУП)	Мускул MAS-20 (FESTO)
Рабочее давление энергоносителя, МПа	0,1-3,5	До 0,8
Предельное тянущее усилие, кН	До 15	До 1,4
Ход сжатия, %:		
- теоретически возможный	36,3	29,3
- рекомендуемой	5-20	25
Предельная деформация оболочки, %	150	660
Диапазон рабочих скоростей, мм/с	0,05-50	Нет данных
Интервал рабочих температур, °С	-40... +80	+5... +50
Механический КПД	0,95	Нет данных
Диаметр мышцы, мм	16, 28, 50	10, 20, 40
Длина мышцы, мм	До 370	До 10 м

На практике для целей геологоразведки используют линейный двигатель геофизического прибора на механических мышцах. Эти мышцы работают боковой поверхностью; исполнение гидравлическое; рабочее давление до 350 МПа; внешнее пластовое давление до 1500 МПа; температура пластовой

жидкости до 120°C; волновое сокращение мышц приводит к линейному продвижению геофизического прибора в трубах и пологих скважинах; тянущее усилие двигателя 2,5 кН.

Механические мышцы обладают предельно низкой ценой (недостижимой для изделий с механообработкой) в серийном производстве. Для работы в подземном резервуаре 1 можно использовать механические мышцы с оплеткой в виде объемной ромбической сетки. Смысл технологии состоит в следующем. Поверх тонкой трубки эластомера, которая становится внутренним слоем мускула, наносится тонкий слой усиливающего полимера. Сверху винтовым образом укладывается первый слой нитей армирования с постоянным углом укладки. Данный слой заливается слоем усиливающего полимера. Поверх данного слоя укладывается второй слой нитей армирования с углом винта, противоположным первому. Сформирована пространственная ромбическая сеть. Эта сеть заливается слоем полимера, формирующего внешнюю оболочку изделия. Усилие, создаваемое механическими мышцами, должно быть достаточным для манипулирования гибкой водоподающей трубой. Например, мышца (мускул) MAS развивает тяговое усилие в 10 раз большее, чем обычный пневматический цилиндр того же диаметра, и потребляет при этом только 40% потребляемой им энергии. Мышца (мускул) MAS-20 при давлении 0,8 МПа развивает начальное усилие в 120 кг. Для получения того же усилия достаточно трети поперечного сечения, ход при той же конструктивной длине меньше. При большой глубине заложения резервуаров предпочтительнее использовать гидравлические механические мышцы. Число и тип механических мышц определяют в зависимости от различного рода определяющих горнотехнических факторов экспериментальным, экспериментально-аналитическим или аналитическим путем. Оплетка может быть выполнена, например, из износостойкой нержавеющей стали или вольфрама.

Устройство для корректировки формы подземных резервуаров в формациях каменной соли включает водоподающую трубку 4 с нижним оголовком 11. Нижний оголовок 11 принимают с длиной, большей радиуса резервуара 1. Нижний оголовок 11 выполнен в виде отрезка гибкой водоподающей трубы, закрепленной на водоподающей трубе 4. С внешней стороны оголовка 11 закреплены механические мышцы 5, пневматически или гидравлически связанные с источником создания давления (на чертеже условно не показан).

Устройство для корректировки формы подземных резервуаров в формациях каменной соли работает следующим образом. Отрабатывают известными "управляемыми" методами, например подземным растворением солей через скважины с поверхности, запасы подземного резервуара 1 в формациях каменной соли в следующей последовательности. Бурят вертикальную скважину в массив отрабатываемого резервуара 1. Производят обсадку скважины, оборудуют ее концентрически расположенными водоподающей 4, рассолоподъемной 3 и эксплуатационной 6 трубами. Подают по зазору между водоподающей трубой 4 и рассолоподъемной 3 трубами под давлением растворитель. Подают по межтрубному пространству между водоподающей трубой 4 и эксплуатационной трубой под давлением нерастворитель. Создают методом гидровруба подготовительную выработку (на чертеже условно показана пунктиром). Отрабатывают запасы резервуара 1 с выдачей кондиционного рассола рассолоподъемной трубе 3. После строительства резервуара 1 из него извлекают водоподающую трубу и устанавливают на ее нижний конец нижний оголовок 11 в виде гибкой водоподающей трубы 4. Механические мышцы 5 закрепляют одним концом на гибкой водоподающей трубе по длине с помощью хомутов 7, другой конец крепят на водоподающей трубе 4. Механические мышцы 5 соединяют с источником создания давления пневмо- или гидропроводами 9 с через фитинги 8. Каждая механическая мышца 5 снабжена заглушкой 10. Подачу воздуха или рабочей жидкости от источника создания давления производят с помощью, например, программы электронно-вычислительной машины, определяющей местоположение потерь (место корректировки) по данным эхолокации и необходимое для их растворения количество воды. Размер и число механических мышц определяют аналитическим, экспериментальным или экспериментально-аналитическим путем. Растворитель подводят непосредственно к месту образования потерь в резервуаре 1 с отбором рассола по зазору рассолоподъемной и гибкой водоподающей трубой с контролем процесса с использованием камеры промышленного наблюдения или ультразвукового гидролокатора. В качестве камеры промышленного наблюдения может использоваться система INVIZ Pipe, обладающая одной из самых чувствительных камер в мире, разработанная специально для осмотров больших резервуаров через небольшие смотровые отверстия. Это стало возможным благодаря использованию технологии автофокуса и встроенной светодиодной подсветке. После получения необходимой формы резервуара 1 устройство извлекают и используют резервуар для целей народного хозяйства.

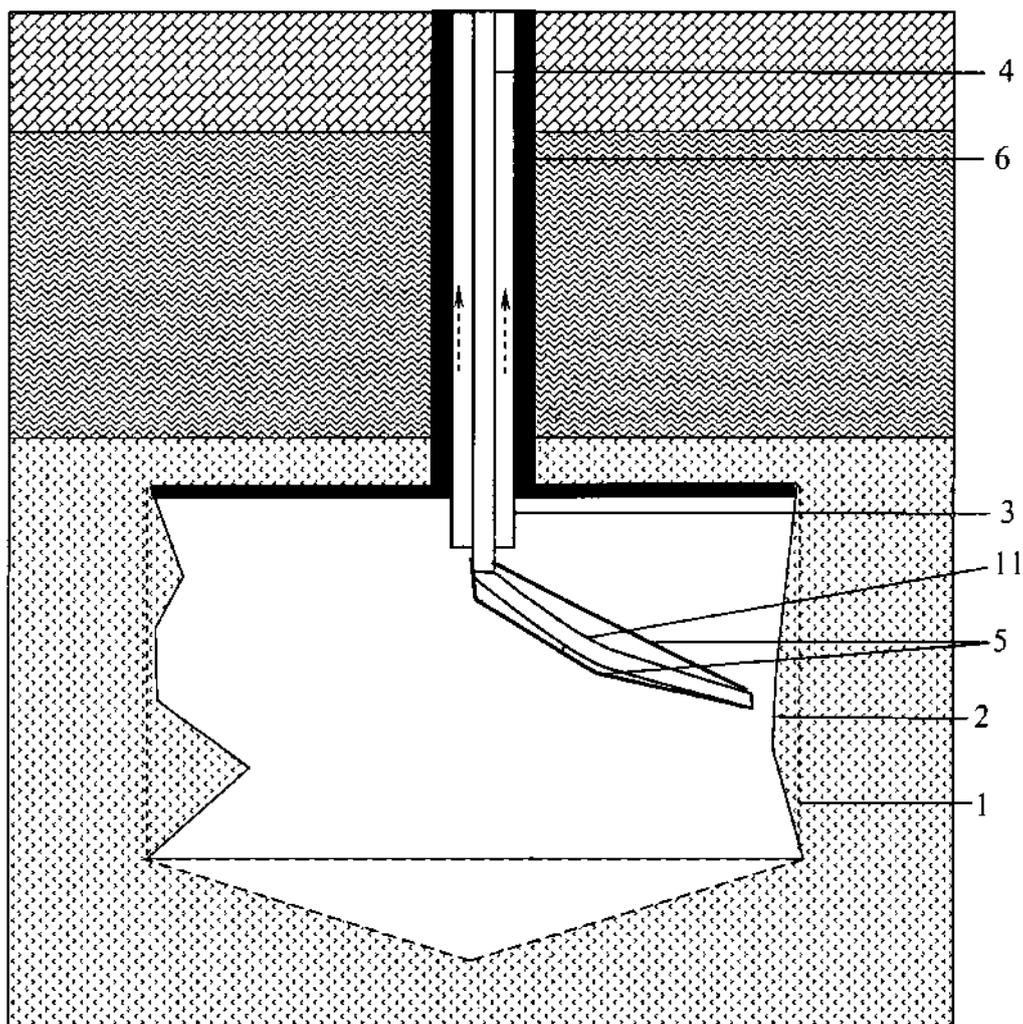
Применение устройства для корректировки формы подземных резервуаров в формациях каменной соли обеспечивает следующие преимущества:

- расширение области применения;

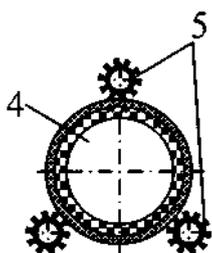
- возможность корректировки формы резервуара;
- повышение эффективности работ.

Формула изобретения

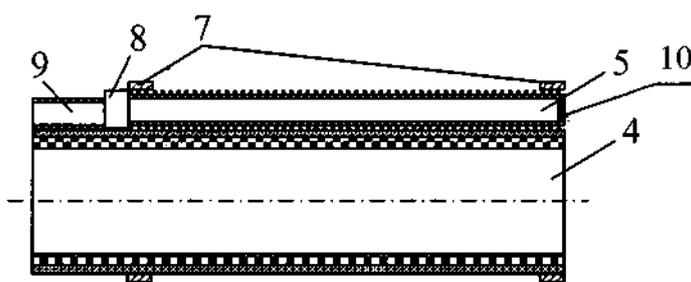
Устройство для корректировки формы резервуаров в формациях каменной соли, содержащее водоподающую трубу с нижним оголовком, отличающееся тем, что нижний оголовок с длиной, большей радиуса резервуара, выполнен в виде гибкой водоподающей трубы с закрепленными на ней механическими мышцами, пневматически или гидравлически связанными с источником создания давления, с возможностью управления каждой механической мышцей для позиционирования конца гибкой водоподающей трубы в пространстве.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3