

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **037814**(13) **B1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

**(45)** Дата публикации и выдачи патента  
**2021.05.24**

**(51)** Int. Cl. **C04B 20/06** (2006.01)

**(21)** Номер заявки  
**201791285**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2015.12.04**

---

**(54) АППАРАТ И СИСТЕМА ДЛЯ ВСПЕНИВАНИЯ ВСПЕНИВАЕМЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МИКРОСФЕР**

---

**(31)** 62/090,777

**(56)** WO-A1-2013156589

**(32)** 2014.12.11

US-A1-2013280364

**(33)** US

US-A1-2015093468

**(43)** 2018.03.30

WO-A1-2014198532

**(86)** PCT/EP2015/078630

US-A-4513106

**(87)** WO 2016/091739 2016.06.16

US-A1-2009093558

**(71)(73)** Заявитель и патентовладелец:  
**КОНСТРАКШН РИСЁРЧ ЭНД  
ТЕКНОЛОДЖИ ГМБХ (DE);  
АКЗО НОБЕЛЬ КЕМИКАЛЗ  
ИНТЕРНЭШНЛ Б.В. (NL)**

US-A1-2011281964

JP-A-2005254213

**(72)** Изобретатель:  
**Онг Фрэнк Шаоде (US), Мюссиг  
Штефан (DE), Гамбатеза Даррен,  
Смит Джеймс Кертис, Папонетти  
Ричард, Бери Марк А. (US), Нордин  
Ян, Свенссон Фредрик (SE), Симмонс  
Джермейн (US)**

**(74)** Представитель:  
**Веселицкая И.А., Веселицкий М.Б.,  
Кузенкова Н.В., Каксис Р.А., Белоусов  
Ю.В., Куликов А.В., Кузнецова Е.В.,  
Соколов Р.А., Кузнецова Т.В. (RU)**

---

**(57)** Аппарат включающий: (а) технологический трубопровод для жидкого материала, гидравлически соединенный с источником жидкого материала, в котором жидкий материал содержит невспененные, вспениваемые полимерные микросферы; (b) зону обработки в теплопереносящем соединении с источником тепла и гидравлически соединенную с технологическим трубопроводом для жидкого материала таким образом, что жидкий материал прямо или непрямо контактирует с теплом в зоне обработки; и (с) генератор встречного давления, гидравлически соединенный с зоной обработки, способный увеличить давление в зоне обработки, которое приводит в результате к вспениванию вспениваемых полимерных микросфер, когда жидкий материал находится в зоне обработки.

---

**B1****037814****037814****B1**

Обеспечивается аппарат для вспенивания вспениваемых полимерных микросфер.

Циклы замораживания и оттаивания могут быть чрезвычайно вредящими для насыщенных водой твердеющих цементных композиций, таких как бетон. Наилучшей известной технологией, чтобы предупредить или снизить причиненный ущерб является введение в композицию микроскопически мелких пор или пустот. Поры или пустоты действуют как камеры, расширяющиеся внутри и, поэтому, могут защищать композицию от повреждения от повторных циклов замораживания - оттаивания, облегчая изменения гидравлического давления, вызванного циклическостью замораживания и оттаивания. Обычным способом, применяемым для получения таких пустот в цементных композициях, является введение воздухововлекающих добавок в композиции, которые стабилизируют крошечные пузырьки воздуха, которые улавливаются композицией во время смешивания.

К сожалению, этот подход получения воздушных пустот в цементных композициях создает массу неудобств количеством проблем получения и размещения, некоторые из которых следующие.

Содержание воздуха: изменения в содержании воздуха цементной композиции могут привести в результате, к композиции с плохой устойчивостью к повреждению от повторных циклов замораживания - оттаивания, если содержание воздуха со временем падает, или к снижению прочности на сжатие композиции, если содержание воздуха со временем уменьшается. Примерами являются перекачивание цементной композиции (уменьшение содержания воздуха повышением давления), добавление на строительной площадке суперпластификатора (часто повышает содержание воздуха или дестабилизирует систему воздушных пустот), и привлечение особых примесей с воздухововлекающим поверхностно-активным веществом (которое может увеличить или снизить содержание воздуха).

Стабилизация воздушных пустот: неспособность стабилизировать пузырьки воздуха может быть вызвана присутствием материалов, которые адсорбируют стабилизирующее поверхностно-активное вещество, то есть летучей золы, имеющей углерод с высокой удельной поверхностью, или недостаточным количеством воды для поверхностно-активного вещества, чтобы дать необходимый эффект, то есть, низкую усадку бетона.

Характеристики воздушных пустот: образование пузырьков, которые являются такими большими, чтобы обеспечить устойчивость к замораживанию, и повреждение вследствие размораживания могут быть результатом плохого качества или плохого гранулометрического состава заполнителей, применения других примесей, которые дестабилизируют пузырьки, и т.д. Такие пустоты часто неустойчивы и склонны к всплытию на поверхность свежего бетона.

Окончательная отделка: удаление воздуха окончательной отделкой, удаляют воздух с поверхности бетона, что обычно приводит к повреждению шелушением разгруженной зоны цементной пасты смежной с окончательной отделанной поверхностью.

Образование и стабилизация воздуха во время смешивания и обеспечение его уровней при достаточном количестве и размере воздушных пустот до тех пор, пока цементная композиция не затвердеет, остаются наибольшими ежедневными проблемами для производителя цементных композиций в Северной Америке. Содержание воздуха и характеристики системы воздушных пустот, включенных в цементную композицию, не могут быть проконтролированы прямыми количественными средствами, а только непрямыми, через количество и/или тип воздухововлекающей добавки, добавленной к композиции. Факторы, такие как композиция и форма частиц заполнителей, тип и количество цемента в смеси, консистенция цементной композиции, тип применяемого смесителя, время смешивания и температура, все влияют на рабочие характеристики воздухововлекающей добавки. Распределение пустот по размерам в обычном бетоне с воздухововлекающей добавкой может показать очень широкий диапазон вариаций, между 10 и 3,000 микрометров (мкм) или больше. В таких цементных композициях, кроме маленьких пустот, которые присущи устойчивости к циклическому повреждению от повторных циклов замораживания - оттаивания, может быть допустимым, в качестве неустраняемой особенности, присутствие больших пустот, которые мало способствуют износоустойчивости цементной композиции, и могут снизить прочность композиции.

Воздухововлекающие добавки, как показали, обеспечивают устойчивость к повреждению от повторных циклов замораживания - оттаивания, также как и устойчивость к повреждению шелушением, которое происходит, когда поверхность затвердевшей цементной композиции крошится по любой из многих причин, некоторые из которых обсуждались выше. Тем не менее, поскольку обычные воздухововлекающие добавки страдают от проблем обсужденных выше, индустрия цементных композиций ищет новые и лучшие примеси, чтобы обеспечить свойства, которые в данное время обеспечиваются обычными воздухововлекающими добавками.

Последней разработкой является применение полимерных микросфер, чтобы создать в цементных композициях пустоты с контролируемым размером. Тем не менее, все еще ведется разработка, чтобы улучшить функцию полимерных микросфер в цементных композициях, и чтобы снизить стоимость включения полимерных микросфер в цементные композиции.

Для того, чтобы обеспечить воздушные пустоты соответствующих размеров, полимерным микросферам может потребоваться быть вспененными перед введением в цементные композиции. После вспенивания, вспененные полимерные микросферы могут иметь до около умноженного на 75 объема невспе-

ненных микросфер. Обеспечение примесей цементных композиций, которые включают вспененные полимерные микросферы, может быть дорогим из-за высокой стоимости доставки, связанной с доставкой примеси, которая включает вспененные микросферы с высоким объемом, особенно, если они обеспечены в водной взвеси, которая может включать объем воды.

Ранее были предприняты попытки, чтобы найти решения проблемы, определенной выше, а именно, высокие затраты доставки, связанные с обеспечением вспененных полимерных микросфер конечным пользователям. Тем не менее, предыдущий аппарат для вспенивания вспениваемых полимерных микросфер потребляет большое количество энергии и имеет очень большой размер. Неожиданно было обнаружено, что вспениваемые полимерные микросферы могут быть в достаточной степени вспенены применением аппарата, который потребляет намного меньше энергии и имеет существенно меньший размер.

Необходимым, является средство для доставки вспененных полимерных микросфер конечным пользователям рентабельным способом.

Варианты осуществления объекта изобретения раскрыты со ссылкой на сопровождающие рисунки и только в иллюстративных целях. Объект изобретения не ограничивается его применением в деталях конструкции или расположением компонентов, проиллюстрированных на рисунках. Для определения аналогичных компонентов применяют аналогичные позиционные обозначения, если не обозначено иначе.

Фиг. 1 представляет собой схематическую блок-схему с изображением одного варианта осуществления данного объекта изобретения.

Фиг. 2 представляет собой схематическую блок-схему с изображением второго варианта осуществления данного объекта изобретения.

Обеспечен аппарат для вспенивания полимерных микросфер, включающий: (а) технологический трубопровод для жидкого материала, гидравлически соединенный с источником жидкого материала, где жидкий материал содержит невспененные, вспениваемые полимерные микросферы; (b) зону обработки в теплопереносящем соединении с источником тепла и, гидравлически соединенную с технологическим трубопроводом для жидкого материала таким образом, что жидкий материал прямо или непрямо контактирует с теплом в зоне обработки; и (с) генератор встречного давления, гидравлически соединенный с зоной обработки, способный увеличить давление в зоне обработки, которое приводит в результате к вспениванию вспениваемых полимерных микросфер, когда жидкий материал покидает зону обработки, причем источник тепла включает микроволновое излучение или электронагреватель, в случае которого провод сопротивления помещен в стенки зоны обработки.

В то время, как вспениваемые полимерные микросферы обсуждены здесь относительно применения в цементных композициях, данный аппарат не ограничивается обеспечением вспененных полимерных микросфер для применения в цементных композициях. Точнее, данный аппарат может быть применен, чтобы обеспечить вспененные полимерные микросферы для применения в изготовлении любых продуктов, в которых могут быть включены вспененные полимерные микросферы.

В определенных вариантах осуществления тепло, которое контактирует с жидким материалом в зоне обработки, может быть обеспечено прямым контактированием жидкого материала с нагретым теплоносителем, таким как газ или жидкость. В определенных вариантах осуществления нагретый теплоноситель может не содержать водяной пар. В определенных вариантах осуществления нагретый теплоноситель может содержать нагретую жидкость, такую как вода. Нагретый теплоноситель может быть доставлен через технологический трубопровод, гидравлически соединенный с зоной обработки.

В определенных вариантах осуществления тепло, которое контактирует с жидким материалом, может быть обеспечено нагреванием стенок зоны обработки, как например, помещение провода высокого сопротивления в стенки зоны обработки.

В определенных вариантах осуществления тепло, которое контактирует с жидким материалом, может быть обеспечено непрямым контактированием жидкого материала с теплом через теплообменник, такой как теплообменник типа "труба в трубе". В этих вариантах осуществления любой теплообменник, известный специалистам в данной области техники, может быть применен для непрямого контакта жидкого материала с теплом.

В определенных вариантах осуществления тепло, которое контактирует с жидким материалом, может быть обеспечено действием на зону обработки излучения, такого как микроволновое излучение. В таких вариантах осуществления излучение может передавать тепло прямо вспениваемым полимерным микросферам, или может нагревать жидкость-носитель, такую как вода, которая в свою очередь нагревает вспениваемые полимерные микросферы.

Количество необходимого тепла будет зависеть от особенности микросферы, которая применяется, учитывая материал, из которого микросфера сформирована и вспенивающее вещество, инкапсулированное в микросферу. В то время, когда много типов микросфер коммерчески доступны сегодня, требуются существенных количества тепла, чтобы вспенить микросферы, в промышленности есть современная тенденция создать микросферы, которые требуют меньших количеств тепла, чтобы вспенить микросферы, поскольку уменьшенные количества тепла приводят в результате к экономии затрат и повышению безопасности во время вспенивания микросфер.

В определенных вариантах осуществления аппарат может дополнительно содержать теплообменник в теплопереносящем соединении с технологическим трубопроводом для жидкого материала. В этих вариантах осуществления теплообменник может "предварительно нагревать" жидкий материал так, чтобы энергия, необходимая для снабжения источника тепла в зоне обработки могла быть снижена или минимизирована.

В определенных вариантах осуществления аппарат может расходовать меньше чем или эквивалентно до около 100 кВт во время работы на установившемся режиме. В определенных вариантах осуществления аппарат может расходовать меньше чем или эквивалентно до около 90 кВт во время работы на установившемся режиме. В определенных вариантах осуществления аппарат может расходовать меньше чем или эквивалентно до около 80 кВт во время работы на установившемся режиме. В определенных вариантах осуществления аппарат может расходовать меньше чем или эквивалентно до около 70 кВт во время работы на установившемся режиме. В определенных вариантах осуществления аппарат может расходовать меньше чем или эквивалентно до около 60 кВт во время работы на установившемся режиме. В определенных вариантах осуществления аппарат может расходовать меньше чем или эквивалентно до около 50 кВт во время работы на установившемся режиме. В определенных вариантах осуществления аппарат может расходовать меньше чем или эквивалентно до около 45 кВт во время работы на установившемся режиме. В определенных вариантах осуществления аппарат может расходовать меньше чем или эквивалентно до около 35 кВт во время работы на установившемся режиме.

В определенных вариантах осуществления аппарат может быть способен к вспениванию от около 0.1 гал/мин до около 4 гал/мин (от около 0.5 л/мин до около 15 л/мин) жидкого материала, содержащего невспененные, вспениваемые полимерные микросферы во время работы на установившемся режиме. В определенных вариантах осуществления аппарат может быть способен к вспениванию от около 0.1 гал/мин до около 3 гал/мин (от около 0.5 л/мин до около 14 л/мин) жидкого материала, содержащего невспененные, вспениваемые полимерные микросферы во время работы на установившемся режиме. В определенных вариантах осуществления аппарат может быть способен к производству от около 0.2 гал/мин до около 2 гал/мин (от около 0.9 л/мин до около 9 л/мин) жидкого материала, содержащего невспененные, вспениваемые полимерные микросферы во время работы на установившемся режиме. В определенных вариантах осуществления аппарат может быть способен к производству от около 0.4 гал/мин до около 1 гал/мин (от около 1.8 л/мин до около 5 л/мин) жидкого материала, содержащего невспененные, вспениваемые полимерные микросферы во время работы на установившемся режиме.

В определенных вариантах осуществления жидкий материал содержащий невспененные, вспениваемые полимерные микросферы может содержать от около 1 об.% до около 50 об.% невспененных, вспениваемых полимерных микросфер. В определенных вариантах осуществления жидкий материал, содержащий невспененные, вспениваемые полимерные микросферы может содержать от около 5 об.% до около 40 об.% невспененных, вспениваемых полимерных микросфер. В определенных вариантах осуществления жидкий материал, содержащий невспененные, вспениваемые полимерные микросферы может содержать от около 10 об.% до около 30 об.% невспененных, вспениваемых полимерных микросфер.

Без желания быть ограниченной теорией, функция аппарата может быть описана следующим образом. Жидкий материал, содержащий невспененные, вспениваемые полимерные микросферы может включать воду (и/или другую подходящую жидкость(жидкости)) и невспененные, вспениваемые полимерные микросферы, и может также включать другие примеси для цементных композиций, если вспененные полимерные микросферы будут применять в цементной композиции. Жидкий материал, содержащий невспененные, вспениваемые полимерные микросферы контактирует с теплом в зоне обработки таким образом, что невспененные, вспениваемые полимерные микросферы подвергаются действию увеличенной температуры, которая приводит в результате к вспениванию вспениваемых полимерных микросфер. В определенных вариантах осуществления вспениваемые полимерные микросферы также могут быть подвергнуты увеличенному давлению в зоне обработки, и после перехода в зону обработки, необязательно через генератор встречного давления, вспениваемые полимерные микросферы могут претерпевать перепад давления эквивалентный разнице между давлением в зоне обработки и давлением во внешней среде зоны обработки. Это уменьшение давления может привести в результате к дополнительному вспениванию вспениваемых полимерных микросфер.

В определенных вариантах осуществления температура внутреннего объема зоны обработки может составлять от около 60°C (140°F) до около 160°C (320°F), в определенных вариантах осуществления от около 70°C (158°F) до около 160°C (320°F), в определенных вариантах осуществления от около 80°C (176°F) до около 160°C (320°F), в определенных вариантах осуществления от около 100°C (212°F) до около 160°C (320°F), в определенных вариантах осуществления от около 105°C (221°F) до около 145°C (293°F), в определенных вариантах осуществления от около 135°C (275°F) до около 145°C (293°F). В определенных вариантах осуществления температура внутреннего объема зоны обработки может составлять от около 60°C (140°F) до около 145°C (293°F), в определенных вариантах осуществления от около 60°C (140°F) до около 135°C (275°F), в определенных вариантах осуществления от около 60°C (140°F) до около 105°C (221°F). В определенных вариантах осуществления, температура внутреннего объема зоны обработки может составлять от около 70°C (158°F) до около 145°C (293°F), в определенных вариантах

осуществления от около 70°C (158°F) до около 135°C (275°F), в определенных вариантах осуществления от около 70°C (158°F) до около 105°C (221°F). В определенных вариантах осуществления температура внутреннего объема зоны обработки может составлять от около 80°C (176°F) до около 145°C (293°F), в определенных вариантах осуществления от около 80°C (176°F) до около 135°C (275°F), в определенных вариантах осуществления от около 80°C (176°F) до около 105°C (221°F).

В определенных вариантах осуществления давление внутреннего объема зоны обработки может составлять от около 46.1 кПа (6.69 фунт/кв. дюйм) до около 618.1 кПа (89.65 фунт/кв. дюйм), в определенных вариантах осуществления от около 101.3 кПа (14.69 фунт/кв. дюйм) до около 618.1 кПа (89.65 фунт/кв. дюйм), в определенных вариантах осуществления от около 120 кПа (17.4 фунт/кв. дюйм) до около 420 кПа (60.9 фунт/кв. дюйм), в определенных вариантах осуществления от около 315 кПа (45.7 фунт/кв. дюйм) до около 420 кПа (60.9 фунт/кв. дюйм).

В определенных вариантах осуществления технологический трубопровод для жидкого материала может содержать устройство для диспергирования частиц, которое действует, чтобы отделить не вспененные, вспениваемые полимерные микросферы, для того, чтобы увеличить размер площади поверхности не вспененных, вспениваемых полимерных микросфер, которые контактируют с теплом в зоне обработки. В определенных вариантах осуществления, устройство для диспергирования частиц может быть форсункой.

Жидкий материал, содержащий вспененные, вспениваемые полимерные микросферы потом может быть добавлен к или смешан с технологической водой или другими жидкими примесями, и потом введен в цементную композицию или другой продукт производства. Альтернативно, жидкий материал, содержащий вспененные, вспениваемые полимерные микросферы может быть введен прямо в цементную композицию (до или во время смешивания цементной композиции) или другого продукта производства без первого добавления жидкого материала к технологической воде или другим жидким примесям.

Генератор встречного давления способен ограничивать и/или контролировать поток жидкого материала через зону обработки, чтобы обеспечить то, что температура в зоне обработки будет достаточной для возможности вспениваемых полимерных микросфер, вспениться до желательной степени. В определенных вариантах осуществления генератор встречного давления также может обеспечить увеличенное давление в зоне обработки, для того, чтобы дать возможность дополнительному вспениванию вспениваемых полимерных микросфер, если вспениваемые полимерные микросферы претерпевают перепад давления после перемещения в зону обработки. Генератор встречного давления может содержать, например, клапан регулирования потока или устройство ограничения потока, такое как сопло. Альтернативно или дополнительно, в определенных вариантах осуществления генератор встречного давления может содержать: (i) отрезок технологического трубопровода достаточный, чтобы блокировать поток через зону обработки таким образом, что температура и/или давление внутреннего объема зоны обработки поддерживается или увеличивается; и/или (ii) технологический трубопровод, имеющий внутренний размер, который меньше, чем внутренний размер технологического трубопровода для жидкого материала таким образом, что температура и/или давление внутреннего объема зоны обработки поддерживается или увеличивается; и/или (iii) технологический трубопровод, который имеет неравномерную структуру внутренней стенки, такую как нарезной технологический трубопровод таким образом, что температура и/или давление внутреннего объема зоны обработки поддерживаются или увеличиваются.

В определенных вариантах осуществления, аппарат имеет общую занимаемую площадь, которая дает возможность аппарату быть размещенным во внутреннем объеме промышленного предприятия, которое применяет вспененные вспениваемые полимерные микросферы в продуктах производства без существенно негативного влияния на изготовление продуктов производства. Как применяют здесь, термин "общая занимаемая площадь" означает горизонтальную площадь аппарата, например, общую площадь, занимаемую аппаратом, когда он размещен во внутреннем объеме промышленного предприятия. Например, аппарат может быть размещен в существующем внутреннем объеме промышленного предприятия цементных композиций без существенно негативного влияния на цементную композицию и без необходимости добавления площади промышленному предприятию. Подобные меры возможны на промышленных предприятиях, которые изготавливают другие продукты. В некоторых вариантах осуществления общая занимаемая площадь аппарата может быть меньше чем или эквивалентна до около 60  $\text{ft}^2$ .

В определенных вариантах осуществления может быть желательным дать возможность вспененным, вспениваемым полимерным микросферам достичь стабилизирующего условия для оболочки после того, как они покинут зону обработки, перед введением вспененных, вспениваемых полимерных микросфер в воду и/или цементную композицию. Возможно, что впрыскивание вспененных, вспениваемых полимерных микросфер прямо в воду и/или цементную композицию может вызвать деформирование микросфер, которое может быть нежелательным, когда микросферы применяют в определенных продуктах производства. Под "стабилизирующее условие для оболочки" имеют в виду условие, при котором вспененные, вспениваемые полимерные микросферы не будут больше деформироваться, после вспенивания способом вспенивания.

Не желая быть ограниченными теорией, можно полагать, что деформация микросфер может быть вызвана, по меньшей мере, частичным повторным ожижением вспенивающего вещества, применяемого,

чтобы вспенить вспениваемые полимерные микросферы. По меньшей мере, частичное повторное ожигание вспенивающего вещества может привести в результате к отрицательному давлению во внутреннем объеме вспененных, вспениваемых полимерных микросфер. Для того, чтобы избежать деформации микросфер в этих условиях, необходимо дать возможность давлению внутреннего объема вспененных микросфер уравниваться с давлением среды вокруг микросфер. Это может быть выполнено, возможностью газа, такого как воздух, проникать внутрь микросфер, чтобы уравновесить давление внутреннего объема микросфер для компенсации снижения давления, вызванного, по меньшей мере, частичным повторным ожиганием вспенивающего вещества.

Возможность вспененным, вспениваемым полимерным микросферам достигать стабилизирующего условия для оболочки может быть выполнена применением камеры, гидравлически соединенной с выходного конца зоны обработки, где камера обеспечивает достаточное охлаждение и время пребывания, чтобы дать возможность вспененным микросферам достигать стабилизирующего условия для оболочки, чтобы предотвратить деформацию вспененных микросфер. В определенных вариантах осуществления к входу камеры может быть подана любая подходящая текучая среда, такая как воздух, для того, чтобы охладить вспененные, вспениваемые полимерные микросферы до стабилизирующего условия для оболочки. В определенных вариантах осуществления выходной конец камеры может быть гидравлически соединенным с сосудом, который собирает вспененные, вспениваемые полимерные микросферы, и сосуд необязательно может содержать объем воды, в которой микросферы могут быть диспергированы. В определенных вариантах осуществления камера может содержать отрезок технологического трубопровода, такой как труба или шланг.

В определенных вариантах осуществления аппарат может быть доставлен с источником воды и/или электроэнергии, обеспеченной промышленным предприятием, на котором аппарат может быть размещен. Помимо применения воды и/или электроэнергии, обеспеченной промышленным предприятием, аппарат не может иным способом существенно влиять на режим работы и/или эффективность промышленного предприятия, на котором аппарат может быть размещен в малозаметном месте предприятия так, что ход работы на предприятии не потребует существенных изменений для приспособления аппарата.

Вспененные полимерные микросферы обеспечивают пустые пространства в цементных композициях перед окончательной обработкой, и такие пустые пространства действуют, чтобы увеличить морозостойкость цементного материала. Вспененные полимерные микросферы вводят пустоты в цементные композиции, для получения полностью сформированной структуры пустот в цементных композициях, которая противодействует разрушению бетона, производимого насыщенным водой циклическим замораживанием, и не зависит от стабилизации пузырьков воздуха во время смешивания цементных композиций. Улучшение морозостойкости, производимое вспененными полимерными микросферами на основе физического механизма для снятия напряжений, производимых, когда вода замерзает в цементном материале. В уровне техники, пустоты, надлежащего размера и распределения, генерируют в затвердевшем материале, применяя химические примеси, чтобы стабилизировать воздушные пустоты, вовлеченные в цементную композицию во время смешивания. В обычных цементных композициях эти химические примеси как класс называют воздухововлекающими добавками. Применение вспененных полимерных микросфер для формирования структуры пустот в цементных композициях не требует производства и/или стабилизации воздуха, который был вовлечен во время процесса смешивания.

Применение вспененных полимерных микросфер существенно устраняет некоторые практические проблемы, с которыми сталкиваются в нынешнем уровне техники. Оно также дает возможность применить некоторые материалы, то есть, низкокачественную, высокоуглеродную летучую золу, которая может быть захоронена, потому что она считается непригодной в цементных композициях с воздухововлекающей добавкой, без дополнительной обработки. Это приводит в результате к снижению стоимости цемента, и поэтому к экономии. Поскольку пустоты "созданные" этим подходом намного меньше, чем таковые, полученные обычными воздухововлекающими добавками, объем вспененных полимерных микросфер, который необходим, чтобы достигнуть желательной износостойчивости также намного ниже, чем в обычных цементных композициях с воздухововлекающей добавкой. Поэтому, при таком же уровне защиты против замораживания и повреждений вследствие размораживания может быть достигнута более высокая прочность на сжатие. Следовательно, наиболее дорогой компонент, применяемый чтобы достичь прочности, то есть цемент, может быть сэкономленным.

Вспениваемые микросферы и вспененные микросферы, производимые с применением аппарата объекта изобретения, могут подходить для различных применений, таких как производство бумаги, печатных красок, шпаклевок, пломбировочных материалов, папье-маше, покрытий днища кузова, связывающих материалов, разрыхления связывающих материалов, кожезамениителя, натуральной кожи, краски, нетканых материалов, бумаги и картона, покрытия для различных материалов, таких как бумага, картон, пластики, металлы и текстиль, взрывчатых веществ, кабельных изоляций, термопластических материалов (таких как полиэтилен, поливинилхлорид и этилен-винилацетат) или термопластических эластомеров (таких как сополимер стирол-этилен-бутилен-стирол, сополимер стирол-бутадиен-стирол, термопластические полиуретаны и термопластические полиолефины), стирол-бутадиеновой резины, природной резины, вулканизированной резины, силиконовых резин, термореактивных полимеров (таких как эпок-

сидные смолы, полиуретаны и сложные полиэфиры).

Вспененные микросферы также могут быть применены в применениях, таких как шпаклевки, пломбировочные материалы, папье-маше, натуральная кожа, краска, взрывчатые вещества, кабельные изоляции и терморезистивные полимеры (подобные эпоксидным смолам, полиуретанам и сложным полиэфирам). В некоторых случаях может быть возможным применение смеси вспененных и вспениваемых микросфер, например, в покрытиях днища кузова, силиконовых резинах и легковесных пенах.

Вспениваемые полимерные микросферы могут содержать полимер, который является по меньшей мере одним из полиэтилена, полипропилена, полиметилметакрилата, поли-о-хлорстирола, поливинилхлорида, поливинилиденхлорида, полиакрилонитрила, полиметакрилонитрила, полистирола и их сополимеров, таких как сополимеры поливинилиденхлорид-акрилонитрил, полиакрилонитрил-сополиметакрилонитрил, поливинилиденхлорид-полиакрилонитрил или винилхлорид-поливинилиденхлорид и подобное. Поскольку микросферы содержат полимеры, стенка должна быть гибкой так, чтобы она двигалась в ответ на давление. Материал, из которого делают микросферы, поэтому, может быть гибким, и, в определенных вариантах осуществления, устойчивым к щелочной среде цементных композиций. Без ограничения, подходящие вспениваемые полимерные микросферы доступны от Akzo Nobel Pulp и Performance Chemicals, Inc. (Duluth, GA), AkzoNobel company, под торговым названием EXPANCEL®.

В определенных вариантах осуществления невспененные, вспениваемые полимерные микросферы могут иметь средний диаметр около 100 мкм или меньше, в определенных вариантах осуществления около 50 мкм или меньше, в определенных вариантах осуществления около 24 мкм или меньше, в определенных вариантах осуществления около 16 мкм или меньше, в определенных вариантах осуществления около 15 мкм или меньше, в определенных вариантах осуществления около 10 мкм или меньше, и в других вариантах осуществления около 9 мкм или меньше. В определенных вариантах осуществления средний диаметр невспененных полимерных микросфер может составлять от около 10 мкм до около 16 мкм, в определенных вариантах осуществления от около 6 мкм до около 9 мкм, в определенных вариантах осуществления от около 3 мкм до около 6 мкм, в определенных вариантах осуществления от около 9 мкм до около 15 мкм, и в других вариантах осуществления от около 10 мкм до около 24 мкм. Полимерные микросферы могут иметь полое ядро и сжимающуюся стенку. Внутренняя часть полимерных микросфер содержит пустую полость или полости, которые могут содержать газ (заполняющий газ) или жидкость (заполняющая жидкость).

В определенных вариантах осуществления вспененные, вспениваемые полимерные микросферы могут иметь средний диаметр от около 200 до около 900 мкм, в определенных вариантах осуществления, от около 40 до около 216 мкм, в определенных вариантах осуществления от около 36 до около 135 мкм, в определенных вариантах осуществления от около 24 до около 81 мкм, и в определенных вариантах осуществления от около 12 до около 54 мкм.

Диаметры, выраженные выше представляют собой среднеобъемные диаметры. Диаметры невспененных и/или вспененных, вспениваемых полимерных микросфер могут быть определены любым способом, который известен в уровне техники. Например, среднеобъемный диаметр вспениваемых полимерных микросфер может быть определен методом рассеивания света, таким как применение прибора для рассеивания света доступного от Malvern Instruments Ltd (Worcestershire, UK).

Было обнаружено, чтобы достигнуть желательной устойчивости к повреждениям от повторных циклов замораживания - оттаивания в цементных композициях необходим меньший диаметр вспениваемых полимерных микросфер, меньшее количество микросфер. Это выгодно с точки зрения рабочих характеристик, тем, что происходит меньшее снижение прочности на сжатие добавлением микросфер, а также экономических перспектив, поскольку необходимо меньшее количество сфер. Аналогично, толщина стенок полимерных микросфер может быть оптимизирована до минимальной стоимости материала, но обеспечить то, что толщина стенок соответствует устойчивости к повреждениям и/или трещинам во время процессов смешивания, укладки, уплотнения и отделки цементной композиции.

В определенных вариантах осуществления аппарат дополнительно содержит прибор управления для ручного и/или автоматического управления функциями аппарата. Прибор управления может содержать, например, блок механического управления, который приводит в движение аппарат. Прибор управления может альтернативно или дополнительно содержать процессор. Например, прибор управления может быть компьютером, включающим процессор и экран, который способен дать возможность оператору электронно управлять прибором через экран и процессор. В определенных вариантах осуществления прибор управления может включать программное логическое управляющее устройство, визуальный прибор с интерфейсом человек-машина, и различные механические управляющие устройства, которые могут управляться программным логическим управляющим устройством так, что человек будет способен вручную и/или автоматически управлять аппаратом через визуальный прибор с интерфейсом человек-машина и программное логическое управляющее устройство.

Прибор управления также может быть способен к соединению с мастером прибора управления, который управляет одним или несколькими другими аппаратами или функциями на промышленном предприятии, таким образом, что мастер прибора управления будет способен к управлению прибором управления аппарата. Таким образом, аппарат может быть способен к управлению мастером прибора управле-

ния автоматически для того, чтобы обеспечить вспененные вспениваемые полимерные микросферы во время изготовления продуктов производства на промышленном предприятии.

В определенных вариантах осуществления аппарат может дополнительно содержать центр измерительного прибора с ручным и/или автоматическим управлением, приведенный в контакт с технологическим трубопроводом для жидкого материала. В случаях, в которых вспененные, вспениваемые полимерные микросферы будут применять в продуктах производства, которые подвергаются правительственному регулированию, может быть необходимой проверка содержания жидкого материала во время эксплуатации аппарата. Например, если вспененные микросферы должны применяться в цементной композиции, может быть необходимой проверка количества вспениваемых микросфер в жидком материале, перед введением в цементную композицию, для того, чтобы соответствовать определенным правительственным регуляциям, диктующим количество вспененных микросфер, необходимых, чтобы обеспечить определенный уровень защиты против повреждения от повторных циклов замораживания-оттаивания.

Центр измерительного прибора может наблюдаться вручную, как например, с помощью оператора, смотрящего через центр измерительного прибора, чтобы проверить присутствие вспениваемых полимерных микросфер в жидком материале. Альтернативно или дополнительно, центр измерительного прибора может эксплуатироваться автоматически, как например автоматическим шаровым клапаном, который перенаправляет часть жидкого материала в стеклянную ампулу для осмотра. В определенных вариантах осуществления, центр измерительного прибора также может включать выходное отверстие таким образом, что часть жидкого материала может быть отобрана для анализа.

В определенных вариантах осуществления диаметр внутреннего объема технологического трубопровода для жидкого материала может составлять от около 0.2 до около 6 дюймов (от около 0.5 до около 15 см). В определенных вариантах осуществления диаметр внутреннего объема технологического трубопровода для жидкого материала может составлять от около 0.2 до около 4 дюймов (от около 0.5 до около 10 см). В определенных вариантах осуществления диаметр внутреннего объема технологического трубопровода для жидкого материала может составлять от около 0.2 до около 3 дюймов (от около 0.5 до около 7.6 см). В определенных вариантах осуществления диаметр внутреннего объема технологического трубопровода для жидкого материала может составлять от около 0.2 до около 2 дюймов (от около 0.5 до около 5 см). В определенных вариантах осуществления диаметр внутреннего объема технологического трубопровода для жидкого материала может составлять от около 0.2 до около 1.5 дюймов (от около 0.5 до около 3.8 см).

В определенных вариантах осуществления зона обработки может содержать технологический трубопровод для обработки. В определенных вариантах осуществления диаметр внутреннего объема технологического трубопровода для обработки может составлять от около 0.1 до около 3 дюймов (от около 0.25 до около 7.6 см). В определенных вариантах осуществления диаметр внутреннего объема технологического трубопровода для обработки может составлять от около 0.1 до около 2 дюймов (от около 0.25 до около 5 см). В определенных вариантах осуществления диаметр внутреннего объема технологического трубопровода для обработки может составлять от около 0.1 до около 0.75 дюймов (от около 0.25 до около 1.9 см). В определенных вариантах осуществления диаметр внутреннего объема технологического трубопровода для жидкого материала и/или технологический трубопровод для обработки может зависеть от желательного расхода жидкого материала. В определенных вариантах осуществления диаметр внутреннего объема технологического трубопровода для обработки может составлять около половины диаметра внутреннего объема технологического трубопровода для жидкого материала.

В определенных вариантах осуществления зона обработки может содержать тонкопламенный теплообменник, такой как теплообменник SOLIDAIRE® доступный от Bêrex International LLC, Minneapolis, Minnesota. В определенных вариантах осуществления тонкопламенный теплообменник может содержать горизонтальный, цилиндрический сосуд с центральным вентилем с регулируемыми лопастями, который вращается, по меньшей мере, чтобы частично предотвратить укрупнение полимерных микросфер во время вспенивания. Внешние стенки тонкопламенного теплообменника могут быть нагреты любыми подходящими способами, такими как нагретый тепловой экран, размещенный вокруг наружной стенки, или нагревающие элементы, расположенные снаружи, внутри или во внешней стенке тонкопламенного теплообменника. В определенных вариантах осуществления температура внешней стенки тонкопламенного теплообменника может быть меньше чем около 100°C (212°F), необязательно около 97°C (207°F). Жидкий материал может быть добавлен к тонкопламенному теплообменнику вдоль, или дополнительная жидкость, такая как вода, может быть добавлена к тонкопламенному теплообменнику в дополнение к жидкому материалу. Внутренний диаметр тонкопламенного теплообменника может быть до около 0.5 м (20 дюймов), в определенных вариантах осуществления до около 0.35 м (14 дюймов). Длина тонкопламенного теплообменника может быть до около 3 м (10 футов), в определенных вариантах осуществления до около 2.5 м (8 футов).

В определенных вариантах осуществления, аппарат дополнительно содержит: (d) прибор управления для ручного и/или автоматического управления функциями аппарата; и (e) центр измерительного прибора с ручным и/или автоматическим управлением, приведенный в контакт с технологическим трубопроводом для жидкого материала; в котором: (i) зона обработки содержит технологический трубопро-

вод для обработки; и (ii) генератор встречного давления приводят в контакт с выходным концом технологического трубопровода для обработки.

В определенных вариантах осуществления обеспеченной является система для обеспечения вспененных полимерных микросфер, содержащая аппарат, описанный выше и, по меньшей мере, один дозирующий резервуар, чтобы принимать вспененные вспениваемые полимерные микросферы. В определенных вариантах осуществления система может содержать множество дозирующих резервуаров, чтобы принимать вспененные полимерные микросферы. Дозирующий резервуар(ы) может быть применен, чтобы временно хранить вспененные полимерные микросферы перед применением в продуктах производства. В определенных вариантах осуществления дозирующий резервуар(ы) может содержать, по меньшей мере, одну мешалку для того, чтобы поддерживать однородность суспензии вспененных, вспениваемых полимерных микросфер, пребывающих в дозирующем резервуаре(ах). Обеспечение множества дозирующих резервуаров может увеличить эффективность системы, в которой аппарат может действовать постоянно, в течение периода времени для того, чтобы заполнить все из множества дозирующих резервуаров вспененными полимерными микросферами для последующего применения в продуктах производства. Таким образом, аппарат не нужно запускать и останавливать каждый раз, когда необходимы вспененные полимерные микросферы, избегая множественных операций запуска аппарата, которые могут требовать дополнительной энергии для того, чтобы неоднократно запустить аппарат.

В определенных вариантах осуществления источник жидкого материала не является частью аппарата. Например, источник жидкого материала может быть, по меньшей мере, одним сосудом с жидким материалом близлежащим или удаленным от аппарата, который может быть приспособлен, чтобы быть гидравлически соединенным с технологическим трубопроводом для жидкого материала. Особенным неограничивающим примером является сосуд с жидким материалом, соединенный с аппаратом через отсоединяемый технологический трубопровод, приведенный в контакт с технологическим трубопроводом для жидкого материала.

В определенных вариантах осуществления обеспеченной является система для обеспечения вспененных полимерных микросфер, включающая аппарат, описанный выше, и, по меньшей мере, один сосуд с жидким материалом, гидравлически соединенный с технологическим трубопроводом для жидкого материала.

Также обеспеченной является система для обеспечения вспененных полимерных микросфер, включающая: (i) аппарат для вспенивания жидкого материала, содержащего невспененные, вспениваемые полимерные микросферы, аппарат, включающий: (а) технологический трубопровод для жидкого материала, гидравлически соединенный с источником жидкого материала; (б) зону обработки в теплопереносящем соединении с источником тепла и, гидравлически соединенную с технологическим трубопроводом для жидкого материала таким образом, что жидкий материал прямо или непрямо контактирует с теплом в зоне обработки; и (с) генератор встречного давления, гидравлически соединенный с зоной обработки, способный увеличить давление в зоне обработки, которое приводит в результате к вспениванию вспениваемых полимерных микросфер, когда жидкий материал покидает зону обработки; (ii) по меньшей мере один сосуд с жидким материалом, гидравлически соединенный с технологическим трубопроводом для жидкого материала; и (iii) по меньшей мере один дозирующий резервуар, чтобы принимать вспененные вспениваемые полимерные микросферы. В определенных вариантах осуществления система может дополнительно содержать центр измерительного прибора, приведенный в контакт с технологическим трубопроводом для жидкого материала. В определенных вариантах осуществления, система может содержать множество дозирующих резервуаров, чтобы принимать вспененные полимерные микросферы. В определенных вариантах осуществления по меньшей мере один дозирующий резервуар может содержать по меньшей мере одну мешалку.

Фиг. 1 изображает варианты осуществления аппарата и систем, описанных здесь. Аппарат 10 содержит источник горячей жидкости 12, гидравлически соединенный с технологическим трубопроводом 14, который, в свою очередь, гидравлически соединен с соединением технологического трубопровода 24. Технологический трубопровод для жидкого материала 16, необязательно включающий центр измерительного прибора 22, приведенный в контакт с ним, гидравлически соединен с соединением технологического трубопровода 24. Соединение технологического трубопровода 24 является близлежащим или приведенным в контакт с концом входа зоны обработки 18. Генератор встречного давления 20 приведен в контакт с выходным концом зоны обработки 18. Аппарат может быть частью системы 30, которая включает, по меньшей мере, один дозирующий резервуар 26, гидравлически соединенный с зоной обработки 18 и, по меньшей мере, один сосуд с жидким материалом 28, гидравлически соединенный с технологическим трубопроводом для жидкого материала 16. Прибор управления 32 может быть в электронной связи с любым количеством элементов, которые составляют аппарат 10, и может дополнительно управлять объектами системы 30.

Фиг. 2 изображает варианты осуществления аппарата и систем, описанных здесь. Аппарат 10 содержит источник горячей жидкости 12, гидравлически соединенный с технологическим трубопроводом 14, который, в свою очередь, гидравлически соединен с соединением технологического трубопровода 24. Технологический трубопровод для жидкого материала 16, необязательно включающий центр измери-

тельного прибора 22, приведенный в контакт с ним, гидравлически соединен с соединением технологического трубопровода 24. Соединение технологического трубопровода 24 является близлежащим или приведенным в контакт с концом входа зоны обработки 18. Технологический трубопровод для жидкого материала необязательно включает устройство для диспергирования частиц 34 на конце технологического трубопровода для жидкого материала, близлежащее к соединению технологического трубопровода 24. Генератор встречного давления 20 приведен в контакт с выходным концом зоны обработки 18. Аппарат может быть частью системы 30, который включает по меньшей мере один дозирующий резервуар 26, гидравлически соединенный с зоной обработки 18 и по меньшей мере один сосуд с жидким материалом 28, гидравлически соединенный с технологическим трубопроводом для жидкого материала 16. Система 30 может включать камеру 36 для возможности вспененным, вспениваемым полимерным микросферам достигать стабилизирующих условий для оболочки. Прибор управления 32 может быть в электронной связи с любым количеством элементов, которые составляют аппарат 10, и может дополнительно управлять объектами системы 30.

На фиг. 1 и 2, источник тепла содержит горячую жидкость, которая прямо контактирует с жидким материалом в зоне обработки, чтобы обеспечить тепло необходимое для вспенивания вспениваемых полимерных микросфер. Как описано здесь, возможны другие схемы, которые могут привести в результате к прямому или не прямому контакту между источником тепла и жидким материалом в зоне обработки. Например, источник горячей жидкости 12, технологический трубопровод 14, и соединение технологического трубопровода 24 могут быть исключены, а зона обработки 18 может быть подвергнута излучению, такому как микроволновое излучение, чтобы непрямо нагревать жидкий материал, содержащий вспениваемые полимерные микросферы. В другом примере, источник горячей жидкости 12, технологический трубопровод 14, и соединение технологического трубопровода 24 могут быть исключены, а зона обработки 18 может содержать провод высокого сопротивления в стенках зоны обработки 18, чтобы нагревать стенки зоны обработки 18, и непрямо нагревать жидкий материал, содержащий вспениваемые полимерные микросферы.

Должно быть понятно, что варианты осуществления, описанные здесь, являются только иллюстративными, и что специалист в данной области техники может сделать вариации и модификации, не отступая от сути и объема изобретения. Все такие вариации и модификации подразумевают включение в объем изобретения, как описано выше. Дополнительно, все раскрытые варианты осуществления не являются обязательной альтернативой, поскольку могут быть соединены различные варианты осуществления изобретения, чтобы обеспечить желательный результат.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Аппарат для вспенивания полимерных микросфер, включающий:

а) технологический трубопровод для жидкого материала, соединенный по потоку с источником жидкого материала, при этом жидкий материал включает не вспененные, вспениваемые полимерные микросферы;

б) зону обработки в теплопереносащем соединении с источником тепла и соединенную по потоку с технологическим трубопроводом для жидкого материала таким образом, что жидкий материал прямо или непрямо контактирует с теплом в зоне обработки; и

с) генератор встречного давления, соединенный по потоку с зоной обработки, предназначенный для увеличения давления в зоне обработки, которое приводит в результате к вспениванию вспениваемых полимерных микросфер, когда жидкий материал покидает зону обработки;

причем источник тепла включает электронагреватель, у которого провод сопротивления помещен в стенки зоны обработки.

2. Аппарат по любому из п.1, в котором аппарат расходует меньше чем или эквивалентно до около 100 кВт, необязательно меньше чем или эквивалентно до около 70 кВт, во время работы на установившемся режиме.

3. Аппарат по любому из пп.1-2, в котором аппарат имеет общую занимаемую площадь, которая дает возможность аппарату быть размещенным во внутреннем объеме промышленного предприятия, которое применяет вспененные вспениваемые полимерные микросферы в продуктах производства без существенно негативного влияния на изготовление продуктов производства.

4. Аппарат по п.3, в котором общая занимаемая площадь аппарата равна или менее около 60  $\text{ft}^2$  (5,5742  $\text{m}^2$ ).

5. Аппарат по любому из пп.1-4, дополнительно включающий центр измерительного прибора с ручным и/или автоматическим управлением, приведенный в контакт с технологическим трубопроводом для жидкого материала.

6. Аппарат по любому из пп.1-5, в котором диаметр внутреннего объема технологического трубопровода для жидкого материала составляет от около 0.2 до около 6 дюймов (от 0,508 до 15,24 см).

7. Аппарат по любому из пп.1-6, в котором зона обработки включает технологический трубопровод для обработки.

8. Аппарат по п.7, в котором генератор встречного давления приведен в контакт с выходным концом технологического трубопровода для обработки.

9. Аппарат по любому из пп.1-8, в котором температура во внутреннем объеме зоны обработки составляет от около 60°C до около 160°C.

10. Аппарат по любому из пп.1-9, в котором давление во внутреннем объеме зоны обработки составляет от около 46,1 кПа до около 618,1 кПа.

11. Аппарат по любому из пп.1-4, 6, 9 или 10, дополнительно включающий:

d) прибор ручного управления и/или автоматического, чтобы управлять функциями аппарата; и

e) центр измерительного прибора с ручным и/или автоматическим управлением, приведенный в контакт с технологическим трубопроводом для жидкого материала;

в котором:

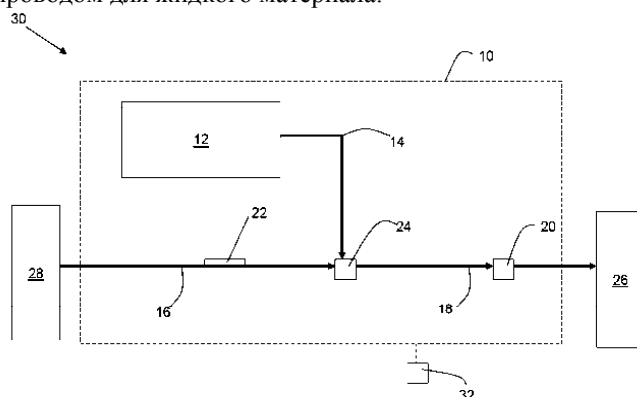
i) зона обработки включает технологический трубопровод для обработки; и

ii) генератор встречного давления приведен в контакт с выходным концом технологического трубопровода для обработки.

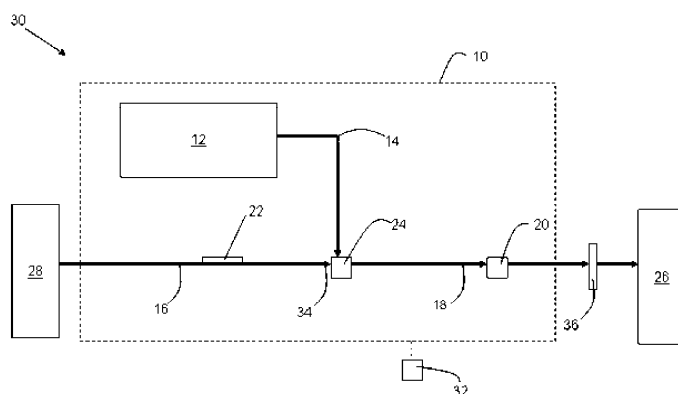
12. Система для получения вспененных полимерных микросфер, включающая аппарат по любому из пп.1-11 и по меньшей мере один дозировочный резервуар, чтобы принимать вспененные вспениваемые полимерные микросферы, в которой по меньшей мере один дозировочный резервуар включает по меньшей мере одну мешалку.

13. Система по п.12, включающая множество дозировочных резервуаров, чтобы принимать вспененные полимерные микросферы.

14. Система для получения вспененных полимерных микросфер, включающая аппарат по любому из пп.1-11 и по меньшей мере один сосуд с упомянутым жидким материалом, соединенный по потоку с технологическим трубопроводом для жидкого материала.



Фиг. 1



Фиг. 2



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2