

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(11) 016962

(13) В1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2012.08.30**

(51) Int. Cl. **F16L 1/16** (2006.01)

(21) Номер заявки  
**200971105**

(22) Дата подачи заявки  
**2008.07.21**

---

**(54) СПОСОБ УТЯЖЕЛЕНИЯ ПЛАСТМАССОВЫХ ТРУБ И УТЯЖЕЛЕННЫЕ ПЛАСТМАССОВЫЕ ТРУБЫ**

---

(31) 20075556

(56) WO-A-02088587

(32) 2007.07.20

(33) FI

(43) 2010.08.30

(86) PCT/FI2008/050440

(87) WO 2009/013393 2009.01.29

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ОИ КВХ ПАЙП АБ (FI)**

(72) Изобретатель:  
**Хольм Альф, Вестман Кристиан (FI)**

(74) Представитель:  
**Можайский М.А. (RU)**

**016962**  
**В1**

(57) Изобретение относится к способу утяжеления пластмассовой трубы с полой, заполненной воздухом стенкой, утяжеленной легкой трубе с полой стенкой и трубопроводу, состоящему из утяжеленных легких труб, сваренных друг с другом. Согласно данному способу полую стенку трубы заполняют текучей средой, вытесняющей воздух и увеличивающей массу трубы, что в результате упрощает ее погружение. В качестве текучей среды подходит бетонная смесь, которая имеет длительное отвердевание и низкую длительную прочность. Бетонная смесь позволяет надежно утяжелить трубу без приложения внешних точечных нагрузок. Связующее вещество в смеси предотвращает расслоение заполнителя, материал в результате равномерно распределен в стенке трубы.

**B1**

**016962**

Настоящее изобретение относится к способу согласно ограничительной части п.1 формулы изобретения для утяжеления пластмассовых труб с полой стенкой.

Согласно данному способу полую стенку пластмассовой трубы заполняют текучей средой, вытесняющей содержащийся внутри воздух и поэтому увеличивающей массу трубы.

Настоящее изобретение также относится к утяжеленным пластмассовым трубам согласно ограничительной части п.10 формулы изобретения и трубопроводам согласно ограничительной части п.15 формулы изобретения.

Для обеспечения погружения трубопроводов в море или озера обычно уплотняют оба конца удлиненной утяжеленной трубы, которую буксируют в район, в котором ее необходимо погрузить. Трубу с возможностью контроля заполняют водой путем открывания клапанов на концах трубопровода и для обеспечения возможности затекания в нее воды. При недостаточной плавучести трубы для удержания на плаву на поверхности моря труба погружается ко дну. При необходимости трубу дополнительно покрывают покрывающими массами для защиты от возможных ударов волн и морских течений и внешних нагрузок, таких как якоря.

При погружении морских трубопроводов термопластические трубы, плотность которых менее 1000 кг/м<sup>3</sup> (например, полиэтиленовые и полипропиленовые трубы), подлежат большему утяжелению, чем армированные термопластические трубы (стекловолоконные трубы). Обычные утяжелители выполняют из литого бетона и прикрепляют к трубам болтами через равные промежутки для получения общего веса трубы, пригодного для осуществления контролируемого погружения.

Помимо стандартных труб с массивными (твёрдыми) стенками для монтажа на море используются легкие трубы со стенками, образованными полыми профилями. Такие трубы имеют большую естественную плавучесть, чем трубы с плотными стенками, и такую дополнительную плавучесть необходимо компенсировать с помощью дополнительных утяжелителей. Плавучесть трубы может быть несколько уменьшена заполнением полого профиля водой, но этого недостаточно для обеспечения неподвижности трубы на морском дне, так как плотность воды слишком мала для данной цели. Кроме того, в указанных профилях легко образуются воздушные полости, если вода в полом профиле имеет возможность свободного протекания.

Использование утяжелителей (т.е. утяжелителей для погружения) приводит к дополнительным расходам, а использование, например, традиционных бетонных утяжелителей обуславливает возникновение на трубах точечных нагрузок. В частности, точечные нагрузки для указанных легких труб с полыми стенками могут оказаться критическими, так как в них толщина стенки профиля значительно меньше, чем для труб того же размера со сплошными стенками.

Крепление утяжелителей к трубе должно быть очень надежным, чтобы не допустить их смещения в осевом направлении при погружении трубы, потому что труба при этом принимает S-образную форму, особенно на большой глубине от поверхности до дна.

Задача настоящего изобретения состоит в том, чтобы устранить по меньшей мере часть недостатков, относящихся к известным решениям, и создать надежный и экономически обоснованный способ утяжеления пластмассовых (т.е. термопластических) труб, в особенности легких труб со стенкой, образованной полым профилем, для обеспечения погружения труб при укладке морских трубопроводов и для эффективного обеспечения неподвижности труб при монтаже на суше.

Изобретение основано на заполнении полых стенок трубы указанного выше типа текучим материалом (также называемым текучей средой), который вытесняет газ, обычно воздух, находящийся в стенке. Материал имеет плотность, существенно превышающую плотность воды. В предпочтительном варианте осуществления изобретения плотность утяжеляющей массы настолько велика, что относительное утяжеление готовой трубы составляет от 1 до 25%, в частности от 5 до 15%. Относительное утяжеление представляет собой отношение веса дополнительных утяжелителей к плавучести трубы, заполненной воздухом. Примером подходящего текучего утяжеляющего материала является бетонная смесь, выполненная с возможностью перекачивания и имеющая увеличенный срок отвердевания.

Легкая труба согласно настоящему изобретению содержит стенку, образованную по меньшей мере одним непрерывным термопластичным профилем из подходящего термопластического материала, например полипропилена, скрученным в спираль для формирования оболочки цилиндра, задающего центральную, осевую полость трубы. Пластмассовые профили, образующие стены, сваривают друг с другом для образования непроницаемой стенки трубы.

Трубопровод согласно настоящему изобретению обычно содержит большое количество отдельных труб указанного типа, соединенных друг с другом, например, сваркой или фланцевыми соединениями, для образования непрерывного трубопровода.

Способ согласно настоящему изобретению характеризуется признаками отличительной части п.1 формулы изобретения. При этом одновременное закачивание в полую стенку трубы под давлением утяжеляющей массы и откачивания из нее воздуха позволяет получить дополнительный технический результат, состоящий в уменьшении риска деформации или разрушения профиля трубы при закачивании в нее утяжеляемой массы.

Труба согласно настоящему изобретению характеризуется признаками отличительной части п.10 формулы изобретения, а трубопровод характеризуется признаками отличительной части п.15 формулы изобретения.

Настоящее изобретение обладает существенными преимуществами. Предпочтительная утяжеляющая масса, т.е. бетонная смесь, обычно имеется в местах установки трубопроводов, она недорогая и при введении в стенку трубы обеспечивает надежное утяжеление трубы, которое не вызывает образование точечных нагрузок. Необходимость фиксации утяжелителей уменьшается или полностью исключается. Связующее вещество указанной массы предотвращает расслоение заполнителя, которое в противном случае могло бы привести к неравномерному распределению масс в стенке трубы.

Предпочтительно используется утяжеляющий материал, имеющий длительное время отвердевания и окончательную прочность, уступающую прочности материала пластмассовой трубы. Продолжительное отвердевание гарантирует сохранение текучести заполняющего материала до погружения трубы и ее укладки на дно моря или озера. Указанная небольшая окончательная прочность гарантирует, что при любых перемещениях, которым может быть подвергнут трубопровод, труба будет проявлять вязкоупругие свойства обычных термопластических труб. Благодаря этому используемый заполняющий материал не приводит к такому увеличению жесткости стенки, которое могло бы привести к разрушению трубы во время каких-либо нагрузок.

Далее изобретение будет описано более подробно с помощью приведенного ниже подробного описания.

Как следует из указанного выше, изобретение относится к способу утяжеления пластмассовых труб, имеющих полую, заполненную воздухом стенку, которую согласно настоящему способу заполняют текучей утяжеляющей/нагнетаемой массой, вытесняющей воздух из стенки трубы. Труба в результате становится тяжелее и проще погружается при монтаже в море.

Пустые трубы, утяжеленные согласно настоящему изобретению, содержат предпочтительно трубу с оболочкой из двойной стенки (т.е. двустенную трубу). Двойные стенки придают трубам удовлетворительную кольцевую жесткость, причем они легче по сравнению с соответствующими трубами со сплошными стенками. Такие легкие трубы содержат, например, стенку, образованную намоткой в спираль пластмассового профиля, имеющего цилиндрическое или прямоугольное сечение, причем соседние витки профиля сварены друг с другом для образования полой стенки.

Кроме профилей, имеющих цилиндрическое или прямоугольное сечение, также могут быть использованы профили другой геометрии и незамкнутые профили. В качестве примера можно привести такие профили, как труба Weholite, которую изготавливает и поставляет Oy KWH Pipe Ab, г. Вааса, Финляндия. Труба имеет размеры до 3,5 м и подходит для изготовления трубопроводов для транспортировки и подачи жидкостей или воздуха на сушке, в воде или в воздухе.

Способ согласно настоящему изобретению для заполнения полых стенок пластмассовых труб состоит в следующем:

выполняют в обоих концах трубы отверстие, которое выходит на поверхность трубы и сообщается с воздушным пространством стенки; и

заполняют отверстие утяжеляющей/нагнетаемой массой, проникающей в полость и заполняющей ее одновременно по мере закачки массы.

Материал закачивают в профиль через сопло, выполненное таким образом, чтобы обеспечить минимальное сопротивление при течении. Для облегчения заполнения полости профиля на другом конце трубы может быть создано пониженное давление, т.е. применение частичного разрежения способствует заполнению, а разность давлений в профиле становится больше. Нагнетающее давление (закачки) и уровень разрежения выбирают таким образом, чтобы не произошла деформация полого профиля. Слишком высокое давление закачки приведет к раздуванию профиля, а слишком большое разрежение - к его сжатию. Величина деформаций не должна приводить к перегрузкам непрерывных сварных соединений,держивающих стенки труб друг с другом.

В зависимости от вязкости утяжеляющей массы нагнетающее давление изменяется в пределах от 1,2 до 3 бар (абс.), обычно достаточно давления от 1,5 до 2 бар. Схожим образом к стороне откачки подводят уменьшенное давление от 0,9 до 0,1 бар, предпочтительно от 0,6 до 0,5 бар (абс.).

Нагнетающие насосы, используемые для создания необходимого давления, могут являться поршневыми насосами двойного действия или винтовыми насосами.

Для контроля заполнения профиля в нем могут быть высверлены небольшие отверстия. До заполнения эти отверстия закрыты пробкой, а при закачивании материала их временно открывают для обеспечения возможности визуальной проверки расположения передней части протекающей среды. Размеры контрольных отверстий малы настолько, что перепад давления в полом профиле существенно не уменьшается.

Предпочтительное относительное утяжеление трубы, рассчитанное относительно плавучести заполненной воздухом трубы, составляет от 1 до 25%, более предпочтительно от 5 до 20%, в частности от 7,5 до 15%. Особенno предпочтительным является утяжеление около 10%. Трубу с таким утяжелением можно легко контролировать при погружении и одновременно обеспечить подходящее закрепление на дне водоема. При монтаже на сушке обеспечивается достаточная неподвижность трубы.

Трубопровод может содержать трубы, утяжеленные указанным выше способом. Также могут быть соединены друг с другом (сваркой и/или фланцевым соединением) утяжеленные и неутяжеленные трубы, что, однако, требует достаточного утяжеления для гарантирования возможности погружения всего трубопровода.

Настоящую трубу можно использовать известным образом, например, для монтажа на море. Трубу согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения утяжеляют на сушке выполнением отверстий в обоих концах ее полой стенки и нагнетанием бетонной смеси в полость стенки.

Вытеснение воздуха из трубы приводит к уменьшению ее потенциальной плавучести в водных системах. Согласно настоящему изобретению полость стенки заполняют бетонной массой, занимающей по меньшей мере 50%, в частности по меньшей мере 95% объема полости стенки.

При погружении трубопроводов в море или озера сначала обычно заглушают оба конца длинной части трубопровода, образованного, например, по меньшей мере двумя трубами, которые были сварены друг с другом, причем по меньшей мере одна из них утяжелена указанным выше способом, и буксируют трубу в район погружения. Заглушки на обоих концах трубы снабжают клапанами для обеспечения поступления воды. Трубу заполняют с возможностью контроля путем открытия клапанов на концах труб и обеспечения возможности затекания воды в трубу. Когда плавучесть трубы становится недостаточной для удержания трубы на поверхности, труба погружается на дно.

При необходимости труба может быть дополнительно покрыта покрывающими массами для обеспечения защиты установки, например, от любых силовых воздействий волн на трубопровод.

Утяжеление предпочтительно выполняют пластической текучей закачиваемой массой, плотность которой от 1100 до 2500 кг/м<sup>3</sup>, застывающей и отверждающейся в течение продолжительного времени, обычно по меньшей мере 10 ч, предпочтительно по меньшей мере 24 ч, более предпочтительно по меньшей мере 48 ч и максимально 16 недель, предпочтительно 12 недель максимум, обычно 4 недель максимум. В предпочтительном варианте реализации изобретения масса теряет текучесть и способность к перекачиванию не ранее чем через 4 ч, предпочтительно не ранее 10 ч, в частности не ранее 24 ч.

Масса настоящего типа обычно содержит заполнитель, сформированный зернистым или гранулированным материалом в смеси с текучей средой. Обычно в качестве компонентов, регулирующих густоту массы, добавляют компоненты, способные связывать заполнитель (связующие). Масса в предпочтительном варианте осуществления изобретения характеризуется "нагнетаемостью", т.е. её можно впрыснуть внутрь стенки трубы через сопло.

Окончательная прочность отвердевшей утяжеляющей или нагнетаемой массы предпочтительно меньше, чем прочность трубы.

Согласно предпочтительному варианту осуществления изобретения утяжеляющая или нагнетаемая масса содержит бетонную смесь, т.е. смесь заполнителя и гидравлического связующего.

В сущности, пригодная бетонная смесь содержит следующие компоненты:  
гидравлическое связующее, такое как цемент или печной железный шлак;  
заполнитель, имеющий частицы подходящего размера;  
добавки и дополнительные компоненты, которые могут изменять густоту, вязкость и схожие свойства смеси; и  
вода для перемешивания массы.

Если в качестве связующего вещества используют шлак, в смесь включают щелочной реагент, такой как гидроокись, карбонат или бикарбонат щелочного или щелочноземельного металла или силикат щелочи (например, жидкое стекло).

Концентрация связующего вещества в смеси составляет от 10 до 60%, предпочтительно от 15 до 40% общей массы связующего с заполнителем.

Можно использовать цемент стандартного качества, такой как портландцемент или быстрый цемент. Шлак может быть сформован, в частности, перемалыванием и гранулированием. Необходимая удельная поверхность (по Блейну) гидравлического связующего обычно составляет от 100 до 1000 м<sup>2</sup>/кг, в частности от 200 до 800 м<sup>2</sup>/кг.

Заполнителем согласно предпочтительному варианту осуществления изобретения является минерал на основе алюмосиликата. Предпочтительно он содержит гравий зернистости от 0 до 16 мм, тонкоизмельченный гравий зернистости от 0 до 8 мм, например с двумя различными зернистостями от 0 до 2 мм и от 0,5 до 8 мм, обычно из тонкоизмельченного гравия со (средним) размером зерна менее 2,5 мм, в частности менее 2,2 мм, или песка с соответствующим (средним) размером частиц. Вместо гравия, тонкоизмельченного гравия или песка или предпочтительно их смеси можно включить в состав смеси традиционные наполнители, такие как натуральные наполнители (диаметром до 0,25 мм), летучая зола (измельченная летучая зола) или некоторые другие синтетические наполнители. Летучая зола улучшает текучесть смеси, которая может обусловливаться сферической формой частиц летучей золы.

Другие наполнители, которые можно использовать вместо минерального заполнителя или вместе с ним, образованы тяжелыми частицами оксидов металлов или солей металлов, таких как сульфат бария, магнетит и т.п.

Как указано выше, заполнитель может содержать частицы различной зернистости. Обычно максимально измельченная фракция (диаметр до 2,5 мм) составляет большую часть заполнителя, соотношение фракций тонкоизмельченных частиц к крупным составляет от 100:1 до 1,1:1.

Кроме упомянутых выше компонентов, бетонная смесь согласно настоящему изобретению также содержит компоненты, придающие требуемую густоту и позволяющие контролировать вязкость материала (добавки и дополнительные реагенты), служащие, прежде всего, например, для регулирования свойств смеси.

Дополнительно в смеси могут быть использованы модификаторы типа производных целлюлозы и типа стеаратов. Производными целлюлозы, такими как простые и сложные эфиры целлюлозы, может задаваться вязкость. Эти производные придают дополнительную ударную вязкость и внутреннюю сцепляемость. В качестве производных целлюлозы, в частности, можно назвать следующие вещества: гидроксиэтил- и гидроксилпропилцеллюлоза, карбоксиметил- и этилцеллюлоза, а также метилцеллюлоза и гидроксиалкилированные производные указанных соединений (например, гидроксипропилметилцеллюлоза, гидроксиэтилметилцеллюлоза и гидроксибутилметилцеллюлоза).

Также в качестве добавок можно использовать соли стеариновой кислоты, например соли щелочных и щелочно-земельных металлов. Примером подходящего вещества для регулировки вязкости является стеарат кальция.

Можно использовать один или несколько из перечисленных выше модификаторов, общая добавка которых составляет от 0,01 до 10%, предпочтительно от 0,1 до 5% сухого веса связующего вещества и заполнителя.

В качестве добавок можно, например, привести пластификаторы, такие как лигносульфонат или прочие сульфированные полиэлектролиты и продукты конденсации формальдегида и меламина, формальдегида и нафталина. Пластификаторы добавляют для уменьшения соотношения воды к связующему. Применение пластификаторов особенно важно во избежание предварительного отвердевания смеси. Количество пластификатора составляет от 0,1 до 5,0 мас.% от связующего вещества.

Далее используют такие важные компоненты, как ингибиторы, с помощью которых можно замедлить отвердевание смеси. Типичными ингибиторами являются таковые на основе фосфата, например пирофосфаты натрия. Подходящая концентрация составляет от 0,1 до 7,5 мас.% от связующего вещества. Например, подходящим ингибитором является вещество Lentan 77, поставляемое компанией Basf Admixtures Deutschland, Германия.

Еще одним предпочтительным компонентом, используемым при необходимости, является пенообразующее вещество, например, на основе полистирола. Его содержание может быть от 0,01 до 10 мас.% от связующего вещества. Пенообразующее вещество можно добавить к смеси в виде пены, которую получают путем вспенивания водной смеси, содержащей пенообразующее вещество в концентрации от 0,1 до 20 мас.% смеси.

В бетонной смеси согласно настоящему изобретению соотношение воды к связующему составляет от 0,1 до 0,7, в частности 0,20-0,5.

В качестве конкретного примера подходящей бетонной смеси можно привести утяжеляющую массу, имеющую следующий состав:

80 кг песка с размером частиц около 2 мм и плотностью 1350 кг/м<sup>3</sup>;

40 кг цемента (стандартный портландцемент);

16 л воды (водопроводная вода и несоленая вода);

8 л пены (образована с помощью, например, пенообразующего вещества, Neopor (Неопор) в 2% водном растворе, вспененном сжатым воздухом) и 2,5 л ингибитора (например, Lentan 77).

Полученная масса имеет густоту обычно от пластичной до полностью текучей и хорошую сцепляемость. Состав массы может быть дополнительно изменен для обеспечения закачивания и нагнетания.

Смесь, которая может быть подана нагнетанием под давлением 0,1 МПа через сопла с небольшими отверстиями (диаметр от 10 до 50 мм), содержит, например, от 2 до 10 мас. част. заполнителя с размером частиц от 0 до 2,5 мм, от 1 до 3 мас. част. связующего, при этом соотношение заполнителя к связующему составляет от 1,5 до 3. Для шлакового связующего в смесь дополнительно может быть добавлен

активатор указанного выше типа (например, гидрооксид или карбонат натрия) в количестве от 0,01 до 1 мас.част. Кроме того, смесь обычно содержит от 0,01 до 1 мас.част. добавок и дополнительных компонентов, а также от 0,5 до 1,0 част. воды для замеса.

Бетонная смесь, подходящая для настоящего изобретения, имеет плотность от 1200 до 2000 кг/м<sup>3</sup>, предпочтительно от 1700 до 1900 кг/м<sup>3</sup>.

Как отмечено выше, масса должна иметь длительное время отвердевания, предпочтительно сохранять пластичность в течение по меньшей мере 24 ч, в частности по меньшей мере 48 ч, а ее окончательные прочностные характеристики, например прочность на сжатие, должны быть ниже таковой для трубы из термопластика.

Подходящий уровень для окончательной прочности на сжатие утяжеляющей/нагнетаемой массы, в частности бетонной массы, (время отвердевания более 7 дней) составляет до 5 кН/м<sup>2</sup>, предпочтительно от 0,1 до 4 кН/м<sup>2</sup>, в частности от 0,5 до 2 кН/м<sup>2</sup>, например максимум около 1 кН/мм<sup>2</sup>.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ утяжеления пластмассовой трубы с полой, заполненной воздухом стенкой, которую заполняют текучей средой, вытесняющей воздух, отличающийся тем, что используемая текучая среда содержит утяжеляющую массу плотностью от 1100 до 2500 кг/м<sup>3</sup>, закачиваемую в полую стенку трубы под давлением с одновременным откачиванием из нее воздуха.

2. Способ по п.1, в котором используют утяжеляющую массу, содержащую заполнитель со связующим веществом, например бетонную смесь.

3. Способ по п.1 или 2, в котором по меньшей мере 50%, предпочтительно по меньшей мере 95% внутреннего объема полой стенки заполняют утяжеляющей массой.

4. Способ по любому из пп.1-3, в котором используют утяжеляющую массу, в частности бетонную смесь, имеющую время отвердевания более 24 ч, предпочтительно более 48 ч.

5. Способ по любому из пп.1-4, в котором используют утяжеляющую массу, плотность которой от 1200 до 2000 кг/м<sup>3</sup>, предпочтительно от 1700 до 1900 кг/м<sup>3</sup>.

6. Способ по любому из пп.1-5, в котором трубу утяжеляют для получения относительного утяжеления, рассчитанного по плавучести в воде соответствующей заполненной воздухом трубы, от 1 до 25%, предпочтительно от 5 до 20%, в частности от 7,5 до 15%.

7. Способ по любому из пп.1-6, согласно которому утяжеляют двустенную трубу.

8. Способ по п.7, в котором используют двустенную трубу, которая является легкой стенкой, образованной скрученными в спираль термопластичными профилями, имеющими прямоугольное, квадратное, эллиптическое или цилиндрическое сечение, причем соседние витки профилей свариваются друг с другом для образования полой стенки трубы.

9. Способ по любому из пп.1-8, в котором используют массу, окончательные прочностные характеристики которой ниже прочностных характеристик термопластичной трубы.

10. Утяжеленная легкая труба с полой стенкой, которая образована скрученным в спираль термопластичным профилем, причем соседние витки профиля сварены друг с другом для образования полой стенки этой трубы, а по меньшей мере 50% от объема, в частности по меньшей мере 95% от объема полости стенки заполнено бетонной смесью.

11. Утяжеленная легкая труба по п.10, в которой труба изготовлена из полиэтилена или полипропилена.

12. Утяжеленная легкая труба по п.10 или 11, в которой относительное утяжеление, рассчитанное по плавучести в воде заполненной воздухом трубы, составляет от 1 до 25%, предпочтительно от 5 до 20%, в частности от 7,5 до 15%.

13. Утяжеленная легкая труба по любому из пп.10-12, в которой бетонная смесь имеет плотность от 1200 до 2000 кг/м<sup>3</sup>, предпочтительно от 1700 до 1900 кг/м<sup>3</sup>.

14. Утяжеленная легкая труба по любому из пп.10-13, в которой бетонная смесь имеет окончательную прочность на сжатие менее 5 кН/м<sup>2</sup>, предпочтительно от 0,1 до 4 кН/м<sup>2</sup>, в частности от 0,5 до 2 кН/м<sup>2</sup>.

15. Трубопровод, содержащий по меньшей мере одну утяжеленную трубу по любому из пп.10-14.

