

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(11) 034663

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента  
2020.03.04

(21) Номер заявки  
201790807

(22) Дата подачи заявки  
2015.10.22

(51) Int. Cl. B29C 65/18 (2006.01)  
B29C 61/02 (2006.01)  
F16L 47/22 (2006.01)  
F16L 59/20 (2006.01)

---

(54) УСТРОЙСТВО И СИСТЕМА ДЛЯ ЭЛЕКТРОФУЗИОННОЙ СВАРКИ ТРУБОПРОВОДА ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА

---

(31) 62/068,380

(32) 2014.10.24

(33) US

(43) 2017.10.31

(86) PCT/CA2015/051073

(87) WO 2016/061691 2016.04.28

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
ШОУКОР ЛТД. (CA)

(56) WO-A1-9638288  
CA-A1-2704406  
CA-A1-2329215

(72) Изобретатель:  
Бочковский Павел, Брэндон Марк,  
Эллис Джереми Джозеф, Тейлор  
Дилип, Лаферрьер Паскаль (CA)

(74) Представитель:  
Поликарпов А.В., Соколова М.В.,  
Черкас Д.А., Игнатьев А.В., Путинцев  
А.И. (RU)

---

(57) Способ выполнения соединения между трубными секциями, имеющими полимерную внешнюю поверхностную оболочку, с использованием электрофузионной сварки для сцепления сплавлением кожуха из аналогичного несшитого полимера с внешней поверхностью трубных секций.

---

034663 B1

034663 B1

034663

B1

### Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к способу выполнения соединения между двумя трубными секциями, имеющими полимерную внешнюю поверхностную оболочку. Способ включает использование электрофузионной сварки для сцепления кожуха с полимерной внешней поверхностной оболочкой трубных секций. Это может быть сцепление кожуха из одного слоя из несшитого полимера или может быть сцепление внутреннего слоя кожуха из двух или более слоев из полимера, содержащего внешний слой из сшитого полимера.

### Предпосылки создания изобретения

Предварительно изолированный трубопровод изготавливается путем соединения вместе отрезков изготовленной трубы. Отрезки трубы изготавливаются разных диаметров и длин и, обычно, представляют собой стальную трубу, факультативно имеющую эпоксидное покрытие, покрытую слоем пеноизоляции, затем покрытую полимерной внешней поверхностной оболочкой. Металлическая труба является незащищенной от воздействия на двух концах отрезка трубы вдоль заданного отрезка трубы. Один незащищенный от воздействия отрезок металлической трубы сваривается кольцевым швом с концом трубопровода, образуя лишенную покрытия область из голой стальной трубы, имеющую в своем центре кольцевой шов и окруженную с обеих боковых сторон пеноизоляцией и полимерной внешней поверхностной оболочкой. В оптимальном случае трубопровод должен иметь непрерывные изоляцию и слои внешней полимерной оболочки, и поэтому лишенную покрытия область заполняют с использованием самых разных способов и средств. Обычно к слою внешней полимерной оболочки на обоих концах лишенной покрытия области прикрепляют кожух из полимера и его заполняют вводимой пеноизоляцией.

Прикрепление кожуха из полимера к внешней полимерной оболочке типично выполняется одним из трех способов: электрофузионной сваркой, индукционной сваркой или адгезионным сцеплением внутреннего слоя кожуха из полимера с внешним слоем полимерной оболочки.

Из уровня техники широко известны некоторые способы электрофузионного сваривания кожуха с монтажным соединением. Например, в патенте США № 4629216, опубликованном 16 декабря 1986 г., включенном в данный документ посредством ссылки, описаны безусадочные пластмассовые кожухи и применяются электрические нагревательные элементы для образования сцепления между пластмассовым кожухом и пластмассовой оболочкой предварительно изолированных труб. В патенте США № 4866252, опубликованном 12 сентября 1989 г. и включенном в данный документ посредством ссылки, раскрыто соединение между предварительно изолированными трубами, имеющими кожух и муфты, причем сверху каждого конца кожуха расположена одна муфта таким образом, что она перекрывает оболочку предварительно изолированной трубы. Муфты имеют связующий материал, который будет образовывать сцепление с оболочкой сплавлением, внешний термоусаживаемый слой и встроенный электрический нагревательный элемент, находящийся в контакте с термоусаживаемым слоем, предназначенный для нагревания и усаживания наружного слоя. В связи с тем, что тепловой поток от встроенного нагревательного элемента является относительно малым, термоусаживаемые слои изготавливаются тонкими для обеспечения возможности проникновения теплоты и усаживания термоусаживаемого слоя, и, согласно патенту, толщина муфты до усаживания может составлять до 6 мм. Муфта менее полезна в тех случаях, если нужны более толстые кожухи, предназначенные для использования совместно с предварительно изолированными трубами большого диаметра. Применение электрических нагревательных элементов, предназначенных для сцепления кожухов, описано также в Mounting Instructions for the Electric Welder for BelmaFlex Welding Joints (BelmaFlex, Farsø, Дания). Система кожухов BelmaFlex содержит сварочную ленту, которая представляет собой нагревательный элемент, прикладываемый к внешней поверхностной оболочке трубы на каждом конце трубного соединения. Затем кожух скользит по трубному соединению, и концы кожуха соединяются термоусаживанием с внешними поверхностными оболочками на каждом конце трубного соединения. Сразу же, как только кожух охладился, вокруг термоусаживаемых участков размещают скобы и подают в сварочную ленту ток через электрические соединения, соединенные со сварочной лентой и проходящие за пределы кожуха, между кожухом и наружной оболочкой. Подача электрического тока вызывает нагревание сварочной ленты, которая плавится и сплавляет кожух с внешней поверхностной оболочкой. Затем просверливают кожух, вводят пеноизоляцию в высверленные отверстия для заполнения промежутка между кожухом и незащищенным от воздействия трубным соединением и заглушают высверленные отверстия.

Различные способы электрофузионного сваривания кожуха с лишенной покрытия областью предварительно изолированного трубопровода и элементы кожуха, предназначенные для использования в этих способах, раскрыты также некоторыми из авторов данного изобретения, например, в публикации PCT WO 2011/143733, включенной в данный документ посредством ссылки. Вообще кожухи имеют первый, сшитый, термоусаживаемый внешний слой и второй, внутренний, несшитый (или менее сшитый) слой. Элементы кожуха имеют электрически нагреваемый элемент, отстоящий в направлении внутрь от первого слоя, предназначенный для соединения методом сплавления второго слоя с трубными секциями.

При применении, когда происходит термоусаживание первого слоя кожуха, в одном предпочтительном варианте осуществления изобретения от него прикладывается ко второму слою кольцевое напряжение. Когда второй слой нагревается электрически нагреваемыми элементами, в предпочтительном

варианте осуществления изобретения между материалом второго слоя и внешней поверхностью трубной секции образуется сцепление сплавлением. Сцепление сплавлением образуется тогда, когда два совместимых пластмассовых материала плавятся и сплавляются вместе в условиях сплавления или сварки. В результате сцепления сплавлением образуется непрерывный однородный сварной шов. Вышеупомянутое кольцевое напряжение способствует образованию сцепления сплавлением.

В публикации WO 2011/143733, кроме того, описано применение электрически нагреваемого элемента как особо эффективного и удобного способа нагрева второго слоя и подложки поверхности трубной секции для образования сцепления сплавлением. Электрически нагреваемый элемент может быть выполнен, например, в виде электрорезистивных нагревательных элементов или электроиндуктивных нагревательных элементов, которые могут быть расположены с внутренней стороны от второго слоя или могут быть расположены внутри второго слоя с образованием с ним одного целого.

Вообще надлежащая электрофузионная сварка двух поверхностей обладает превосходными механическими свойствами и ее трудно разъединить. Однако некоторые известные из уровня техники способы электрофузионной сварки подверглись критике как недостаточно оптимальные из-за водопроницаемости сварного шва.

Известный альтернативный способ электрофузионной сварки заключается в осуществлении сцепления внешнего поверхностного слоя из полимера трубы с кожухом с использованием клейкого материала. Типично клеящий материал представлен в виде внутреннего слоя кожуха. В некоторых способах клеящий материал представляет собой жидкий клеящий материал, который наносят на внешний поверхностный слой из полимера или на внутреннюю сторону кожуха (или и на то и на другое). В большинстве случаев клеящий материал должен быть нагрет для сцепления по меньшей мере с одной из двух поверхностей. Хотя способы, основанные на применении клеящего материала, очень хорошо известны и применяются весьма успешно, недостатком способов, основанных на применении клеящего материала, является то, что механические свойства ниже оптимальных и, как известно, они допускают отсоединение со временем и/или под воздействием факторов окружающей среды.

#### **Сущность изобретения**

Согласно одному аспекту настоящего изобретения предлагается способ прикрепления кожуха к внешней поверхностной оболочке трубопровода в трубном соединении, включающий: обертывание или подгонку термоусаживаемого кожуха вокруг трубного соединения так, что боковая часть кожуха перекрывает концевую часть внешней поверхностной оболочки по обе стороны от трубного соединения с образованием в результате переходной зоны по обе стороны от трубного соединения, причем указанную переходную зону задают таким образом, что она находится между концевой частью внешней поверхностной оболочки и боковой частью кожуха; указанные переходная зона, концевая часть и/или боковая часть снабжены электрическим нагревательным элементом, расположенным по их окружной периферии; и обертывание клейкой ленты вокруг указанных боковых частей с приложением давления между боковыми частями и концевыми частями в переходной зоне; подачу в указанный электрический нагревательный элемент электрического тока с энергией, достаточной для нагрева указанного электрического нагревательного элемента до температуры, достаточной для сплавления указанных боковых частей с указанными концевыми частями.

В некоторых вариантах осуществления электрический нагревательный элемент оборачивают вокруг концевой части внешней поверхностной оболочки до обертывания или подгонки кожуха вокруг трубного соединения.

Согласно некоторым вариантам осуществления кожух является термоусаживаемым и термоусаживание, по меньшей мере, боковых частей кожуха осуществляют до выполнения этапа обертывания.

В некоторых вариантах осуществления клейкая лента, имеющая клеящий материал, обладает липкостью при комнатной температуре и сохраняет клеящие свойства до температуры, составляющей по меньшей мере 240°C.

Согласно другому аспекту изобретения предлагается способ прикрепления кожуха к внешней поверхностной оболочке трубопровода в трубном соединении, включающий: обертывание и подгонку кожуха вокруг трубного соединения так, что боковая часть кожуха перекрывает концевую часть внешней поверхностной оболочки по обе стороны от трубного соединения с образованием в результате переходной зоны по обе стороны от трубного соединения, причем указанную переходную зону задают таким образом, что она находится между концевой частью внешней поверхностной оболочки и боковой частью кожуха; указанные переходная зона, концевая часть и/или боковая часть снабжены электрическим нагревательным элементом и клейкой лентой, расположенными по их окружной периферии; и подачу в указанный электрический нагревательный элемент электрического тока с энергией, достаточной для нагрева указанного электрического нагревательного элемента до температуры, достаточной для сплавления указанных боковых частей с указанными концевыми частями.

В некоторых вариантах осуществления к боковой части кожуха подводят тепло для плавления клейкой ленты, в результате чего происходит сцепление внешней поверхностной оболочки с кожухом.

Согласно следующему аспекту изобретения предлагается способ прикрепления кожуха к внешней поверхностной оболочке трубопровода в трубном соединении, включающий: обертывание или подгонку

кожуха вокруг трубного соединения так, что боковая часть кожуха перекрывает концевую часть внешней поверхностной оболочки по обе стороны от трубного соединения с образованием в результате переходной зоны по обе стороны от указанного трубного соединения, причем указанную переходную зону задают таким образом, что она находится между концевой частью внешней поверхностной оболочки и боковой частью кожуха; указанные переходная зона, концевая часть и/или боковая часть снабжены электрическим нагревательным элементом, расположенным по их окружной периферии; подачу в указанный электрический нагревательный элемент первого электрического тока, причем указанный первый электрический ток обладает энергией, недостаточной для сплавления указанных боковых частей с указанными концевыми частями, но такой энергией, которая достаточна для прогрева и поддержания температуры нагревательного элемента более постоянной; и подачу в указанный электрический нагревательный элемент второго электрического тока с энергией, достаточной для нагрева указанного электронагревательного элемента до температуры, достаточной для сплавления указанных боковых частей с указанными концевыми частями.

Согласно еще одному аспекту настоящего изобретения предлагается нагревательный элемент, предназначенный для использования при электрофузионном сваривании кожуха с внешней поверхностной оболочкой трубопровода в трубном соединении, причем указанный нагревательный элемент содержит: основную часть из проволочной сетки и два конца, при этом указанная основная часть имеет такую длину и обладает такой гибкостью, которые являются достаточными для обеспечения возможности плотного обертывания по окружной периферии указанной внешней поверхностной оболочки таким образом, что два конца находятся вблизи друг друга, но не соприкасаются; причем каждый из указанных двух концов имеет конструктивное исполнение в виде лабиринта и отходящий от него вывод, предназначенный для подключения к источнику электропитания.

Согласно следующему аспекту настоящего изобретения предлагается распорка, предназначенная для использования вместе с нагревательным элементом, предназначенным для использования при электрофузионном сваривании кожуха с внешней поверхностной оболочкой трубопровода в трубном соединении, причем указанный нагревательный элемент содержит основную часть из проволочной сетки и два конца, при этом длина и гибкость указанной основной части являются достаточными для обеспечения возможности плотного обертывания по окружной периферии указанной внешней поверхностной оболочки таким образом, что два конца находятся вблизи друг друга, но не соприкасаются; каждый из указанных двух концов имеет вывод, отходящий от него, предназначенный для подключения к источнику электропитания; указанная распорка обеспечивает возможность удержания двух концов на требуемом расстоянии; причем указанная распорка содержит: область свободного промежутка, ширина которой приблизительно равна требуемому расстоянию и высота которой равна или больше высоты концов; и два язычка, каждый из которых отходит от противоположных сторон указанной области задания свободного промежутка и меньше по высоте, чем указанная область свободного промежутка; при этом каждый язычок имеет по меньшей мере один штифт, выходящий из него до высоты, равной или превышающей высоту концов, причем указанный штифт имеет такие форму, габаритные размеры и конструктивное исполнение, которые обеспечивают возможность его прохождения в отверстие проволочной сетки, когда указанная проволочная сетка расположена поверх указанного язычка.

Согласно еще одному аспекту настоящего изобретения предлагается распорка, предназначенная для использования при точной установке термопары вблизи нагревательного элемента, предназначенного для использования при электрофузионном сваривании кожуха с внешней поверхностной оболочкой трубопровода в трубном соединении, причем указанный нагревательный элемент содержит основную часть из проволочной сетки и два конца, при этом указанная основная часть имеет такие длину и гибкость, которые являются достаточными для обеспечения возможности плотного охватывания по окружной периферии указанной внешней поверхностной оболочки таким образом, что два конца находятся вблизи друг друга, но не соприкасаются; каждый из указанных двух концов имеет вывод, отходящий от него, предназначенный для подключения к источнику электропитания; указанная распорка обеспечивает возможность точной установки термопары вблизи нагревательного элемента, причем указанная распорка содержит: подложку; ряд штифтов, выходящих из указанной подложки, форма, габаритные размеры и конструктивное исполнение каждого из которых таковы, что обеспечивают возможность его прохождения в отверстие в проволочной сетке, когда указанная проволочная сетка расположена поверх указанной подложки; канал внутри подложки, диаметр которого аналогичен диаметру шупа термопары; при этом указанный канал имеет на одном конце отверстие, предназначенное для размещения шупа термопары, и на противоположном конце стопор, предназначенный для препятствования смещению указанного шупа термопары за пределы указанного канала.

#### **Краткое описание фигур**

Ниже приведено более полное описание изобретения на примере его осуществления со ссылкой на прилагаемые графические материалы.

На фиг. 1 показан схематический вид в разрезе лишенной покрытия области предварительно изолированного трубопровода, известный из уровня техники.

На фиг. 2 показан отчасти схематический вид в разрезе лишенной покрытия области предварительно-

но изолированного трубопровода с прикрепленным к ней кожухом.

На фиг. 3 показан отчасти схематический вид в разрезе лишенной покрытия области с прикрепленным к ней кожухом согласно настоящему изобретению.

На фиг. 4 показан фотоснимок одного конца лишенной покрытия области согласно одному аспекту настоящего изобретения.

На фиг. 5 показан вид крупным планом части нагревательного элемента в виде сетки и вывода согласно одному аспекту настоящего изобретения.

На фиг. 6 показан вид в перспективе распорки согласно одному аспекту настоящего изобретения.

На фиг. 7 показана крупным планом область вывода нагревательного элемента в виде сетки согласно одному аспекту изобретения.

На фиг. 8 показана полиэтиленовая вставка согласно одному аспекту изобретения.

На фиг. 9 показан фотоснимок кожуха, закрепленного к внешнему поверхностному слою предварительно изолированной трубы с использованием клейкой ленты вместо традиционного хомута.

#### **Подробное описание**

На фиг. 1 показан отчасти схематический вид в разрезе лишенной покрытия области предварительно изолированного трубопровода, известный из уровня техники. Область содержит стальную трубу 10, которая приварена сваркой кольцевым швом к концу трубопровода 11 в месте расположения кольцевого сварного шва 12. Как труба 10, так и трубопровод 11 заключены в слой 14 изоляции, который, в свою очередь, заключен во внешнюю поверхностную оболочку 16, которая типично представляет собой полиолефиновый слой, который обеспечивает конструктивную прочность и водостойкость.

Область 18 трубопровода соединена с областью 20 трубы так, что остается лишенная покрытия область 22, которая представляет собой голую сталь, которая не содержит ни слоя изоляции, ни полиолефинового слоя оболочки.

На фиг. 2 показан известный кожух 36, расположенный на лишенной покрытия области 22. Как показано, кожух 36 содержит два слоя: внешний слой 34 кожуха, который является сшитым и термоусаживаемым, и внутренний слой 32 кожуха, который является несшитым или, в соответствии с другим вариантом, менее сшитым, чем внешний слой 34 кожуха. Показаны нагревательные элементы 24, 26, которые имеют электрические присоединительные выводы 28, 30 соответственно. Нагревательные элементы 24, 26 типично представляют собой ленты или сетки из меди или другого резистивного металла. В нагревательные элементы 24, 26 подается электрический ток (не показан), который превращается в тепло за счет резистивного характера нагревательных элементов 24, 26. Тепло заключает в себе энергию, являющуюся достаточной для плавления части внешней поверхностной оболочки 16 и части внутреннего слоя 32 кожуха, чтобы сплавить два слоя вместе. Специалисту в области техники, к которой относится изобретение, должно быть понятно, что полимер внутреннего слоя 32 кожуха и полимер внешней поверхностной оболочки 16 выбирают таким образом, чтобы они были совместимыми и сплавляемыми вместе при наличии достаточного количества тепла. Следует отметить, что при типичной методологии нагревательные элементы 24, 26 введены внутрь соединения и не удаляются после сплавления.

Установлено, что желательно поддерживать определенную величину кольцевого напряжения в кожухе 36, особенно на концах кожуха 36, которые должны быть сплавлены. Кольцевое напряжение значительно усиливает процесс сплавления. В известных способах, описанных в документе WO 2011/143733, это кольцевое напряжение создается за счет использования термоусаживаемого внешнего слоя кожуха и термоусаживания указанного внешнего слоя кожуха до того как произойдет электрофузионная сварка. Таким образом, способ имеет два основных этапа - этап нагревания, при которой выполняют термоусаживание концов кожуха 36 на внешний поверхностный слой 16, и этап электрофузионной сварки, при котором через нагревательные элементы 24, 26 пропускается электрическая энергия, вызывающая сплавление кожуха с внешним поверхностным слоем 16.

На фиг. 3 показан отчасти схематически в разрезе один вариант осуществления способа наложения кожуха на лишенную покрытия область трубопровода согласно настоящему изобретению. Как и в известном способе по фиг. 2, кожух 36 пригнан к лишенной покрытия области 22; в нагревательные элементы 24, 26 подают электрическую энергию через выводы 28, 30 для осуществления электросплавления внутренней поверхности кожуха 36 с наружной поверхностью внешнего поверхностного слоя 16. Однако в этом варианте осуществления способ включает также еще один этап. На одно из наружной поверхности внешнего поверхностного слоя 16 или внутренней поверхности кожуха 36 до наложения кожуха 36 на лишенную покрытия область 22 накладывают клейкую ленту 38, 40. Таким образом, кожух 36 сцепляют с внешним поверхностным слоем 16 дважды на каждой стороне лишенной покрытия области - первым сцеплением электрофузионной сваркой так, как описано выше, и адгезионным сцеплением на удалении от лишенной покрытия области 22 относительно сцепления электросплавлением. Сцепление электрофузионной сваркой обеспечивает конструктивную прочность и целостность сцепления, тогда как адгезионное сцепление лучше предохраняет от проникновения воды. Применение двух сцеплений рядом друг с другом также придает сцеплению кожуха с внешней поверхностной оболочкой в определенной степени дублирование и более высокую прочность в целом.

Нагревательные элементы 24, 26 могут быть выполнены, например, в виде резистивно нагреваемых

проволоки, стержней, проволоочной сетки или плетеной структуры в форме ленты или электрического провода или плоской металлической ленты, покрытой полимером, подходящим для сцепления сплавлением вторых слоев кожуха с оболочками труб, например полиэтиленом. В предпочтительных вариантах осуществления нагревательные элементы 24, 26 представляют собой проволоочную сетку.

На фиг. 4 показан фотоснимок одного конца лишенной покрытия области при конструктивном исполнении, альтернативном варианту осуществления, показанному на фиг. 3. Здесь, в отличие от примера, показанного на фиг. 3, нагревательный элемент 24 удален от лишенной покрытия области 22 по сравнению с клейкой лентой 38. Следует отметить, что клейкая лента 38 имеет подложку 42, которая удаляется непосредственно до или (предпочтительно) сразу же после размещения кожуха вокруг лишенной покрытия области, чтобы исключить возможность прикрепления к клейкой ленте 38 песка, пыли и других примесей из окружающей среды, вызывающих снижение ее эффективности.

На фиг. 5 показан вид крупным планом части нагревательного элемента 24 в виде сетки и вывода 28 в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения. Нагревательный элемент 24 охватывает внешнюю поверхностную оболочку 16 трубы. Нагревательный элемент 24 конструктивно выполнен в виде сетки, в которой имеются металлические части 44 и свободные промежутки 46.

Как известно специалисту в области техники, к которой относится изобретение, вывод 28 содержит два отдельных электрических выводных проводника 28А, 28В, и электрический ток подается путем подключения одного из них и к положительной и отрицательной клеммам источника электропитания.

Необходимо иметь достаточный по величине свободный промежуток 54 между выводными проводниками 28А и 28В во избежание возникновения короткого замыкания нагревательного элемента. В известных на момент создания изобретения способах электрофузионной сварки величину свободного промежутка между выводами определял оператор. Это приводило к возникновению значительных проблем с контролем качества: если свободный промежуток 54 между выводными проводниками 28А и 28В был слишком велик, существовала вероятность возникновения свободного промежутка при электрофузионной сварке и, как следствие этого, свободного промежутка в переходной зоне сплавления между внешним поверхностным слоем 16 и кожухом 36. Это может приводить к проникновению извне воды и/или воздуха и, в результате этого, к ухудшению качества изолирующего слоя и коррозии металлической трубы. Если свободный промежуток 54 между выводными проводниками 28А, 28В был слишком мал, существовала вероятность возникновения короткого замыкания нагревательного элемента 24, приводящего к некачественной электрофузионной сварке или вообще к невозможности ее выполнения, или к «выгоранию» или появлению пузырьков в месте нахождения выводных проводников, приводящим к местной некачественной сварке. Поэтому согласно одному аспекту изобретения предложена распорка 48. Распорка 48 содержит область 56 распорки, которая устанавливает оптимальный по величине свободный промежуток 54 между выводными проводниками 28А и 28В. Распорка содержит также язычки 52А и 52В, которые прикрепляются в ряде свободных промежутков 46 по обе стороны от области 56 распорки с помощью штифтов 50, которые проходят через свободные промежутки 46 и удерживают на месте распорку 48. Распорка 48 изготовлена из одной детали из полимера, предпочтительно полиэтилена, такого типа, который совместим как с внешним поверхностным слоем 17, так и с кожухом 36, и выполнена однородной, как и нагревательный элемент 24, после сплавления она оказывается интегрированной в сплавленные слои.

На фиг. 6 показан вид в перспективе распорки 48, содержащей свободный промежуток 56 распорки, штифты 50 и язычки 52А, 52В. Как можно видеть, свободный промежуток 56 распорки, как и штифты 50, простирается выше уровня толщины нагревательного элемента 24, чтобы, благодаря такому конструктивному выполнению, удерживать на месте выводные проводники 28А и 28В, а значит и нагревательный элемент 24.

На фиг. 7 показан следующий вариант осуществления изобретения, который может быть использован в комбинации с предпочтительными вариантами осуществления с распоркой по фиг. 6, модифицированными в плане конструктивного исполнения очевидным для специалиста в данной области техники образом. На фиг. 7 показан вид крупным планом области вывода, содержащей выводные проводники 28А, 28В нагревательного элемента 24. Здесь область вывода конструктивно выполнена в виде лабиринта для максимально возможного увеличения площади нагреваемой поверхности в свободном промежутке 54 между выводными проводниками. Установлено, что область вывода в виде лабиринта обеспечивает максимально возможное увеличение площади нагреваемой поверхности в свободном промежутке между ключевыми присоединениями, тем самым максимально увеличивая площадь свариваемой поверхности и повышая прочность и надежность сварного шва между выводными проводниками.

Известно, что температура, достигаемая при электрофузионном сваривании, очень важна для обеспечения непрерывности процесса. В случае использования слишком низкой температуры плавление полимера будет недостаточным и, таким образом, он не будет образовывать прочное герметичное сцепление между внешней поверхностной оболочкой и внутренней поверхностью кожуха. Парадоксальным образом, если используется слишком высокая температура, образование пузырей, плавление и капание полимера, а также другие проблемы могут стать одной из причин того, что не будет обеспечено прочное герметичное сцепление между внешней поверхностной оболочкой и внутренней поверхностью кожуха.

По этой причине в известных способах, использующих электрофузионную сварку, для измерения и регулирования температуры в переходной зоне между внешней поверхностной оболочкой и внутренней поверхностью кожуха применяется или одноразовая или многоразовая термопара. Тонкая стержнеобразная термопара вставляется между двумя слоями и считываются показания в то время, когда происходит электрофузионная сварка. В некоторых вариантах осуществления с помощью термопары автоматически регулировался ток, проходящий через нагревательные элементы, тем самым осуществлялось регулирование температуры в переходной зоне.

Неожиданно установлено, что существенное значение имеет расположение термопары. Например, показания термопары в местах расположения металлических частей 44 будут не такими, как показания термопары в свободных промежутках 46, отличающимися в значительной степени, что сказывается на прочности сцепления электрофузионной сварки. При применении известных из уровня техники систем и способов практически невозможно определить, считывает термопара показание в месте расположения металлической части 44 или же в свободном промежутке 46, и имеется недостаток, состоящий в применении интегрируемой одноразовой термопары (что является нежелательным и дорогостоящим), и в результате имело место значительное колебание в целом температуры нагрева и прочности сцепления от одного прикреплённого электрофузионной сваркой кожуха к другому.

Соответственно этому в качестве следующего варианта осуществления настоящего изобретения предлагается показанная на фиг. 8 полиэтиленовая вставка, предназначенная для закрепления многоразовой термопары внутри нагревательного элемента в виде сетки для того, чтобы лучше и более точно регулировать температуру в течение процесса сварки термоплавлением между внешней поверхностной оболочкой и внутренней поверхностью кожуха. Применение такой вставки обеспечивает точность снятия показаний температуры, аналогичную точности, достигаемой в системах с интегрируемыми термопарами, при обеспечении возможности повторного использования термопары, в результате чего снижается стоимость системы.

Полиэтиленовая вставка 58 содержит подложку 60 и штифты 62, которые имеют такие габаритные размеры, форму и конструктивное исполнение, что они проходят через свободные промежутки 46 в сетке нагревательного элемента 24 и удерживают на месте полиэтиленовую вставку 58. Вставка 58 включает в себе также отверстие 64 и канал 66, оба из которых выполнены с диаметром, подходящим для размещения стандартного и/или требуемого щупа термопары (не показан). Щуп термопары вставляется в отверстие 64 и перемещается вдоль канала 66 для обеспечения точного расположения щупа, предназначенного для считывания температуры в металлической части 44. Стопор 68 обеспечивает дополнительно позиционирование щупа путем исключения возможности смещения за пределы канала 66.

Полиэтиленовая вставка 58 изготовлена из материала, совместимого при сплавлении как с внешней поверхностной оболочкой, так и с внутренней поверхностью кожуха, и является одноразовой в том смысле, что расплавляется и интегрируется внутрь сцепления сплавлением между внешним поверхностным покрытием и внутренней поверхностью кожуха.

Было установлено, что в известных способах электрофузионного сваривания кожуха на лишенную покрытия область трубы желательно добавлять давление на кожух перед началом электрофузионной сварки. Было установлено, что добавление этого давления в виде кольцевого напряжения обеспечивает повышение прочности и улучшение целостности сцепления электрофузионной сварки. Это добавление кольцевого напряжения было достигнуто за счет применения термоусаживаемого кожуха, который был подвергнут термоусадке на внешнюю поверхностную оболочку. Однако этот этап термоусаживания иногда не обеспечивает достаточное кольцевое напряжение, что приводит к неполной или недостаточно оптимальной электрофузионной сварке. Второй способ, обычно применяемый для добавления такого давления на кожух, заключался в применении хомутов, которые окружают кожух и обеспечивают приложение давления, сжимая вместе кожух и внешнюю поверхностную оболочку. Применение хомутов является оправданным, но требует применения тяжелых, громоздких хомутов. Кроме того, для труб разных размеров обычно требуются хомуты разных размеров. Требовался более подходящий возможный вариант.

Согласно аспекту настоящего изобретения предлагается способ приложения к кожуху давления, достаточного для обеспечения улучшенной электрофузионной сварки кожуха с внешней поверхностной оболочкой.

Неожиданным образом установлено, что приложение достаточного давления может быть обеспечено с помощью клейкой ленты. Соответственно этому предлагается способ создания достаточного давления между внутренней поверхностью кожуха и внешней поверхностной оболочкой путем наложения самоклеящейся ленты обертыванием вокруг после термоусаживания концов (термоусаживаемого) кожуха. Лента в целом согласуется с формой трубы, что дает преимущество по сравнению с ранее известными жесткими формованными системами, которые часто влекут за собой сдавливание свободных промежутков, и обеспечивает равномерное распределение давления по всему периметру трубы. В предпочтительном варианте осуществления самоклеящаяся лента представляет собой армированную волоконной сеткой ленту на бумажной основе, с клейким материалом, который обеспечивает липкость при комнатной температуре и который сохраняет клеящие свойства до температуры, составляющей по меньшей мере

приблизительно 240°C. Таким образом, при температурах электрофузионной сварки лента и не разлагается и не отделяется от кожуха. В оптимальных вариантах осуществления лента обладает свойством испытывать малое расширение и малое удлинение при высокой температуре (240°C) и клеящий материал не обладает текучестью при температуре сварки полиэтилена, равной 240°C.

Применение ленты является также идеальным в ситуациях, когда кожух является сшитым и не предварительно растянутым, или когда кожух не является сшитым.

На фотоснимке, показанном на фиг. 9, показана лента 70, наложенная на концы кожуха 36, наложенного на лишенную покрытия область трубы.

Также установлено, что желательным является проведение цикла подогрева для нормализации температуры вокруг нагревательного элемента 24 непосредственно перед началом цикла сварки. Цикл подогрева обеспечивает нормализацию температуры по периметру трубы, исключая или уменьшая нежелательные колебания температуры вокруг трубы.

Типично внутренний и внешний слои кожуха, а также материал 46 оболочки содержат полиолефин, более типично полиэтилен.

Таким образом, согласно одному варианту осуществления изобретения предлагается способ прикрепления кожуха 36 к лишенной покрытия области 22 трубопровода, причем кожух 36 располагают вокруг трубного соединения так, что он перекрывает концы внешней поверхностной оболочки 16 на трубах 10 по обе стороны от лишенной покрытия области 22. На наружной стороне внешней поверхностной оболочки 16 в зоне перекрытия расположены кольцевые электрически нагреваемые нагревательные элементы 24, 26.

Такие нагревательные элементы 24, 26 сами по себе являются известными для применения в других целях, и здесь нет необходимости подробно их описывать.

Боковые части кожуха 36 закрепляют прижатием к внешней поверхностной оболочке 16 плотным обертыванием вокруг них ленты 70. Затем к нагревательным элементам 24, 26 подводят энергию с помощью источников электропитания (не показаны), подключенных к выводным проводникам 28А, 28В, чтобы вызвать сцепление сплавлением между кожухом 36 и внешней поверхностной оболочкой 16.

После сцепления сплавлением боковых частей кожуха 36 с внешней поверхностной оболочкой 16 внутрь кожуха через отверстие для заполнения (не показано) поступает исходный материал для получения пены, и становится возможным образование пены полностью и ее затвердевание.

В альтернативном варианте осуществления вместо применения ленты 70 кожух 36 имеет по меньшей мере один термоусаживаемый слой и происходит термоусаживание боковых сторон кожуха 36 на внешнюю поверхностную оболочку 16 с созданием кольцевого напряжения, по меньшей мере, эквивалентного по прочности давлению, создаваемому лентой 70.

В следующем альтернативном варианте осуществления вокруг ленты 70 может быть расположен хомут (не показан). Хомут является более узким, чем металлический нагревательный элемент 24, 26, и вообще обладает стойкостью к удлинению при температурах, действию которых он подвергается в процессе сварки. В течение процесса сварки, в результате которого кожух 36 сплавляется с внешней поверхностной оболочкой 16, диаметр кожуха 36, внешней поверхностной оболочки 16 и/или ленты 70 существенно увеличивается. Поскольку хомут вообще обладает стойкостью к удлинению, в течение процесса сварки не происходит существенного увеличения диаметра хомута. Это вызывает вытеснение полиолефинового материала внешней поверхностной оболочки 16 и/или кожуха 36 из-под хомута. Неожиданным образом установлено, что такое вытеснение - фактическое перемещение расплавленного материала - позволяет получить сварной шов более высокого качества, чем более широкая система с хомутом, которая выступает за пределы краев нагревательных элементов. Степень вытеснения полиолефина можно определить по гратам, образуемым с обеих сторон хомута после окончания процесса сварки. Высота и ширина гратов могут быть увязаны со свойствами получаемого сварного шва.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ прикрепления термоусаживаемого кожуха к внешней поверхностной оболочке трубопровода в трубном соединении, включающий:

а) обертывание или подгонку термоусаживаемого кожуха вокруг трубного соединения так, что боковая часть кожуха перекрывает концевую часть внешней поверхностной оболочки по обе стороны от трубного соединения с образованием в результате переходной зоны по обе стороны от трубного соединения, причем указанную переходную зону задают таким образом, что она находится между концевой частью внешней поверхностной оболочки и боковой частью кожуха; указанные переходная зона, концевая часть и/или боковая часть снабжены электрическим нагревательным элементом, расположенным вокруг трубы или по периферии кожуха;

б) подведение тепла к, по меньшей мере, указанным боковым частям для усадки кожуха или, по меньшей мере, его боковых частей;

с) обертывание клейкой ленты вокруг указанных боковых частей с приложением давления между боковыми частями и концевыми частями в переходной зоне;

д) подачу в указанный электрический нагревательный элемент электрического тока с энергией, достаточной для нагрева указанного электрического нагревательного элемента до температуры, достаточной для сплавления указанных боковых частей с указанными концевыми частями.

2. Способ прикрепления термоусаживаемого кожуха к внешней поверхностной оболочке трубопровода в трубном соединении, включающий:

а) обертывание или подгонку термоусаживаемого кожуха вокруг трубного соединения так, что боковая часть кожуха перекрывает концевую часть внешней поверхностной оболочки по обе стороны от трубного соединения с образованием в результате переходной зоны по обе стороны от трубного соединения, причем указанную переходную зону задают таким образом, что она находится между концевой частью внешней поверхностной оболочки и боковой частью кожуха; указанные переходная зона, концевая часть и/или боковая часть снабжены электрическим нагревательным элементом, расположенным вокруг трубы или по периферии кожуха;

б) подведение тепла к, по меньшей мере, указанным боковым частям для усадки кожуха или, по меньшей мере, его боковых частей;

с) обертывание клейкой ленты вокруг указанных боковых частей с приложением давления между боковыми частями и концевыми частями в переходной зоне;

д) подачу в указанный электрический нагревательный элемент первого электрического тока, причем указанный первый электрический ток обладает энергией, недостаточной для сплавления указанных боковых частей с указанными концевыми частями, но такой энергией, которая достаточна для прогрева и поддержания температуры нагревательного элемента более постоянной;

е) подачу в указанный электрический нагревательный элемент второго электрического тока с энергией, достаточной для нагрева указанного электрического нагревательного элемента до температуры, достаточной для сплавления указанных боковых частей с указанными концевыми частями.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что электрический нагревательный элемент оборачивают вокруг концевой части внешней поверхностной оболочки до обертывания или подгонки термоусаживаемого кожуха вокруг трубного соединения.

4. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что клейкая лента, имеющая клеящий материал, обладает липкостью при комнатной температуре и сохраняет клеящие свойства до температуры, составляющей по меньшей мере приблизительно 240°C.

5. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что перед этапом подачи электрического тока по окружной периферии переходной зоны поверх указанной ленты и в местоположении, находящемся сбоку, закрепляют хомут так, что он расположен поверх электрического нагревательного элемента, причем указанный хомут меньше по ширине, чем указанный электрический нагревательный элемент, и обладает в целом стойкостью к удлинению.

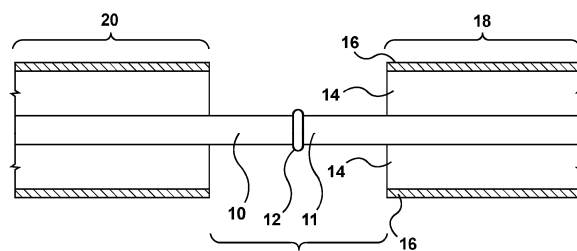
6. Способ прикрепления кожуха к внешней поверхностной оболочке трубопровода в трубном соединении, включающий:

а) обертывание или подгонку термоусаживаемого кожуха вокруг трубного соединения так, что боковая часть кожуха перекрывает концевую часть внешней поверхностной оболочки по обе стороны от трубного соединения с образованием в результате переходной зоны по обе стороны от трубного соединения, причем указанную переходную зону задают таким образом, что она находится между концевой частью внешней поверхностной оболочки и боковой частью кожуха; указанные переходная зона, концевая часть и/или боковая часть снабжены электрическим нагревательным элементом и клейкой лентой, расположенными по их окружной периферии, при этом клейкая лента расположена в трубном соединении снаружи относительно электрического нагревательного элемента;

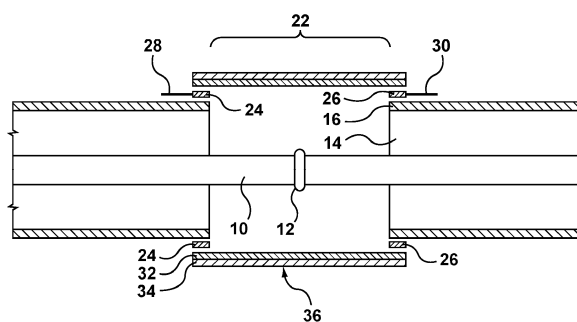
б) подачу в указанный электрический нагревательный элемент электрического тока с энергией, достаточной для нагрева указанного электрического нагревательного элемента до температуры, достаточной для сплавления указанных боковых частей с указанными концевыми частями.

7. Способ по п.6, дополнительно включающий после этапа а) или после этапа б) подведение тепла к боковой части кожуха для плавления клейкой ленты, в результате чего происходит сцепление внешней поверхностной оболочки с кожухом.

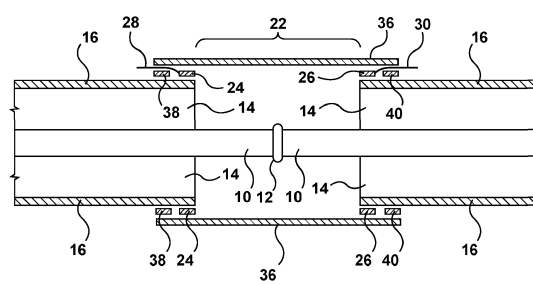
8. Способ по п.6, отличающийся тем, что перед этапом подачи электрического тока по окружной периферии переходной зоны в местоположении, находящемся сбоку, закрепляют хомут так, что он расположен поверх электрического нагревательного элемента, причем указанный хомут меньше по ширине, чем указанный электрический нагревательный элемент и обладает в целом стойкостью к удлинению.



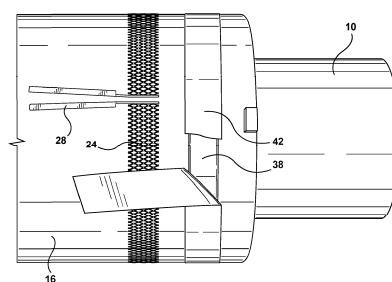
Фиг. 1  
(Предшествующий уровень техники)



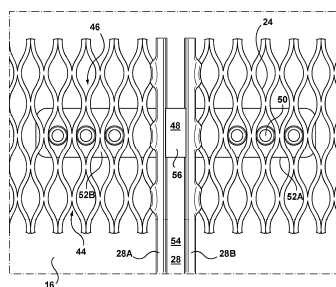
Фиг. 2  
(Предшествующий уровень техники)



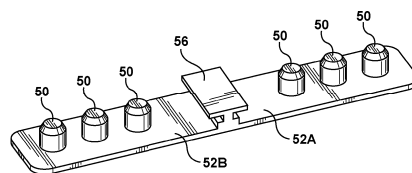
Фиг. 3



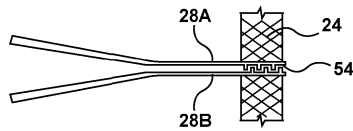
Фиг. 4



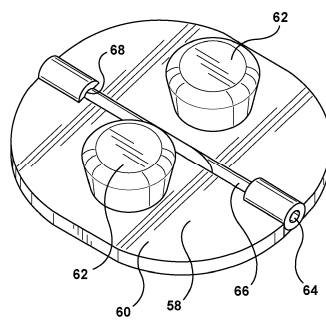
Фиг. 5



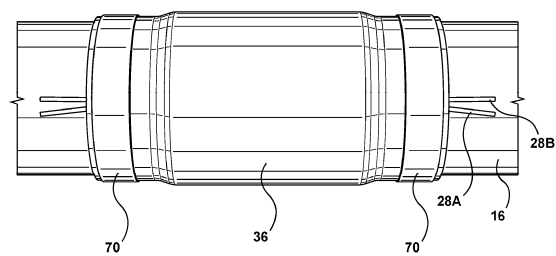
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9

