

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **034596**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2020.02.25**

(51) Int. Cl. **C01B 17/02** (2006.01)

(21) Номер заявки  
**201790608**

(22) Дата подачи заявки  
**2015.10.16**

---

(54) **УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ОХЛАЖДЕНИЯ ТЕКУЧЕЙ СРЕДЫ**

---

(31) **10 2014 221 497.1**

(56) US-A1-2001011460  
GB-A-1377980  
US-A-1742391  
US-A-1467867  
US-A-4139347

(32) **2014.10.23**

(33) **DE**

(43) **2017.10.31**

(86) **PCT/EP2015/073994**

(87) **WO 2016/062628 2016.04.28**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ИПКО ДЖЕРМАНИ ГМБХ (DE)**

(72) Изобретатель:  
**Сун Дехуа (DE)**

(74) Представитель:  
**Рыбаков В.М., Липатова И.И., Хмара  
М.В., Новоселова С.В., Дощечкина  
В.В., Ильмер Е.Г., Осипов К.В. (RU)**

---

(57) Изобретение относится к устройству для охлаждения затвердевающей в заданном диапазоне температур текучей среды, в частности расплава, с охлаждающей камерой, в которой находится или через которую протекает охлаждающая среда, и по меньшей мере с одним трубопроводом для текучей среды, по меньшей мере, частично расположенным внутри охлаждающей камеры, и по меньшей мере одним нагревательным устройством, расположенным внутри трубопровода.

**034596**

**B1**

**034596**

**B1**

### **Область техники, к которой относится изобретение**

Изобретение относится к устройству для охлаждения затвердевающей в заданном диапазоне температур текучей среды, в частности расплава, с охлаждающей камерой, в которой находится или через которую протекает охлаждающая среда, и по меньшей мере с одним трубопроводом для текучей среды, по меньшей мере, частично расположенным внутри охлаждающей камеры. Кроме того, изобретение относится к способу охлаждения затвердевающей в заданном диапазоне температур текучей среды, в частности расплава, содержащему этап пропускания текучей среды по меньшей мере через один трубопровод охладителя, причем трубопровод окружен охлаждающей средой, и этап определения температуры текучей среды в области трубопровода.

### **Сущность изобретения**

Задачей изобретения является усовершенствование устройства и способа охлаждения затвердевающей в заданном диапазоне температур текучей среды.

Задача решена устройством с признаками, раскрытыми в п.1 формулы изобретения, и способом с признаками, раскрытыми в п.12 формулы. Предпочтительные варианты осуществления раскрыты в зависимых пунктах формулы.

Согласно изобретению предусмотрено устройство для охлаждения затвердевающей в заданном диапазоне температур текучей среды, в частности расплава, с охлаждающей камерой, в которой находится или через которую протекает охлаждающая среда, и по меньшей мере с одним трубопроводом для текучей среды, по меньшей мере, частично расположенным внутри охлаждающей камеры, содержащее по меньшей мере одно нагревательное устройство, расположенное внутри трубопровода.

При охлаждении текучих сред, затвердевающих в заданном диапазоне температур, необходимо строго следить за тем, чтобы текучая среда не затвердела внутри охладителя, но охладилась с сохранением текучести. Критично даже частичное затвердевание, так как отложения в конечном итоге могут привести к забиванию охладителя. Особенно критично такое затвердевание внутри охладителя при плавлении и, в частности, при охлаждении расплавленной серы. Для гранулирования серы оптимальна подача еще жидкого расплава серы на формирователь капель при температуре, лишь немного превышающей температуру затвердевания серы. Однако это может оказаться проблематичным в случае чрезмерного падения температуры внутри охладителя, так как при этом следует опасаться затвердевания внутри охладителя и тем самым его закупоривания. Изобретение предлагает способ решения этой проблемы, заключающийся в помещении нагревательного устройства вовнутрь трубопровода, проходящего через охлаждающую камеру. Если теперь температура текучей среды, в частности расплава серы, внутри трубопровода упадет ниже заданного значения, будет включено нагревательное устройство. Таким образом, текучая среда внутри трубопровода нагревается нагревательным устройством, что позволяет не только предотвратить отвердевание текучей среды в трубопроводе, но и растопить уже образовавшиеся отложения внутри трубопровода. Удивительным образом введение нагревательных устройств оказывается чрезвычайно выгодным, в частности, в том случае, когда необходимо охлаждать расплав серы. Изобретение впервые позволяет охлаждать серу до оптимальной для гранулирования температуры, не опасаясь затвердевания внутри охладителя.

В следующем варианте осуществления изобретения нагревательное устройство выполнено в виде нагревательного трубопровода.

Например, через нагревательный трубопровод может быть пропущена горячая вода или пар, что позволяет очень быстро нагревать текучую среду внутри трубопровода и, при необходимости, растапливать отвердевшую среду.

В следующем варианте осуществления изобретения нагревательный трубопровод имеет U-образную форму и выполнен в виде нагревательной трубки, вставляемой в трубопровод.

Наличие U-образного трубопровода нагревательной трубки позволяет обеспечить циркуляцию, например, воды или пара в нагревательной трубке. Наличие нагревательной трубки, выполненной с возможностью установки вовнутрь трубопровода, позволяет без проблем изготавливать и, прежде всего, обслуживать и очищать устройство, описываемое изобретением.

В следующем варианте осуществления изобретения нагревательное устройство выполнено в виде электрического нагревательного стержня.

Электрический нагревательный стержень также позволяет быстро и надежно нагревать текучую среду в трубопроводе и, при необходимости, растапливать затвердевшую среду. Кроме того, электрический нагревательный стержень может быть выполнен в виде нагревательной трубки, вставляемой в трубопровод.

В следующем варианте осуществления изобретения нагревательное устройство снабжено завихряющими пластинами.

Завихряющие пластины на нагревательном устройстве позволяют улучшить теплообмен между трубопроводом и охлаждаемой текучей средой, с одной стороны, и между нагревательным устройством и текучей средой, с другой стороны. В результате улучшается охлаждение и ускоряется нагрев, когда существует риск затвердевания среды внутри трубопровода.

В следующем варианте осуществления изобретения завихряющие пластины расположены между

плечами U-образной нагревательной трубки.

Это позволяет обеспечить очень хороший теплообмен между завихряющимися пластинами и нагревательной трубкой и одновременно очень устойчивое механическое крепление завихряющихся пластин на нагревательной трубке. Таким образом, завихряющиеся пластины нагреваются вместе с нагревательной трубкой и, при необходимости, позволяют быстро нагревать текучую среду в трубопроводе для предотвращения затвердевания.

В следующем варианте осуществления изобретения завихряющиеся пластины расположены под углом от 30 до 60°, в частности 45°, к потоку текучей среды в трубопроводе.

Такое расположение завихряющихся пластин оказалось особенно выгодным, так как позволило обеспечить хороший теплообмен между трубопроводом и текучей средой, с одной стороны, а также между нагревательной трубкой, завихряющимися пластинами и текучей средой, с другой стороны.

В следующем варианте осуществления изобретения завихряющиеся пластины приварены к нагревательной трубке или выполнены как одно целое с нагревательной трубкой.

Это позволяет обеспечить очень хороший теплообмен между нагревательной трубкой и завихряющимися пластинами при сохранении стабильного механического крепления.

В следующем варианте исполнения изобретения трубопровод содержит несколько прямолинейных и проходящих через охлаждающую камеру участков.

В особенно выгодном варианте несколько прямолинейных участков трубопровода расположено в охлаждающей камере, чтобы максимально использовать возможности охлаждающей камеры. Криволинейные участки между отдельными прямолинейными участками, напротив, расположены предпочтительно снаружи охлаждающей камеры. Это позволяет легко устанавливать описываемое изобретением устройство и обеспечить, прежде всего, беспрепятственный доступ к трубопроводам для возможного технического обслуживания или очистки.

В следующем варианте осуществления изобретения несколько прямолинейных участков расположено в охлаждающей камере в несколько слоев друг над другом, причем по меньшей мере один слой образован по меньшей мере двумя расположенными рядом друг с другом прямолинейными участками трубопровода, причем участки трубопровода соседних слоев расположены со смещением друг относительно друга.

Это позволяет, с одной стороны, очень компактно расположить прямолинейные участки трубопровода, а с другой стороны, выбрать наиболее оптимальное расположение для прохождения охлаждающего воздуха или охлаждающей среды под прямым углом к прямолинейным участкам трубопровода. Такое расположение позволяет избежать расположения прямолинейных участков трубопровода в аэродинамической тени других участков трубопровода. Это позволяет обеспечить очень хорошее и равномерное охлаждающее действие охлаждающего воздуха или охлаждающей среды на всех участках трубопровода.

В следующем варианте осуществления изобретения на внешней стороне трубопровода, по меньшей мере, местами предусмотрены охлаждающие ребра.

Это позволяет улучшить теплообмен между охлаждающей средой и трубопроводом.

В следующем варианте осуществления изобретения охлаждающая среда представляет собой воздух.

Воздух в качестве охлаждающей среды, как правило, легкодоступен и не нуждается в обязательном замкнутом контуре охлаждающей среды.

В следующем варианте осуществления изобретения в нагревательную трубку подают горячую воду или водяной пар.

В следующем варианте осуществления изобретения нагревательная трубка включается только тогда, когда существует риск затвердевания внутри трубопровода. В этом случае предпочтителен быстрый нагрев текучей среды, чтобы предотвратить риск затвердевания расплава или быстро расплавить уже образовавшиеся отложения. Использование горячей воды или горячего пара может обеспечить требуемый быстрый нагрев нагревательных трубок.

В следующем варианте осуществления изобретения трубопровод имеет по меньшей мере один фланец, предназначенный для крепления фланца нагревательного устройства.

Это позволяет особенно легко устанавливать нагревательное устройство, выполненное предпочтительно в виде нагревательной трубки. Например, фланец трубопровода устанавливают в продолжении прямолинейного участка трубопровода, что позволяет легко вставлять нагревательное устройство.

Кроме того, задача изобретения решена способом охлаждения затвердевающей в заданном диапазоне температур текучей среды, в частности расплава, содержащим этап прохождения текучей среды по меньшей мере через один трубопровод охладителя, причем трубопровод окружен охлаждающей средой, и измерения температуры текучей среды в области трубопровода, а также нагрева текучей среды в трубопроводе нагревательным устройством, расположенным внутри трубопровода, если температура текучей среды в области трубопровода падает ниже заданной температуры.

Согласно изобретению нагревательное устройство активируют только тогда, когда температура охлаждаемой текучей среды в области трубопровода опускается ниже заданной отметки, и тем самым существует риск затвердевания среды внутри трубопровода. Таким образом, текучую среду, например рас-

плав серы, охлаждают до температуры, немногим превышающей диапазон температур затвердевания расплава серы. Это возможно лишь потому, что нагревательное устройство немедленно активируется и позволяет снова разогреть расплавленную серу, когда существует риск затвердевания среды внутри трубопровода. Таким образом, описываемый изобретением способ позволяет охлаждать текучую среду, в частности расплав, например расплав серы, до температуры, немногим превышающей заданный диапазон температур затвердевания текучей среды. Это позволяет значительно улучшить последующую обработку охлажденной текучей среды. В случае расплава серы можно значительно улучшить гранулирование расплава серы на формирователе капель.

В следующем варианте осуществления изобретения предусмотрено создание завихрений внутри трубопровода.

Создание турбулентного потока текучей среды внутри трубопровода обеспечивает хорошую передачу тепла между трубопроводом и текучей средой, с одной стороны, и между нагревательным устройством и текучей средой, с другой стороны.

В следующем варианте осуществления изобретения предусмотрен нагрев завихряющих пластин, расположенных на нагревательном устройстве.

Это позволяет еще быстрее нагревать текучую среду внутри трубопровода при угрозе затвердевания, так как добавление площади завихряющих пластин к площади нагревательного устройства ускоряет теплопередачу.

### Перечень фигур чертежей

Прочие признаки и преимущества изобретения раскрыты в формуле изобретения, а также в последующем описании предпочтительных вариантов осуществления изобретения на основании чертежей. При этом отдельные признаки различных вариантов осуществления можно произвольно комбинировать друг с другом, не выходя за рамки настоящего изобретения. На чертежах изображено:

фиг. 1 - первый вариант осуществления описываемого изобретением устройства, вид под углом сверху;

фиг. 2 - вид сбоку устройства, показанного на фиг. 1;

фиг. 3 - план в разрезе А-А на фиг. 2;

фиг. 4 - вид устройства, изображенного на фиг. 1, в частично разобранном состоянии;

фиг. 5 - вид нагревательной трубки для устройства, показанного на фиг. 1, под углом сверху;

фиг. 6 - вид в плане второй нагревательной трубки для устройства, показанного на фиг. 1;

фиг. 7 - вид в плане нагревательной трубки, показанной на фиг. 5;

фиг. 8 - вид сбоку нагревательной трубки, показанной на фиг. 5;

фиг. 9 - схематичное изображение установки для гранулирования серы с охлаждающим устройством согласно изобретению.

### Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

На фиг. 1 изображено описываемое изобретением устройство 10 для охлаждения текучей среды, в частности расплава серы. Тем не менее, устройство 10 можно использовать, например, также для других расплавов или других текучих сред, затвердевающих в заданном температурном диапазоне. Примером других текучих сред служат, например, смеси твердых веществ с жидкостями, так называемые суспензии.

Устройство 10 содержит охлаждающую камеру 12, ограниченную боковыми стенками, дном и крышкой. В дне и крышке предусмотрены соответственно отверстия 14, 16 для впуска воздуха, посредством которых через охлаждающую камеру 12 пропускают охлаждающий воздух. Воздуходувные устройства для подачи охлаждающего воздуха не показаны на фиг. 1 для упрощения изображения.

Охлаждаемую текучую среду, например расплав серы, вводят во впускной конец 18 трубопровода 20, имеющего форму меандра и оканчивающегося выходным концом 22. При этом трубопровод 20 содержит несколько прямолинейных участков, расположенных внутри охлаждающей камеры 12, и несколько криволинейных участков 24, расположенных вне охлаждающей камеры 12. Внутри охлаждающей камеры прямолинейные участки трубопровода 20 снабжены охлаждающими ребрами 26, предназначенными для улучшения теплопередачи между охлаждающим воздухом в охлаждающей камере 12 и трубопроводом 20.

В каждый прямолинейный участок трубопровода 20 введена нагревательная трубка 28, которая лишь частично показана на фиг. 1 и в которую подают горячий пар. Горячий пар поступает по трубопроводам 30 в нагревательные трубки 28. Показана лишь часть трубопроводов 30, соединенных с не показанным на чертеже контуром циркуляции пара.

Устройство 10 предназначено для охлаждения текучей среды, в частности расплава серы или другого расплава, до температуры, лишь немного превышающей диапазон температур затвердевания текучей среды или расплава. Такое охлаждение текучей среды обеспечивают пропусканием охлаждающего воздуха через охлаждающую камеру 12. При охлаждении до температуры, лишь немного превышающей диапазон температур затвердевания текучей среды, существует риск затвердевания текучей среды уже в трубопроводе 20 и тем самым блокировки трубопровода или поступления частично затвердевшей текучей среды на этап последующей обработки, в частности гранулирования. Чтобы предотвратить такую

ситуацию и, тем не менее, иметь возможность охлаждения текучей среды до температуры, лишь немного превышающей диапазон температур ее затвердевания, предусмотрены нагревательные трубки 28. Температуру текучей среды измеряют на входном конце 18 трубопровода 20 и на выходном конце 22 трубопровода. Там предусмотрены соответственно фланцы 32 и 34, в которые можно вставить датчик температуры. Если температура на выходном конце 22 опускается ниже заданного значения, не показанное на чертеже управляющее устройство определяет наличие риска затвердевания среды в трубопроводе 20. В этом случае в трубопроводы 30 и тем самым в нагревательные трубки 28 подают горячий пар, чтобы поднять температуру текучей среды внутри трубопровода 20 и тем самым устранить риск затвердевания и снова расплавить отложения, возможно, уже образовавшиеся в трубопроводе.

Наличие нагревательных каналов внутри трубопровода 20 или нагревательных трубок 28 позволяет эксплуатировать описываемое изобретением устройство 10 таким образом, чтобы температура текучей среды, в частности расплава серы, на выходном конце 22 трубопровода 20 немного превышала диапазон температур затвердевания текучей среды. Например, описываемое изобретением устройство 10 позволяет охлаждать расплав серы на выходном конце 22 до температуры 125°C. Описываемое изобретением устройство 10 позволяет осуществить это, несмотря на то что температура затвердевания или отверждения серы составляет от 117 до 119°C. Температура расплава серы 125°C оптимальна для последующего гранулирования расплава серы при помощи формователя капель.

На фиг. 2 изображено описываемое изобретением устройство 10, вид сбоку. На чертеже видно, что криволинейные участки 24 трубопровода 20 расположены вне охлаждающей камеры 12 (см. также фиг. 3). Каждый из U-образных криволинейных участков 24, расположенных на фиг. 2 слева, соединен фланцем с прямолинейным участком трубопровода 20 таким образом, чтобы его можно было легко снять для очистки или проверки. Поэтому внутри охлаждающей камеры 12 расположены только прямолинейные участки трубопровода 20. По существу, трубопровод 20 имеет форму меандра, причем, как уже было указано, внутри охлаждающей камеры 12 расположены только прямолинейные участки трубопровода 20.

На чертеже видны трубопроводы 30, служащие для подачи горячего пара или горячей воды на нагревательные трубки 28.

На фиг. 3 изображен вид в плане сечения А-А на фиг. 2. Видна часть трубопровода 20, в частности часть, примыкающая к входному концу 18 трубопровода. Начиная с входного конца 18, охлаждаемая текучая среда сначала отклоняется на 90° и поступает в первый прямолинейный участок 36 трубопровода 20. Этот прямолинейный участок 36 расположен в охлаждающей камере 12 и снабжен снаружи охлаждающими ребрами 26. Из прямолинейного участка 36 текучая среда попадает в криволинейный участок 24, отклоняется на 180° и поступает в следующий прямолинейный участок 38 трубопровода 20, который снаружи также снабжен охлаждающими ребрами 26. Вне охлаждающей камеры 12 текучая среда отклоняется вверх, то есть из плоскости чертежа (см. также фиг. 2), что, разумеется, не видно на фиг. 3.

Внутри прямолинейного участка 26 находится первая нагревательная трубка 40, а внутри прямолинейного участка 38 - следующая нагревательная трубка 42. Нагревательные трубки 40, 42 содержат несколько расположенных на некотором удалении друг от друга завихряющих пластин 44, 46. Нагревательные трубки 40, 42 отличаются расположением завихряющих пластин 44, 46. В частности, завихряющие пластины 44 нагревательной трубки 40 расположены под углом  $\alpha$  к потоку, проходящему по прямолинейному участку 36 на фиг. 3 справа налево. Этот угол  $\alpha$  составляет предпочтительно от 30 до 60°, в частности 45°. Завихряющие пластины 44 обеспечивают завихрение текучей среды внутри участка 36 трубопровода 20, в частности турбулентный поток текучей среды внутри участка 36. В результате, улучшается передача тепла между участком 36 трубопровода 20, с одной стороны, и между нагревательной трубкой 40 с завихряющими пластинами 44 и текучей средой, с другой стороны.

Завихряющие пластины 46 нагревательной трубки 42 также направлены против потока, проходящего по участку 38 трубопровода 20 (фиг. 3) слева направо. Угол  $\beta$ , измеренный подобно углу  $\alpha$  против часовой стрелки относительно соответствующей нагревательной трубки 40, 42, в данном случае составляет от 120 до 150°, в частности 145°. В результате текучая среда на участках 36 и 38 трубопровода 20 встречается с завихряющими пластинами 44, 46 под углом от 30 до 60°, в частности 45°.

Кроме того, на фиг. 3 показано, что трубопровод 20 снабжен фланцами 48, 50 в области, расположенной вне охлаждающей камеры 12. Фланцы 48 расположены на фиг. 3 справа от охлаждающей камеры 12, фланцы 50 - слева от охлаждающей камеры 12. Между каждой парой фланцев 48, 50 находится прямолинейный участок 36, 38 трубопровода 20. На фланцах 48 могут быть закреплены подходящие фланцы 52, 54 нагревательных трубок 42, 40. Это позволяет выполнить нагревательные трубки 40, 42 прямолинейными, а также легко вставлять и крепить их в трубопроводе 20.

Фланцы 50 служат для крепления криволинейных участков 24.

Нагревательные трубки 40, 42 можно особенно легко обслуживать, в частности очищать, сняв криволинейные участки 24 и вынув нагревательные трубки 40, 42 из трубопровода 20.

На фиг. 4 изображено устройство 10, показанное на фиг. 1, в частично разобранном состоянии. В частности, сняты боковые стенки, дно и крышка охлаждающей камеры 12, а трубопровод 30 и нагревательные трубки 28 не показаны. Внутри охлаждающей камеры 12 находится в общей сложности 10 пря-

молинейных участков трубопровода 20, причем все эти прямолинейные участки снабжены охлаждающими ребрами 26. Если смотреть снизу вверх, то в самом нижнем слое находится два прямолинейных участка, в следующем над ним слое - три прямолинейных участка, расположенных друг рядом с другом. Далее следуют снова два прямолинейных участка, над которыми снова расположено три прямолинейных участка трубопровода 20 горизонтально друг рядом с другом. Такая конструкция отличается расположением прямолинейных участков трубопровода 20 со смещением друг над другом. В результате охлаждающий воздух может проходить вокруг прямолинейных участков трубопровода и между охлаждающими ребрами 26, обеспечивая очень хороший теплообмен между охлаждающим воздухом и охлаждающими ребрами 26. Прямолинейные участки всех слоев последовательно соединены друг с другом. В результате получают единый и неразветвленный путь движения потока через охлаждающую камеру 12.

Как показано на фиг. 4, прямолинейные участки трубопровода 20 расположены внутри охлаждающей камеры 12, а криволинейные участки 24, напротив, снаружи охлаждающей камеры 12.

На фиг. 5 изображена нагревательная трубка 40, показанная на фиг. 3. Нагревательная трубка 40 имеет фланец 54, посредством которого она (см. фиг. 3) крепится к фланцу 48 трубопровода 20. Нагревательная трубка 40 содержит U-образный нагревательный трубопровод 60, имеющий два расположенных на некотором удалении друг от друга плеча. Между плечами нагревательного трубопровода 60 расположены завихряющие пластины 44, которые, как уже упоминалось, направлены против потока. На свободных концах обоих плеч нагревательного трубопровода 60 находятся соединительные фланцы 62. Соединительные фланцы 62 соединены с трубопроводом 30 (см. фиг. 1 и 2), служащим для подачи в нагревательный трубопровод 60 горячей воды или горячего пара.

На фиг. 6 изображен вид в плане нагревательной трубки 42, показанной на фиг. 3. Как уже было сказано, нагревательная трубка 42 выполнена идентично нагревательной трубке 40, за исключением расположения завихряющих пластин 46. Завихряющие пластины 46, подобно завихряющим пластинам 44 нагревательной трубки 40, расположены между плечами нагревательного трубопровода 60 и закреплены на них, например, сваркой или пайкой. Отличается только угол, под которым завихряющие пластины 44, 46 соединяются с соответствующим нагревательным трубопроводом 60, в результате чего завихряющие пластины 44, 46 всегда расположены против потока текучей среды на соответствующем участке трубопровода 20.

На фиг. 7 изображена нагревательная трубка 40 (см. фиг. 5) в плане.

На фиг. 8 изображена нагревательная трубка 40, показанная на фиг. 5 и 7, вид сбоку. В этом ракурсе видно, что завихряющие пластины 44 расположены между плечами нагревательного трубопровода 60. Завихряющие пластины 44, например, припаяны или приварены к нагревательному трубопроводу 60, что позволяет обеспечить хорошую теплопередачу между нагревательным трубопроводом 60 и завихряющими пластинами 44. Завихряющие пластины 44, подобно завихряющим пластинам 46 нагревательной трубки 42, служат не только для создания вихревого потока в трубопроводе 20, но и для одновременной передачи тепловой энергии нагревательного трубопровода 60 текучей среде, протекающей в трубопроводе 20.

На фиг. 9 схематично изображено устройство 62 для гранулирования серы. Описываемое изобретением устройство 10 для охлаждения расплавленной серы является частью этого устройства 62. Расплав серы подготавливается устройством 64, не показанным в деталях на фиг. 9. Температура этого расплава серы составляет около 150°C. Расплав серы перекачивают насосом 66 на описываемое изобретением устройство 10. Температура расплава серы 150°C слишком высока для оптимальной работы гранулирующего устройства 68. Для обеспечения высокого качества гранул и высокой пропускной способности гранулирующего устройства 68 оптимальна температура расплавленной серы 125°C. Поэтому расплав серы пропускают через устройство 10, чтобы охладить расплав серы до температуры 125°C. При этом температуру расплава серы измеряют в точке 70 (выше по потоку от устройства 10) и в точке 72 (ниже по потоку от устройства 10). Устройство 10 содержит, как было описано ранее, охлаждающую камеру 12, через которую проходит трубопровод 20. Через охлаждающую камеру 12, в направлении снизу вверх на фиг. 9, пропускают охлаждающий воздух при помощи воздуходувного устройства 74. Воздуходувное устройство 44 приводится двигателем 76 и всасывает охлаждающий воздух через воздушный фильтр 78. Над охлаждающей камерой 12 расположен клапан 80, позволяющий, при необходимости, ограничивать или блокировать поток охлаждающего воздуха через охлаждающую камеру 12.

В прямолинейных участках трубопровода 20, как уже было сказано, расположены нагревательные трубки, позволяющие при необходимости подогреть расплав серы в трубопроводе 20. Подача горячего пара в эти нагревательные трубки или отведение горячего пара из нагревательных трубок показаны на фиг. 9 схематично стрелками 82, 84. Точное строение нагревательных трубок и трубопровода 30 для подачи горячего пара или горячей воды уже было описано выше в связи с фиг. 1 и 2.

Ниже устройства 10 по направлению движения потока охлажденный до температуры 125°C расплав серы направляют другим насосом 86 на формиратель 88 капель. При этом насос 86 необязателен и может отсутствовать. Формиратель 88 капель содержит вращающийся перфорированный наружный барабан 90 и рейку 92 с форсунками, примыкающую к внутренней стороне наружного барабана 90. Через

рейку 92 с форсунками расплав серы продавливают через вращающийся наружный барабан 90 таким образом, чтобы на вращающемся наружном барабане 90 образовывались капли расплавленной серы. Эти капли расплавленной серы выкладываются на расположенную по периметру стальную ленту 94, вращающуюся в направлении, указанном стрелкой 96, вокруг двух барабанов 98, 100. Внутри формователя 88 капель предусмотрены нагревательные каналы 102, предназначенные для поддержания температуры формователя 88 капель и, в частности, находящегося в нем расплава серы на уровне около 125°C, то есть для предотвращения затвердевания расплава серы уже внутри формователя 88 капель.

Капли расплавленной серы, осажденные на стальную полосу 94, затвердевают на стальной полосе 94, пока верхняя ветвь стальной полосы 94 транспортирует их слева направо (на фиг. 9). Стальную полосу 94 охлаждают снизу распылительными форсунками 104, 106. На отклоняющемся барабане 100, находящемся на фиг. 9 справа, капли расплавленной серы затвердевают в виде гранул и могут быть сняты в области отклоняющегося барабана 100 со стальной полосы 94 снимающим ножом 108, после чего поступают в направлении стрелки 110 на дальнейшую обработку, например упаковку. Над формователем 88 капель и стальной полосой 94 имеется колпак 112, предназначенный для поддержания постоянной температуры над стальной полосой 94.

Так как расплавленная сера поступает на формователь 88 капель при температуре 125°C, формователь может работать в оптимальном диапазоне температур, а гранулирующее устройство 68 может работать с высокой пропускной способностью, производя, в то же время, гранулы очень высокого качества.

Чтобы предотвратить забивание устройства 10 и обеспечить подачу расплава серы при температуре 125°C на формователь 88 капель, температуру измеряют, по меньшей мере, в точке 72 трубопровода 20, расположенной ниже устройства 10 по направлению потока. Если температура расплава серы в точке 72 ниже заданного значения, например 125°C, не показанное на чертежах управляющее устройство инициирует подачу горячего пара в трубопровод 20 по нагревательным трубкам, чтобы максимально быстро нагреть расплав серы внутри трубопровода 20 до температуры, при которой можно не опасаться отвердевания внутри трубопровода 20. В то же время не показанное на чертежах управляющее устройство может, например, регулировать количество охлаждающего воздуха путем управления двигателем 76 воздуходувного устройства 74 и/или клапаном 80. Преимущество предусмотренных изобретением нагревательных трубок внутри трубопровода 20 заключается в том, что они позволяют очень быстро регулировать температуру расплава серы в трубопроводе 20 и даже расплавлять уже образовавшиеся отложения внутри трубопровода 20.

Описываемое изобретением устройство 10 для охлаждения расплавленной серы на фиг. 9 окружено пунктирной линией. Это указывает на то, что устройство 10 является съемным модулем устройства 62. В частности, можно предусмотреть контроллер более высокого уровня для управления устройством 62, который будет также управлять устройством 10. В представленном варианте осуществления устройство 10 оснащено собственным центральным контроллером 120, управляющим в конечном итоге работой устройства 10 и обеспечивающим поддержание заданной температуры текучей среды, поступившей в устройство 10, на входе из этого устройства.

Для этого контроллер 120 принимает входные сигналы от датчиков 70, 72 температуры. Контроллер 120 обрабатывает эти сигналы температуры и в зависимости от результата инициирует двигатель 76, приводящий воздуходувное устройство 74 для охлаждающего воздуха. Кроме того, контроллер 120 также управляет клапаном 80 на выходе охлаждающей камеры 12. Контроллер 120 позволяет управлять потоком охлаждающего воздуха через охлаждающую камеру 12 в зависимости от температуры, измеренной датчиками 70, 72 температуры. В нормальном режиме работы регулирование температуры на датчике 72, то есть на выходе устройства 10, осуществляют только изменением количества охлаждающего воздуха, проходящего через охлаждающую камеру 12, то есть посредством регулировки двигателя 76 и клапана 80. Только после того, как измеренная датчиком 72 температура упадет ниже заданной отметки, будет включено нагревательное устройство в трубопроводе охлаждающей камеры 12, которое может содержать электрические нагревательные стержни или нагревательные трубки, как было описано в связи с вариантами осуществления, показанными на фиг. 1-8. В нагревательные трубопроводы, выполненные в виде нагревательных трубок, подают горячий пар, что схематично показано на фиг. 9 стрелками 82, 84. Подачу горячего пара также инициирует центральный контроллер 120, причем в целях наглядности прочие необходимые клапаны и другие устройства не показаны на фиг. 9.

Согласно изобретению наличие центрального контроллера 120 позволяет получить устройство 10, которое может быть использовано в виде модуля и не нуждается в процессоре более высокого уровня для обеспечения заданной температуры текучей среды на своем выходе.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для охлаждения затвердевающей в заданном диапазоне температур текучей среды, такой как расплав, с охлаждающей камерой (12), в которой находится или через которую протекает охлаждающая среда, и по меньшей мере с одним трубопроводом (20) для текучей среды, имеющим форму

меандра, по меньшей мере, частично расположенным внутри охлаждающей камеры (12), причем предусмотрено по меньшей мере одно нагревательное устройство, расположенное внутри трубопровода (20).

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что нагревательное устройство выполнено в виде нагревательного трубопровода (60).

3. Устройство по п.2, отличающееся тем, что нагревательный трубопровод (60) имеет U-образную форму и выполнен в виде нагревательной трубки (28, 40, 42), вставляемой в трубопровод (20).

4. Устройство по п.1, отличающееся тем, что нагревательное устройство выполнено в виде электрического нагревательного стержня.

5. Устройство по меньшей мере по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что нагревательное устройство снабжено завихряющими пластинами (44, 46).

6. Устройство по пп.2 или 3 и 5, отличающееся тем, что завихряющие пластины (44, 46) расположены между плечами U-образного нагревательного трубопровода (60).

7. Устройство по п.5 или 6, отличающееся тем, что завихряющие пластины (44, 46) расположены таким образом, чтобы текучая среда поступала на завихряющие пластины (44, 46) под углом от 30 до 60°, в частности 45°.

8. Устройство по пп.5, 6 или 7, отличающееся тем, что завихряющие пластины (44, 46) приварены или припаяны к нагревательному устройству или выполнены как одно целое с нагревательным устройством.

9. Устройство по меньшей мере по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что трубопровод (20) содержит несколько прямолинейных и проходящих через охлаждающую камеру (12) участков (38, 36).

10. Устройство по п.9, отличающееся тем, что несколько прямолинейных участков (36, 38) расположено в охлаждающей камере (12) в несколько слоев друг над другом, причем по меньшей мере один слой образован по меньшей мере двумя расположенными рядом друг с другом прямолинейными участками (36, 38) трубопровода, причем участки трубопровода соседних слоев расположены со смещением друг относительно друга.

11. Устройство по меньшей мере по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что на внешней стороне трубопровода (20), по меньшей мере, местами предусмотрены охлаждающие ребра (26).

12. Устройство по меньшей мере по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что охлаждающая среда представляет собой воздух.

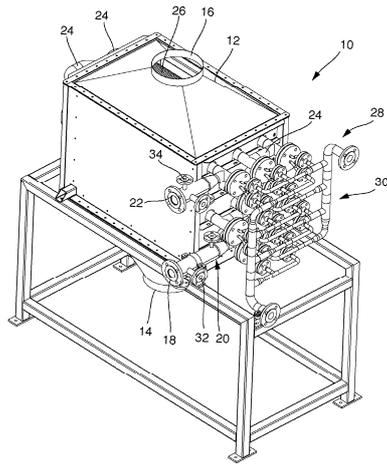
13. Устройство по меньшей мере по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что в нагревательный трубопровод (60) подают горячую воду или водяной пар.

14. Устройство по меньшей мере по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что трубопровод (20) имеет по меньшей мере один фланец (48), предназначенный для крепления фланца (52, 54) нагревательного устройства.

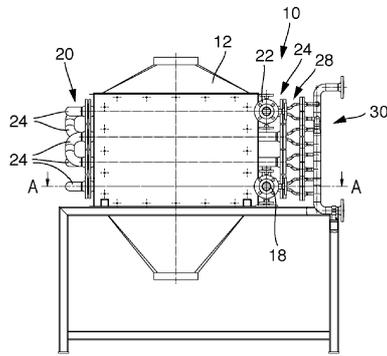
15. Способ охлаждения затвердевающей в заданном диапазоне температур текучей среды, такой как расплав, содержащий этап пропускания текучей среды по меньшей мере через один трубопровод (20) охлаждающего устройства по любому из пп.1-14, причем трубопровод (20) окружен охлаждающей средой, и этап измерения температуры текучей среды в области трубопровода (20), причем предусмотрен этап нагрева текучей среды в трубопроводе (20) посредством нагревательного устройства, расположенного внутри трубопровода (20), при опускании температуры текучей среды в области трубопровода (20) ниже заданной температуры, при этом трубопровод (20) имеет форму меандра.

16. Способ по п.15, отличающийся тем, что внутри трубопровода (20) создают завихрения.

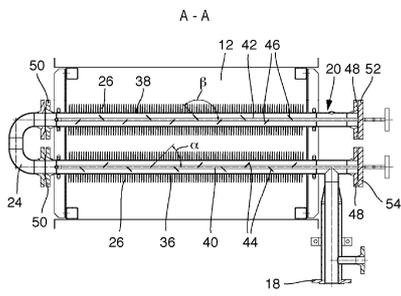
17. Способ по п.12 или 13, отличающийся тем, что предусмотрен нагрев завихряющих пластин (44, 46), расположенных на нагревательном устройстве.



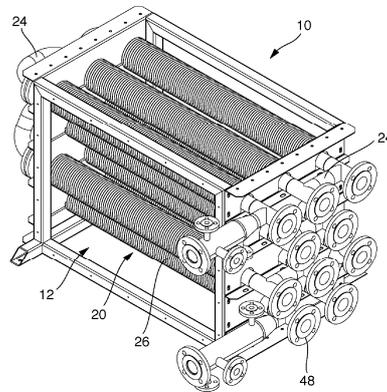
Фиг. 1



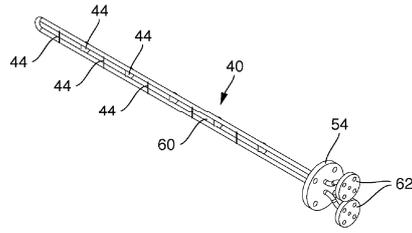
Фиг. 2



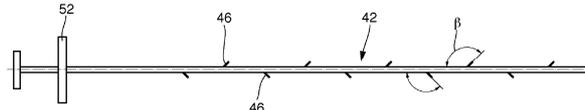
Фиг. 3



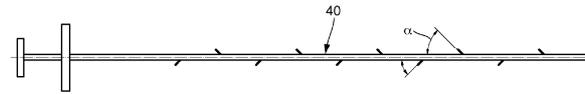
Фиг. 4



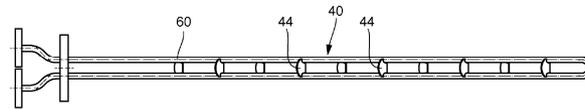
Фиг. 5



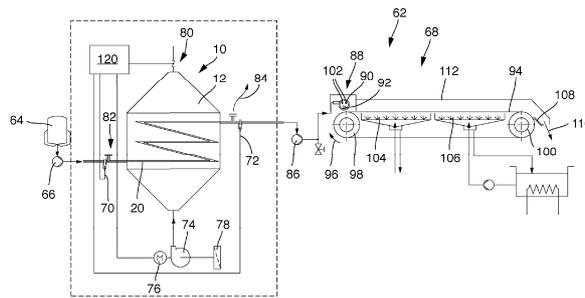
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9