

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 202291549 (13) A1

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2022.09.12(22) Дата подачи заявки  
2020.12.15(51) Int. Cl. *B21D 26/021* (2011.01)  
*B21D 47/02* (2006.01)  
*E04G 25/02* (2006.01)  
*E21D 15/02* (2006.01)  
*B21D 26/059* (2011.01)  
*E04C 3/00* (2006.01)  
*E04C 3/32* (2006.01)  
*B21D 47/01* (2006.01)

## (54) МНОГОКАМЕРНЫЙ КОНСТРУКТИВНЫЙ ЭЛЕМЕНТ И СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МНОГОКАМЕРНОГО КОНСТРУКТИВНОГО ЭЛЕМЕНТА

(31) P.432278

(32) 2019.12.18

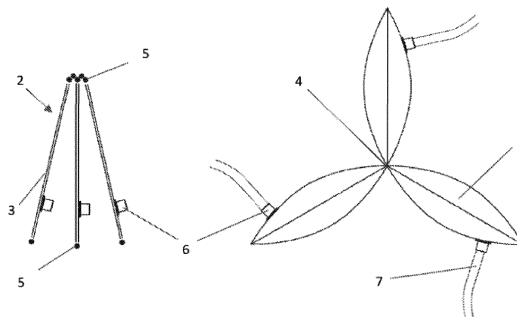
(33) PL

(86) PCT/IB2020/061954

(87) WO 2021/124093 2021.06.24

(71) Заявитель:  
ИНСТИТУТ ФОРМЫ СП. З О.О.  
(PL)(72) Изобретатель:  
Зента Оскар (PL)(74) Представитель:  
Поликарпов А.В., Соколова М.В.,  
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев  
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В.,  
Бучака С.М., Бельтюкова М.В. (RU)

(57) Объектом настоящего изобретения является способ изготовления многокамерного конструктивного элемента, который предназначен для формирования многокамерного конструктивного элемента с камерными профилями (1), проходящими радиально от центра, определенным соединением камерных профилей (1), включающий следующие этапы: предоставление по меньшей мере трех заготовок (2) камерного профиля, причем каждая заготовка (2) камерного профиля содержит две стенки (3), выполненные из листа металлического материала и расположенные относительно друг друга в по существу параллельных плоскостях с сохранением зазора между ними, причем края отдельных стенок (3) сходятся, и при этом клапанный элемент (6) расположен по меньшей мере на одной стенке (3); уплотнение несоединенных краев стенок (3) каждой из заготовок (2) камерного профиля уплотнением (5) с образованием замкнутого непроницаемого пустого внутреннего пространства заготовки (2) камерного профиля; введение текучей среды под давлением через клапанный элемент (6) во внутреннее пространство заготовки (2) камерного профиля с формированием деформированного камерного профиля (1), при этом по меньшей мере три заготовки (2) камерного профиля или камерных профилей (1) соединяют в области соответствующих внутренних краев заготовки (2) камерного профиля или камерного профиля (1), проксимальных относительно оси (4) соединения, вдоль по меньшей мере части внутренних краев. Объектом настоящего изобретения также является многокамерный конструктивный элемент.



A1

202291549

202291549

A1

## **МНОГОКАМЕРНЫЙ КОНСТРУКТИВНЫЙ ЭЛЕМЕНТ И СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МНОГОКАМЕРНОГО КОНСТРУКТИВНОГО ЭЛЕМЕНТА**

Объектом настоящего изобретения является многокамерный конструктивный элемент, используемый, в частности, в качестве вертикальных несущих конструкций типа стойки, и способ изготовления многокамерного конструктивного элемента. Объекты настоящего изобретения применяются в строительной, горнодобывающей или энергетической промышленности для изготовления вертикальных несущих конструкций.

Одним из наиболее важных конструктивных элементов, используемых во многих областях техники, являются пилоны, представляющие собой вертикальные отдельно стоящие конструктивные опоры. В качестве стоек и колонн они используются для поддержки и выдерживания веса конструкции здания, моста, виадука и т. д. Несущие конструктивные элементы также используются в горнодобывающей промышленности, в качестве креплений кровли при раскопках, или в уличном инженерном оборудовании, например при строительстве крытых колоннад.

В патенте Польши PL224768B1 раскрыта горнодобывающая несущая стойка, содержащая: продольные слои, каждый из которых содержит пару наружных балок, по существу параллельных друг другу, образующих две продольные стенки в виде стоек, и поперечные слои, каждый из которых содержит пару наружных балок, по существу параллельных друг другу, образующих две поперечные стенки в виде стоек, причем поперечные слои расположены поочередно с продольными слоями так, что наружные балки поперечных слоев пересекаются со смежными наружными балками продольных слоев в четырех точках пересечения и соединены с ними посредством вырезов, выполненных в верхней и нижней поверхностях продольных балок и поперечных балок. Конструкции такого типа используются при подземных горных работах в качестве защитных элементов, несущих элементов крыши или подпорных элементов между полом и крышей в горных выработках. Несущая способность стойки повышается за счет заполнения ее внутреннего пространства самоотверждающимся составом, например цементно-минеральным составом, образующим композитную конструкцию.

В патенте PL171919B1 раскрывается крепление кровли горной выработки, в частности для добычи угля, содержащее штабель, состоящий из деревянных балок, расположенных слоями, причем балки одного слоя штабеля расположены перпендикулярно балкам его соседнего слоя, и с мешком, заполненным цементным раствором, расположенным на одной стороне из штабеля. Представленная система содержит сердцевину, установленную на одной стороне штабеля и состоящую из деревянных элементов, большая часть которых

расположена с волокнами в вертикальном направлении, при этом сердцевина имеет жесткость в вертикальном направлении большую, чем жесткость штабеля в вертикальном направлении, в то время как мешок содержит цементный раствор в количестве, создающем требуемое напряжение между штабелем с сердцевиной и кровлей горной выработки.

Полезная модель PL67807Y1 раскрывает конструктивный элемент, в частности секцию из листового металла, предназначенную для использования в конструкциях из листового металла. Конструктивный элемент имеет внутренние стенки с продольными краями, которые загнуты внутрь, предпочтительно в центре основания. Внутренние стенки сложены и отклоняются друг от друга своими краевыми стенками, предпочтительно перпендикулярно боковым стенкам. Предпочтительно, чтобы края находились вблизи поверхностей боковых стенок. В переходной кривой от плоскости основания внутренние стенки дополнительно соединены точечными сварными швами.

Техническая задача настоящего изобретения состоит в том, чтобы обеспечить такой способ изготовления многокамерного конструктивного элемента, который позволит изготовить многокамерный конструктивный элемент, обладающий желаемыми свойствами, в частности в плане прочности и отношения несущей способности к весу, для использования в качестве опорной стойки, с сохранением желаемой точности размеров. Желательно, чтобы способ изготовления многокамерного конструктивного элемента имел ограниченное число технологических этапов и осуществлялся без использования специального и сложного оборудования, чтобы непосредственно обеспечивать экономические выгоды упрощенного, менее затратного по времени, а следовательно и более дешевого, процесса изготовления многокамерного конструктивного элемента. Также желательно, чтобы способ изготовления многокамерного конструктивного элемента характеризовался низким потреблением материалов и позволял изготавливать многокамерный конструктивный элемент, имеющий широкий диапазон геометрических параметров, в частности различные высоты, пространственные формы и как симметричные, так и асимметричные характеристики. Также важно обеспечить способ изготовления многокамерного конструктивного элемента, который позволил бы легко изменять форму многокамерного конструктивного элемента в широком диапазоне геометрических параметров и без необходимости перенастраивать устройство, используемое в процессе изготовления. Важно отметить, что также желательно предоставить многокамерный конструктивный элемент, который будет легко транспортировать и устанавливать в пункте назначения. Другая техническая задача настоящего изобретения также состоит в том, чтобы предложить многокамерный конструктивный элемент, имеющий перечисленные выше характеристики и требуемые технические параметры.

Первым объектом настоящего изобретения является способ изготовления многокамерного конструктивного элемента, характеризующийся тем, что предназначен для формирования многокамерного конструктивного элемента с камерными профилями, проходящими радиально от центра, определенного соединением камерных профилей, он включает следующие этапы:

а) предоставление по меньшей мере трех заготовок камерного профиля, где каждая заготовка камерного профиля содержит две стенки, выполненные из листа металлического материала и расположенные относительно друг друга в по существу параллельных плоскостях с сохранением зазора между ними, причем края отдельных стенок сходятся и при этом клапанный элемент расположен на по меньшей мере одной стенке,

б) уплотнение несоединенных краев стенок каждой из заготовок камерного профиля уплотнением с образованием замкнутого непроницаемого пустого внутреннего пространства заготовки камерного профиля,

с) введение находящейся под давлением текучей среды через клапанный элемент во внутреннее пространство заготовки камерного профиля с формированием деформированного камерного профиля,

д) соединение по меньшей мере трех заготовок камерного профиля или камерных профилей в области соответствующих внутренних краев заготовки камерного профиля или камерного профиля, проксимальных относительно оси соединения, вдоль по меньшей мере части внутренних краев,

при этом этапы с) и д) могут выполнять в обратной последовательности.

В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения заготовка камерного профиля изготовлена из одного листа металлического материала, изогнутого вдоль одного края с образованием двух стенок, расположенных относительно друг друга в по существу параллельных плоскостях.

В другом предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения этап с) выполняют после того, как заготовку камерного профиля вводят между прижимными пластинами таким образом, что прижимные пластины находятся в контакте со стенками заготовок камерного профиля.

В другом предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения на этапе с) к прижимным пластинам прикладывают усилие в направлении заготовки камерного профиля.

Предпочтительно этап с) выполняют путем подсоединения клапанного элемента к источнику находящейся под давлением текучей среды.

Равно предпочтительно этап с) выполняют одновременно для всех заготовок камерного профиля, соответствующих камерным профилям в многокамерном конструктивном элементе.

Более предпочтительно на этапе d) профили камер соединяют, сохраняя их симметричное расположение относительно оси соединения.

В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения этап b) и/или этап d) выполняют сваркой плавлением, сваркой под давлением, склеиванием или обжатием.

В другом предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения текучая среда представляет собой воздух, воду, масло, жидкий бетон или жидкий пластик.

В другом предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения этап с) выполняют при комнатной температуре или при повышенной температуре.

Предпочтительно давление текучей среды, вводимой в заготовку камерного профиля, составляет 5 бар.

Равно предпочтительно на этапе с) текучую среду под давлением вводят во внутреннее пространство заготовки камерного профиля в течение 1 минуты, а затем поддерживают постоянное давление в заготовке камерного профиля в течение 30 секунд.

В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения этапы b) и d) выполняют одновременно.

В другом предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения одновременное уплотнение и соединение по меньшей мере трех заготовок камерного профиля в области соответствующих внутренних краев заготовки камерного профиля, проксимальных относительно оси соединения, вдоль по меньшей мере части внутренних краев, осуществляют посредством лазерной сварки.

Вторым объектом настоящего изобретения является многокамерный конструктивный элемент, характеризующийся тем, что он содержит по меньшей мере три камерных профиля, деформированных текучей средой под давлением, вводимой в их непроницаемые пустые пространства, при этом камерные профили соединены друг с другом соответствующими уплотнениями вдоль по меньшей мере части уплотнения с образованием многокамерного конструктивного элемента с камерными профилями, проходящими радиально от центра, определенного осью соединения.

В предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения камерные профили расположены осесимметрично относительно оси соединения.

В другом предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения камерный профиль имеет внутренний край, направленный к оси соединения

многокамерного конструктивного элемента и проходящий по прямой линии или по меньшей мере частично по кривой линии.

В другом предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения камерный профиль имеет наружный край, противоположный относительно оси соединения многокамерного конструктивного элемента и проходящий по прямой линии, параллельной оси соединения, с отклонением от оси соединения, по вогнутой кривой линии относительно оси соединения или по выпуклой кривой линии относительно оси соединения.

Преимущественно камерные профили проходят на разную радиальную длину относительно оси соединения.

Также преимущественно текучая среда представляет собой воздух, воду, масло, жидкий бетон или жидкий пластик.

Способ изготовления многокамерного конструктивного элемента в соответствии с настоящим изобретением позволяет изготовить конструктивный элемент, обладающий желаемыми свойствами, в частности в плане жесткости и коэффициента жесткости конструктивного элемента, а также отношения несущей способности к весу. В частности, благодаря широкому использованию относительно тонкого металлического листа при изготовлении многокамерного конструктивного элемента, многокамерный конструктивный элемент, изготовленный способом согласно настоящему изобретению, обеспечивает значительно увеличенное отношение несущей способности к весу по сравнению с классическими решениями, известными в данной области техники. Кроме того, способ изготовления многокамерного конструктивного элемента согласно настоящему изобретению реализуется с использованием несложного парка оборудования, что приводит к экономическим выгодам и значительно упрощенному процессу изготовления многокамерного конструктивного элемента. Малое количество уплотнений повышает скорость и снижает трудоемкость процесса изготовления многокамерных конструктивных элементов. Кроме того, изготовление камерного профиля, являющегося основным элементом многокамерного конструктивного элемента, на основе введения находящейся под давлением текучей среды в непроницаемо замкнутое внутреннее пространство заготовки камерного профиля позволяет изменять параметры изготавливаемого камерного профиля, а значит и завершенного многокамерного конструктивного элемента, в широком диапазоне, в частности в отношении его окончательных геометрических свойств. Важно отметить, что благодаря использованию относительно тонких заготовок камерного профиля, изготовленных из листа металлического материала, и благодаря использованию несложного парка оборудования, многокамерный конструктивный элемент позволяет легко вводить компоненты в труднодоступные места, например в горных

выработках, где он может быть изготовлен и установлен простыми операциями, образуя несущий элемент для кровельных конструкций.

Решение в соответствии с настоящим изобретением было показано в приведенных ниже вариантах осуществления и проиллюстрировано на графических материалах, на которых:

на фиг. 1А–В показаны этапы способа изготовления многокамерного конструктивного элемента в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения,

на фиг. 2А–В показаны этапы способа изготовления многокамерного конструктивного элемента в соответствии с дополнительным вариантом осуществления настоящего изобретения,

на фиг. 3А–В показаны этапы способа изготовления многокамерного конструктивного элемента в соответствии с дополнительным вариантом осуществления настоящего изобретения,

на фиг. 4А–В показаны этапы способа изготовления многокамерного конструктивного элемента в соответствии с дополнительным вариантом осуществления настоящего изобретения,

на фиг. 5А–С показаны этапы способа изготовления многокамерного конструктивного элемента в соответствии с дополнительным вариантом осуществления настоящего изобретения,

на фиг. 6А–Е показаны поперечные сечения многокамерного конструктивного элемента в соответствии с различными вариантами осуществления настоящего изобретения,

на фиг. 7А–F показаны виды спереди камерных профилей для использования в многокамерном конструктивном элементе в соответствии с разными вариантами осуществления настоящего изобретения,

на фиг. 8А–Е показаны виды спереди многокамерного конструктивного элемента в соответствии с разными вариантами осуществления настоящего изобретения,

на фиг. 9А–Е показаны поперечные сечения многокамерного конструктивного элемента вдоль плоскостей пересечения, указанных на фиг. 8А–Е, соответственно,

на фиг. 10А–С показаны виды спереди многокамерного конструктивного элемента в соответствии с разными вариантами осуществления настоящего изобретения,

на фиг. 11А–С показаны поперечные сечения многокамерного конструктивного элемента вдоль плоскостей пересечения, указанных на фиг. 10А–С, соответственно.

#### Вариант осуществления 1

Способ изготовления многокамерного конструктивного элемента в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения частично схематично показан на фиг. 1А–В. Представленный вариант осуществления способа изготовления

многокамерного конструктивного элемента включает этап предоставления заготовки 2 камерного профиля, содержащей две стенки 3, выполненные из металлического листа и расположенные относительно друг друга в по существу параллельных плоскостях с сохранением зазора между ними, причем края отдельных стенок 3 сходятся. Клапанный элемент 6 расположен на по меньшей мере одной из стенок 3. Клапанный элемент 6 представляет собой пневматическое или гидравлическое соединение и обеспечивает возможность герметичного прикрепления подающего патрубка 7 от внешнего источника находящейся под давлением текучей среды. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения клапанный элемент 6 может быть клапаном, в частности обратным клапаном. Расположение клапанного элемента 6 не является ограничением объема настоящего изобретения, и поэтому клапанный элемент 6 может быть расположен в любом месте на металлическом листе при условии, что обеспечивается возможность соединения с внутренним пространством заготовки 2 камерного профиля.

В этом варианте осуществления заготовка 2 камерного профиля выполнена из двух стенок 3, каждая из стенок 3 выполнена из отдельного металлического листа. В альтернативных вариантах осуществления можно предоставить единственный лист металлического материала, который сгибают, используя известные в данной области техники процессы холодной гибки, вдоль одного края для формирования двух стенок 3, расположенных относительно друг друга по существу в параллельных плоскостях. Этот вариант осуществления имеет преимущество в том, что один край изготовленной заготовки 2 камерного профиля уплотняется (в месте, где металлический лист сгибается) уже на этапе предоставления металлического листа, что сокращает количество последовательных операций уплотнения.

На следующем этапе способа изготовления многокамерного конструктивного элемента заготовку 2 камерного профиля уплотняют для создания герметичного непроницаемого внутреннего пространства. Уплотнение выполняют на краях металлического листа, образующего стенки 3 заготовки 2 камерного профиля, после того, как их подгоняют друг к другу. Таким образом, в этом варианте осуществления уплотнение выполняют на всех периферических краях подогнанных стенок 3 заготовки 2 камерного профиля, при этом на фиг. 1А показаны только продольные уплотнения 5. В этом варианте осуществления уплотнение было выполнено посредством сварки соответствующих краев друг с другом, с образованием, среди прочего, продольных сварных швов. Кроме того, уплотнение выполняют на краях подогнанных стенок 3, расположенных в передней и задней частях заготовки 2 камерного профиля. Посредством уплотнения всех перечисленных выше краев в заготовке 2 камерного профиля формируют герметичное непроницаемое внутреннее



пространство, как схематически показано в поперечном сечении на фиг. 1А. Тип уплотнения 5 в этом случае не является ограничением объема настоящего изобретения, и в альтернативных вариантах осуществления возможно использовать любой тип уплотнения 5 при условии, что в заготовке 2 камерного профиля формируется герметичное внутреннее пространство, например с помощью сварки под давлением, пайки, склеивания, гибки или прессования.

На следующем этапе внешний источник находящейся под давлением текучей среды подключают к клапанному элементу 6 через подающий патрубок 7. В этом варианте осуществления текучей средой является воздух, источником находящейся под давлением текучей среды является компрессор, и подающий патрубок 7 вместе с клапанным элементом 6 образуют пневматическое соединение. Тип внешнего источника находящейся под давлением текучей среды и соединительного оборудования не является ограничением объема данного изобретения, и в альтернативных вариантах осуществления можно использовать текучую среду в виде воды, жидкого цемента, машинного масла, жидкого пластика, такого как одно-, двух- или трехкомпонентная пена (например, типа Flex 140) и т. д., вместе с соединительным оборудованием и источником находящейся под давлением текучей среды, подходящим для этих жидкостей. Чем менее сжимаемой является текучая среда, тем более контролируемыми являются условия деформации заготовки 2 камерного профиля.

На следующем этапе способа изготовления многокамерного конструктивного элемента согласно настоящему изобретению текучую среду под определенным давлением подают в уплотненное внутреннее пространство заготовки 2 камерного профиля. Технология введения находящейся под давлением текучей среды в элементы закрытой уплотненной камеры, изготовленные из листового металла, для их деформации и придания им завершенной формы известна, среди прочего, из патентной заявки № EP2110189A1. В результате подачи находящейся под давлением текучей среды во внутреннее пространство заготовки 2 камерного профиля, стенки 3 заготовки 2 камерного профиля деформируются, причем наибольший уровень деформации находится в центре камерного профиля 1, как лучше всего показано на фиг. 1В, где показано поперечное сечение камерного профиля 1, изготовленного из заготовки 2 камерного профиля. Как можно заметить, стенки 3 заготовки 2 камерного профиля значительно деформированы. Следующие два камерных профиля 1 изготавливают тем же способом для получения трехкамерных профилей 1.

Следует отметить, что хотя введение находящейся под давлением текучей среды во внутреннее пространство заготовки 2 камерного профиля выполняют по «холодной технологии» (т. е. при комнатной температуре), это не является ограничением объема

настоящего изобретения, и в альтернативных вариантах осуществления процесс может быть выполнен при повышенных или высоких температурах.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения этап введения находящейся под давлением текучей среды выполняли со следующими параметрами процесса:

- рабочая температура: 20 °С,
- рабочее давление: 5 бар,
- время деформации: 1 минута до выравнивания давления в заготовке камерного профиля,
- время выдержки давления: 30 секунд,
- полное время деформации: 1,5 минуты.

В альтернативной реализации способа изготовления многокамерного конструктивного элемента этапу введения находящейся под давлением текучей среды во внутреннее пространство заготовки 2 камерного профиля может предшествовать размещение заготовки 2 камерного профиля между прижимными пластинами 8 так, чтобы прижимные пластины 8 соприкасались со стенками 3 заготовки 2 камерного профиля, как изображено на фиг. 5В. Прижимные пластины 8 могут быть рабочими элементами механического пресса. В этом случае к прижимным пластинам 8 может быть приложено регулируемое усилие, в частности в направлении к заготовке 2 камерного профиля. На этапе подачи находящейся под давлением текучей среды в уплотненное внутреннее пространство заготовки 2 камерного профиля заготовка 2 камерного профиля удерживается между прижимными пластинами 8. В результате камерные профили 1, сформированные в соответствии с этим способом, имеют уплощенные поверхности в центральной области стенок 3, что лучше всего проиллюстрировано в поперечном сечении многокамерного конструктивного элемента, показанном на фиг. 5С.

На последующем этапе три камерных профили 1 соединяют друг с другом путем соединения соответствующих внутренних краев камерного профиля 1, проксимальных относительно оси 4 соединения, вдоль по меньшей мере части внутренних краев. В этом варианте это реализуют путем соединения соответствующих уплотнений 5. Область соединения камерных профилей 1 содержит три края (уплотнения 5) камерных профилей 1, которые вместе с соединительным сварным швом образуют ось 4 соединения. В этом варианте осуществления камерные профили 1 соединены друг с другом сваркой, но это не является ограничением объема изобретения, и в альтернативных вариантах осуществления возможно использовать другие способы соединения, такие как сварка под давлением, пайка, склеивание, гибка или прессование.

Соединение камерных профилей 1 осуществляют в осесимметричном расположении камерных профилей 1 относительно оси 4 соединения, т. е. в виде в поперечном сечении, как показано на фиг. 6А, каждый из камерных профилей 1 проходит в радиальном направлении наружу от оси 4 соединения, причем камерные профили 1 расположены вокруг оси 4 соединения под равным углом, в этом варианте осуществления под углом  $120^\circ$ .

#### Вариант осуществления 2

Способ изготовления многокамерного конструктивного элемента согласно второму варианту осуществления настоящего изобретения схематически показан на фиг. 2А–В. Представленный вариант осуществления способа изготовления многокамерного конструктивного элемента по существу подобен способу изготовления многокамерного конструктивного элемента, показанному в варианте осуществления 1, и поэтому подобные этапы не будут подробно обсуждаться для ясности этого описания.

Во втором варианте осуществления способа изготовления многокамерного конструктивного элемента на первом этапе предоставляют два металлических листа, представляющих собой две стенки 3 заготовки 2 камерного профиля. Стенки 3 заготовки 2 камерного профиля, подогнанных друг к другу, затем уплотняют на свободных краях для образования уплотненного непроницаемого внутреннего пространства. Следуя этому способу, изготавливают три заготовки 2 камерного профиля.

В отличие от способа изготовления конструктивного элемента, показанного в варианте 1, способ изготовления конструктивного элемента согласно второму варианту осуществления включает соединение друг с другом сформированных таким образом заготовок 2 камерного профиля путем соединения соответствующих уплотнений 5 вдоль по меньшей мере части уплотнения 5 (как показано на фиг. 2А). Область соединения заготовок 2 камерного профиля содержит три края (уплотнения 5) заготовок 2 камерного профиля, которые вместе с соединительным сварным швом образуют ось 4 соединения в окончательном многокамерном конструктивном элементе. В этом варианте осуществления заготовки 2 камерного профиля соединяют друг с другом сваркой, и соединенные заготовки 2 камерного профиля показаны на фиг. 2А.

На последующем этапе способа изготовления многокамерного конструктивного элемента согласно второму варианту осуществления настоящего изобретения, текучую среду под определенным давлением подают в уплотненное внутреннее пространство заготовки 2 камерного профиля, причем эту подачу осуществляют путем подключения внешнего источника находящейся под давлением текучей среды к клапанному элементу 6 через подающий патрубок 7 (см. фиг. 2В). Введение находящейся под давлением текучей среды во внутреннее пространство заготовки 2 камерного профиля может быть выполнено

отдельно для каждой заготовки 2 камерного профиля как последовательная работа (т. е. одна за другой) или одновременно для всех заготовок 2 камерного профиля, как показано на фиг. 2В. Однако одновременное введение находящейся под давлением текучей среды во внутреннее пространство заготовки 2 камерного профиля требует использования большего количества подающих патрубков 7 и соответствующего источника находящейся под давлением текучей среды, обеспечивающего возможность одновременного подключения того же количества подающих патрубков 7.

В результате получают многокамерный конструктивный элемент с поперечным сечением, показанным на фиг. 6А, имеющий три камерных профиля 1, проходящих радиально и симметрично расположенных относительно оси 4 соединения, деформированных находящейся под давлением текучей средой, вводимой в их непроницаемое, герметичное внутреннее пространство.

### Вариант осуществления 3

Способ изготовления многокамерного конструктивного элемента согласно следующему варианту осуществления настоящего изобретения схематически показан на фиг. 3А–В. Представленный вариант осуществления способа изготовления многокамерного конструктивного элемента по существу подобен способу изготовления многокамерного конструктивного элемента, показанному в варианте осуществления 2, и поэтому подобные этапы не будут подробно обсуждаться для ясности этого описания.

В третьем варианте осуществления способа изготовления многокамерного конструктивного элемента на первом этапе предоставляют три металлических листа, представляющих собой V-образные профили, каждый из которых образует одну стенку 3 смежных заготовок 2 камерного профиля. V-образные профили подгоняют друг к другом таким образом, что рукава V-образных профилей проходят в плоскостях, параллельных рукавам смежных V-образных профилей, и образуют три заготовки 2 камерного профиля соответственно. Затем этап уплотнения выполняют на свободных краях (внешних краях) сформированных таким образом заготовок 2 камерного профиля для формирования уплотненного непроницаемого внутреннего пространства. На следующем этапе (или одновременно) уплотнения 5 выполняют внутри центральной области соединенных заготовок 2 камерного профиля. Этап уплотнения внутренних краев заготовок 2 камерного профиля осуществляют с использованием технологии уплотнения через зазор, поддерживаемый между соответствующими стенками 3 заготовки 2 камерного профиля, образуя уплотнение 5, непроницаемо закрывающее внутреннее пространство заготовки 2 камерного профиля. В этом случае способ уплотнения предпочтительно включает лазерную сварку, позволяющую соединять стенки 3 заготовки 2 камерного профиля друг с другом

путем образования сварного шва (соединения) через зазор и уплотнения пространства, образованного между стенками 3 заготовки 2 камерного профиля. Следуя этому способу, одновременно изготавливают три заготовки 2 камерного профиля, как показано на фиг. 3А.

На последующем этапе способа изготовления многокамерного конструктивного элемента согласно третьему варианту осуществления настоящего изобретения, текучую среду под определенным давлением подают в уплотненное внутреннее пространство заготовки 2 камерного профиля, причем эту подачу осуществляют путем подключения внешнего источника находящейся под давлением текучей среды к клапанному элементу 6 через подающий патрубок 7 (см. фиг. 3В). Введение находящейся под давлением текучей среды во внутреннее пространство заготовки 2 камерного профиля осуществляют одновременно для всех заготовок 2 камерного профиля, как показано на фиг. 3В.

В результате получают многокамерный конструктивный элемент с поперечным сечением, показанным на фиг. 6А, имеющий три камерных профиля 1, проходящих радиально и симметрично расположенных относительно оси 4 соединения, деформированных находящейся под давлением текучей средой, вводимой в их непроницаемое, герметичное внутреннее пространство.

#### Вариант осуществления 4

Способ изготовления многокамерного конструктивного элемента согласно следующему варианту осуществления настоящего изобретения схематически показан на фиг. 4А–В. Представленный вариант осуществления способа изготовления многокамерного конструктивного элемента по существу подобен способу изготовления многокамерного конструктивного элемента, показанному в варианте осуществления 2, и поэтому подобные этапы не будут подробно обсуждаться для ясности этого описания.

В четвертом варианте осуществления способа изготовления многокамерных конструктивных элементов на первом этапе предоставляют и соответствующим образом подгоняют шесть металлических листов для формирования заготовок 2 камерного профиля. Каждую из заготовок 2 камерного профиля уплотняют на ее внешних краях, аналогично предыдущим вариантам осуществления. В отличие от предыдущих вариантов осуществления, внутренние края заготовок 2 камерного профиля остаются неуплотненными, и на последующем этапе их располагают относительно друг друга путем подгонки соответствующих заготовок 2 камерного профиля внутренними краями друг к другу. Подогнанные внутренние края заготовок 2 камерного профиля затем уплотняют и соединяют друг с другом в одной операции для формирования оси 4 соединения и уплотненного, непроницаемого закрытия внутренних пространств всех заготовок 2 камерного профиля, как показано на фиг. 4А.

На последующем этапе способа изготовления многокамерного конструктивного элемента согласно четвертому варианту осуществления настоящего изобретения, текучую среду под определенным давлением подают в герметичное внутреннее пространство заготовки 2 камерного профиля, причем эту подачу осуществляют путем подключения внешнего источника находящейся под давлением текучей среды к клапанному элементу 6 через подающий патрубок 7 (см. фиг. 4В). Введение находящейся под давлением текучей среды во внутреннее пространство заготовки 2 камерного профиля осуществляют одновременно для всех заготовок 2 камерного профиля, как показано на фиг. 4 В.

В результате получают многокамерный конструктивный элемент с поперечным сечением, показанным на фиг. 6А, имеющий три камерных профиля 1, проходящих радиально и симметрично расположенных относительно оси 4 соединения, деформированных находящейся под давлением текучей средой, вводимой в их непроницаемое, герметичное внутреннее пространство.

#### Вариант осуществления 5

Дополнительные неограничивающие варианты осуществления многокамерного конструктивного элемента показаны в поперечном сечении на фиг. 4А–Е.

В отличие от многокамерного конструктивного элемента, описанного в вариантах осуществления 1–4, который представлял собой конструктивный элемент, образованный из трех камерных профилей 1, как показано на фиг. 6А, другие варианты осуществления многокамерного конструктивного элемента могут содержать большее количество составляющих камерных профилей 1. Многокамерный конструктивный элемент может содержать четыре камерных профиля 1 (фиг. 6В), шесть камерных профилей 1 (фиг. 6С) и/или восемь камерных профилей 1 (фиг. 6D). Важно отметить, что многокамерный конструктивный элемент не ограничивается многокамерным конструктивным элементом, сформированным из геометрически идентичных камерных профилей 1, и возможно иметь камерные профили 1 различных геометрических форм внутри одного и того же многокамерного конструктивного элемента. Такой вариант осуществления показан на фиг. 6Е, в котором четыре камерных профиля 1, проходящих радиально от оси 4 соединения и симметрично относительно нее, имеют первую длину, а остальные четыре камерных профиля 1, расположенных между первыми четырьмя камерными профилями 1, имеют вторую длину, большую, чем первая длина. Этот вариант осуществления иллюстрирует свободный диапазон при разработке многокамерного конструктивного элемента, который позволяет регулировать технические параметры многокамерного конструктивного элемента в соответствии с конкретным вектором силы, характерным для конкретного решения.

Различные варианты осуществления многокамерных конструктивных элементов согласно настоящему изобретению содержат многокамерные конструктивные элементы, сформированные из камерных профилей 1 с разными геометрическими свойствами. Геометрические свойства камерных профилей 1 строго связаны с геометрическими свойствами заготовки 2 камерного профиля, которая подвергается деформации вследствие введения находящейся под давлением текучей среды в непроницаемое, уплотненное внутреннее пространство заготовки 2 камерного профиля. Большие поверхности стенок 3 заготовки 2 камерного профиля подвергаются наиболее интенсивной деформации с ограниченным уровнем деформации или без нее в области уплотнений 5. Это означает, что геометрические свойства камерных профилей 1 в уплотнениях 5 по существу идентичны геометрическим свойствам заготовок 2 камерного профиля, что позволяет свободно формировать конечную форму камерного профиля 1, а значит и многокамерного конструктивного элемента. На фиг. 7А–F показан вид сбоку различных геометрических форм заготовки 2 камерного профиля, которая используется при изготовлении камерных профилей 1, становящихся на последующих этапах компонентами многокамерного конструктивного элемента.

На фиг. 7А заготовка 2 камерного профиля, а значит и камерный профиль 1, имеет внутренний край, направленный к оси 4 соединения многокамерного конструктивного элемента и проходящий по прямой линии и параллельно оси 4 соединения, и наружный край, противоположный относительно оси 4 соединения многокамерного конструктивного элемента, проходящий по прямой линии, параллельной оси 4 соединения. Многокамерный конструктивный элемент, изготовленный из камерных профилей 1, представленных на фиг. 7А, показан в виде сбоку на фиг. 8А и в виде в поперечном сечении на фиг. 9А.

На фиг. 7В заготовка 2 камерного профиля, а значит и камерный профиль 1, имеет внутренний край, направленный к оси 4 соединения многокамерного конструктивного элемента и проходящий по прямой линии и параллельно оси 4 соединения, и наружный край, противоположный относительно оси 4 соединения многокамерного конструктивного элемента, проходящий по прямой линии с наклоном относительно оси 4 соединения, при этом ширина камерного профиля 1 увеличивается к нижней части. Многокамерный конструктивный элемент, изготовленный из камерных профилей 1, представленных на фиг. 7В, показан в виде сбоку на фиг. 8D и в виде в поперечном сечении на фиг. 9D.

На фиг. 7С заготовка 2 камерного профиля, а значит и камерный профиль 1, имеет внутренний край, направленный к оси 4 соединения многокамерного конструктивного элемента и проходящий по прямой линии и параллельно оси 4 соединения, и наружный край, противоположный относительно оси 4 соединения многокамерного конструктивного

элемента, проходящий по прямой линии с наклоном относительно оси 4 соединения, при этом ширина камерного профиля 1 уменьшается к нижней части.

На фиг. 7D заготовка 2 камерного профиля, а значит и камерный профиль 1, имеет внутренний край, направленный к оси 4 соединения многокамерного конструктивного элемента и проходящий по кривой линии, причем верхняя область и нижняя область проходят по прямой линии, параллельной оси соединения 4, и наружный край, противоположный относительно оси 4 соединения многокамерного конструктивного элемента, проходящий по прямой линии, параллельной оси 4 соединения. Многокамерный конструктивный элемент, сформированный из камерных профилей 1, представленных на фиг. 7D, показан в виде сбоку на фиг. 8E и в виде в поперечном сечении на фиг. 9E.

На фиг. 7E заготовка 2 камерного профиля, а значит и камерный профиль 1, имеет внутренний край, направленный к оси 4 соединения многокамерного конструктивного элемента и проходящий по прямой линии и параллельно оси 4 соединения, и наружный край, противоположный относительно оси 4 соединения многокамерного конструктивного элемента, проходящий по вогнутой кривой линии. Многокамерный конструктивный элемент, сформированный из камерных профилей 1, представленных на фиг. 7E, показан в виде сбоку на фиг. 8C и в виде в поперечном сечении на фиг. 9C.

На фиг. 7F заготовка 2 камерного профиля, а значит и камерный профиль 1, имеет внутренний край, направленный к оси 4 соединения многокамерного конструктивного элемента и проходящий по прямой линии и параллельно оси 4 соединения, и наружный край, противоположный относительно оси 4 соединения многокамерного конструктивного элемента, проходящий по выпуклой кривой линии. Многокамерный конструктивный элемент, сформированный из камерных профилей 1, представленных на фиг. 7F, показан в виде сбоку на фиг. 8B и в виде в поперечном сечении на фиг. 9B.

В других вариантах осуществления многокамерный конструктивный элемент может быть сформирован из камерных профилей 1, имеющих разные геометрические свойства, с образованием асимметричного относительно оси многокамерного конструктивного элемента. Неограничивающий вариант осуществления асимметричного относительно оси многокамерного конструктивного элемента показан в виде сбоку на фиг. 10A и в виде в поперечном сечении на фиг. 11A, где многокамерный конструктивный элемент изготовлен с использованием камерных профилей 1, представленных на фиг. 7A и на фиг. 7B. Другой вариант осуществления асимметричного относительно оси многокамерного конструктивного элемента показан в виде сбоку на фиг. 10B и в виде в поперечном сечении на фиг. 11B, где многокамерный конструктивный элемент изготовлен с использованием камерных профилей 1, представленных на фиг. 7A и на фиг. 7F, и камерного профиля 1,



внешний край которого имеет форму кривой, проходящей от верхней части многокамерного конструктивного элемента и плавно переходящей в прямолинейный фрагмент в нижней части многокамерного конструктивного элемента. Еще один вариант осуществления асимметричного относительно оси многокамерного конструктивного элемента показан в виде сбоку на фиг. 10С и в виде в поперечном сечении на фиг. 11С, где многокамерный конструктивный элемент изготовлен с использованием камерных профилей 1, представленных на фиг. 5А и на фиг. 5Е, и камерного профиля 1, внешний край которого имеет форму кривой, проходящей от нижней части многокамерного конструктивного элемента и плавно переходящей в прямолинейный фрагмент в верхней части многокамерного конструктивного элемента.

Важно отметить, что количество камерных профилей 1, являющихся частью многокамерного конструктивного элемента, а также геометрические свойства камерного профиля 1, являющегося частью многокамерного конструктивного элемента, не ограничены рамками, представленными в этих вариантах осуществления, которые являются лишь примерами возможных реализаций настоящего изобретения. В альтернативных вариантах осуществления многокамерный конструктивный элемент может содержать более трех камерных профилей 1 и камерные профили 1 могут иметь форму, отличную от представленных форм, включая форму, являющуюся комбинацией описанных здесь форм.

#### Вариант осуществления 6

Многокамерный конструктивный элемент, изготовленный способом согласно настоящему изобретению, был подвергнут сравнительным испытаниям (на основе числовых расчетов) со стандартным конструктивным элементом, обычно используемым в данной области техники. Результаты сравнительных испытаний представлены в таблице 1. Испытанный многокамерный конструктивный элемент, изготовленный по способу настоящего изобретения, был обозначен в таблице 1 как FIDU200. Сравнимый конструктивный элемент, обозначенный как НЕВ120, представляет собой стандартизированный двутавровый профиль с широким фланцем с шириной фланца 120 мм, высотой профиля 120 мм и толщиной перемычки 6,5 мм. Материалом, использованным при моделировании профиля НЕВ120, была сталь S235JR. Многокамерный конструктивный элемент настоящего изобретения был сформирован из четырех камерных профилей 1, представленных на фиг. 7А, и показан в виде в поперечном сечении на фиг. 6В. Каждый составляющий камерный профиль 1 имел ширину, т. е. радиальный размер по отношению к оси 4 соединения, 200 мм и был изготовлен из

стального листа S235JR толщиной 2 мм с использованием технологических параметров, показанных в варианте осуществления 1.

Таблица 1 – Технические параметры конструктивных элементов

	FIDU200	HEB120
Момент инерции, I [мм <sup>4</sup> ]	23835309	3180000
Площадь поперечного сечения [мм <sup>2</sup> ]	3371,5	3400
Радиус вращения, i [мм]	84,1	30,6
Длина элемента, l [мм]	2000	2000
Масса 1 метра, m [кг]	25,2	26,7
Критическая сила при продольном изгибе, Fe [Н]	3084462	411515
Напряжение при продольном изгибе, $\sigma_e$ [Н/мм <sup>2</sup> ]	915	121
Предельное напряжение сдвига материала, F [Н]	792302,5	799000

Как видно из таблицы 1, площадь поперечного сечения элемента FIDU200 меньше на приблизительно 0,8%, чем площадь поперечного сечения профиля HEB120. Кроме того, элемент FIDU200 легче, чем HEB120, на приблизительно 5,9%, при этом минимальный геометрический момент инерции поперечного сечения FIDU200 приблизительно в 7,5 раз больше, чем у HEB120. В результате элемент FIDU200 характеризуется приблизительно в 7,5 раз большей критической силой при продольном изгибе и на приблизительно 0,8% меньшим предельным напряжением сдвига материала, чем элемент HEB120.

Сравнение этих параметров демонстрирует, что поперечное сечение многокамерного конструктивного элемента согласно этому изобретению (FIDU200) используется лучше, чем в стандартном профиле, обычно применяемом в данной области техники (HEB120). Кроме того, при меньшей массе и меньшей площади поперечного сечения многокамерный конструктивный элемент согласно этому изобретению достигает в 7,5 раз большего момента инерции и в 7,5 раз большей прочности на продольный изгиб.

**Перечень численных обозначений:**

- 1 – камерный профиль
- 2 – заготовка камерного профиля
- 3 – стенка заготовки камерного профиля
- 4 – ось соединения
- 5 – уплотнение
- 6 – клапанный элемент
- 7 – подающий патрубок
- 8 – прижимная пластина

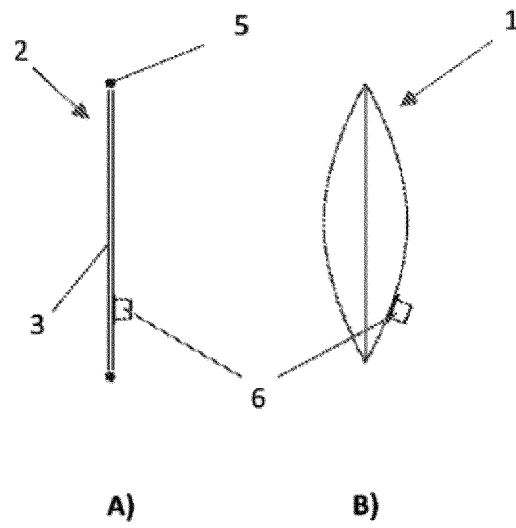
### Формула изобретения

1. Способ изготовления многокамерного конструктивного элемента, **отличающийся тем, что** включает следующие этапы:
  - а) предоставление по меньшей мере трех заготовок (2) камерного профиля, где каждая заготовка (2) камерного профиля содержит две стенки (3), выполненные из листа металлического материала и расположенные относительно друг друга в по существу параллельных плоскостях с сохранением зазора между ними, причем края отдельных стенок (3) сходятся и при этом клапанный элемент (6) расположен на по меньшей мере одной стенке (3),
  - б) уплотнение несоединенных краев стенок (3) каждой из заготовок (2) камерного профиля уплотнением (5) с образованием замкнутого непроницаемого пустого внутреннего пространства заготовки (2) камерного профиля,
  - в) введение находящейся под давлением текучей среды через клапанный элемент (6) во внутреннее пространство заготовки (2) камерного профиля с формированием деформированного камерного профиля (1),
  - д) соединение по меньшей мере трех заготовок (2) камерного профиля или камерных профилей (1) в области соответствующих внутренних краев заготовки (2) камерного профиля или камерного профиля (1), проксимальных относительно оси (4) соединения, вдоль по меньшей мере части внутренних краев, при этом этапы в) и д) могут выполнять в обратной последовательности.
2. Способ изготовления многокамерного конструктивного элемента по п. 1, **отличающийся тем, что** заготовка (2) камерного профиля изготовлена из одного листа металлического материала, изогнутого вдоль одного края с образованием двух стенок (3), расположенных относительно друг друга в по существу параллельных плоскостях.
3. Способ изготовления многокамерного конструктивного элемента по любому из п. 1 или п. 2, **отличающийся тем, что** этап в) выполняют после того, как заготовку (2) камерного профиля вводят между прижимными пластинами (8) таким образом, что прижимные пластины (8) находятся в контакте со стенками (3) заготовок (2) камерного профиля.
4. Способ изготовления многокамерного конструктивного элемента по п. 3, **отличающийся тем, что** на этапе в) к прижимным пластинам (8) прикладывают усилие в направлении заготовки (2) камерного профиля.

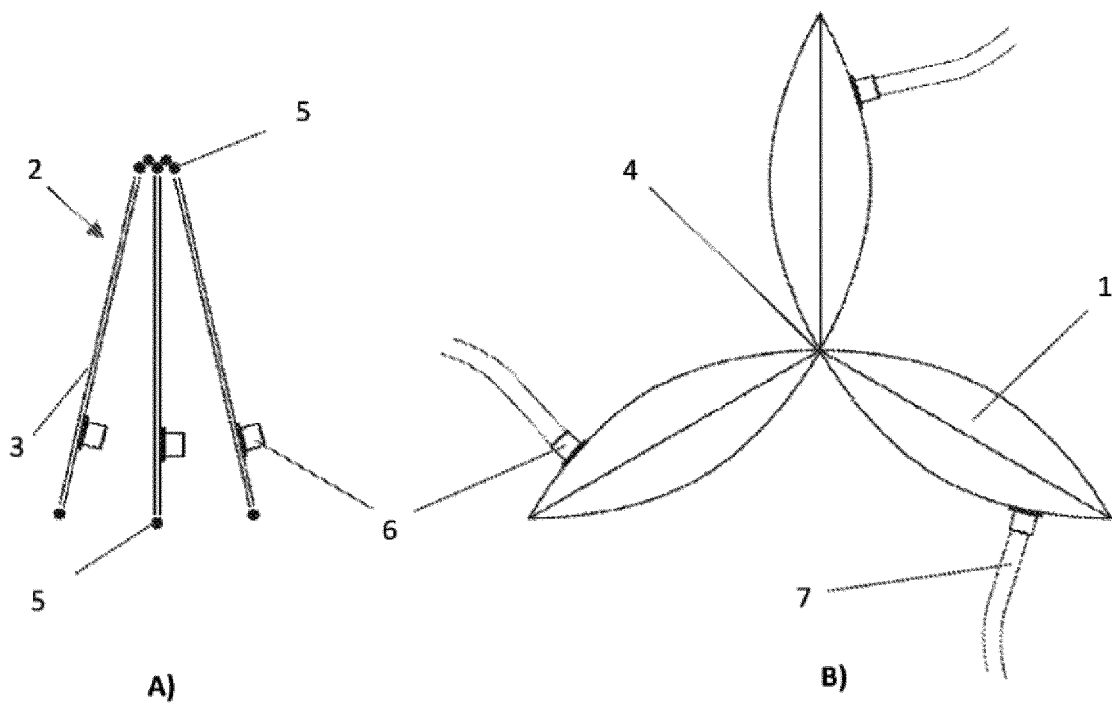
5. Способ изготовления многокамерного конструктивного элемента по любому из пп. 1–4, **отличающийся тем, что** этап с) выполняют путем подсоединения клапанного элемента (б) к источнику находящейся под давлением текучей среды.
6. Способ изготовления многокамерного конструктивного элемента по любому из пп. 1–5, **отличающийся тем, что** этап с) выполняют одновременно для всех заготовок (2) камерного профиля, соответствующих камерным профилям (1) в многокамерном конструктивном элементе.
7. Способ изготовления многокамерного конструктивного элемента по любому из пп. 1–6, **отличающийся тем, что** на этапе d) камерные профили (1) соединяют, сохраняя их симметричное расположение относительно оси соединения (4).
8. Способ изготовления многокамерного конструктивного элемента по любому из пп. 1–7, **отличающийся тем, что** этап b) и/или этап d) реализуют сваркой плавлением, сваркой под давлением, склеиванием или обжатием.
9. Способ изготовления многокамерного конструктивного элемента по любому из пп. 1–8, **отличающийся тем, что** текучая среда представляет собой воздух, воду, масло, жидкий бетон или жидкий пластик.
10. Способ изготовления многокамерного конструктивного элемента по любому из пп. 1–9, **отличающийся тем, что** этап с) выполняют при комнатной температуре или при повышенной температуре.
11. Способ изготовления многокамерного конструктивного элемента по любому из пп. 1–10, **отличающийся тем, что** давление текучей среды, вводимой в заготовку (2) камерного профиля, составляет 5 бар.
12. Способ изготовления многокамерного конструктивного элемента по любому из пп. 1–11, **отличающийся тем, что** на этапе с) текучую среду под давлением подают во внутреннее пространство заготовки (2) камерного профиля в течение 1 минуты, а затем поддерживают постоянное давление в заготовке (2) камерного профиля в течение 30 секунд.
13. Способ изготовления многокамерного конструктивного элемента по любому из пп. 1–12, **отличающийся тем, что** этапы b) и d) выполняют одновременно.
14. Способ изготовления многокамерного конструктивного элемента по п. 13, **отличающийся тем, что** одновременное уплотнение и соединение по меньшей мере трех заготовок (2) камерного профиля в области соответствующих внутренних краев заготовки (2) камерного профиля, проксимальных относительно оси (4) соединения, вдоль по меньшей мере части внутренних краев, осуществляют посредством лазерной сварки.

15. Многокамерный конструктивный элемент, **отличающийся тем, что** содержит по меньшей мере три камерных профиля (1), деформированных текучей средой под давлением, вводимой в их непроницаемые пустые пространства, при этом камерные профили (1) соединены друг с другом соответствующими уплотнениями (5) вдоль по меньшей мере части уплотнения (5) с образованием многокамерного конструктивного элемента с камерными профилями (1), проходящими радиально от центра, определенного осью (4) соединения.
16. Многокамерный конструктивный элемент по п. 15, **отличающийся тем, что** камерные профили (1) расположены в осевом направлении симметрично относительно оси (4) соединения.
17. Многокамерный конструктивный элемент по любому из п. 15 или п. 16, **отличающийся тем, что** камерный профиль (1) имеет внутренний край, направленный к оси (4) соединения многокамерного конструктивного элемента и проходящий по прямой линии или по меньшей мере частично по кривой линии.
18. Многокамерный конструктивный элемент по любому из пп. 15–17, **отличающийся тем, что** камерный профиль (1) имеет наружный край, противоположный относительно оси (4) соединения многокамерного конструктивного элемента и проходящий по прямой линии, параллельной оси (4) соединения, с отклонением от оси (4) соединения, по вогнутой кривой линии относительно оси (4) соединения или по выпуклой кривой линии относительно оси (4) соединения.
19. Многокамерный конструктивный элемент по любому из пп. 15–18, **отличающийся тем, что** камерные профили (1) проходят на разную радиальную длину относительно оси (4) соединения.
20. Многокамерный конструктивный элемент по любому из пп. 15–19, **отличающийся тем, что** текучая среда представляет собой воздух, воду, масло, жидкий бетон или жидкий пластик.

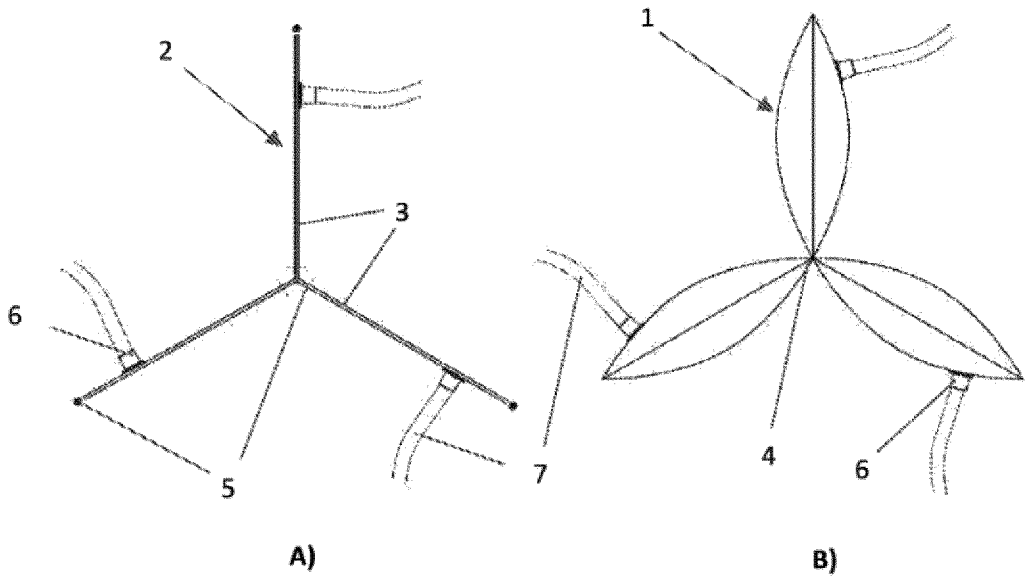
1/4



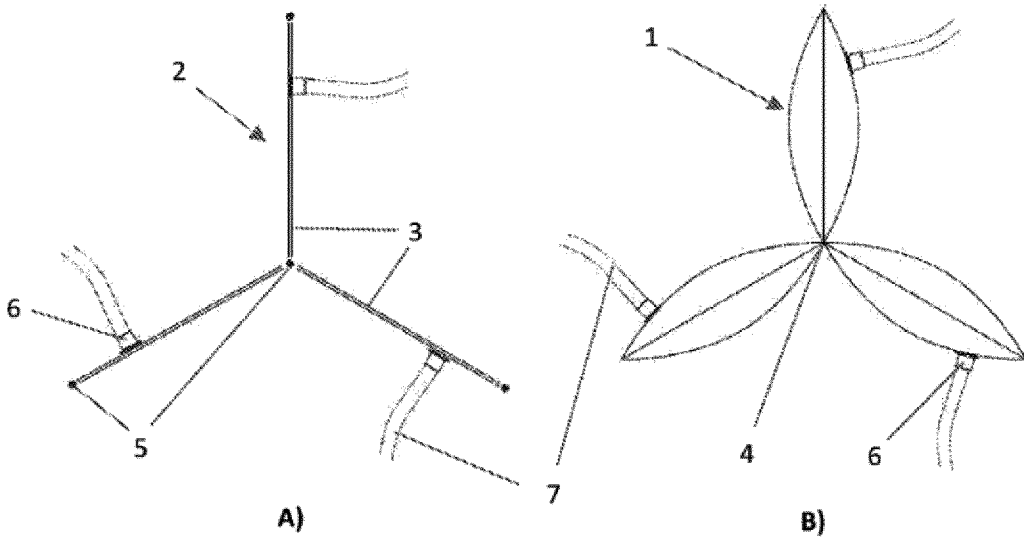
Фиг. 1



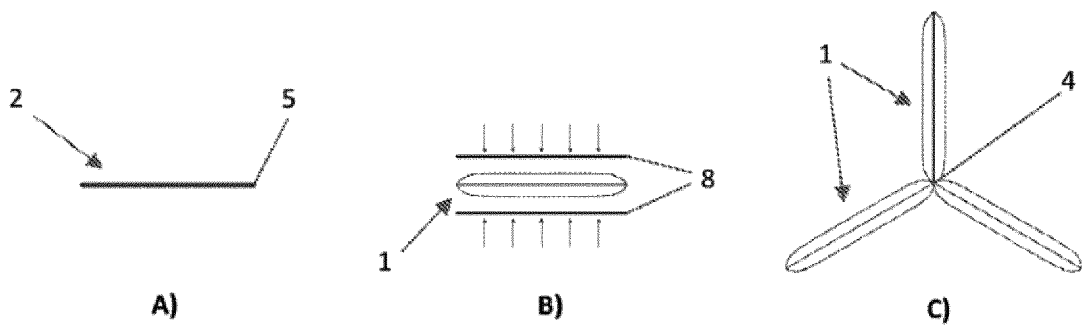
Фиг. 2



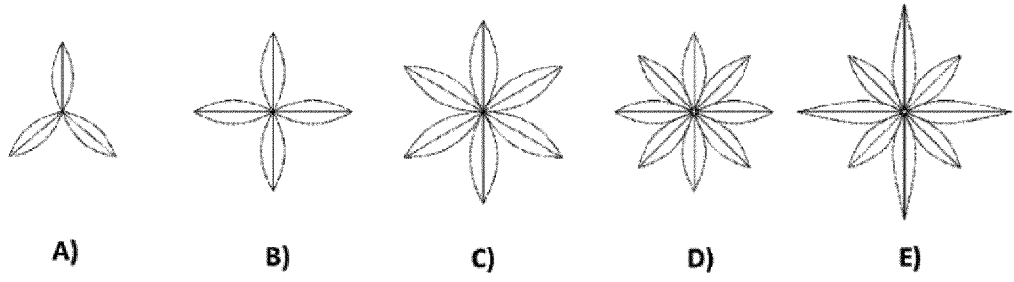
Фиг. 3



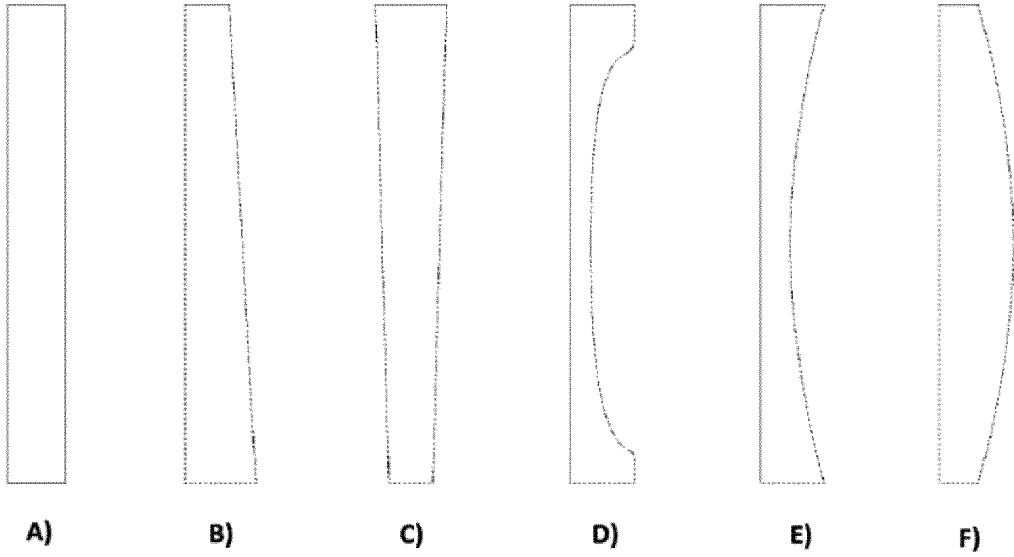
Фиг. 4



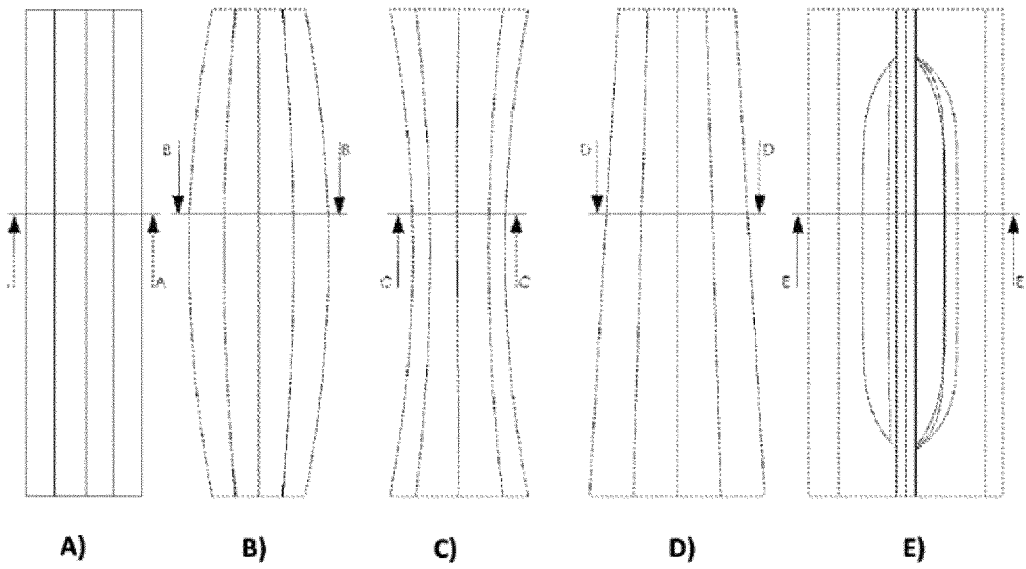
Фиг. 5



Фиг. 6

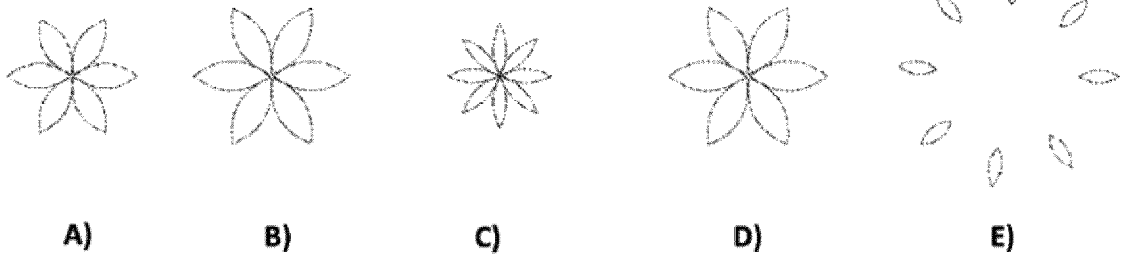


Фиг. 7

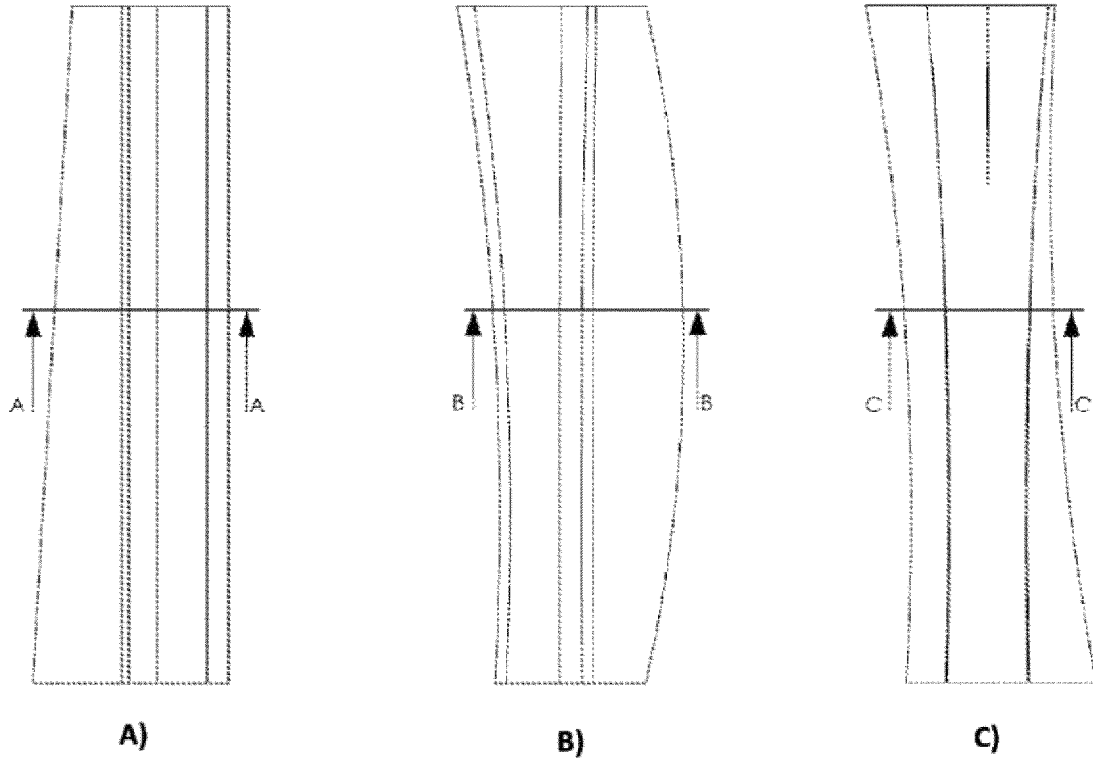


Фиг. 8

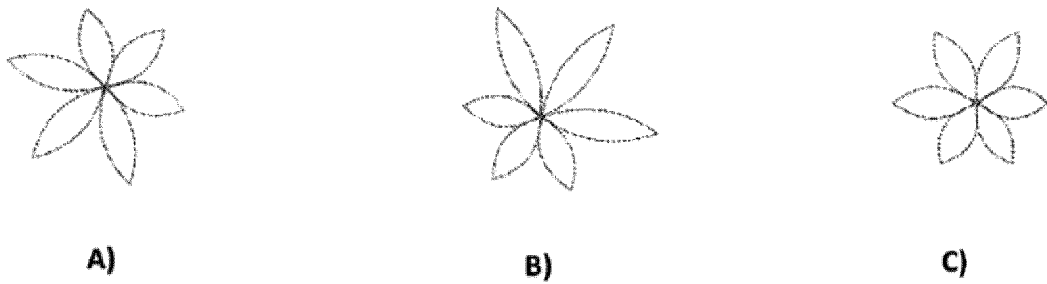




ФИГ. 9



ФИГ. 10



ФИГ. 11