



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(52) СПК

**B29C 65/08** (2019.02)

(21)(22) Заявка: **2017117934**, 03.11.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**03.11.2015**

Дата регистрации:  
**08.10.2019**

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
**04.11.2014 CH 01684/14**

(43) Дата публикации заявки: **05.12.2018** Бюл. № 34

(45) Опубликовано: **08.10.2019** Бюл. № 28

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: **05.06.2017**

(86) Заявка РСТ:  
**EP 2015/075592** (03.11.2015)

(87) Публикация заявки РСТ:  
**WO 2016/071335** (12.05.2016)

Адрес для переписки:

**191002, Санкт-Петербург, а/я 5, Общество с  
ограниченной ответственностью "Ляпунов и  
партнеры"**

(72) Автор(ы):

**МАЙЕР Йерг (CH),  
ЛЕМАН Марио (CH),  
КВИСТ Хоаким (CH),  
ПОШНЕР Патриция (CH)**

(73) Патентообладатель(и):

**ВУДУЭЛДИНГ АГ (CH)**

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: **FR 1519111 A**, 29.03.1968. **GB 1180383  
A**, 04.02.1970. **US 2010079970 A1**, 01.04.2010. **RU  
2281191 C2**, 10.08.2006.

**(54) СПОСОБ СОЕДИНЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области машиностроения и конструирования. Способ соединения второго предмета с первым предметом, включающий в себя этапы, на которых: берут первый предмет, причем первый предмет содержит термопластичный размягчаемый материал, находящийся в твердом состоянии; берут второй предмет, причем второй предмет имеет участок поверхности, содержащий соединительный элемент с вырезом и/или выполненный с возможностью деформации так, чтобы образовать на нем соединительный

элемент с вырезом, посредством которого второй предмет способен входить с соединением с геометрическим замыканием с первым предметом; прижимают второй предмет к первому предмету посредством инструмента, находящегося в физическом контакте с внедряющим элементом второго предмета, в то время как в инструмент внедряют механические вибрации; продолжают выполнять этап прижатия и внедрения вибраций в инструмент до тех пор, пока не произойдет размягчение текучей части термопластичного материала первого предмета

и она не затечет в соединительный элемент второго предмета; позволяют термопластичному материалу первого предмета снова прийти в твердое состояние с получением соединения с геометрическим замыканием между первым и вторым предметами посредством размягченной и снова отвержденной текучей части, проникшей в соединительный элемент, отличающийся тем,

что соединительный элемент содержит отверстие, открытое с дистальной стороны, определяющее вырез относительно осевых направлений, причем поток текучей части содержит обратный поток в указанное отверстие, определяющее вырез. Технический результат – повышение надежности соединений. 2 н. и 52 з.п. ф-лы, 37 ил.

RU 2 7 0 2 5 4 3 C 2

RU 2 7 0 2 5 4 3 C 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*B29C 65/08 (2019.02)*

(21)(22) Application: **2017117934, 03.11.2015**

(24) Effective date for property rights:  
**03.11.2015**

Registration date:  
**08.10.2019**

Priority:

(30) Convention priority:  
**04.11.2014 CH 01684/14**

(43) Application published: **05.12.2018 Bull. № 34**

(45) Date of publication: **08.10.2019 Bull. № 28**

(85) Commencement of national phase: **05.06.2017**

(86) PCT application:  
**EP 2015/075592 (03.11.2015)**

(87) PCT publication:  
**WO 2016/071335 (12.05.2016)**

Mail address:  
**191002, Sankt-Peterburg, a/ya 5, Obshchestvo s  
ogranichennoj otvetstvennostyu "Lyapunov i  
partnership"**

(72) Inventor(s):

**MAJER Jerg (CH),  
LEMAN Mario (CH),  
KVIST Khoakim (CH),  
POSHNER Patrityiya (CH)**

(73) Proprietor(s):

**VUDUELDING AG (CH)**

(54) **OBJECTS CONNECTION METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: machine building.

SUBSTANCE: invention relates to machine building and designing. Method of connecting a second object to a first object, comprising steps of: taking a first object, the first article comprising a thermoplastic softened material in a solid state; second object is taken, the second object having a surface portion comprising a connecting element with a recess and/or configured to deform so as to form a connection element with a recess therethrough, whereby the second object is able to engage with the geometrical closure with the first object; pressing the second object to the first object by means of a tool in physical contact with the penetrating

element of the second object, while inserting mechanical vibrations into the tool; continuing the stage of pressing and inserting vibrations into the tool until softening of the fluid portion of the thermoplastic material of the first object and it does not stuck in the connecting element of the second object; allowing thermoplastic material of first object to come back into solid state to produce compound with geometrical closure between first and second objects by means of softened and again cured fluid part penetrated into connecting element, characterized in that connecting element comprises hole opened from distal side, defining a cutout relative to axial directions, wherein flow of fluid part comprises

reverse flow to said hole, which defines cut.  
EFFECT: technical result is higher reliability of connections.  
54 cl, 37 dwg

R U 2 7 0 2 5 4 3 C 2

R U 2 7 0 2 5 4 3 C 2

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к области машиностроения и конструирования, в частности к проектированию механического оборудования, например, автомобилестроению, самолетостроению, кораблестроению, машиностроению, конструированию игрушек

и т.п.

Уровень техники

В автомобилестроении, авиационной промышленности и других отраслях имеется тенденция к отказу от использования стальных конструкций в пользу легких материалов, таких как листовой алюминий или магний, или полимеров, таких как усиленные углеволокном или стекловолокном полимеры или не усиленные полимеры, например, полиэфир, поликарбонаты и т.п.

Применение таких новых материалов сопряжено с особыми требованиями к соединительным средствам, особенно, при соединении почти плоского предмета с другим предметом.

Для решения указанных задач в автомобильной, авиационной промышленности и других отраслях начали активно применять адгезивные соединения. Адгезивные соединения могут быть легкими и прочными, но имеют недостаток, состоящий в отсутствии возможности длительно контролировать их надежность, поскольку ухудшение качества адгезивного соединения, например, вследствие того, что адгезив становится хрупким, почти невозможно обнаружить до тех пор, пока не произойдет полное ослабление такого соединения.

В документе FR 1519111 описан способ соединения винта или подобного фиксирующего элемента с элементом из термопластика путем воздействия на него вибрацией для того, чтобы вызвать смещение термопластика и его течение во внутреннюю полость фиксирующего элемента. В документах US 5,271,785, FR 2,112,523, US 3,184,353, US 3,654,688, и GB 1,180,383 описано соединение металлического элемента с элементом из термопластика посредством приведения указанных элементов в контакт и воздействия на металлический элемент механической вибрацией до тех пор, пока не произойдет размягчение термопластичного материала элемента из термопластика, при этом металлический элемент оказывается по существу полностью обернут элементом из термопластика, а термопластичный материал перетекает в выемки металлического элемента. Все упомянутые способы подходят только для закрепления металлической детали в глубоком предмете из термопластика, при этом подводимая энергия и соответствующее воздействие на подлежащие соединению детали являются существенными.

В документе US 2010/0079910 описан способ изготовления электронного устройства, имеющего пластиковую часть корпуса и металлическую часть корпуса, в котором пластиковая часть корпуса соединена с металлической частью корпуса ультразвуковой сваркой. Решение, описанное в документе US 2010/0079910, имеет ограниченное число областей применения.

Другое известное из уровня техники решение подразумевает формование элемента из термопластика так, чтобы он имел фланцеобразный выступ, в который запрессован крепежный элемент, такой как гайка. Однако, недостаток такого решения состоит в том, что оно является более сложным, поскольку формование пластиковых частей, которые, в ином случае, могли бы иметь простую, например листообразную, форму, так, чтобы они содержали фланец, который должен иметь строго определенное положение, зависящее от области применения, может существенно увеличить стоимость изготовления.

## Раскрытие сущности изобретения

Техническая проблема, на решение которой направлено изобретение, состоит в том, чтобы предложить способ соединения двух предметов друг с другом, позволяющий устранить недостатки известных способов и особенно подходящий для присоединения  
 5 второго предмета к первому предмету, изготовленному из материала на основе полимера. Дополнительная техническая проблема состоит в том, чтобы предложить оборудование для осуществления указанного способа.

Согласно одному аспекту изобретения, предложен способ соединения второго предмета с первым предметом, включающий в себя этапы, на которых:

10 берут первый предмет, причем первый предмет содержит термопластичный размягчаемый материал, находящийся в твердом состоянии;

берут второй предмет, причем второй предмет имеет участок поверхности, содержащий соединительный элемент с вырезом и/или выполненный с возможностью деформации так, чтобы образовать на нем соединительный элемент с вырезом,  
 15 посредством которого второй предмет способен входить с соединением с геометрическим замыканием с первым предметом;

прижимают второй предмет к первому предмету посредством инструмента, находящегося в физическом контакте с внедряющим элементом второго предмета, в то время как в инструмент внедряют механические вибрации;

20 продолжают выполнять этап прижатия и внедрения вибраций в инструмент до тех пор, пока не произойдет размягчение текучей части термопластичного материала первого предмета и она не затечет в соединительные элементы второго предмета;

позволяют термопластичному материалу второго предмета снова прийти в твердое состояние с обеспечением соединения с геометрическим замыканием между первым и  
 25 вторым предметами посредством размягченной и снова отвержденной текучей части, проникающей в соединительные элементы.

Здесь размягчение текучей части вызвано в первую очередь трением между вибрирующим вторым предметом и поверхностью первого предмета, причем трение нагревает первый предмет на небольшую глубину.

30 Следовательно, особым свойством подхода согласно многим вариантам осуществления изобретения является то, что текучая часть, получаемая в зоне контакта между первым и вторым предметами может немедленно втекать в полости, имеющиеся во втором предмете и, таким образом, зона, на которую воздействует тепло, генерируемое в ходе осуществления способа, остается малой, например, по существу  
 35 ограничивается зоной смешивания.

На поведение потока текучей части влияет тот факт, что благодаря подходу согласно настоящему изобретению, создается поток материала в направлении поверхности не размягчаемого материала (т.е. второго предмета, сходящийся поток), на которую постоянно воздействует тепло, посредством вибраций и трения. Таким образом, в целом  
 40 утечка тепла является малой. Следовательно, обеспечивается большая глубина проникновения термопластичного материала в соединительные элементы даже после малого времени осуществления способа, при этом указанное течение не останавливается вследствие потери тепла из-за соприкосновения размягченного материала с холодными участками. Противоположная ситуация имеет место, например, в способе «Woodwelding»,  
 45 описанном, например, в документе WO 98/42988, согласно которому имеется расходящийся поток, обусловленный тем, что размягченный материал течет от зоны сопряжения и, таким образом, происходит перенос тепла в элементы, которые остаются холодными.

Первый и второй предметы являются конструктивными компонентами (конструктивными элементами) в широком смысле слова, т.е. элементами, которые применяются в любой области механики и конструирования, например, в автомобильной промышленности, авиастроении, судостроении, строительстве, конструировании машин, игрушек и т.п. В общем случае, первый и второй предметы являются искусственными, созданными руками человека, и по меньшей мере первый предмет содержит искусственный материал. Не исключено дополнительное применение в первом и/или во втором предмете натурального (неорганического вещества) материала, такого как материала на основе древесины.

Материалы первого предмета и второго предмета могут быть однородными или неоднородными. Например, первый предмет может содержать термопластичный материал и дополнительно содержать другой, не размягчаемый материал, и/или он может иметь множество слоев термопластичного материала различных составов. Аналогично, второй предмет может иметь различные части из разных материалов, как более подробно пояснено ниже. Дополнительно или в качестве альтернативы, в вариантах осуществления, второй предмет может проникать через множество предметов (первый предмет и по меньшей мере один дополнительный предмет) для крепления предметов друг к другу, как также пояснено более подробно ниже.

Внедряющий элемент может представлять собой поверхность внедрения, в частности образованную самой проксимальной концевой поверхностью, с направляющими элементами или без них (такими как направляющее отверстие для соответствующего выступа инструмента), для отдельного сонотрода, выступающего в качестве инструмента. В альтернативных вариантах осуществления внедряющий элемент может содержать соединительное средство, которое соединяет второй предмет напрямую с устройством генерации вибраций, служащим в качестве инструмента. Такое соединительное средство может, например, представлять собой резьбу или байонетное соединение или другое подобное соединение. Таким образом, в указанных вариантах осуществления, второй предмет является в то же самое время сонотродом, соединенным с устройством генерации вибраций.

В других вариантах осуществления инструмент представляет собой сонотрод, соединенный с устройством генерации вибраций. Сонотроды такого типа известны, например, в области ультразвуковой сварки.

В дополнительных вариантах осуществления инструмент может быть промежуточной деталью (отличной от первого предмета), к которой прижимают сонотрод и которая выполнена из материала, не размягчаемого в условиях, создаваемых в ходе осуществления способа. В общем случае, подход согласно аспектам изобретения исключает, что вибрации воздействуют на второй предмет только через посредство первого предмета; напротив, требуется физический контакт между вторым предметом и вибрационным инструментом.

Текущая часть термопластичного материала представляет собой часть термопластичного материала, которая в ходе осуществления способа и благодаря воздействию механических вибраций приводится в размягченное состояние и течет.

Соединительные элементы второго предмета изготовлены из материала, который не является размягчаемым. Как более подробно пояснено ниже, это определение подразумевает возможность того, что указанный материал является размягчаемым при существенно большей температуре, чем материал первого предмета, например, температуре, которая выше по меньшей мере на 50°C. Дополнительно или в качестве альтернативы это условие может означать, что при температуре, при которой

термопластичный материал первого предмета становится текучим, вязкость материала второго предмета на порядки больше, чем вязкость термопластичного материала первого предмета, например, на по меньшей мере коэффициент от  $10^3$  до  $10^5$ .

Дополнительно или в качестве альтернативы различию в содержащихся основных материалах, имеющих разные температуры размягчения и/или разные температуры стеклования, такое свойство также может быть обеспечено за счет большей степени заполнения, например, волокнистым наполнителем.

Соединительные элементы могут включать в себя последовательности радиальных выступов и углублений (таких как ребра/канавки), пенообразную структуру с открытой пористостью, отверстия, открытые с дистальной стороны, при этом указанные отверстия образуют вырез посредством их расширения, по меньшей мере в одном боковом направлении, в направлении к проксимальной стороне и т.п. Приемлемым является любой элемент, определяющий вырез относительно осевых направлений.

В соединительных элементах, включающих в себя последовательности радиальных выступов (например, вокруг наружной поверхности участка второго предмета или вдоль внутренней поверхности второго предмета) глубина  $d$  зоны смешивания может быть определена как глубина, на которую проникает текучая часть, начиная с самых крайних выступов. В соединительных элементах, включающих в себя структуру с открытой пористостью, глубина зоны смешивания может определяться как глубина структуры с открытой пористостью, на которую проникает термопластичный материал, начиная с поверхности структуры с открытой пористостью, измеренная перпендикулярно ей. Аналогично, в соединительных элементах, содержащих отверстия, открытые с дистальной стороны, глубина зоны смешивания может быть определена как глубина, на которую проникает термопластичный материал, начиная с дистальной поверхности.

В частности, в вариантах осуществления, части второго предмета, передающие механические вибрации, состоят из металла и/или других твердых материалов (стекло, керамики и т.п.) и/или термоотверждаемых пластиков и/или термопластиков, температура которых не достигают своей температуры стеклования на всем протяжении осуществления способа.

Согласно специальной группе вариантов осуществления, второй предмет содержит второй термопластичный материал, имеющий температуру размягчения существенно большую, чем температура размягчения термопластичного материала первого предмета. Тогда, после этапа, на котором вызывают размягчение текучей части термопластичного материала первого предмета, второй предмет могут прижать к опоре или к не размягчаемому участку первого предмета с одновременным продолжением воздействия вибрациями на второй предмет (с такой же или более высокой или возможно даже более низкой интенсивностью, чем в начале) до тех пор, пока не произойдет размягчение второй текучей части второго термопластичного материала и не произойдет деформация второго предмета. В частности, указанный дополнительный этап способа может быть выполнен так, как описано в документе WO 2015/117253, включенном в настоящую заявку посредством ссылки, до получения опорного участка и/или головного участка второго предмета для скрепления первого и второго предметов посредством дополнительного эффекта клепки.

Тогда как в вариантах осуществления указанной специальной группы вариантов осуществления второй предмет после процесса соединения проходит через первый предмет до дистальной стороны, в альтернативной группе вариантов осуществления дистальная сторона остается незадействованной, т.е. зона смешивания, содержащая



участки первого и второго предметов, не доходит до дистальной стороны.

В вариантах осуществления, второй предмет закрепляется с эффективным по глубине креплением, путем оснащения второго предмета участком крепления, проходящим  
5 вдоль оси крепления, и опционально структурными элементами, расположенными на периферийной поверхности второго предмета и/или вдоль внутренней поверхности проходящего в осевом направлении участка второго предмета.

В вариантах осуществления, в частности глубина проникновения, на которую вторые предметы проникают в первый предмет, т.е. осевая протяженность тех частей второго предмета, которые проникают в первый предмет, больше (например, существенно  
10 больше), чем глубина зоны смешивания, т.е. зоны, в которой после осуществления процесса крепления присутствуют участки как первого, так и второго предметов. Другими словами, в этих вариантах осуществления, предусматривающих эффективное по глубине крепление, ширина одной части второго предмета, которая проникает в первый предмет, в по меньшей мере одном боковом измерении и часто в обоих боковых  
15 измерениях, меньше, чем глубина проникновения, на которую второй предмет проникает в первый предмет. Тогда глубина зоны смешивания определяется как характеристическая глубина структурных элементов на периферической поверхности, т.е. глубина, измеренная перпендикулярно оси крепления.

В группе вариантов осуществления, дополнительно или альтернативно тому, что  
20 они содержат эффективное по глубине крепление, поверхность крепления с множеством структурных элементов, разнесенных друг от друга в боковом направлении и/или возможно образующих протяженную, например, по окружности, канавку, форма поверхности крепления зависит от формы участка поверхности первого предмета. Например, если первый предмет является плоским, то структурные элементы будут  
25 проходить вдоль плоскости.

Варианты осуществления, например, варианты осуществления, предусматривающие эффективное по глубине крепление, могут включать в себя этап, на котором перед этапом прижатия, в первом предмете выполняют отверстие, при этом на этапе прижатия часть второго предмета вжимают в указанное отверстие. В этом случае диаметр  
30 отверстия предпочтительно выбран таким образом, чтобы он был меньше наружного диаметра части, вжимаемой в отверстие. Такое отверстие может представлять собой отверстие с фаской или сквозное отверстие. Также возможно крепление в других углублениях, таких как канавки.

Выполнение сквозного отверстия также может быть предпочтительным в вариантах  
35 осуществления, в которых второй предмет является сравнительно тонким, таким как термопластичные листы. Способ крепления второго предмета к первому предмету может, в этом случае, включать в себя облицовку сквозного отверстия вторым предметом, например, с целью крепления к нему другого предмета, чтобы служить в качестве проходного канала, в качестве барьера, пересекаемого только при заранее  
40 заданных условиях (как в случае мембраны или в случае, когда второй предмет имеет съемную крышку и т.п.) или иметь другое назначение. В вариантах осуществления этого конкретного типа, толщина первого предмета может в 2-40 раз или в 2-20 раз, в частности от 3 до 10 раз превышать глубину проникновения (глубину зоны смешивания).

В соответствии с еще одной дополнительной группой вариантов осуществления, крепление выполняют в виде «плоского крепления» или «почти плоского крепления»  
45 со сравнительно малой глубиной проникновения. Эта группа вариантов осуществления может особенно подходить также для крепления второго предмета к первому предмету, который является сравнительно тонким или чувствительным к повреждениям или когда

имеются строгие требования не затрагивать другие поверхности, кроме тех, к которым крепится второй предмет.

В вариантах осуществления этой группы, второй предмет содержит множество структурных элементов для втекания размягченного материала, причем структурные  
 5 элементы разнесены друг от друга в боковом направлении, т.е. проходят вдоль плоскости, которая в ходе осуществления крепления параллельна плоскости поверхности первого предмета или, при необходимости, может проходить вдоль другой, неплоской поверхности первого предмета. В частности, крепление между первым и вторым  
 10 предметами может быть плоским креплением, в котором зона сопряжения между первым и вторым предметами по существу параллельна плоскости поверхности первого предмета и имеет, по меньшей мере в одном измерении, предпочтительно, в обоих внутрисекторных измерениях, глубину по существу больше чем глубина проникновения, например, больше по меньшей мере в 2 или 3 раза, по меньшей мере в 5 раз или по меньшей мере в 10 раз. В этом случае глубина проникновения может быть  
 15 равна глубине зоны смешивания или может быть меньше нее.

Варианты осуществления, предусматривающие крепление с меньшей глубиной проникновения по сравнению с глубиной зоны смешивания, могут также включать в себя крепление второго предмета к не плоскому участку поверхности первого предмета. Например, первый предмет может иметь некоторый обращенный проксимально контур  
 20 поверхности или может быть деформируемым для этой цели.

Альтернативно, первый предмет может иметь отверстие с фаской или отверстие, по периферии которого имеется другой элемент, при этом второй предмет имеет соответствующим образом адаптированную (например, коническую, если отверстие является отверстием с фаской) форму. В вариантах осуществления, в которых первый  
 25 предмет является сравнительно тонким и имеются требования для дистальной поверхности, структурные элементы второго предмета могут быть адаптированы к глубине. В частности, относительные размеры структурных элементов могут уменьшаться в дистальном направлении, так что их способность вмещать текучий материал уменьшается в направлении дистальной стороны с соответствующим  
 30 уменьшением теплового воздействия.

В вариантах осуществления критерием проектирования является то, что объем структурных элементов (таких как углубления или поры), в которые может затекать размягченный материал, больше, чем вытесняемый объем. Это приводит к такому критерию для вариантов осуществления изобретения согласно которому вдоль частей  
 35 поверхности, содержащих соединительные элементы, пористость для определенной глубины составляет по меньшей мере 50%. Пористость здесь определяется как доля, которую пустые пространства занимают от общего объема, измеренная от наружной выпуклой оболочки до некоторой глубины (соответствующей глубине зоны смешивания, измеренной в осевом направлении). Это может быть также применимо к  
 40 микроскопическим структурам, которые не обязательно рассматриваются как «поры». Если указанный опциональный критерий выполняется, то никакой объем не должен выходить на поверхность или в боковые стороны или тому подобное.

В более общем случае, в вариантах осуществления, способ может включать в себя приведение текучей части в течение в углубления и/или поры и предотвращение течения  
 45 текучей части в зоны сбоку от второго предмета.

Для этой цели, дополнительно к тому, что объем углубление/пора удовлетворяет вышеуказанному условию, способ может также включать в себя этап прижатия (виброустойчивого) удерживающего устройства к проксимальной поверхности первого

предмета вблизи второго предмета, например, вокруг зоны сопряжения между первым и вторым предметами. Такое удерживающее устройство может предотвратить появление вздутий или подобных недостатков вокруг места, в котором второй предмет крепится в первом предмете.

- 5 В вариантах осуществления группы «плоское крепление» или «почти плоское крепление» второй предмет, дополнительно к полостям (углубления/поры), содержит проходящий дистально элемент, который может служить, например, проводником энергии. В частности, такой проходящий дистально элемент может иметь форму с участком, который сужается в направлении к дистальной стороне, например,
- 10 заканчиваясь кончиком или кромкой или закругленным дистальным концом. В этом случае боковое расстояние между выступающим дистально элементом и полостью, вмещающей текучую часть, может быть минимальным. В частности, можно избежать наличия какого-либо расстояния между таким выступающим дистально элементом и полостью, так что полная форма второго предмета дистальной поверхности между
- 15 дистальным выступом и полостью является волнообразной.

В вариантах осуществления всех описанных выше групп, соединительные элементы, содержащие вырез относительно осевых (проксимодистальных) направлений и таким образом обеспечивающие возможность соединения с геометрическим замыканием, являются заранее изготовленными элементами второго предмета.

- 20 Дополнительно или альтернативно второй предмет может содержать деформируемый участок, а способ может включать в себя изготовление элемента для геометрического замыкания в ходе осуществления процесса прижатия второго предмета к первому предмету, во время воздействия на второй предмет механическими вибрациями.

- Например, второй предмет может содержать множество деформируемых ножек или
- 25 деформируемую манжету, проходящую по существу в осевом направлении как деформируемый элемент. В ходе осуществления процесса указанный деформируемый элемент отгибают от осевого направления так, чтобы после повторного отверждения сформировался вырез.

- Преимущество вариантов осуществления, в которых применяют такой принцип,
- 30 может состоять в том, что эффективная площадь крепления может, благодаря деформации, быть больше, чем участок площади поверхности первого предмета, на которую проникает второй предмет, т.е. отпечаток может быть увеличен по сравнению с вариантом осуществления без деформации.

- Второе возможное преимущество состоит, например, в том, что для деформируемого участка могут применять легковесный деформируемый материал. В частности, может
- 35 быть использован материал, который является деформируемым при температуре, при которой осуществляется способ, но проявляющий существенную твердость при комнатной температуре (или, говоря более обще, температуре, при которой будет использоваться собранный узел). Например, деформируемый участок может быть из
- 40 термопластичного материала с температурой стеклования, которая существенно выше температуры стеклования термопластичного материала первого предмета, из которого образована текучая часть.

- В конкретном варианте осуществления согласно этому принципу в качестве термопластичного материала первого предмета применяют ПБТ
- 45 (полибутилентерефталат), который становится текучим при температурах 180°C, а в качестве материала участка второго предмета, содержащего деформируемый участок, был использован ПЭЭК. ПЭЭК не размягчается/становится текучим при 180°C, но эта температура выше его температуры стеклования (составляющей около 140°C).

В более общем случае, в вариантах осуществления, в которых деформируемый участок содержит термопластичный материал, может быть предпочтительным, если температура стеклования деформируемого участка находится между температурой стеклования термопластичного материала первого предмета и температурой, при которой этот термопластичный материал становится достаточно текучим.

В настоящем тексте, предполагается, что температура размягчения или температура, при которой термопластичный материал становится текучим, является температурой плавления кристаллических полимеров, а для аморфных термопластиков - температурой выше температуры стеклования, при которой они становятся достаточно текучими, иногда называемой «температурой текучести (иногда определяемой как самая низкая температура, при которой возможна экструзия), например, температурой, при которой вязкость уменьшается ниже  $10^4$  Па·с (в частности в вариантах осуществления с полимерами по существу без волоконного усиления, ниже  $10^3$  Па·с).

Для приложения силы, противодействующей усилию прижатия, первый предмет может быть помещен на опору, например, виброустойчивую опору. Согласно первой опции, такая опора может содержать опорную поверхность точно напротив участка, к которому прижимают первый предмет, т.е. дистально от этого участка. Указанная первая опция может обеспечивать преимущество, вследствие того, что крепление может быть выполнено, даже если первый предмет сам по себе не имеет достаточной прочности, чтобы противостоять сжимающему усилию без значительной деформации или даже повреждений.

В вариантах осуществления, предусматривающих деформацию второго предмета в ходе процесса прижатия второго предмета к первому предмету, опора может содержать формованный элемент, способствующий процессу деформации. Например, опора может быть сформована таким образом, чтобы иметь формованный выступ или формованное углубление для того, чтобы обеспечить, соответственно, отгибание наружу или внутрь деформируемого элемента.

Также возможно применение в способе охлаждающего эффекта посредством опоры на термопластичном материале первого предмета, за счет чего термопластичный материал первого предмета содержится при более низкой температуре и таким образом остается тверже в зоне сопряжения с опорой. Таким образом, при деформации деформируемого элемента он не будет слишком сильно приближаться к зоне сопряжения с опорой.

Согласно второй опции дистальная сторона первого предмета может быть открыта, например, посредством того, что первый предмет удерживается с боковых сторон или подобно этому. Эта вторая опция имеет преимущество, состоящее в том, что дистальная поверхность не будет нагружена и останется незатронутой, если второй предмет не дойдет до дистальной стороны.

В вариантах осуществления первый предмет помещают на опору, при этом между опорой и первым предметом не находится никаких упругих или податливых элементов, так что опора жестко поддерживает первый предмет.

В группе вариантов осуществления, второй предмет содержит внутреннюю часть и наружную часть, между которыми имеется промежуток. В этом случае соединительные элементы второго предмета могут включать в себя наружные элементы внутренней части и/или внутренние элементы наружной части и/или наружные элементы наружной части, а этап приведения текучей части в текучее состояние включает в себя обеспечение потока в указанный промежуток.

Опционально, внутренняя и наружная части могут совместно быть выполнены в

виде одной детали.

В группе вариантов осуществления второй предмет содержит первую часть из первого материала и вторую часть из второго материала. Эта группа вариантов осуществления, например, может обеспечить возможность экономии, если важные части первого предмета, такие как резьба или другие элементы для присоединения дополнительного элемента к узлу, включающему в себя первый и второй предметы, выполнены из высококачественного строительного материала, например, нержавеющей стали, титана, алюминия, меди и т.п., тогда как вторая часть может содержать материал малой стоимости, служащий в первую очередь для стабилизации второго предмета относительно первого предмета.

В частности, если второй предмет содержит внутреннюю часть и наружную часть, внутренняя часть может быть выполнена из первого материала, а наружная часть - из второго материала. Таким образом, благодаря потоку текучей части в промежуток, второй предмет сам по себе также стабилизируется дополнительно к его креплению к первому предмету.

Варианты осуществления, предусматривающие наличие первой части из первого материала и второй части из второго материала могут, например, включать в себя варианты осуществления вышеописанной группы, в которых предусмотрен деформируемый участок. В этих случаях деформируемый участок может, например, принадлежать ко второй части второго материала, а установочный элемент для присоединения к первому предмету дополнительного предмета или для другой функции может быть выполнен из другого, недеформируемого материала, такого как твердый металл.

Другое преимущество вариантов осуществления с первым и вторым материалом (дополнительно к опциональному наличию деформируемой части, имеющей вышеупомянутые преимущества) состоит в том, что они обеспечивают возможность применения легкого и/или недорогого материала для тех частей второго предмета, которые занимают много пространства (например, чтобы получить достаточно большой отпечаток в вышеуказанном смысле) с сохранением возможности получения достаточно прочной/твердой функциональной детали, например, с резьбой или другого функционального элемента, образуемого первой частью.

Если второй материал сам по себе является способным к деформации и возможно способным к течению при температурах выше температуры размягчения материала первого предмета, такой подход может обеспечить дополнительное преимущество, состоящее в том, что первая и вторая части могут быть опционально собраны по месту установки, если они изначально не соединены друг с другом или имеют лишь слабое соединение. Например, второй материал может течь относительно первого материала, чтобы проникнуть в участок первой части, например, с получением соединения с геометрическим замыканием.

В группе вариантов осуществления второй предмет может представлять собой установочную деталь (установочную стойку, установочный вкладыш и т.п.) для установки на первый предмет дополнительного предмета. В частности, внутренняя часть вышеописанного типа может содержать установочный элемент, такой как резьба или байонетный фитинговый элемент или направляющую муфту или элемент соединения зашелкиванием и т.п. Наружная часть может служить в качестве крепежного фланца для крепления установочного элемента. По сравнению с известными крепежными фланцами указанный подход имеет значительные преимущества:

- вместо двух отдельных этапов, на которых берут крепежный фланец и

устанавливают на крепежном фланце крепежный элемент, вся конструкция может быть соединена за один этап;

- опционально установочная деталь может быть помещена непосредственно на изготовленный другим образом первый предмет, например, после размещения последнего относительно дополнительных деталей и/или, например, в присутствии другого предмета; таким образом, в ходе изготовления самого первого предмета, нет необходимости в выполнении этапа точного выравнивания; следовательно, точность позиционирования относительно конечного продукта может быть существенно увеличена;

- благодаря подходу согласно изобретению, крепление соединительного элемента является эффективным также в ситуациях, в которых первый предмет является сравнительно тонким и/или там, где есть необходимость оставить другую, дистальную поверхность первого предмета незатронутой. Это отличается от вышеописанных известных подходов, согласно которым металлический предмет (резбовую втулку или подобный элемент) вставляют в термопластичный предмет.

В частности, в вариантах осуществления, второй предмет содержит проксимальный корпус и дистально от него множество дистальных выступов, которые на этапе прижатия вжимают в первый предмет. В частности, дистальные выступы могут включать в себя по меньшей мере один наружный выступ и по меньшей мере один внутренний выступ.

Например, проксимальный корпус может содержать часть, в вышеупомянутом смысле, второго материала и, встроенную в нее, часть первого материала, причем указанная часть первого материала является доступной с проксимальной стороны и также после этапа обеспечения повторного отверждения может иметь установочный элемент. Часть первого материала может проходить дистально, так, чтобы образовывать по меньшей мере один из дистальных выступов (такой как центральный выступ) или может быть ограничена проксимальной стороной.

В группе изобретений первый предмет является плоским предметом, таким как полимерная пластина, например, полимерная крышка.

Соединение между вторым предметом и первым предметом может быть предназначено для любой цели, где необходимо получение соединения между двумя предметами. Например, в автомобильной или авиационной промышленности такое соединение может быть соединением между конструктивным элементом из пластика (первый предмет) и конструктивным элементом из металла или композиционного материала.

В группе вариантов осуществления второй предмет может представлять собой крепежный элемент в первом предмете для крепления к нему дополнительного элемента.

В другой группе вариантов осуществления второй предмет может быть соединителем, который присоединяет к первому предмету дополнительный третий предмет посредством описанного здесь способа. Указанные варианты осуществления, таким образом, относятся к способу соединения третьего предмета с первым предметом путем соединения второго предмета с первым предметом, включающему в себя этапы, на которых:

берут первый предмет, причем первый предмет содержит термопластичный размягченный материал, находящийся в твердом состоянии;

берут второй предмет, причем второй предмет имеет участок поверхности, содержащий соединительный элемент с вырезом и/или выполнен с возможностью деформации так, чтобы образовать на нем соединительный элемент с вырезом, посредством которого второй предмет способен входить в соединение с геометрическим

замыканием с первым предметом;

размещают третий предмет относительно первого предмета;

прижимают второй предмет к первому предмету посредством инструмента, находящегося в физическом контакте с внедряющим элементом второго предмета, в то время как на инструмент воздействуют механическими вибрациями;

продолжают выполнять этап прижатия и воздействия вибрациями на инструмент до тех пор, пока не произойдет размягчение текучей части термопластичного материала первого предмета и она не затечет в соединительные элементы второго предмета;

позволяют термопластичному материалу второго предмета снова прийти в твердое состояние с обеспечением соединения с геометрическим замыканием между первым и вторым предметами посредством размягченной и снова отвержденной текучей части, проникающей в соединительные элементы;

при этом этап прижатия второго предмета к первому предмету выполняют до тех пор, пока второй предмет не войдет в физический контакт с третьим предметом и не соединит третий предмет с первым предметом.

В частности, на этапе размещения третьего предмета на первом предмете, третий предмет может быть размещен проксимально к первому предмету и после этапа размещения второй предмет может проникать в третий предмет до тех пор, пока его дистальный участок не достигнет первого предмета так, чтобы второй предмет был прижат к первому предмету.

Например, с этой целью, третий предмет может быть из размягчаемого термопластичного материала или другого проницаемого материала для того, чтобы второй предмет проникал через третий предмет до тех пор, пока его дистальный конец не достигнет первого предмета.

В этом случае дополнительно возможно расположить соединительный элемент второго предмета так, чтобы было также получено соединение с геометрическим замыканием с третьим предметом, дополнительно к соединению с первым предметом.

Дополнительно или в качестве альтернативы, третий предмет может содержать отверстие, через которое дистальный участок третьего предмета направляют так, чтобы он достиг первого предмета.

Для крепления третьего предмета к первому предмету второй предмет может содержать головной участок или перемычку, расположенную напротив обращенного проксимально участка поверхности третьего предмета, в то время как дистальный участок второго предмета закрепляют в первом предмете.

Дополнительно или в качестве альтернативы, если третий предмет содержит термопластичный материал, соединение с геометрическим замыканием между вторым и третьим предметами может быть получено за счет проникновения материала третьего предмета в элементы второго предмета, дополнительно к проникновению материала первого предмета в соединительные элементы.

Дополнительно или в качестве еще одной альтернативы, может быть получено сваривание термопластичного материала третьего предмета с термопластичным материалом первого предмета, под действием прижатия второго предмета к узлу третьего и первого предметов, или может быть получено проникновение текучего материала первого предмета несмешиваемым образом, чтобы после повторного отверждения получить механическое и/или адгезивное соединение.

Имеется даже опция, согласно которой материал третьего предмета, который соединяют с первым предметом, содержит эластомерный материал или другой материал, даже если такой материал не является размягчаемым, и даже при отсутствии

предварительно выполненного отверстия. В частности, режущий участок второго предмета может прокалывать участок третьего предмета до тех пор, пока он не войдет в контакт с первым предметом, размещенным дистально от него.

Таким образом (путем соединения неплавкого или плавкого мягкого материала с термопластичным предметом) становится возможным соединение между твердым и мягким материалами, которые, например, не могут обрабатываться совместно путем твердого/мягкого инъекционного формования. В качестве примера можно привести соединение амортизирующей подушки (третий предмет) с термопластичным первым предметом, таким как термопластичный лист.

В группе вариантов осуществления второй предмет содержит, на поверхности, которая в ходе прижатия и вибрации находится в прямом контакте с первым предметом, элементы, служащие в качестве проводников энергии, такие как кромки или кончики. Несмотря на то, что для ультразвуковой сварки, а также для способа «Woodwelding», описанного, например, в документе WO 98/42988 или WO 2008/080238, применение проводников энергии известно, они в общем случае находятся на предмете из материала, подлежащего размягчению. В вариантах осуществления настоящего изобретения, однако, ситуация обратная, поскольку направители энергии предусмотрены на материале, который не размягчается, но в который проникает размягчаемый материал.

Изобретение также относится к соединителю, предназначенному для крепления, описанным здесь способом, к первому предмету, содержащему термопластичный материал. Более конкретно, любые свойства вторых предметов, описанных и/или заявленных применительно к способу, могут быть свойствами соединителя и наоборот.

В настоящем тексте выражение «термопластичный материал, выполненный с возможностью течения или приведенный в текучее состояние, например, путем механической вибрации» или сокращенно «размягчаемый термопластичный материал» или «размягчаемый материал» или «термопластик» применяется для описания материала, содержащего по меньшей мере один термопластичный компонент, при этом указанный материал становится жидким (текучим), при нагревании, в частности при нагревании путем трения, т.е. когда расположен на одной из пары поверхностей (контактных поверхностей), контактирующих друг с другом и посредством вибрации перемещаемых друг относительно друга, причем частота вибрации имеет свойства описанные выше. В некоторых случаях, например, если первый предмет сам по себе вынужден принимать значительные нагрузки, может быть предпочтительно, если материал имеет коэффициент упругости более 0,5 ГПа. В других вариантах осуществления коэффициент упругости может быть ниже указанного значения, так как свойства проводимости вибрации первого предмета термопластичного материала не играют роли в ходе осуществления способа, поскольку механические вибрации передаются напрямую второму предмету посредством инструмента.

Термопластичные материалы хорошо известны в автомобильной и авиационной промышленности. Для цели способа согласно настоящему изобретению, могут быть в частности использованы термопластичные материалы, известные своим применением в указанных отраслях.

Для способа согласно изобретению подходит термопластичный материал, который является твердым при комнатной температуре (или при температуре, при которой осуществляется способ). Он, предпочтительно, содержит полимерную фазу (в частности на основе цепей C, P, S или Si), которая трансформируется из твердой в жидкую или является размягчаемой при температуре превышающей, температуру критического интервала, например, путем плавления и повторной трансформации в твердый материал



после повторного охлаждения до температуры, находящейся ниже критического интервала, например, путем кристаллизации, благодаря которой вязкость твердой фазы на несколько порядков (по меньшей мере на три порядка) превышает вязкость жидкой фазы. Термопластичный материал в общем случае содержит полимерный компонент, который не содержит ковалентных поперечных связей или содержит такие поперечные связи, что поперечные связи обратимым образом разрываются при нагревании или при температуре, превышающей температуру диапазона плавления. Полимерный материал может дополнительно содержать наполнитель, например, волокна или частицы материала, не имеющего термопластичных свойств или имеющего термопластичные свойства, включая диапазон температур плавления, существенно превышающий температурный диапазон плавления основного полимера.

В настоящем тексте в общем случае под «не размягчаемым» материалом понимают материал, который не размягчается при температурах, достигаемых в ходе осуществления способа, в частности, при температурах размягчения термопластичного материала первого предмета. Это не исключает возможности того, что не размягчаемый материал способен размягчаться при температурах, которые не достигаются в ходе осуществления способа, в общем случае намного больших (например, по меньшей мере на 80°C) температуры размягчения термопластичного материала или термопластичных материалов, размягчаемых в ходе осуществления способа. Для кристаллических полимеров температура размягчения является температурой плавления. Для аморфных термопластиков температура размягчения (называемая также «температурой плавления в настоящем тексте») представляет собой температуру, превышающую температуру стеклования, при которой проявляется достаточная текучесть, иногда называемую «температурой течения» (иногда определяемую как самая низкая температура, при которой возможна экструзия), например, температура, при которой вязкость термопластичного материала падает ниже  $10^4$  Па·с (в вариантах осуществления, в частности с полимерами, по существу, без усиления волокном, ниже  $10^3$  Па·с).

Например, не размягчаемый материал может представлять собой металл, такой как алюминий или сталь, или дерево или твердый пластик, например, усиленный или не усиленный термоотверждаемый полимер или усиленный или не усиленный термопластик с температурой плавления (и/или температурой стеклования) существенно превышающей температуру плавления/температуру стеклования размягчаемой части, например, с температурой плавления и/или температурой стеклования, которая выше по меньшей мере на 50°C или 80°C.

Конкретными примерами термопластичных материалов являются: полиэфиркетон (ПЭЭК), полиэфир, такие как полибутелентерефталат (ПБТ) или полиэтилентерефталат (ПЭТ), полиэфиримид, полиамид, например, Полиамид 12, Полиамид 11, Полиамид 6 или Полиамид 66, полиметилметакрилат (ПММА), полиоксиметилен или поликарбонат уретана, поликарбонат или полиэфиркарбонат, или также акрилонитрил-бутадиен-стирол (АБС), акрилэфир-стирол-акрилонитрил (АСА), стиролакрилонитрил, поливинилхлорид, полиэтилен, полипропилен и полистирен или их сополимеры или смеси.

В вариантах осуществления, в которых оба, первый и второй предметы, содержат термопластичный материал, пару материалов выбирают таким образом, чтобы температура плавления материала второго предмета существенно превышала температуру плавления материала первого предмета, например, по меньшей мере на 50°C. Подходящими парами материалов являются, например, поликарбонат или ПБТ для первого предмета и ПЭЭК для второго предмета.

Дополнительно к термопластичному полимеру, термопластичный материал может также содержать подходящий наполнитель, например, усиливающие" волокна, такие как стекловолокно и/или углеволокно. Волокна могут представлять собой короткие волокна. Длинные волокна или сплошные волокна могут применяться в частности для

5 участков первого и/или второго предмета, которые не размягчаются в ходе осуществления способа.

Волокнистый материал (при наличии) может быть любым материалом, применение которого для усиления волокном известно, в частности углем, стеклом, Кевларом, керамикой, например, муллитом, карбидом кремния или нитридом кремния,

10 высокопрочным полиэтиленом (Дайнима) и т.п.

Могут также применяться другие наполнители, не имеющие формы волокон, например, порошковые частицы.

Механическая вибрация или колебание, подходящее для способа согласно изобретению, имеет частоту предпочтительно от 2 до 200 кГц (даже более

15 предпочтительно от 10 до 100 кГц или от 20 и 40 кГц) и мощность вибрации от 0,2 до 20 Вт на квадратный миллиметр активной поверхности. Инструмент приложения вибрации (например, сонотрод) выполнен, например, так, что его контактная поверхность колеблется преимущественно в направлении оси инструмента (продольная вибрация) и с амплитудой от 1 до 100 мкм, предпочтительно около 30-60 мкм. Такие

20 предпочтительные вибрации, например, производятся ультразвуковыми устройствами, известными, например, из области ультразвуковой сварки.

В настоящем тексте термины «проксимальный» и «дистальный» использованы для обозначения направлений и местоположений, в частности термином «проксимальная» обозначена та сторона соединения, с которой осуществляют воздействие механическими

25 вибрациями, оператором или машиной, тогда как дистальной является противоположная сторона. Расширение соединителя на проксимальной стороне в настоящем тексте называется «головным участком», тогда как расширение на дистальной стороне - «опорным участком». Под «осью» понимают проксимально-дистальную ось крепления, вдоль которой на этапе прижатия прикладывают давление. Во многих вариантах

30 осуществления механические вибрации представляют собой продольные вибрации относительно указанной оси.

Краткое описание чертежей

Ниже со ссылками на чертежи описаны способы и варианты осуществления изобретения. Чертежи являются схематическими. На чертежах аналогичные элементы

35 обозначены одинаковыми номерами позиций. На чертежах показаны поперечные сечения вдоль плоскости, параллельной оси крепления («вертикальные» поперечные сечения), если не указано иное. На чертежах:

на фиг. 1a-1d показаны этапы способа соединения согласно первому варианту осуществления изобретения;

40 на фиг. 2 показана альтернативная конфигурация для способа соединения аналогичного способу по первому варианту осуществления;

на фиг. 3a и 3b показан способ соединения с альтернативным вторым предметом;

на фиг. 4a показан вид с дистальной стороны второго предмета;

на фиг. 4b показано поперечное сечение второго предмета, аналогичного предмету

45 с фиг. 4a;

на фиг. 4c показан второй предмет с фиг. 4b, закрепленный в первом предмете;

на фиг. 4d показан дополнительный вариант второго предмета;

на фиг. 5a и 5b показан способ соединения с альтернативными первым и вторым

предметами;

на фиг. 6a-6d показан способ соединения согласно еще одному дополнительному варианту осуществления;

на фиг. 7a показан гибридный второй предмет для способа с фиг. 6a-6d;

5 на фиг. 7b в частичном поперечном сечении показан дополнительный гибридный второй предмет;

на фиг. 7 снова в частичном поперечном сечении показан второй предмет с фиг. 7c после осуществления способа;

10 на фиг. 7d показан дополнительный гибридный второй предмет, используемый в способе соединения без формирования опорного участка;

на фиг. 8 и 9 показаны дополнительные варианты осуществления второго предмета;

на фиг. 10 показан дополнительный способ соединения с альтернативным вторым предметом;

15 на фиг. 11-16 показаны дополнительные варианты осуществления для соединения второго предмета с плоским первым предметом;

на фиг. 17a-17b показан способ соединения второго предмета с деформируемой секцией первого предмета;

на фиг. 18-20 показаны варианты такого способа;

20 на фиг. 21a и 21b показано соединение третьего предмета с первым предметом посредством второго предмета;

на фиг. 22 и 23 показаны альтернативные вторые предметы для такого способа соединения;

на фиг. 24a и 24b показан вид сверху промежуточного продукта для формирования еще одного второго предмета и сечение второго предмета, полученного таким образом;

25 на фиг. 25 и 26 показаны виды дополнительных вторых предметов;

на фиг. 27 показано схематичное горизонтальное сечение дополнительного второго предмета;

на фиг. 28 показан вид снизу элемента крышки такого второго предмета;

30 на фиг. 29a и 29b показан способ соединения вспененного материала с первым предметом из термопластика;

на фиг. 30 показано дополнительная конфигурация для соединения второго предмета с первым предметом;

на фиг. 31 показан вариант второго предмета;

35 на фиг. 32 показан еще один способ соединения второго предмета с первым предметом;

на фиг. 33, 34 и 35 показаны варианты этого способа;

на фиг. 36 показан еще один второй предмет, подлежащий соединению с первым предметом; и

40 на фиг. 37 показан дополнительный второй предмет, подлежащий соединению с первым предметом.

Осуществление изобретения

На фиг. 1a показана основная концепция, применяемая в вариантах осуществления изобретения. Первый предмет 1 состоит из термопластичного материала, например, полибутилентерефталата (ПБТ), плотного или вспененного, или поликарбоната или 45 акрилонитрил-бутадиен-стирола или любого другого термопластичного полимера, который отверждается при комнатной температуре и, например, имеет температуру плавления менее 250°C.

Второй предмет является, например, металлическим или пластиковым

(термоотверждаемым или термопластичным). Если второй предмет является размягчаемым, температура его размягчения такова, что он не является текучим при температурах, при которых является текучим первый термопластик. Например, температура плавления материала второго предмета выше, чем температура плавления материала первого предмета, по меньшей мере на 50°C или по меньшей мере на 80°C.

Второй предмет имеет элемент, выполненный с возможностью входить в соединение с геометрическим замыканием с материалом первого предмета после того как последний придет в текучее состояние. В частности, второй предмет имеет участок поверхности, имеющий выемку относительно осевых направлений (ось 10). Например, такой участок поверхности содержит по меньшей мере одно ребро 4, проходящее в не осевом направлении или по меньшей мере один выступ. В иллюстрируемом варианте осуществления предполагается, что второй предмет является осесимметричным относительно оси 10 и содержит множество круговых ребер 4, между которыми образованы канавки 5.

На дистальном конце второй предмет имеет кончик 3, а на проксимальном конце - головной участок 6, образующий обращенную в проксимальном направлении соединительную поверхность для приложения механических вибраций.

Для прижатия второго предмета к первому предмету, во время внедрения во второй предмет механических вибраций, применяют сонотрод 7. Как показано на фиг. 1b, размягчение материала первого предмета начинается на участке сопряжения с кончиком 3. Продолжение вжатия второго предмета в первый предмет приведет к тому, что второй предмет будет перемещаться относительно первого предмета в направлении, показанном фигурными стрелками. Возникает поток 11 размягченного термопластичного материала первого предмета.

На фиг. 1c показана конфигурация, возникающая незадолго до окончания осуществления способа. Поскольку первый предмет будет размягчаться только вблизи поверхности второго предмета, но в других местах будет оставаться твердым и, таким образом, проявлять некоторую жесткость, поток размягченного материала не может отклоняться произвольным образом, при этом вдавливание второго предмета в первый предмет будет оказывать некоторое гидростатическое давление на первый предмет и, таким образом, поток 11 немедленно заполнит вырезы, такие как канавки 5.

После прекращения вибраций, размягченный термопластичный материал снова затвердеет, при этом второй предмет останется прочно закрепленным в первом предмете (фиг. 1d).

На фиг. 1d также показана глубина  $d_p$  проникновения и глубина  $d_i$  зоны смешивания (глубина взаимопроникновения), при этом последняя представляет собой глубину, на которую проникает текучая часть, начиная с самых крайних элементов поверхности второго предмета, здесь глубина зоны смешивания соответствует глубине канавок 5. Как можно видеть на фиг. 1d, в рассматриваемых вариантах осуществления с эффективным по глубине креплением, глубина проникновения является существенно большей, чем глубина зоны смешивания.

На фиг. 1d также показана ширина  $w$  участка второго предмета, проникающего в первый предмет. Очевидно, что указанная ширина меньше глубины проникновения, что является еще одним свойством, которое можно обеспечить в вариантах осуществления с эффективным по глубине креплением.

В этом и других вариантах осуществления второй предмет, описанный в настоящем тексте, может служить в качестве элемента, выполняющего функцию соединителя (гайка, болт с резьбой и т.п.), проходной муфты, втулки, другого соединителя и т.п.

На фиг. 1a-1d подразумевается, что второй предмет 2 проталкивают через поверхность первого предмета 1 (аналогичные предположения применимы, если на поверхность первого предмета помещают дополнительный, третий предмет, что будет подробно описано ниже, например, со ссылками на фиг. 21a/21b; 29a/29b и 30). В ходе осуществления способа объем, соответствующий объему участка крепления второго предмета (здесь - стержня, т.е. второй предмет без головного участка 6), вытесняется, например, в проксимальных направлениях, и/или введение второго предмета вызывает легкую деформацию всего первого предмета.

В тех случаях когда:

- такое вытеснение и/или деформация являются нежелательными и должны быть сведены к минимуму, и/или

- вследствие формы/размеров второго предмета и/или сопротивления первого предмета второй предмет сложно протолкнуть через поверхность первого предмета, и/или

- сложно направлять второй предмет в ходе введения только посредством сонотрода и/или внешних средств,

предусмотрена опция, согласно которой перед прижатием второго предмета к первому предмету в первом предмете выполняют отверстие 20. Этот случай, также схематически, проиллюстрирован на фиг. 2.

В отношении диаметра  $d_h$  отверстия могут быть применимы следующие рассуждения (не только для форм, показанных на фиг. 2, но в целом для участка второго предмета, который в ходе осуществления способа вжимают в отверстие):

- диаметр  $d_h$  отверстия должен быть меньше наружного диаметра выступающих элементов участка крепления второго предмета (в иллюстрируемом варианте осуществления - ребер 5); исключения из этого принципа могут быть предусмотрены для форм не являющихся осесимметричными;

- в большинстве вариантов осуществления диаметр  $d_h$  отверстия должен быть выбран таким образом, чтобы объем отверстия был равен или был меньше, чем объем, занимаемый участком крепления; другими словами, диаметр отверстия в указанных вариантах осуществления должен быть выбран таким образом, чтобы объем вытесненных участков термопластичного материала первого предмета был приблизительно равен или был больше, объема элементов, в который этот вытесненный объем может течь. Тем не менее, в частности в тех вариантах осуществления, в которых соединительные элементы второго предмета образованы структурами с открытой пористостью, в которые текучий материал втекает, преодолевая некоторое сопротивление, такая необходимость отсутствует.

- в зависимости от требований и свойств материала, диаметр  $d_h$  отверстия может быть выбран так, чтобы приблизительно соответствовать меньшему диаметру  $d_1$  участка крепления (если определен; здесь меньший диаметр соответствует диаметру на осевых участках, на которых расположены канавки) или быть меньше последнего или больше последнего (но не больше наружного диаметра  $d_2$ ).

В различных вариантах осуществления, описанных в настоящей заявке, дистальный кончик 3 или кромка, также как кромки ребер или других выступающих элементов соединительного элемента, служат в качестве направителей энергии для размягчения термопластичного материала.

В описываемых вариантах осуществления сонотрод 7 (или «горн») описан как отдельная деталь, прижимаемая к проксимально направленной соединительной

поверхности второго предмета.

Однако, особенно в вариантах осуществления, в которых второй предмет является металлическим, второй предмет может представлять собой сонотрод, напрямую соединенный с устройством генерации вибраций. Он может, например, иметь проксимальную резьбу или средство байонетного соединения или аналогичное ему для крепления к соответствующему соединению устройства генерации вибраций.

Несмотря на то, что в вариантах осуществления, показанных на фиг. 1a-2, подразумевается наличие круговой симметрии вокруг оси 10, это не является необходимым. Может быть даже предпочтительным, выполнение участка крепления, содержащего элемент, не имеющий круговой симметрии, как описано ниже.

На фиг. 3a и 3b показан вариант осуществления изобретения, в котором второй предмет 2 имеет внутреннюю часть 21 и наружную часть 22, между которыми имеется промежуток 23. Соединительные элементы образованы вдоль наружной поверхности внутренней части и/или внутренней поверхности наружной части и/или наружной поверхности наружной части. В показанном варианте осуществления, соединительные элементы (круговые ребра, между которыми образованы канавки) имеются только вдоль наружной поверхности внутренней части.

Когда второй предмет вжимают в первый предмет, в ходе размягчения термопластичного материала первого предмета, порции размягченного материала втекают в указанный промежуток (поток 11 на фиг. 3b). Помимо закрепления второго предмета в первом предмете указанный материал, после завершения способа, стабилизирует внутреннюю и наружную части друг относительно друга.

Применимы следующие варианты:

Внутренняя часть и наружная часть могут быть выполнены в виде одной детали, или они могут представлять собой отдельные детали, как на фиг. 3a и 3b.

В последнем случае они опционально могут быть изготовлены из разных материалов. Например, если второй предмет является крепежным элементом для крепления чего-либо к первому предмету, внутренняя часть может быть металлической, тогда как наружная часть может быть изготовлена из более легкого и менее твердого материала, например, пластикового материала с более высокой температурой плавления (температурой размягчения), чем у материала первого предмета. Это предусматривает возможность того, что при температуре размягчения материала первого предмета, материал наружной части находится при температуре, превышающей его температуру стеклования так, что он становится деформируемым, указанная деформация способствует закреплению, как указано выше и описано более подробно со ссылками на фиг. 17a-20.

Если внутренняя и наружная части являются отдельными деталями, они обе могут доходить до обращенной проксимально соединительной поверхности, или, как в показанном варианте осуществления, только одна из них доходит до соединительной поверхности. В показанном варианте вибрации поступают во внутренний участок через наружную часть.

Как и в случае, показанном на фиг. 2, перед выполнением этапа прижатия второго предмета к первому предмету в первом предмете может быть выполнено отверстие. Такое отверстие может быть, например, выполнено только для внутренней части. Альтернативно, также возможно выполнить такое отверстие с внутренней частью отверстия и, например, с цилиндрической наружной частью отверстия, для соответствующих частей второго предмета.

Внутренняя часть 21 и/или наружная часть 22 могут иметь круговую симметрию

вокруг оси (ось установки/ось крепления), или могут не иметь такой симметрии.

Также, варианты осуществления, показанные на фиг. 3а и 3b могут быть осуществлены с отверстием в первом предмете, аналогичным отверстию 20, показанному на фиг. 2. Диаметр отверстия может быть адаптирован к размерам внутренней части

21, в соответствии с тем, как было рассмотрено выше при описании фиг. 2. Несмотря на то, что согласно вариантам осуществления, показанным на фиг. 3а/3b, первая и вторая части 21, 22 являются предварительно собранными, обычно в вариантах осуществления, в которых две части выполнены не в виде одной детали, эти части могут быть собраны по месту установки, например, посредством материала первого предмета, соединяющего указанные части и/или материала второго предмета, приходящего в деформируемое состояние в ходе осуществления способа или посредством других признаков.

На фиг. 3а/3b указанные части собраны до того, как их закрепляют, и текучая часть заполняет промежуток 23 между ними, благодаря чему обеспечивается дополнительная стабильность крепления между частями 21, 22.

Что касается промежутка между внутренней частью 21 и наружной частью 22, то для того, чтобы в него мог затекать термопластичный материал, его минимальная ширина должна составлять 0,1 мм.

На фиг. 4а показан вариант осуществления, в котором второй предмет имеет металлическую внутреннюю часть 21, например, из стали, и наружную часть 22 из пластика, например, из полиэфирэфиркетона (ПЭЭК). Вариант осуществления с фиг. 4а имеет следующие признаки, которые могут присутствовать вместе, но также могут быть реализованы по отдельности или в комбинациях.

Центральная часть имеет трубчатую секцию, проходящую от дистального конца (также предусмотрена возможность того, что она полностью имеет трубчатую форму).

Указанная центральная часть имеет внутреннюю резьбу 26 или "другой элемент. Если трубчатая секция проходит до проксимального конца, внутренняя резьба может также проходить до проксимального конца и после завершения процесса крепления может служить для установки на второй предмет дополнительного предмета.

Соединительный элемент внутренней части не имеет круговой симметрии, но содержит осевые каналы 24, которые могут направлять поток материала.

Согласно вариантам осуществления, такие осевые каналы 24 глубже, чем круговые канавки 5, посредством которых происходит соединение с геометрическим замыканием, так, что они служат каналами распределения материала.

Наружная часть 22 не имеет круговой симметрии, но содержит множество наружных осевых выступов, которые в дистальном направлении заканчиваются кромкой или кончиком.

Вариант осуществления с фиг. 4а является вариантом осуществления, в котором второй предмет образует проксимальный элемент (или головной участок) 29, от которого отходят дистальные выступы. В показанном варианте осуществления дистальные выступы образованы удлинениями 28 в виде ножек (наружными выступами) и дистальным участком первой части 21 (внутренними выступами); возможно также применение конфигураций с выступами, проходящими в круговом направлении, например, в виде юбки.

В вышеописанных вариантах осуществления второй предмет закрепляют с эффективным по глубине креплением за счет оснащения второго предмета участком крепления, проходящим вдоль оси крепления, и в некоторых вариантах осуществления с помощью отверстия в первом предмете. Указанные варианты осуществления могут

предусматривать наличие множества структурных элементов (например, канавок) в которые может втекать размягченный материал первого предмета, при этом указанные структурные элементы расположены на расстоянии друг от друга, так, что они размещены вдоль стержня и/или трубки или подобного элемента.

5 В варианте, показанном на фиг. 4b, металлическая внутренняя часть 21 предварительно соединена с пластиковой наружной частью 22. Для повышения стабильности указанного предварительного собранного узла, элементы 4 внутренней части 21 проходят проксимально в зону проксимального элемента 29 и входят в материал наружной части 22.

10 После осуществления процесса соединения второго предмета 2 с первым предметом 1, эффективная высота  $h$  проксимального элемента 29 больше, чем его начальная фактическая осевая протяженность, поскольку текучая часть термопластичного материала заполнила промежуток 23 между внутренним и наружным участками (обратный поток) (фиг. 4с). Имеет место также некоторый обратный поток в  
15 центральное отверстие внутренней части 21, если такое центральное отверстие, как показано, открыто с дистальной стороны. Если нужно предотвратить такой обратный поток, можно закрыть отверстие с дистальной стороны, например, концевым элементом в виде наконечника.

Ситуация имеющая место после завершения способа крепления, показанная на фиг.  
20 4с, хорошо иллюстрирует, что наружная часть 21 служит в качестве установочной детали для другого предмета, при этом наружная часть 22 заменяет известный из уровня техники установочный фланец, при этом наружная часть может быть изготовлена из легкого, недорого материала и вместе с тем значительно увеличивать механическую прочность соединения, особенно в отношении вращательных моментов на предмете,  
25 прикрепленном к внутренней части 21 (резьба 26).

При необходимости, может быть обеспечена дополнительная устойчивость по отношению к осевым усилиям, за счет оснащения наружной части внутренними элементами (канавками или подобными элементами), в которые внедрены текучие части термопластичного материала для получения другого соединения с геометрическим  
30 замыканием.

В конфигурации, показанной на фиг. 4b и 4с, видно, что дистальные концы внутренней части 21 и выступов 28 наружной части 22 проходят примерно на одинаковую осевую глубины (показано, что нижняя линия проходит на одной высоте). Это не является обязательным требованием. Осевые протяженности внутреннего выступа,  
35 образованного внутренней частью 21 и наружной части/наружных частей могут в целом быть выбраны независимо друг от друга, в зависимости от требований. Например, внутренняя часть 21 может проходить далее, чем наружный выступ (выступы) 28, или она может проходить на меньшее расстояние, чем последний.

В конкретных вариантах осуществления она может даже не доходить до плоскости, определенной проксимальной поверхностью в собранном состоянии (на фиг. 4с, плоскость, доходящая до нижней части стрелки  $h$ ) так, что она не вжимается в первый предмет, а только охватывается текучим термопластичным материалом, текущим в проксимальном направлении под воздействием прижимающего усилия (обратный поток текучей части).

40 На фиг. 4d показан вариант, в котором первая (внутренняя) часть 221 не доходит до дистального конца второго предмета. Вторая часть 222 пластичного материала содержит, как по меньшей мере один дистальный выступ 28, так и по меньшей мере один внутренний (центральный) дистальный выступ 27. Как и в предыдущих вариантах



осуществления, второй предмет может иметь круговую симметрию относительно оси 10 или может иметь отдельные дистальные выступы (такие как показаны на фиг. 4a).

Напротив, вариант осуществления, показанный на фиг. 5a и 5b, подходит для закрепления второго предмета относительно первого предмета также если первый предмет является плоским. С этой целью, второй предмет содержит множество структурных элементов, предназначенных для втекания внутрь них размягченного материала, причем указанные структурные элементы разнесены друг от друга в боковом направлении, т.е. проходят вдоль плоскости, которая в ходе процесса крепления параллельна плоскости поверхности первого предмета. По меньшей мере некоторые из указанных элементов образуют вырез.

В частности, в варианте осуществления, показанном на фиг. 5a и 5b, второй предмет содержит множество углублений 35, имеющих в поперечном сечении формы круглых сегментов с центральным углом, составляющим более  $180^\circ$  с образованием выреза. Углубления 35 могут проходить в виде канавок вдоль плоскости, перпендикулярной плоскости чертежа, или могут иметь другие формы и конфигурации.

Как показано на фиг. 5b, этап прижатия и приложения вибраций к инструменту приводит к размягчению на участке сопряжения между первым и вторым предметами, после чего размягченный термопластичный материал течет в углубления с получением, таким образом, благодаря вырезу, крепления второго предмета к первому предмету после повторного отверждения.

На фиг. 5b схематически показан еще один опциональный признак указанного варианта осуществления и других вариантов осуществления изобретения. Когда второй предмет прижимают к первому предмету, на первый предмет должна воздействовать противодействующая сила. Во многих вариантах осуществления, указанную противодействующую силу оказывает виброустойчивая опора, на которой размещен второй предмет, такой как рабочий стол или пол или специально предназначенная для этого опора. Во многих случаях указанная виброустойчивая опора может быть размещена так, что поддерживает участок первого предмета, находящийся непосредственно под вторым предметом (в общем случае, участок первого предмета, проходящий дистально от участка сопряжения первого и второго предметов). Однако, такая необходимость в данном случае отсутствует. Показанный на фиг. 5b опорный элемент 41 размещен так, что опора для первого предмета непосредственно под вторым предметом отсутствует, т.е. дистальная сторона первого предмета открыта. Это может являться предпочтительным в случаях, когда дистальная поверхность первого предмета имеет четко определенную форму или другие свойства, на которые не оказывает влияние процесс соединения.

Признак, согласно которому дистальная поверхность первого предмета, расположенная дистально относительно участка сопряжения со вторым предметом, является открытой, не зависит от других признаков, описанных со ссылкой на фиг. 5b, т.е. он может быть также реализован в других вариантах осуществления, а вариант осуществления с фиг. 5a и 5b может быть также реализован в конфигурации, в которой дистальный конец имеет опору.

В варианте осуществления с фиг. 5a и 5b, который является примером плоского соединения, глубина  $d_i$  зоны смешивания больше, чем глубина  $d_p$  проникновения, на которую второй предмет проникает в первый предмет. Это хорошо иллюстрирует тот факт, что указанные варианты осуществления, среди прочих, особенно подходят для крепления второго предмета к плоскому первому предмету или другому предмету, на котором невозможно осуществления с эффективным по глубине крепления. В любом

случае, указанные варианты осуществления также не имеют вышеупомянутых недостатков, присущих адгезивным креплениям.

Ширина  $w$  крепления/зоны смешивания в вариантах осуществления с плоским креплением по меньшей мере в одном поперечном размере и часто в обоих поперечных размерах существенно больше, чем глубина проникновения, что является дополнительным свойством, которое можно обеспечить для плоских креплений.

Со ссылками на фиг. 6a-6d описан комбинированный способ крепления. Предполагается, что второй предмет 2 имеет форму, аналогичную форме, описанной со ссылками на фиг. 1a-2c участком крепления, содержащим множество выступов и углублений между выступами. Второй предмет содержит термопластичный материал, температура размягчения которого значительно выше температуры размягчения первого предмета. Например, второй предмет может быть изготовлен из полиэфирэфиркетона (ПЭЭК), а первый предмет из полибутилентерефталата (ПБТ) или поликарбоната.

Первый предмет имеет сквозное отверстие 20, в котором закрепляют второй предмет.

С этой целью на первом этапе, показанном на фиг. 6b, второй предмет вжимают в первый предмет, во время воздействия на него механическими вибрациями, до тех пор, пока не начнется размягчение термопластичного материала первого предмета, так, что второй предмет продвигается в дистальном направлении и в то же время образуется поток 11 термопластичного материала первого предмета в углубления 5 второго предмета.

Опора 42, на которой в рассматриваемом варианте осуществления размещают первый предмет, содержит формованный участок, образующий полость 44, когда первый предмет опирается на опору. Второй предмет имеет избыточную длину так, что на некотором этапе осуществления способа, перед тем как обращенная дистально опорная поверхность головного участка 6 упрется в первый предмет, дистальный конец участка крепления упирается в опору 42. После этого дополнительно прикладывают и, возможно, интенсифицируют, прижимающее усилие и механические вибрации, до тех пор, пока термопластичный материал второго предмета 2 также не станет текучим (поток 51 на фиг. 6c) и не потечет в указанную полость. Это приведет к креплению второго предмета к первому предмету путем дополнительного эффекта клепки (фиг. 6d) посредством головного участка 6 и опорного участка 52.

Тот факт, что термопластичный материал первого предмета втекает в элементы второго предмета, помимо усиления закрепляющего действия оказывает также уплотняющее действие.

Несмотря на то, что в вариантах осуществления с фиг. 6a-6d и в других вариантах осуществления, предполагается, что первый и второй предметы являются по существу однородными, это не является обязательным. Первый и/или второй предметы могут быть гибридными и содержать участки из разных материалов. В целях иллюстрации на фиг. 7a показан вариант осуществления, в котором второй предмет 2, например, подлежащий прикреплению к первому предмету в ходе выполнения способа, показанного на фиг. 6a-6d, содержит металлический участок 61 и дистальный пластиковый участок 62, например из ПЭЭК.

В варианте, показанном на фиг. 7b, дистальный пластиковый участок 62 представляет собой оболочечный элемент, соединенный с металлическим участком 61 посредством соединения с геометрическим замыканием. На фиг. 7c показана ситуация после завершения способа, с деформированной частью пластикового участка 62, образующего опорный участок 52, как описано выше.

Варианты осуществления комбинированного способа крепления с дополнительным эффектом клепки также особенно подходят для крепления к первому предмету дополнительного предмета, с помощью подобного заклепке соединителя, образованного вторым предметом, скрепляющего первый и второй предметы друг с другом, как  
 5 пояснено при нижеследующем более подробном рассмотрении других вариантов осуществления.

На фиг. 7d показано, что в качестве соединителя в способах, подобных тем, которые описаны выше, например, со ссылками на фиг. 1a-1d или 2, может также применяться гибридный второй предмет 2 с металлическим участком 61 и пластиковым участком  
 10 62.

На фиг. 8 показан дополнительный вариант осуществления второго предмета 2. Аналогично варианту осуществления с двумя частями с фиг. 3a и 3b, он содержит внутреннюю часть 21 и наружную часть 22 между которыми может течь термопластичный материал первого предмета. Более конкретно, внутренняя часть 21  
 15 имеет форму наподобие стержня с наружными элементами 4, 5, которые образуют вырез относительно осевых направлений. Дополнительно или альтернативно, наружная часть 22 имеет обращенные внутрь элементы, такие как показанная канавка 71 образующая вырез.

В показанном варианте осуществления второй предмет состоит из одной детали, образующей внутреннюю и наружную части 21, 22. Промежуток 23 в вариантах, подобных показанным на фиг. 4a, 4b, 4, 8 и других, показан в виде отверстия, открытого с дистальной стороны и охватывающего центральный выступ 21.  
 20

По сравнению с вариантами осуществления с одним штифтообразным стержнем, варианты осуществления с внутренней частью и наружной частью, благодаря взаимодействию между этими внутренней и наружной частями, обеспечивают  
 25 дополнительную прочность крепления, особенно если термопластичный материал первого предмета является сравнительно мягким, тонким или хрупким.

В варианте осуществления с фиг. 9 второй предмет 2 содержит корпус 73, изготовленный, например, из твердого металлического материала, и вставной участок 74 из материала с открытой пористостью, такого как металлическая пена или  
 30 металлическая сетка. Вставной участок прикреплен к твердому металлическому материалу. Корпус 73 образует по меньшей мере часть обращенной проксимально поверхности внедрения, а вставной участок 74 образует по меньшей мере часть участка поверхности, входящего в контакт с первым предметом. Благодаря воздействию  
 35 механической вибрации и прижимающего усилия, термопластичный материал проникает во вставной участок и он благодаря своей структуре с открытой пористостью образует вырезы и, таким образом, образует соединительные элементы.

Вариант осуществления с фиг. 10 представляет собой вариант с соединительным элементом, обращенным внутрь. Более конкретно, второй предмет 2 имеет вырезанное углубление 35, в которое проникает термопластичный материал. Наружный дистальный  
 40 кончик или кромка 3 служит проводником энергии. Благодаря выгибанию дистальной кромки 3, наружная поверхность 75 второго предмета также образует соединительный элемент с вырезом относительно осевых направлений. Вариант осуществления с фиг. 10 представляет собой пример принципа, описанного со ссылками на фиг. 5a и 5b, в  
 45 котором глубина зоны смешивания превышает глубину проникновения, применительно к элементу для точечного соединения вместо плоского соединения.

На фиг. 11 показан альтернативный вариант осуществления плоского соединения, в котором глубина зоны смешивания превышает глубину проникновения. Указанный

вариант осуществления представляет собой вариант осуществления, оптимизированный для плоского соединения с первым предметом, в котором необходимо минимизировать воздействие соединения, например, вследствие необходимости сохранения определенного качества участков поверхности, к которым второй предмет 2 не прикреплен напрямую (дистальных участков поверхности и/или обращенных проксимально участков поверхности вокруг второго предмета). Принцип соединения, подобный показанному на фиг. 5a/5b, основан на наличии вырезанных углублений 35. В варианте осуществления с фиг. 11 применены следующие средства:

- второй предмет 2 содержит выступающие элементы 36 с дистальными кромками или кончиками 3, которые служат направителями энергии и приводят к быстрому размягчению материала вокруг выступающих элементов;

- объем  $V_1$  выступающих элементов меньше или равен объему  $V_2$  углублений (см. фиг. 12), в которые может втекать термопластичный материал. Глубина границы сопряжения между указанными объемами (пунктирная линия на фиг. 12) здесь определена таким образом, что она соответствует глубине, на которую второй предмет вставлен в первый предмет, т.е. указанная пунктирная линия соответствует уровню, определенному проксимально обращенной поверхностью первого предмета. За счет этого в непосредственной близости от всех участков термопластичного материала, которые смещаются выступающими участками, имеется пространство для втекания. Таким образом, указанный способ работает с минимальным смещением материала и, следовательно, с минимальной теплопередачей;

- углубления и выступы расположены непосредственно друг за другом. Т.е. отсутствует расстояние (см. фиг. 13) между выступами 36 и выступами 36 или такое расстояние является минимальным. За счет этого так же минимизируется поток материала и теплопередача.

В варианте осуществления с фиг. 11 показанные элементы могут проходить цилиндрически и перпендикулярно плоскости чертежа. Альтернативно, углубления или выступы могут быть круговыми или иметь другую форму, ограниченную в обоих боковых направлениях, и могут быть расположены в виде узора на поверхности. Например, во втором предмете могут быть равномерно расположены куполообразные (в частности, сферически куполообразные) углубления, каждое из которых окружено гребнеобразным выступом. Или холмообразные выступы могут образовывать узор, между которыми расположены углубления в виде канавок. Возможно также применение сегментированных и других вариантов размещения.

На фиг. 11 также показано, что благодаря тому, что глубина зоны смешивания больше глубины проникновения, в зоне соединения со вторым предметом, эффективная толщина  $d_{eff}$  увеличена по сравнению с реальной фактической толщиной  $d$  предмета.

В варианте осуществления с фиг. 11, благодаря наличию выступов в форме кончика или кромки, для закрепления требуется относительно большая глубина. В альтернативных конфигурациях может быть применен компромисс между энергонаправляющим воздействием кромок или кончиков и требованием меньшей глубины, например, путем применения закругленных выступов 36, как схематично показано на фиг. 14.

Также, возможно применение поперечного сечения других форм, включая более острые формы, как показано на фиг. 15. Изготовление таких форм, в зависимости от выбранного способа изготовления, может быть более легким такими методами как резание или фрезеровка. В общем случае, способы изготовления первого предмета могут включать в себя как методы удаления материала, так и методы литья, или, как

упомянуто выше, применение элементов с открытой пористостью.

Напротив, что касается вторых предметов 2 такого типа, которые проиллюстрированы на фиг. 11, энергетическое воздействие и требуемое давление выше для вторых предметов как показано на фиг. 5а или также на фиг. 16, имеющих в целом плоскую дистальную торцевую поверхность 81. Предметы такого типа особенно подходят для закрепления в очень тонком первом предмете (таком как органо-листовой материал). Такое крепление оптимизировано на получение максимальной прочности на глубину проникновения, тогда как в целом воздействие способа крепления первого предмета больше, чем в вариантах осуществления с фиг. 11 и других.

В описанных выше вариантах осуществления, соединительные элементы, содержащие вырез относительно осевых (проксимодистальных направлений) и, таким образом, обеспечивающие возможность соединения с геометрическим замыканием, являются элементами второго предмета, выполненными заранее. Ниже описаны варианты осуществления, где указанный элемент формирования соединения с геометрическим замыканием образуется во время процесса деформации.

На фиг. 17а показан основной вариант осуществления в соответствии с таким принципом. Второй предмет 2 содержит основную часть 90 и множество деформируемых ножек, проходящих в дистальном направлении от основной части 90. Материал второго предмета может быть таким, что возможна пластическая деформация указанных ножек и/или упругая деформация ножек. В вариантах осуществления указанный второй предмет изготовлен из металла, при этом ножки представляют собой листовые части, толщина которых достаточно мала, чтобы обеспечить возможность деформации в условиях, создаваемых в ходе осуществления способа крепления. Альтернативно, второй предмет может быть изготовлен из материала на основе полимера с усилителем, выбранным подходящим образом или любого другого подходящего материала или агломерата.

На фиг. 17b показан второй предмет 2, закрепленный в первом предмете 1. Ножки 91 после их установки под воздействием механической энергии и прижимающего усилия деформированы, так, что расходятся в направлении наружу, образуя, таким образом, после повторного отверждения соединительные элементы.

На фиг. 18 показан вариант осуществления, объединяющий принципы вариантов осуществления с фиг. 3а/б и 17а/б. Дополнительно к наличию наружной части 22 с деформируемым участком 91 (деформируемая ножка или другой деформируемый элемент), второй предмет также содержит внутреннюю часть, которая в показанном варианте осуществления не является деформируемой.

На фиг. 18 также проиллюстрированы два других принципа, применимых независимо от конфигурации с фиг. 18.

Во-первых, способ согласно вариантам осуществления дополнительно включает в себя прижатие к проксимальной поверхности первого предмета вблизи второго предмета удерживающего устройства 93, во время соединения второго предмета с первым предметом (на фиг. 18 это удерживающее устройство показано только с левой стороны, но оно может также полностью окружать второй предмет). Благодаря этому удается избежать появления вздутий или других подобных явлений, вызванных прижатием второго предмета к первому (ср. с фиг. 1b/1c).

Во-вторых, аналогично вариантам осуществления, показанным на фиг. 5, 10 и 11, способ может быть осуществлен таким способом, что приведет к обратному потоку материала во внутреннее пространство второго предмета, здесь - пространство между внутренней и наружной частями. Вследствие этого, наиболее проксимальные участки термопластичного материала, которые стали текучими в ходе выполнения способа,

расположены проксимально относительно первоначально проксимальной торцевой поверхности. Такой обратный поток, как описано выше, увеличивает эффективную глубину крепления. В вариантах осуществления удерживающее устройство 90 описанного типа может способствовать осуществлению способа тем, что вокруг второго предмета поддерживается давление, и обратный поток находится во внутреннем пространстве/полости, а не вокруг него. Величина  $\Delta h$ , показанная на фигуре, иллюстрирует разницу, на которую материал втек внутрь относительно проксимальной торцевой поверхности вокруг второго предмета, и эта величина  $\Delta h$  может также соответствовать увеличению эффективных глубин крепления.

На фиг. 19 показан пример варианта осуществления, в котором опора 42, к которой узел из первого и второго предметов прижимают сонотродом 7, имеет формованный участок, который способствует деформации деформируемого участка второго предмета 2. В частности, в варианте, показанном на фиг. 19, опора 42 имеет формованный выступ, взаимодействующий с соответствующим углублением первого предмета 1. Формованный выступ выполнен из материала, который не обладает текучестью и не размягчается в ходе осуществления способа. Также, возможно, что опора, содержащая выступ 46 или другой формованный участок, может производить охлаждающее действие, например, при активном охлаждении, так, что материал первого предмета остается твердым на участке сопряжения с ней. Таким образом, указанный деформируемый участок направляется в процессе деформации так, чтобы отходить от формованного участка, как показано на фиг. 19. Более конкретно, деформируемые ножки, которые составляют деформируемый участок, вынуждены отгибаться в направлении наружу от формованного выступа 46.

На фиг. 20 показан альтернативный вариант осуществления, в котором формованный элемент 44 содержит формованное углубление 44, так, что в конфигурации, показанной на фиг. 20, деформируемые ножки загибаются в направлении внутрь. Возможно также применение других альтернатив.

В целом, назначение второго предмета может состоять в том, что он служит крепежным элементом для дополнительного предмета, подлежащего соединению с первым предметом или может сам являться таким вторым предметом (на вышеупомянутых фигурах первый предмет показан без каких-либо функциональных элементов, предназначенных для этой цели, вместе с тем возможно применение любых таких элементов, как крепежные элементы или других элементов).

Ниже описаны варианты осуществления, в которых в ходе осуществления способа с первым предметом соединяют дополнительный предмет («третий предмет») путем присоединения к нему второго предмета.

На фиг. 21a показана базовая конфигурация. Второй предмет 2, выступающий в качестве соединителя в вариантах осуществления, в которых первый предмет соединяют с другим, третьим, предметом, изображен аналогичным соединителю с фиг. 1a без головного участка. Альтернативно, возможно применение вторых предметов другой формы. В частности, могут применять все предметы, описанные в настоящей заявке, подходящие для осуществления с эффективным по глубине крепления, включая вторые предметы с головным участком. Третий предмет 100 показан в виде термопластичного элемента, аналогичного первому предмету 1. Он расположен напротив проксимальной поверхности первого предмета 1. Для крепления второй предмет проходит через третий предмет 100 и первый предмет, с закреплением в обоих, первом и втором, предметах, как показано на фиг. 21b.

Третий предмет может содержать термопластичный материал, выполненный с

возможностью сваривания с термопластичным материалом первого предмета 1.

Например, это может быть термопластичный материал с той же самой полимерной матрицей. В зоне вокруг второго предмета, благодаря размягчению, происходящему в ходе осуществления способа, может произойти сварка, как показано кружками 101.

5 В общем случае, материал третьего предмета в ходе осуществления способа вжимают в первый предмет, что способствует соединению после повторного отверждения. То же самое имеет место, если материалы первого и третьего предметов не могут быть сварены, поскольку не смешиваются в жидком состоянии.

Дополнительно или в качестве альтернативы прохождению через материал третьего предмета второй предмет (соединитель) могут также проводить через предварительно выполненное отверстие в третьем предмете для того, чтобы его дистальный участок закрепился в первом предмете. Такое предварительно выполненное отверстие может иметь диаметр, позволяющий второму предмету проходить через него по существу без сопротивления (см. вариант осуществления описанный ниже) или может встречать  
15 значительное сопротивление с поглощением, таким образом, механической энергии.

На фиг. 22 показан вариант второго предмета 2. Этот вариант отличается от вышеописанных вариантов осуществления тем, что имеет сжимающий элемент, образованный благодаря дистально вогнутому участку 111. Указанный участок будет вызывать вжатие термопластичного материала третьего предмета в первый предмет,  
20 обеспечивая более ярко выраженное смешивание, и, если применимо, сваривание между материалами третьего и первого предметов.

На фиг. 23 показан дополнительный пример второго предмета 2, подходящего для выполнения функции соединителя в описанном смысле. В частности, второй предмет 2, выполненный согласно фиг. 23, особенно прост в изготовлении и может быть  
25 изготовлен как компонент с низкой стоимостью. Более конкретно, второй предмет содержит листовые участки, например, из металла. Листовые участки образуют множество ножек 112 с усиками 113, при этом все ножки проходят от перемычки 114 и выполнены с ней за одно целое. Второй предмет может быть изготовлен из штампованного металлического листа путем всего лишь отгибания ножек от мостового участка 114 и сгибания ножек 112 так, чтобы они имели усики 113.  
30

Аналогично, вариант осуществления с фиг. 24a и 24b имеет головной участок 114 (или перемычку) с множеством отходящих от него ножек. На фиг. 24a показан штампованный металлический лист в виде промежуточной детали, а на фиг. 24b показан второй предмет 2, полученный путем деформации указанного промежуточного участка посредством сгибания. Эти ножки могут содержать выступы или канавки (то же имеет место для варианта с фиг. 23) для обеспечения дополнительной стабильности.  
35

В указанном варианте осуществления вместо усиков, ножки 112 имеют дистальные стреловидные участки 115. Возможно также применение комбинаций.

Дополнительным опциональным признаком, не зависящим от наличия ножек, является центральное отверстие 116, которое может быть использовано для направления в ходе осуществления способа, например, совместно с манжетой 117. Возможны другие варианты применения такого отверстия и/или манжеты, включая крепление дополнительного предмета ко второму предмету.  
40

На фиг. 25 показан второй предмет, выполненный в виде перфорированного металлического полого цилиндра 121. В ходе выполнения способа в отверстия 122 металлического цилиндра может проникать термопластичный материал, обеспечивая, тем самым, соединение с геометрическим замыканием. Для минимизации проксимального нагрева, доля объема, занимаемого перфорацией, должна быть,  
45

преимущественно около 50% или выше.

Второй предмет, показанный на фиг. 26, содержит металлическую сетку 125, также выполненную в виде полого цилиндра. Принцип функционирования аналогичен принципу функционирования полого цилиндра, при этом ячейки сетки служат для

проникновения термопластичного материала. Помимо выполнения в форме полого цилиндра, перфорированный металлический лист или сетка могут иметь другие формы для того, чтобы образовать соединитель описанного типа. На фиг. 27 в качестве примера очень схематично проиллюстрирована спиральная форма.

Другой вариант, помимо цилиндрической (фиг. 25 и 26) и спиральной формы, в которой материал является стабильным, - волнообразная форма, например, проходящая вдоль длины. Амплитуда такой волны может быть по меньшей мере в 5-10 раз больше толщины листа или сетки.

Еще одним дополнительным вариантом является квадрат (поперечное сечение которого перпендикулярно осевому направлению) или другая закрытая или открытая форма с изгибами или прогибами.

Вторые предметы, имеющие элементы, описанные со ссылками на фиг. 22-27, а также со ссылками на фиг. 37 ниже, могут в целом быть очень тонкими и, соответственно, иметь тенденцию к изгибанию. С учетом этого факта, в зависимости от области применения, может быть преимущественным выполнение проксимальных соединительных элементов для обеспечения стабильности.

На фиг. 28 показана крышка 141 с канавкой 142, служащей проксимальной перемычкой второго предмета 2 со спиралевидным металлическим листом или сеткой для сообщения второму предмету дополнительной механической прочности в ходе осуществления способа.

Вторые предметы с тонкими элементами, описанные со ссылками на фиг. 22-28, а также со ссылкой на фиг. 37 ниже, применимы также для фиксации в относительно тонких первых предметах, с минимальной затратой энергии. Вследствие их малой толщины смещается очень малый объем и зоны расплавления являются очень локальными. Это минимизирует общее давление и общие энергозатраты.

Вторые предметы 2 в виде соединителей такого типа, как описаны со ссылкой на фиг. 22-28, могут особенно подходить для скрепления первого и третьего предметов булавочным или степлерным образом посредством осуществления описываемого здесь способа. Здесь способ, которым первый и третий предметы расположены друг относительно друга по отношению к проксимодистальной оси крепления, может варьироваться, в частности, также возможно вжать соединитель через первый предмет в третий предмет, вместо того, чтобы сделать наоборот.

На фиг. 29a и 29b показан конкретный вариант применения принципа использования соединителя для соединения третьего предмета 100 с первым предметом 1.

Предполагается, что второй предмет имеет колпакообразную форму с кольцеобразным участком 131, отходящим в дистальном направлении от основного корпуса 132.

В данном конкретном примере третий предмет 100 содержит пену, которая при установке второго предмета 2 сжимается (сжатый участок 102). Опционально, второй предмет может иметь выпускные отверстия 133 или другие формованные элементы, позволяющие сжатому материалу вытекать в том случае, если пена имеет термопластичные свойства (что не является необходимостью). На фиг. 29b показаны соответствующие участки 103 вытекания.

Несмотря на то, что на фиг. 29a и 29b показано крепление третьего предмета из



пеноматериала, аналогичным образом посредством описанного способа может быть прикреплен третий предмет из другого материала, например, мягкого и/или эластомерного материала, который может быть прорезан дистальными элементами второго предмета или предмета, имеющего предварительно выполненное отверстие для этих элементов.

В варианте осуществления, показанном на фиг. 30, третий предмет имеет отверстие 109, через которое можно продвинуть дистальный участок второго предмета для вхождения в контакт с первым предметом. Здесь третий предмет 100 может быть термопластичным, а отверстие 109 может иметь меньший размер по отношению ко второму предмету так, что при его установке возникнет сопротивление и вытеснение материала третьего предмета вокруг отверстия 109. Альтернативно, третий предмет может быть выполнен из не размягчаемого материала. Тогда необходимо, чтобы размер отверстия 109 был таким, чтобы дистальный участок второго предмета проходил через него, или дистальный кончик или дистальная кромка прорезала материал третьего предмета.

Второй предмет в показанном варианте осуществления содержит упругий элемент 118 с усиками, позволяющий протолкнуть дистальный участок второго предмета в отверстие 109, но обеспечивающий закрепление в первом предмете 1 после размягчения и повторного отверждения. Второй предмет также имеет проксимальный головной участок 6 для крепления третьего предмета напротив первого предмета 1.

Альтернативно наличию упругой структуры 118 с усиками, второй предмет в конфигурации, подобной показанной на фиг. 30, мог бы также иметь форму, аналогичную форме, показанной на фиг. 1а, снова с проксимальным головным участком 6, например, показанным на фиг. 31.

На фиг. 32 показан вариант осуществления, в котором второй предмет 2, являющийся, например, полностью металлическим, закреплен в сквозном отверстии 20 первого предмета. Указанное сквозное отверстие сужается по направлению к дистальной стороне (имеет фаску), а второй предмет соответственно является скошенным, чтобы его можно было закрепить вокруг указанного отверстия. Предполагается, что первый предмет является листом термопластичного материала.

Крепление второго предмета к первому предмету является плоским креплением, аналогичным описанному в отношении фиг. 5а/5b, 11 и других, с элементами для взаимопроникновения, образованными острыми выступающими элементами 36 и углублениями 36 - даже несмотря на то, что поверхность крепления второго предмета является не плоской, а конической.

На фиг. 33 показан альтернативный вариант, в котором сквозное отверстие 20 первого предмета является не скошенным, а ступенчатым, с поверхностью крепления, содержащей выступающие элементы 36 и углубления 35, закрепленные вокруг ступени.

Согласно еще одной альтернативе, показанной на фиг. 34, если второй предмет 2 может проходить над проксимальной поверхностью листообразного первого предмета 1, подобный головной части проксимальный выступ 6 второго предмета может иметь дистальную торцевую поверхность, содержащую элементы 35, 36 для соединения второго предмета с кромкой отверстия.

В варианте с фиг. 35 для другой конфигурации, аналогичной показанной на фиг. 23, реализованы два дополнительных опциональных признака (указанные признаки могут быть реализованы независимо друг от друга, но предпочтительно, если они скомбинированы):

- размер структурных элементов 35, 36 уменьшается в дистальном направлении;

- угол  $\alpha$  раскрытия скоса второго предмета больше угла  $\beta$  раскрытия скоса сквозного отверстия 20, благодаря чему второй предмет проникает дальше в первый предмет в более периферийных, проксимальных положениях, чем в более центральных, дистальных положениях.

Благодаря воздействию обоих признаков поглощается больше энергии и больше материала размягчается в более проксимальных, периферийных местоположениях, чем в более дистальных, центральных местоположениях вокруг отверстия. Эффект заключается в том, что дистальная поверхность первого предмета остается незатронутой.

На фиг. 36 показан вариант варианта осуществления с фиг. 11, в котором структурные элементы, обеспечивающие крепление, находятся только на периферии второго предмета 2. В более центральных положениях, дистальная поверхность 151 служит упором и опорной поверхностью и, таким образом, точно определяет осевое относительное положение. В этом случае, соображения, приведенные при рассмотрении фиг. 12, касающиеся относительных объемов выступающих элементов 36 и углублений 35 могут быть особенно предпочтительны.

Таким образом, на фиг. 36 очень схематично показан пример варианта осуществления, в котором зона соединения между первым и вторым предметами составляет только часть их взаимного сопряжения, энергия фактически не передается и размягчения не происходит.

В варианте осуществления с фиг. 37 выступающие элементы 161 для закрепления во втором предмете соединены с основным корпусом второго предмета и проходят дистально в направлении по существу параллельном осевому направлению.

Выступающие элементы могут, например, быть выполнены аналогично элементам, показанным на фиг. 23, 24b, 25 и 26 и быть особенно простыми и экономичными в изготовлении.

Для обеспечения устойчивости по отношению к изгибу, металлический лист или сетка могут иметь изогнутую форму (например, образовывать цилиндр) или волнистую форму (перпендикулярно плоскости чертежа) или другую непрямую форму, как описано выше.

Например, основной корпус второго предмета 2 может быть из размягчаемого материала (размягчаемого при той же температуре, что и термопластичный материал первого предмета, при более высоких температурах или даже при немного меньших температурах), с внедренными в них выступающими элементами 161. В вариантах осуществления пористость элементов может составлять по меньшей мере 50%.

#### (57) Формула изобретения

1. Способ соединения второго предмета с первым предметом, включающий в себя этапы, на которых: берут первый предмет, причем первый предмет содержит термопластичный размягчаемый материал, находящийся в твердом состоянии; берут второй предмет, причем второй предмет имеет участок поверхности, содержащий соединительный элемент с вырезом и/или выполненный с возможностью деформации так, чтобы образовать на нем соединительный элемент с вырезом, посредством которого второй предмет способен входить в соединение с геометрическим замыканием с первым предметом; прижимают второй предмет к первому предмету посредством инструмента, находящегося в физическом контакте с внедряющим элементом второго предмета, в то время как в инструмент внедряют механические вибрации; продолжают выполнять этап прижатия и внедрения вибраций в инструмент до тех пор, пока не произойдет

размягчение текучей части термопластичного материала первого предмета и она не затечет в соединительный элемент второго предмета; позволяют термопластичному материалу первого предмета снова прийти в твердое состояние с получением соединения с геометрическим замыканием между первым и вторым предметами посредством  
 5 размягченной и снова отвержденной текучей части, проникшей в соединительный элемент, отличающийся тем, что соединительный элемент содержит отверстие, открытое с дистальной стороны, определяющее вырез относительно осевых направлений, причем поток текучей части содержит обратный поток в указанное отверстие, определяющее вырез.

10 2. Способ по п. 1, в котором внедряющий элемент содержит обращенную в проксимальном направлении поверхность внедрения.

3. Способ по п. 1, в котором внедряющий элемент содержит элемент для крепления второго предмета к устройству генерации вибраций.

4. Способ по любому из пп. 1-3, в котором соединительный элемент второго предмета  
 15 изготовлен из материала, который не является размягчаемым или является размягчаемым при температуре существенно большей, чем температура размягчения текучей части.

5. Способ по любому из пп. 1-4, в котором второй предмет содержит второй термопластичный материал, имеющий температуру размягчения существенно большую,  
 20 чем температура размягчения текучей части, при этом способ включает в себя этап, на котором после этапа размягчения текучей части термопластичного материала первого предмета, прижимают второй предмет к опоре и/или не размягчаемой части первого предмета в ходе внедрения вибраций во второй предмет, до тех пор, пока не произойдет размягчение второй текучей части второго термопластичного материала и ее течение,  
 25 приводящее к деформации второго предмета.

6. Способ по п. 5, в котором первый предмет имеет сквозное отверстие, причем на этапе прижатия второй предмет вжимают в отверстие, при этом деформация второго предмета включает в себя формирование опорного участка, являющегося дистальным расширением в дистальном направлении первого предмета.

30 7. Способ по любому из пп. 1-6, в котором первый предмет имеет отверстие, а на этапе прижатия, часть второго предмета вжимают в указанное отверстие.

8. Способ по п. 7, в котором диаметр отверстия выбран так, что объем смещенных участков текучей части равен объему элементов, в которые может втекать смещенный объем.

35 9. Способ по любому из пп. 1-8, в котором для приложения противодействующей силы, первый предмет помещают на виброустойчивую опору.

10. Способ по п. 9, в котором указанная опора содержит опорную поверхность напротив участка, к которому прижимают первый предмет.

11. Способ по любому из пп. 1-9, в котором дистальная сторона первого предмета  
 40 напротив участка, к которому прижимают первый предмет, является открытой и не поддерживается в ходе выполнения этапа прижатия.

12. Способ по любому из пп. 1-11, в котором второй предмет содержит внутреннюю часть и наружную часть, между которыми имеется промежуток, причем соединительный элемент второго предмета включает в себя наружные элементы внутренней части и/  
 45 или внутренние элементы наружной части и/или наружные элементы наружной части, при этом на этапе приведения текучей части в текучее состояние, вызывают течение в указанный промежуток.

13. Способ по любому из пп. 1-12, в котором второй предмет содержит первую часть

из первого материала и вторую часть из второго материала.

14. Способ по любому из пп. 1-13, в котором температура размягчения текучей части составляет 200°C или менее.

15. Способ по любому из пп. 1-14, в котором второй предмет имеет деформируемый участок, при этом способ включает в себя этап деформации деформируемого участка путем выполнения этапа прижатия и внедрения механических вибраций в инструмент, при этом деформируемый участок по меньшей мере частично окружают размягченным материалом первого предмета.

16. Способ по п. 15, в котором второй предмет содержит головной участок или перемычку, причем деформируемый участок проходит дистально от головного участка или перемычки по существу параллельно проксимодистальной оси крепления.

17. Способ по п. 15 или 16, в котором деформация деформируемого участка включает в себя отгибание деформируемого участка от осевого направления.

18. Способ по любому из пп. 15-17, в котором первый предмет в ходе выполнения этапа прижатия размещают на опоре, причем опора имеет формованный элемент, способствующий указанной деформации.

19. Способ по любому из пп. 1-18, в котором выполняют крепление третьего предмета к первому предмету посредством второго предмета.

20. Способ по п. 19, в котором этап прижатия второго предмета к первому предмету выполняют до тех пор, пока второй предмет не войдет в физический контакт с третьим предметом и не прикрепит третий предмет к первому предмету.

21. Способ по п. 19 или 20, в котором третий предмет содержит термопластичный материал, причем течение текучей части термопластичного материала третьего предмета относительно второго предмета вызывают путем воздействия прижатием и механическими вибрациями.

22. Способ по любому из п. 19-21, в котором на этапе размещения третьего предмета относительно первого предмета, третий предмет размещают проксимально от первого предмета, а после этапа размещения вызывают проникновение второго предмета в третий предмет до тех пор, пока его дистальный участок не достигнет первого предмета для того, чтобы прижать второй предмет к первому предмету.

23. Способ по п. 22, в котором на этапе, на котором вызывают проникновение второго предмета в третий предмет, вызывают смещение материала третьего предмета.

24. Способ по п. 22 или 23, в котором третий предмет содержит отверстие, через которое направляют дистальный участок третьего предмета так, чтобы он достиг первого предмета.

25. Способ по любому из пп. 19-24, в котором второй предмет содержит головной участок или перемычку, которые опирают на проксимальный участок поверхности третьего предмета после повторного отверждения термопластичного материала первого предмета, во время закрепления дистального участка второго предмета в первом предмете.

26. Способ по любому из пп. 1-25, в котором второй предмет содержит дистальную концевую поверхность с множеством разнесенных в боковом направлении полостей, образующих отверстие и выполненных с возможностью принимать по меньшей мере части текучей части, причем в ходе прижатия второго предмета к первому предмету прижимают дистальную концевую поверхность к проксимальной поверхности первого предмета.

27. Способ по п. 26, в котором между полостями второго предмета имеются выступы.

28. Способ по п. 27, в котором проксимальная поверхность первого предмета

определяет плоскость раздела, причем после этапа прижатия и внедрения вибраций в инструмент указанные выступы отходят дистально от плоскости раздела, а полости проходят в направлении внутрь от плоскости раздела, при этом объем выступов меньше или равен объему полостей.

5 29. Способ по п. 27 или 28, в котором выступы содержат направляющую энергию кромку или направляющий энергию конец.

30. Способ по любому из пп. 26-29, в котором полости расположены равномерно.

31. Способ по любому из пп. 26-30, в котором посредством этапа прижатия и внедрения вибраций в инструмент второй предмет приводят в перемещение относительно  
10 первого предмета в осевом направлении на глубину проникновения для проникновения в первый предмет, при этом глубина проникновения меньше, чем боковая ширина второго предмета.

32. Способ по п. 31, в котором глубина проникновения меньше бокового расстояния между самыми крайними полостями.

15 33. Способ по любому из пп. 1-32, в котором глубину зоны смешивания определяют как глубину, на которую проникает текучая часть, начиная от самых крайних поверхностных элементов второго предмета, при этом глубина зоны смешивания меньше глубины проникновения.

34. Способ по любому из пп. 1-33, включающий в себя этап, на котором к  
20 проксимальной поверхности первого предмета прижимают удерживающее устройство вблизи от второго предмета, в ходе прижатия второго предмета и воздействия на него механическими вибрациями.

35. Способ по любому из пп. 1-34, в котором второй предмет содержит установочный элемент для установки на первый предмет дополнительного предмета, причем указанный  
25 установочный элемент доступен с проксимальной стороны и принадлежит первой части первого материала, а второй предмет дополнительно содержит вторую часть второго материала, причем по меньшей мере после этапа повторного отверждения термопластичного материала второй материал введен в части первой части.

36. Способ по п. 35, в котором на этапе прижатия и внедрения вибраций в инструмент  
30 текучие части вынуждают течь в промежуток между первой и второй частями, тем самым стабилизируя первую часть относительно второй части.

37. Способ по п. 35 или 36, в котором первая часть выполнена из металла, а вторая часть из пластика.

38. Способ по любому из пп. 35-37, в котором вторая часть содержит по меньшей  
35 мере один наружный периферийный дистальный выступ, который на этапе прижатия и внедрения вибраций в инструмент вжимают в первый предмет.

39. Способ по п. 38, в котором первая часть и/или вторая часть содержит по меньшей мере один внутренний дистальный выступ, который на этапе прижатия и внедрения вибраций в инструмент вжимают в первый предмет.

40 40. Способ по любому из пп. 1-39, в котором соединительный элемент содержит последовательность радиальных выступов и углублений.

41. Способ по любому из пп. 1-40, в котором соединительный элемент содержит множество разнесенных в боковом направлении отверстий, открытых с дистальной стороны и/или указанное отверстие, открытое с дистальной стороны охватывает выступ  
45 второго предмета.

42. Соединитель для крепления, способом по любому из пп. 1-41, к первому предмету, содержащему термопластичный размягчаемый материал в твердом состоянии, причем указанный соединитель содержит участок поверхности, имеющий соединительный

элемент с вырезом и/или выполненный с возможностью деформации так, чтобы образовать на нем такой соединительный элемент с вырезом, посредством которого соединительный элемент способен входить в соединение с геометрическим замыканием с первым предметом; причем указанный соединитель также содержит внедряющий элемент для вхождения в контакт с инструментом, причем указанный соединитель выполнен с возможностью прижатия к первому предмету посредством инструмента, находящегося в физическом контакте с внедряющим элементом соединительного элемента во время внедрения в инструмент механических вибраций до тех пор, пока текучая часть термопластичного материала первого предмета не размягчится и не потечет в соединительный элемент, для обеспечения, после повторного отверждения термопластичного материала, соединения с геометрическим замыканием между первым предметом и соединительным элементом посредством размягченной и повторно отвержденной текучей части, проникающей в соединительный элемент.

43. Соединитель по п. 42, содержащий внутреннюю часть и наружную часть, между которыми имеется промежуток, определяющий отверстие, открытое с дистальной стороны, причем указанный соединительный элемент включает в себя наружные элементы внутренней части и/или внутренние элементы наружной части, и/или наружные элементы наружной части.

44. Соединитель по п. 43, содержащий проксимальный корпус и множество дистальных выступов, отходящих от него в дистальном направлении, при этом дистальные выступы образуют внутреннюю часть и наружную часть.

45. Соединитель по любому из пп. 42-44, содержащий первую часть первого материала и вторую часть второго материала.

46. Соединитель по п. 45, в котором первая часть внедрена в материал второй части, доступна с проксимальной стороны и содержит установочный элемент.

47. Соединитель по п. 46, в котором первая часть проходит дистально с формированием по меньшей мере одного дистального выступа.

48. Соединитель по любому из пп. 45-47, в котором первый материал является металлом, а второй – пластиком.

49. Соединитель по любому из пп. 45-48, в котором второй материал является пластически или упруго деформируемым.

50. Соединитель по любому из пп. 42-49, содержащий дистальную концевую поверхность с множеством разнесенных в боковом направлении полостей, образующих отверстие и выполненных с возможностью вмещения по меньшей мере частей текучей части.

51. Соединитель по п. 50, содержащий выступы между полостями.

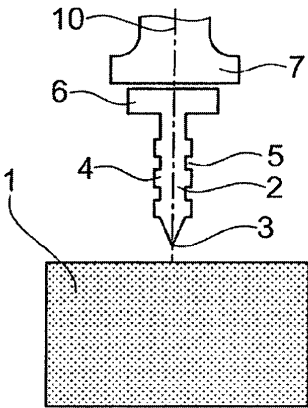
52. Соединитель по п. 51, содержащий дистальную поверхность, образующую плоскость раздела, причем объем выступов меньше или равен объему полостей относительно плоскости раздела.

53. Соединитель по любому из пп. 42-49, содержащий участок перфорированного листа или сетки, проходящий в осевом направлении.

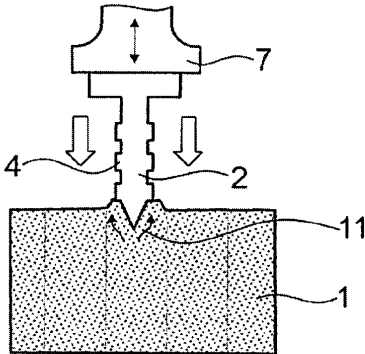
54. Соединитель по п. 53, в котором участок листа или сетки, в сечении, перпендикулярном оси, в по меньшей мере одном осевом положении искривлен или изогнут или имеет отогнутый край.

1

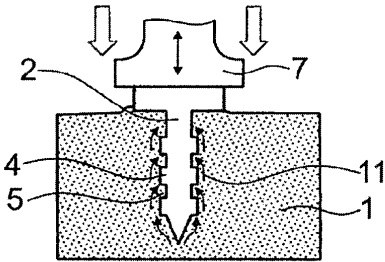
1/9



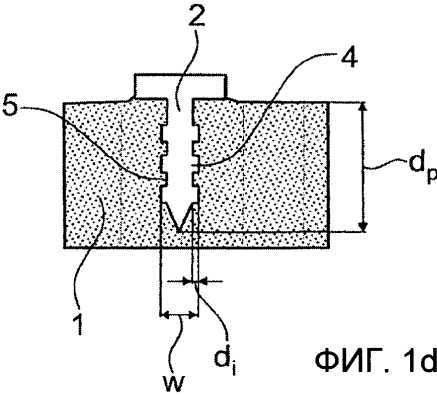
ФИГ. 1а



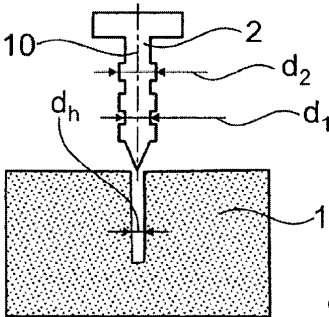
ФИГ. 1b



ФИГ. 1с

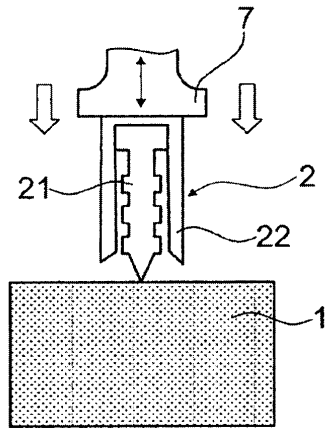


ФИГ. 1d

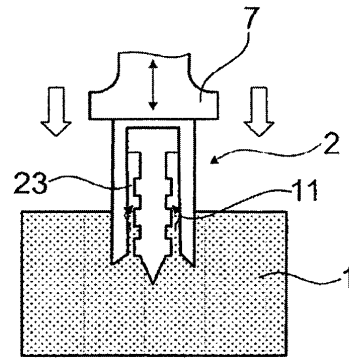


ФИГ. 2

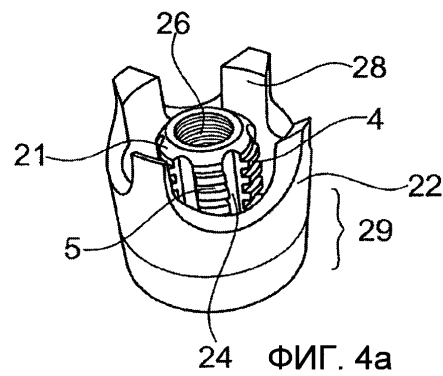
2



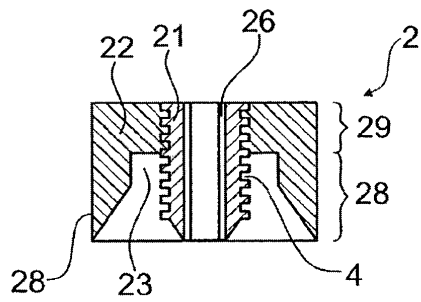
ФИГ. 3а



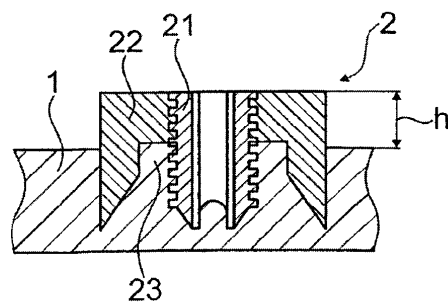
ФИГ. 3б



ФИГ. 4а

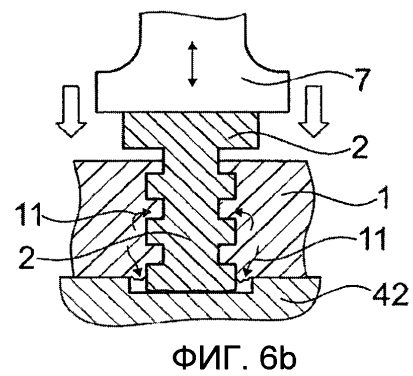
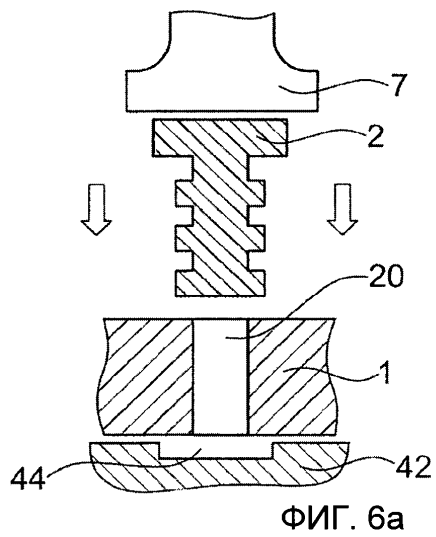
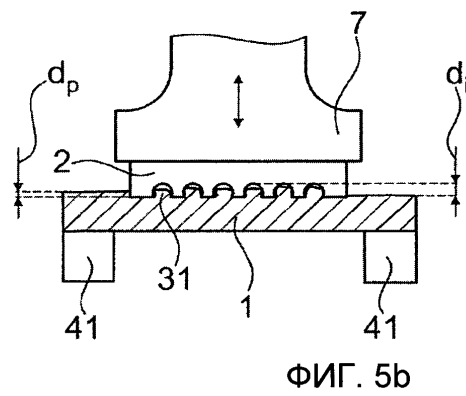
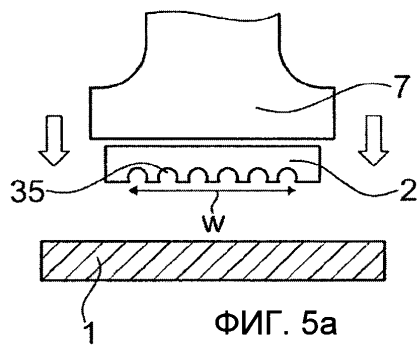
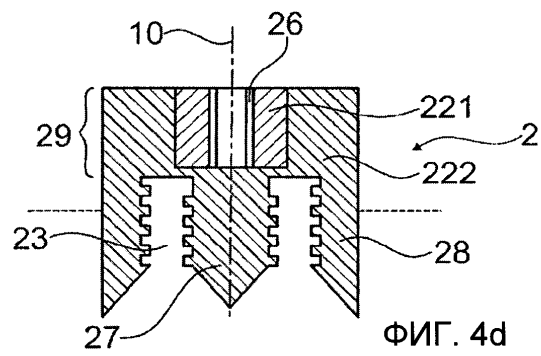


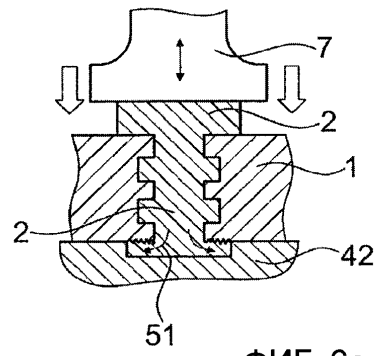
ФИГ. 4б



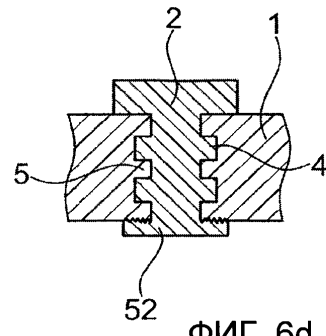
ФИГ. 4с



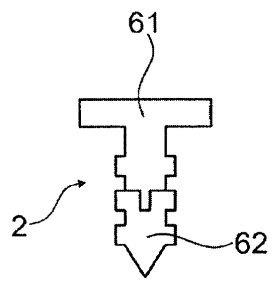




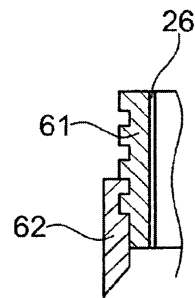
ФИГ. 6с



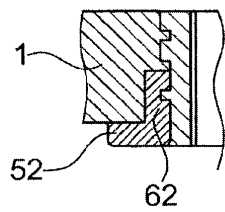
ФИГ. 6d



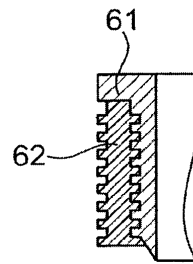
ФИГ. 7a



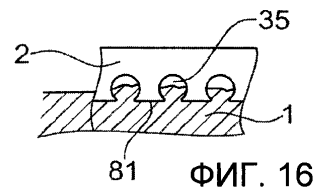
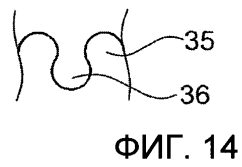
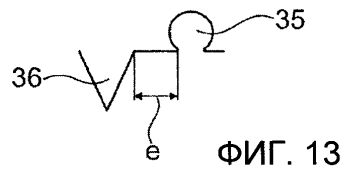
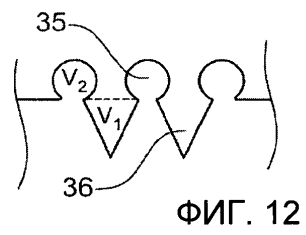
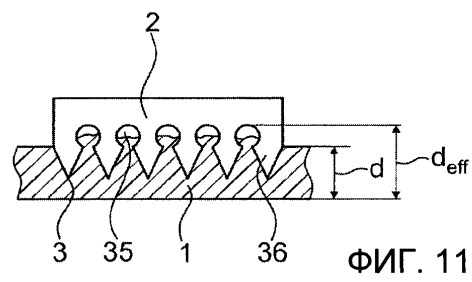
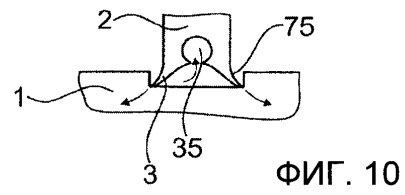
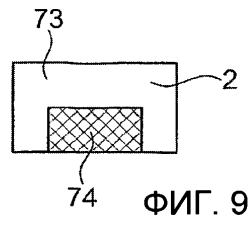
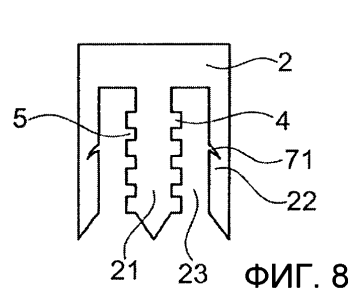
ФИГ. 7b

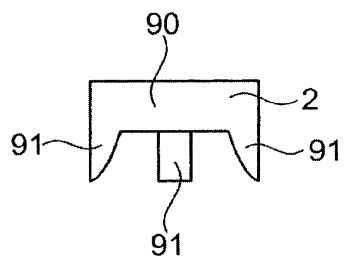


ФИГ. 7с

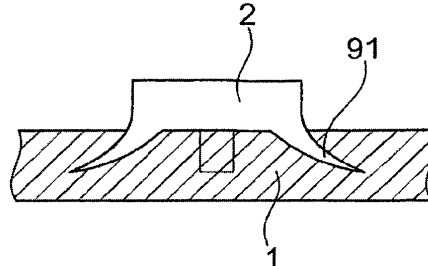


ФИГ. 7d

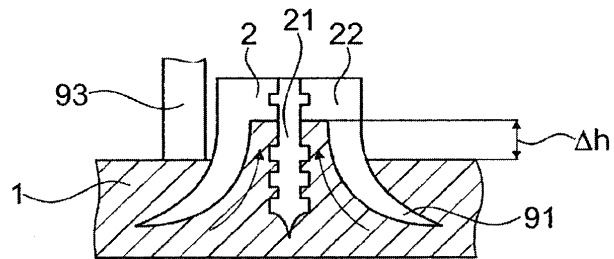




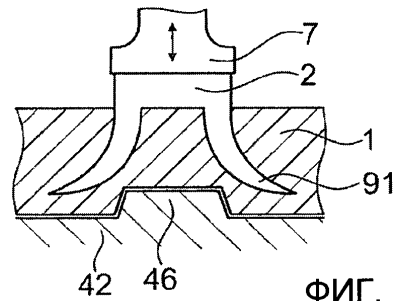
ФИГ. 17a



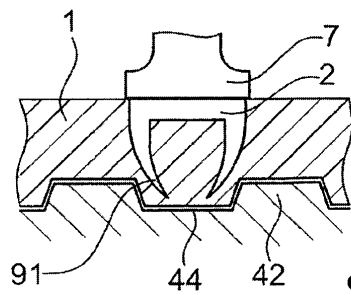
ФИГ. 17b



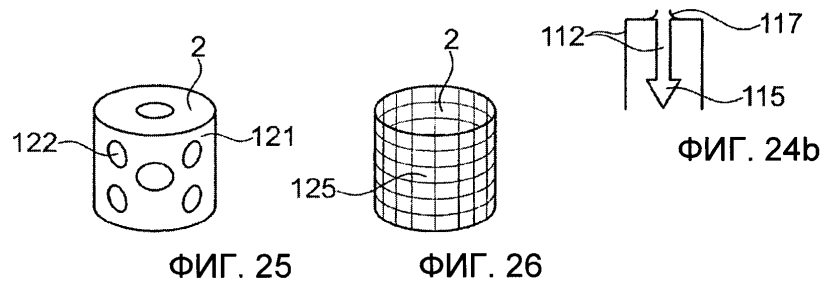
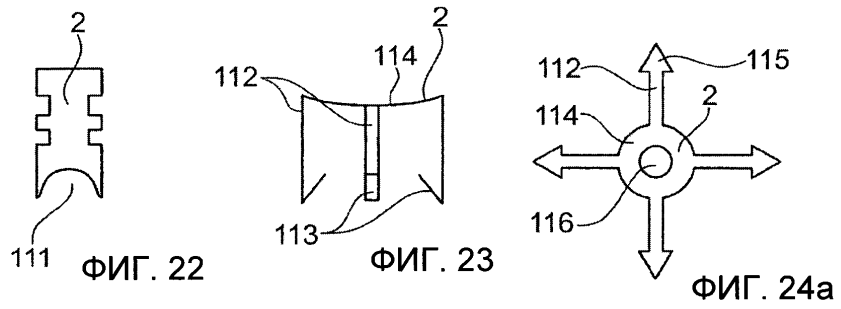
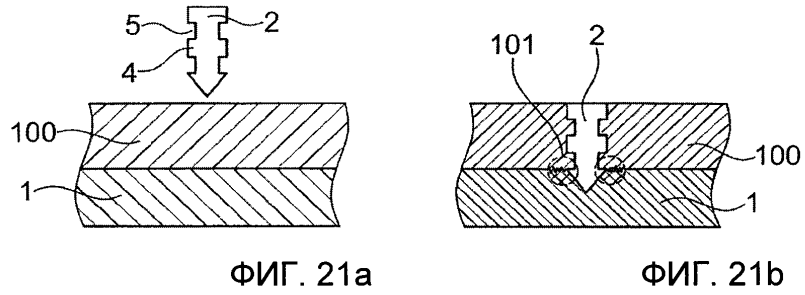
ФИГ. 18

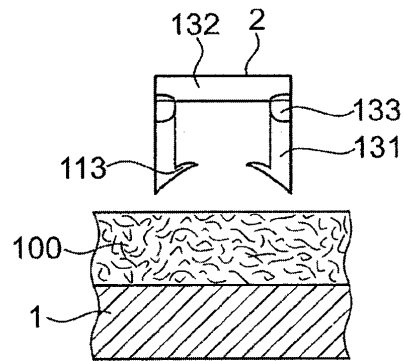


ФИГ. 19

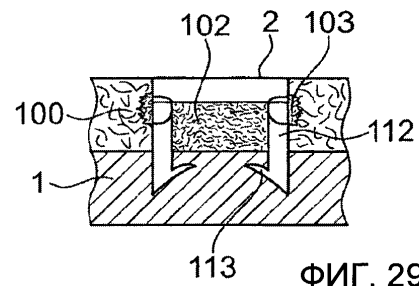


ФИГ. 20

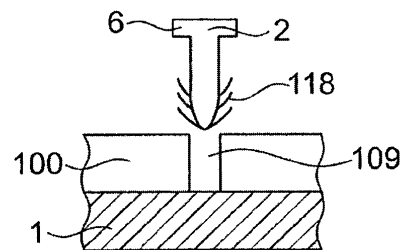




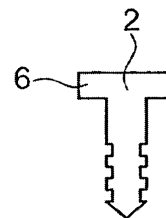
ФИГ. 29a



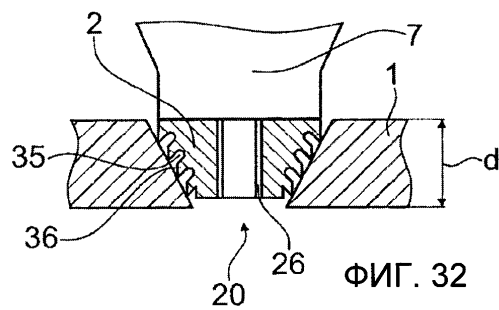
ФИГ. 29b



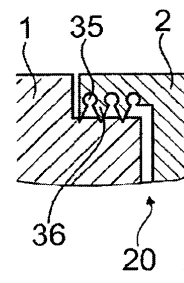
ФИГ. 30



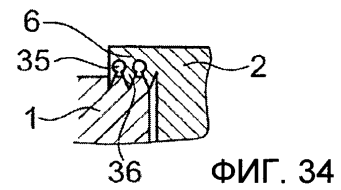
ФИГ. 31



ФИГ. 32



ФИГ. 33



ФИГ. 34

