

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 032335

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.05.31

(21) Номер заявки
201692380

(22) Дата подачи заявки
2015.05.28

(51) Int. Cl. *F16B 5/00* (2006.01)
B29C 65/64 (2006.01)
B29C 65/56 (2006.01)

(54) СПОСОБ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПЕРВОГО ОБЪЕКТА ВО ВТОРОМ ОБЪЕКТЕ И
УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(31) 00824/14

(32) 2014.05.28

(33) CH

(43) 2017.03.31

(86) PCT/EP2015/061855

(87) WO 2015/181301 2015.12.03

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ВУДУЭЛДИНГ АГ; ИКЕА САППЛАЙ
АГ (CH)

(56) WO-A1-2008080238
US-A-4784591

(72) Изобретатель:
Майер Йерг, Леман Марио
(CH), Келль Хокан, Санкаран
Мутумарианпан (SE)

(74) Представитель:
Котов И.О., Харин А.В., Буре Н.Н.,
Стойко Г.В. (RU)

(57) Раскрыт способ соединения двух объектов (1, 5) путем закрепления вставной части (6), предусмотренной на первом объекте (6), в отверстии (2), предусмотренном на втором объекте (1). Закрепление обеспечивают путем разжижения термопластичного материала и взаимного проникновения разжиженного материала и проникаемого материала, причем два материала расположены на противоположных поверхностях (18, 19) вставной части (6) и стенки отверстия (2). В процессе этапа введения вставной части (6) в отверстие и/или в процессе закрепления прикладывают зажимную силу к противоположным поверхностям (3) второго объекта для предотвращения растрескивания или вспучивания второго объекта.

B1

032335

032335

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к области машиностроения и строительства и касается способа соединения двух объектов. Первый из объектов содержит вставную часть, а другой объект содержит отверстие, и для соединения двух объектов вставную часть закрепляют в отверстии, причем в области закрепления один из объектов содержит твердый материал, имеющий термопластичные свойства, а другой объект содержит твердый материал, проницаемый для материала, имеющего термопластичные свойства при разжижении. Проницаемый материал второго объекта, например, является волокнистым или пористым. В частности, это может быть материал на основе древесины, например древесина, древесно-стружечная плита и т.д. Вторым объектом может быть доска, а отверстием может быть отверстие в узкой боковой грани доски.

Уровень техники

Из патентных документов, например WO 96/01377 (Createc), WO 98/042988 (Woodwelding) и WO 2006/002569 (Woodwelding) или WO 2008/080239 известен первый подход к закреплению в волокнистых или пористых материалах, например в древесно-стружечной плите или древесине, вставок, содержащих материалы, имеющие термопластичные свойства. Для такого закрепления вставку размещают относительно отверстия, а затем к вставке прикладывают одновременно механическую вибрацию, в частности ультразвуковую вибрацию, и силу, направленную для вжимания вставки в отверстие. На этапе размещения вставки соответствующую силу не используют, т.е. при приложении энергии вибрации размещенная вставка будет свободно вибрировать или же за счет указанной силы, прижимающей ее к волокнистому или пористому материалу, будет передавать энергию вибрации последнему. На этапе приложения вибрации и силы материал, имеющий термопластичные свойства, разжижается за счет тепла, выделяющегося при трении, по меньшей мере, в местах контакта с волокнистым или пористым материалом, и он проникает в волокнистый или пористый материал стенок отверстия и образует при повторном отвердевании соединение с геометрическим замыканием с пористым или волокнистым материалом.

Согласно второму альтернативному подходу во втором объекте, содержащем второй материал, проницаемый для термопластичного материала, может быть предусмотрено отверстие, имеющее глубину, а первый объект (содержащий первый материал, представляющий собой твердый материал, имеющий термопластичные свойства) может содержать вставную часть, имеющую длину, причем отверстие и вставная часть подогнаны друг к другу таким образом, что вставная часть размещается в отверстии с тугой посадкой. При этом первый и второй материалы образуют по меньшей мере часть областей противоположащих поверхностей вставной части и отверстия, прижимаемых друг к другу тугой посадкой. Тугая посадка может затем быть создана путем расположения вставной части в отверстии и приложения силы взаимодействия, и только после этого вставную часть закрепляют в отверстии посредством передачи энергии, обеспечивающей разжижение первого материала в области вблизи указанных областей противоположащих поверхностей в количестве и в течение времени, достаточном для разжижения первого материала и взаимного проникновения первого и второго материалов в области вблизи указанных областей противоположащих поверхностей, и прекращают передачу энергии на время, достаточное для повторного затвердевания первого материала, разжиженного в процессе этапа закрепления. Энергия может быть энергией механической вибрации, в частности ультразвуковой вибрации.

В частности, если при втором, альтернативном подходе (когда создание тугой посадки выполняют до этапа закрепления), но также в определенных вариантах осуществления первого подхода, в которых в процессе этапа приложения вибрации и силы, например раскрытом в патентном документе WO 2008/080239, в отверстие вдавливают несколько большую, чем требуется, вставную часть, то второй объект может подвергаться воздействию значительной механической нагрузки в связи с силой взаимодействия. В зависимости от состава проницаемого материала или, возможно, других материалов вставляемого объекта существует вероятность трещин или других повреждений (например, отслоения участков), вызываемых введением вставной части в отверстие до этапа закрепления. Вероятность возникновения таких повреждений особенно высока, если второй объект имеет форму доски, по меньшей мере, на участках и если отверстие является отверстием в узкой боковой грани доски, в частности если размеры отверстия имеют такой же порядок величины, что и толщина доски (участка доски), так что между отверстием и широкими поверхностями имеется не очень много проницаемого материала. Это же применимо к объектам, не обязательно имеющим форму доски, если расстояние между отверстием и боковой поверхностью сравнительно мало, например не больше одного или двух диаметров отверстия.

Раскрытие сущности изобретения

Задачей настоящего изобретения является создание способа соединения двух объектов, основанного на упомянутых выше первом или втором подходах, в котором сведена к минимуму вероятность повреждения второго объекта, вызываемого введением вставной части в отверстие, если вставная часть имеет несколько большее, чем требуется, поперечное сечение.

Согласно аспекту настоящего изобретения предложен способ закрепления первого объекта во втором объекте, причем способ содержит следующие этапы:

обеспечение наличия первого объекта, содержащего первый материал, и обеспечение наличия второго объекта, содержащего второй материал, причем первый материал является твердым и проявляет

термопластичные свойства, а второй материал является твердым и проницаемым для первого материала, когда он находится в разжиженном состоянии, причем второй объект имеет торцевую грань с отверстием, имеющим ось отверстия, а первый объект дополнительно содержит вставную часть,

причем отверстие и вставная часть подогнаны друг к другу таким образом, чтобы обеспечить возможность размещения вставной части в отверстии, а указанный первый и второй материалы образуют по меньшей мере часть областей противоположащих поверхностей вставной части и отверстия, прижимаемых друг к другу;

приложение зажимной силы ко второму объекту, в то время как вставная часть, по меньшей мере частично, введена в отверстие, причем зажимная сила действует между двумя противоположащими зажимными элементами, расположенными так, что отверстие находится между поверхностями, на которые действуют зажимные элементы при приложении зажимной силы, при этом зажимная сила действует в направлении, не параллельном оси отверстия;

закрепление вставной части первого объекта в отверстии путем передачи в область вблизи указанных областей противоположащих поверхностей энергии, обеспечивающей разжижение первого материала, в количестве и в течение времени, достаточных, по меньшей мере, для частичного разжижения первого материала и взаимного проникновения первого и второго материалов в области вблизи указанных областей противоположащих поверхностей;

прекращение передачи энергии на время, достаточное для повторного затвердевания первого материала, разжиженного в процессе этапа закрепления.

При этом зажимную силу могут прикладывать в процессе этапа закрепления или до этапа закрепления (например, в процессе этапа создания тугой посадки, в частности путем введения вставной части в отверстие) или в обоих случаях.

Приложение зажимной силы уменьшает вероятность образования трещин во втором объекте, поскольку обеспечена поддержка второго объекта зажимной силой в течение по меньшей мере части времени, в процессе которого тугая посадка оказывает на второй объект воздействие механической нагрузки. Также зажимная сила уменьшает вероятность возникновения видимых вздутий второго объекта.

В то время как в известных из уровня техники решениях зажимы используют для удержания объекта, например для его транспортировки, в настоящем изобретении предложено прикладывать зажимную силу определенным и, например, локальным образом для сохранения объекта неповрежденным. По этой причине, в частности, зажимную силу могут прикладывать с временной и пространственной корреляцией с закреплением и/или введением вставной части в отверстие.

В вариантах осуществления изобретения отверстие и вставная часть подогнаны друг к другу для обеспечения введения вставной части с тугой посадкой.

Тот факт, что отверстие и вставная часть подогнаны друг к другу по размерам для обеспечения тугой посадки (прессовой посадки) подразумевает, что вставная часть имеет больший размер, по меньшей мере, локально по сравнению с отверстием, что приводит к возникновению, по меньшей мере, локального давления между вставной частью и стенкой отверстия, когда вставка занимает необходимое положение в пределах отверстия, т.е. приводит к эластичному сжатию вставной части и/или стенки отверстия. При этом указанные первый и второй материалы размещены напротив друг друга, по меньшей мере, на частях областей такого сжатия.

Признак, согласно которому вставная часть и отверстие подогнаны друг к другу таким образом, что обеспечена возможность размещения вставной части в отверстии с тугой посадкой, может, но не обязательно, быть использован для создания тугой посадки до этапа закрепления согласно упомянутому выше второму подходу. Далее способ содержит дополнительный этап создания тугой посадки путем размещения вставной части в отверстии и приложения силы взаимодействия, и этап закрепления вставной части выполняют после этапа создания тугой посадки.

На данном опциональном этапе способа, когда сначала создают тугую посадку, вставную часть размещают в необходимом положении в пределах отверстия, где она удерживается посредством указанной выше тугой посадки. Для достижения тугой посадки, т.е. для образования сжатия между вставной частью и стенкой отверстия, необходима сила взаимодействия либо для проталкивания вставной части в отверстие меньшего размера, либо для зажимания участков стенки отверстия относительно вставной части. Величина силы взаимодействия соответствует, по существу, устойчивости и площади тугой посадки и главным образом определяется и ограничивается относительными размерами вставной части и отверстия, а также способностью к сжатию одного из двух или обоих материалов.

В альтернативных вариантах осуществления изобретения тугую посадку до этапа закрепления не создают, а тот факт, что вставная часть и отверстие подогнаны друг к другу таким образом, чтобы обеспечить размещение вставной части в отверстии с тугой посадкой, просто подразумевает, что может возникать взаимодействие, если вставную часть вдавливают дальше в отверстие. В этих вариантах осуществления изобретения вставную часть размещают до этапа закрепления относительно отверстия только до той степени, пока не требуется приложение существенной силы. В процессе этапа закрепления вставную часть перемещают дальше относительно отверстия, например, путем продавливания дальше в отверстие до тех пор, пока области противоположащих поверхностей вставной части и отверстия не войдут в контакт

друг с другом, в то время как части первого материала разжижают. Данные альтернативные варианты осуществления изобретения основаны на упомянутом выше первом подходе.

Для еще одной группы вариантов осуществления изобретения вставная часть имеет размер не больше по сравнению с отверстием, т.е. вставная часть и отверстие не подогнаны друг к другу для обеспечения тугой посадки. В данных вариантах осуществления изобретения закрепление выполняют путем того, что удаленную от центра, обращенную к торцу грань вставной части прижимают к нижней части, и/или уступу, и/или сужающейся части отверстия, т.е. областями противолежащих поверхностей являются нижняя часть/уступ/сужающаяся часть отверстия и прижимаемый к ним соответствующий фрагмент вставной части.

Также в вариантах осуществления изобретения этой еще одной группы подход согласно изобретению может иметь преимущества, поскольку благодаря тому, что вжимание вставной части в отверстие осуществляют одновременно с ее разжижением, в отверстии может нарастать гидростатическое давление, а зажимная сила может противодействовать неблагоприятному влиянию этого гидростатического давления на первый объект.

В вариантах осуществления изобретения второй объект имеет сечение в форме доски, ограничивающее две широкие поверхности и узкую боковую грань между широкими поверхностями, причем упомянутой выше торцевой гранью с отверстием (отверстиями) является узкая боковая грань сечения в форме доски. В частности, вторым объектом может быть доска из материала на основе древесины, например древесно-стружечная плита, древесно-волоконная плита, например древесно-волоконная плита высокой плотности (HDF) и древесно-волоконная плита средней плотности (MDF) или древесина. В данном документе термин "древесно-стружечная плита" относится к любым композитным материалам, изготовленным путем смешивания частиц древесины любой формы со связующими веществами, независимо от формы продукта, включая, например, ориентированно-стружечную плиту.

В вариантах осуществления изобретения зажимная сила перпендикулярна оси отверстия, т.е. отверстие проходит в плоскости, перпендикулярной зажимной силе. Эта плоскость, в которой лежит ось отверстия, может, в частности, быть параллельна широким поверхностям доски, т.е. плоскости доски.

Зажимная сила может быть постоянной силой или иметь контролируемый (заданный или зависящий от измеренных параметров) профиль кривой в зависимости от времени, например путем использования устройства на основе сжатого воздуха, приводимого в действие соответствующим компрессором и, возможно, регулятором (содержащим клапаны и т.д.). Данные варианты осуществления изобретения обладают тем преимуществом, что они обеспечивают точный контроль и легкую подстройку при изменении требований, например в связи с изменением состава материалов или размеров элементов.

В вариантах осуществления изобретения приложение зажимной силы согласовано с передачей энергии и/или с выполнением введения. Во многих вариантах осуществления изобретения зажимную силу сохраняют до тех пор, пока подводимой энергии не будет достаточно для разжижения по меньшей мере части вставной части, так что давление, создаваемое тугой посадкой (при ее наличии), по существу, падает.

В альтернативных вариантах зажимную силу могут прикладывать путем удерживания зажимных элементов относительно друг друга в фиксированном положении на этапе осуществления зажима, например посредством механического запирающего устройства. Вариант осуществления соответствующего механического запирающего устройства включает в себя коленчатый рычаг или аналогичное приспособление.

Варианты осуществления изобретения, в которых предусмотрено удержание зажимных элементов в фиксированном положении относительно друг друга, обладают тем преимуществом, что их можно очень просто смонтировать, при этом для обеспечения зажимной силы не требуется дополнительного подведения энергии и зажимная сила автоматическим образом подстраивается под ситуацию. В конструктивных вариантах, в которых на второй объект действуют более значительные расширяющие силы (например, когда вставная часть имеет особенно большой размер по сравнению с отверстием), стремление к образованию вздутия будет больше, но, поскольку зажимные элементы находятся на фиксированном расстоянии, зажимная сила при необходимости автоматически будет выше.

Зажимными элементами могут быть противолежащие захваты тисков. В альтернативных вариантах одним из зажимных элементов может быть опора (например панель/стол производственного станка), а другой может быть выполнен с возможностью прижимания/удержания относительно опоры.

В группе вариантов осуществления изобретения область зажимной поверхности (т.е. область поверхности контакта между соответствующим зажимным элементом и участком поверхности, к которому он прижимается при осуществлении зажима) по меньшей мере одного из зажимных элементов может быть сравнительно мала, например меньше, чем поверхность, к которой он прижимается (широкая поверхность в случае, когда второй объект имеет форму доски) по меньшей мере в 5 или 10 раз.

Было обнаружено, что зажимная поверхность должна только примерно покрыть вставную часть, т.е. в проекции в направлении зажимной силы размер зажимной поверхности не должен быть намного больше, чем соответствующий размер вставной части. В вариантах осуществления изобретения зажимная поверхность несколько больше, чем соответствующие размеры вставной части, например поперечное

удлинение (удлинение, перпендикулярное оси отверстия) может быть больше диаметра вставной части в 1,5-8 или в 2-5 раз, при этом продольное удлинение (удлинение, параллельное оси отверстия) может быть больше длины вставной части приблизительно в 1,2-3 или в 1,5-2,5 раза. Может применяться условие, что по меньшей мере для одного из зажимных элементов площадь области зажимной поверхности превышает не более чем в 40, предпочтительно не более чем в 20, и, например, не более чем в 15, и по меньшей мере в 1,5 или по меньшей мере в 2,5 раза площадь вставной части в проекции на плоскость, перпендикулярную направлению зажимной силы.

Изобретателями было обнаружено, что для предотвращения повреждения решающей характеристикой является скорее не сжимающая сила, а механическое давление. При сохранении площади области зажимной поверхности сравнительно малой, сжимающая сила, необходимая для удержания определенного механического давления, сохраняется сравнительно малой. В вариантах осуществления изобретения, в которых вторым объектом является древесно-стружечная плита (панель), а диаметр вставной части составляет около 10 мм, было обнаружено, что давление должно быть предпочтительно по меньшей мере около 0,3 или 0,4 Н/мм².

Помимо этого сравнительно малая площадь области зажимной поверхности обеспечивает то, что подвижная масса зажимных элементов сравнительно мала, что может быть дополнительным преимуществом для процесса высокой скорости. Обработка может быть ускорена, в то время как доска остается защищенной от чрезмерно высокой нагрузки за счет очень высоких импульсов зажимного элемента.

В частности, второй объект может быть снабжен множеством отверстий в соответствующих множествах местоположений (например, разнесенными друг от друга на узкой боковой грани, если второй объект имеет сечение в форме доски) для закрепления на нем множества первых объектов, причем зажимную силу прикладывают по отдельности к каждому местоположению вместо использования большого зажима, простирающегося через более чем одно местоположение. В частности, устройство для приложения зажимной силы может содержать по меньшей мере на одной из широких поверхностей множество зажимных элементов, расположенных рядом друг с другом. Станок для осуществления способа может обеспечивать возможность регулировки расстояния между зажимными элементами.

В подходе согласно изобретению первый материал является твердым при температуре окружающей среды и проявляет термопластичные свойства, т.е. он может разжижаться под воздействием тепловой энергии, далее этот материал называется "термопластичным материалом".

Второй материал также является твердым и проницаемым для первого материала, когда последний находится в разжиженном состоянии, т.е. второй материал является волокнистым или пористым, содержит проницаемые поверхностные структуры или не может противостоять проникновению под давлением. Проницаемый материал, в частности, является жестким, по существу, не является упруго-гибким (не проявляет упругих характеристик) и, по существу, не поддается пластической деформации. Он дополнительно содержит (фактически или потенциально) промежутки, в которые для осуществления закрепления может затекать или вжиматься разжиженный материал. Он, например, является волокнистым, или пористым, или содержит проницаемые поверхностные структуры, например изготовленные путем соответствующей обработки или путем нанесения покрытия (фактические промежутки для проникновения). В альтернативных вариантах проницаемый материал выполнен с возможностью образования таких промежутков под действием гидростатического давления разжиженного термопластичного материала, что означает, что он может быть непроницаемым или проницаемым только в очень малой степени при обычных условиях. Это свойство (наличие потенциальных промежутков для проникновения) подразумевает, например, неоднородность в смысле механического сопротивления. Примером материала, обладающего этим свойством, может быть пористый материал, поры которого заполнены материалом, который может быть вытолкнут из пор, композит, состоящий из мягкого материала и твердого материала, или гетерогенный материал (например, древесина), в котором межповерхностная адгезия между составляющими меньше, чем сила, возникающая при проникновении разжиженного материала. Таким образом, в общем случае проницаемый материал имеет неоднородность в смысле структуры ("пустые" промежутки, например, поры, полости и т.п.) или в смысле состава материала (перемещаемый материал или разделяемые материалы).

В частности, второй материал не только является твердым при температуре окружающей среды, но и не плавится при условиях, при которых первый материал проникает в поверхностные структуры. Например, второй материал может быть материалом, не проявляющим термопластичные свойства, т.е. материалом, отличным от термопластичного материала. Второй материал может дополнительно отличаться тем, что он не претерпевает процесс обратимого разжижения или что он имеет температуру плавления, по существу, выше температуры, при которой первый материал становится текучим. Например, если второй материал является плавким, например, если он представляет собой металлическую пену, его температура плавления или температура перехода в стеклообразное состояние может быть выше, чем температура перехода в стеклообразное состояние или температура плавления первого материала по меньшей мере на 50, или по меньшей мере на 80, или по меньшей мере на 100°C.

На этапе закрепления, прикладывают энергию к тому или другому объекту, причем энергия должна действовать в качестве тепловой, в частности на областях (областях закрепления), на которых в вариан-

тах осуществления изобретения по причине тугой посадки поверхностные области вставной части и стенки отверстия прижимаются друг к другу, при этом каждый из них содержит термопластичный или проницаемый материал. Тепловая энергия вызывает разжижение термопластичного материала, а давление тугой посадки и/или давление, обусловленное сжимающей силой, вызывает взаимное проникновение двух материалов, причем, при необходимости, тугая посадка по меньшей мере частично ослабляется.

На последнем из упомянутых выше этапов способа приостанавливают подачу энергии до тех пор, пока термопластичный материал, разжиженный и перемещенный на этапе закрепления, повторно не затвердеет, в результате чего на области взаимного проникновения образуется подобие композитного материала, соединяющего два объекта в соединение с геометрическим замыканием.

Энергия, необходимая для разжижения термопластичного материала на этапе закрепления, может подаваться, как описано выше, к любому из двух объектов. В вариантах осуществления изобретения это осуществляется посредством механической вибрации, в частности ультразвуковой вибрации, преобразуемой в тепловую энергию трения на поверхности контакта между вставной частью и стенкой отверстия. Вибрация, например, имеет основное направление вибрации, параллельное указанным противоположным поверхностям вставной части и стенке отверстия. Следовательно, для достижения поперечного закрепления предпочтительны продольные вибрации, по существу, параллельные глубине отверстия, или вращательные вибрации, ось которых, по существу, параллельна глубине отверстия.

В вариантах осуществления изобретения, в которых осуществляют создание тугой посадки до выполнения закрепления, для устранения тугой посадки необходимо приложить сдвигающую нагрузку между вставной частью и стенкой отверстия, причем эта сдвигающая нагрузка может быть вызвана посредством достаточно сильной вибрации либо вставной части, либо стенки отверстия относительно друг друга, или посредством вибрации и дополнительной сдвигающей силы, действующей между двумя объектами. Для предотвращения нежелательного перемещения, в частности поступательного перемещения двух объектов относительно друг друга под действием сдвигающей силы, может быть необходимо обеспечить соответствующим образом противодействие последней.

Также могут быть использованы другие виды энергии, например электромагнитное излучение, для которого в местах действия тугой посадки предусмотрено соответствующее поглощающее средство или соответствующее нагревание (например индукционное или резистивное нагревание).

Термопластичный материал и проницаемый материал, принимающие участие в закреплении, могут находиться только на заданных поверхностях вставной части и на стенках отверстия. Например, вставная часть может содержать сердцевину из нетермопластичного материала, а ее покрытие выполнено из термопластичного материала. Однако они могут также иметь более крупные участки двух объектов, которые могут содержать дополнительно участки из различных материалов или могут полностью состоять либо из термопластичного материала либо из проницаемого материала.

На участках указанных областей противоположащих поверхностей одной из двух прижимаемых друг к другу поверхностей могут находиться структуры, действующие в качестве направляющих для энергии, т.е. точечные или линейные элементы, выступающие относительно главной поверхности.

Дополнительно или в альтернативном варианте подхода согласно настоящему изобретению, включающему в себя приложение зажимной силы, способ закрепления первого объекта может содержать использование термопластичного материала первого объекта, вытекшего во время этапа закрепления, для заравнивания возможных трещин во втором объекте. Этот вариант может, в частности, сочетаться с конструкцией вставной части, обеспечивающей протекание материала в плоскости (в плоскости доски). Примеры таких конструкций раскрыты, например, в швейцарской патентной заявке 01 539/14 на фиг. 28 и 29 и в их описании.

Примеры вторых материалов (проницаемых материалов) включают в себя материалы на основе древесины, например древесно-стружечную плиту (термин "древесно-стружечная плита" в данном документе подразумевает любые композитные материалы, изготовленные путем смешивания частиц древесины любой формы со связующими веществами, независимо от формы продукта, включая, например, ориентированно-стружечную плиту), или древесину, или металлический или керамический пеноматериал, или, возможно, открытые пористые структуры из материала на основе нетермопластичного (термоотверждаемого) полимера. Конкретные примеры проницаемых материалов, используемых в способе согласно изобретению, включают в себя твердые материалы, например древесину, фанеру, древесно-стружечную плиту, картон, бетонно-блочный материал, пористое стекло, пеноматериалы из металла, керамики или полимерных материалов, или спеченные керамические, стеклянные или металлические материалы, причем такие материалы содержат промежутки, в которые может проникать термопластичный материал, при этом данные промежутки первоначально заполнены воздухом или другим перемещаемым или сжимаемым материалом. Другими примерами являются композитные материалы, обладающие упомянутыми выше свойствами, или материалы, поверхности которых имеют соответствующие неровности, соответствующие нанесенные механическим образом поверхностные структуры или соответствующие поверхностные покрытия (например, состоящие из частиц). Если проницаемый материал проявляет термопластичные свойства, необходимо, чтобы он сохранял свою механическую устойчивость в процессе этапа закрепления либо за счет дополнительно содержащейся механически стабильной фазы,

либо за счет того, что он имеет значительно более высокую температуру плавления, чем термопластичный материал, который должен быть разжижен на этапе закрепления.

Термопластичный материал, используемый в способе согласно изобретению, при условиях, обеспечиваемых на этапе создания тугой посадки, также является твердым в том смысле, который описан выше для проницаемого материала. Он предпочтительно содержит полимерные фазы (в частности, на основе цепочек C, P, S или Si), превращающиеся из твердого в жидкое или текучее состояние при температуре выше критического уровня, например путем плавления, и обратно превращающиеся в твердый материал при охлаждении до температуры ниже критического уровня, например посредством кристаллизации, в результате чего вязкость твердой фазы на несколько порядков величины (по меньшей мере на три порядка величины) выше, чем жидкой фазы. Термопластичный материал может в общем случае содержать полимерный компонент, который не является поперечно-сшитым ковалентным образом или поперечно-сшитым в том смысле, что поперечно-сшитые связи открываются обратимым образом при нагревании до уровня или выше уровня температуры плавления. Полимерный материал может дополнительно содержать наполнитель, например волокна или частицы материала, не проявляющий термопластичные свойства или проявляющий термопластичные свойства, для которых уровень температуры плавления значительно выше, чем уровень температуры плавления основного полимера.

Примеры термопластичного материала, используемого в способе согласно изобретению, включают в себя термопластичные полимеры, сополимеры или наполненные полимеры, причем основной полимер или сополимер представляет собой, например полиэтилен, полипропилен, полиамиды, в частности полиамид 12, полиамид 11, полиамид 6 или полиамид 66, полиоксиметилен, поликарбонатуран, поликарбонаты или полиэфир карбонаты, акрилонитрилбутадиен стирол (ABS), акрилэстер-стирол-акрилонитрил (ASA), стирол-акрилонитрил, поливинил хлорид, полистирол или полиэфиркетон (PEEK), полиэфиримид (PEI), полисульфон (PSU), поли(р-фенилен сульфид) (PPS), жидкокристаллические полимеры (LCP) и т.д. LCP представляют особенный интерес, поскольку резкое падение их вязкости во время плавления позволяет им проникать в очень тонкие промежутки в проницаемом материале.

Как правило, один из двух объектов, предназначенных для соединения, должен обеспечивать возможность передачи энергии вибрации, предпочтительно с минимальными потерями энергии, от ближней стороны объекта, к которой прикладывают вибрационный инструмент, к дальней стороне, где расположена вставная часть или отверстие. Если данный объект полностью выполнен из термопластичного материала, необходимо, чтобы последний имел коэффициент упругости (при температуре окружающей среды) по меньшей мере 0,5 ГПа или предпочтительно по меньшей мере 1,0 ГПа.

Механические вибрации или колебания, используемые в способе согласно изобретению, имеют предпочтительно частоту от 2 до 200 кГц (еще более предпочтительно от 10 до 100 или от 20 до 40 кГц), а энергия вибрации составляет от 0,2 до 20 Вт на квадратный миллиметр активной поверхности. Вибрационный инструмент (например, соноотрод) выполнен, например, таким образом, 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 предпочтительные вибрации, например, обеспечиваются ультразвуковыми устройствами, например известными из области ультразвуковой сварки.

Изобретение также относится к станку для осуществления способа. Такой станок содержит механизм введения, выполненный с возможностью введения вставной части, по меньшей мере частично, в отверстие, закрепляющий инструмент, выполненный с возможностью передачи энергии, обеспечивающей разжижение первого материала, к первому объекту, или второму объекту, или к ним обоим для выполнения этапа закрепления, и дополнительно содержит зажимной механизм, выполненный с возможностью приложения зажимной силы ко второму объекту во время выполнения этапа введения, или этапа закрепления, или их обоих.

Станок может содержать зону введения и отдельную от нее зону закрепления, причем зажимной механизм выполнен с возможностью приложения зажимной силы, по меньшей мере, в зоне закрепления.

В альтернативных вариантах он может обеспечивать возможность выполнения этапов введения и закрепления в одной и той же зоне. В таких вариантах осуществления изобретения станок может содержать захватное приспособление, выполненное с возможностью удержания первого объекта на месте для введения, например, без приложения существенной силы, причем закрепляющий инструмент выполнен с возможностью обеспечения контакта с первым объектом, прилегающим к захватному приспособлению, и введения вставной части в отверстие.

Для выполнения одновременно процесса для различных первых объектов (например, крепежей) на различных участках закрепления одного и того же второго объекта (или, возможно, различных объектов) станок может содержать множество зажимных элементов, определяющих соответствующее количество участков зажимов, соответствующих участкам закрепления. Для осуществления способа для различных вторых объектов может быть обеспечена регулировка расстояния между участками зажимов.

По меньшей мере один из зажимных элементов станка может содержать неклеякое приспособление, выполненное с возможностью облегчения отсоединения зажимного элемента от второго объекта после прекращения приложения зажимной силы. В вариантах осуществления изобретения указанное не-

клеякое приспособление содержит неклеякую площадку, например, выполненную из материала с низким коэффициентом трения и/или модуль подачи газа для обеспечения подачи газа в положение между зажимным элементом и вторым объектом.

В группе вариантов осуществления изобретения станок дополнительно содержит цилиндр со сжатой текучей средой, например цилиндр со сжатым газом (например, со сжатым воздухом) или гидравлический цилиндр, предназначенный для приложения зажимной силы к зажимному элементу.

Цилиндр со сжатым газом может также быть предусмотрен для ослабления/выравнивания зажимной силы, в частности при использовании механических запирающих приспособлений, если в противном случае можно ожидать повреждений поверхности второго объекта, вызываемых слишком высоким давлением.

Варианты применения концепций, описанных в данном документе и показанных на чертежах, включают в себя мебельную промышленность, в частности мебель, предназначенную для самостоятельной сборки пользователем. При этом первым объектом может быть крепеж, а вторым объектом может быть элемент мебели с сечением в форме доски.

Другие варианты применения включают в себя другие области машиностроения и строительства, включая автомобильную, авиационную и кораблестроительную промышленность, для которых способ может использоваться для соответствующего закрепления крепления в легкой доске любого состава, строительную промышленность и т.д.

Краткое описание чертежей

Изобретение и варианты его осуществления описаны более подробно со ссылками на прилагаемые чертежи, имеющие схематический характер. Одинаковые номера позиций относятся к одинаковым или аналогичным элементам.

На фиг. 1 показан вариант осуществления способа согласно изобретению.

На фиг. 2 показан пример, в котором зажимную силу прикладывают одновременно к двум участкам закрепления.

На фиг. 3a и 3b показан еще один пример, в котором зажимную силу прикладывают одновременно к двум участкам закрепления.

На фиг. 4 показан зажимной элемент с неклеякой площадкой.

На фиг. 5 показано использование сжатого воздуха для предотвращения какого-либо склеивания.

На фиг. 6 и 7 показаны области зажимной поверхности;

На фиг. 8 и 9 показан пример приложения давления, вибрации и зажимной силы как функции времени.

На фиг. 10 показан принцип приложения зажимной силы посредством механизма коленчатого рычага.

На фиг. 11 показан принцип приложения зажимной силы одновременно к двум участкам закрепления посредством станка, зажимные элементы которого имеют переменное расстояние.

На фиг. 12 показан принцип введения и последующего закрепления первого объекта в одной и той же зоне.

На фиг. 13 показан принцип введения и последующего закрепления первого объекта в последовательных зонах.

На фиг. 14 показан второй объект со ступенчатым поперечным сечением.

Осуществление изобретения

На фиг. 1 показана доска 1, например древесно-стружечная плита, представляющая собой второй объект в способе согласно изобретению. Доска имеет две противоположные широкие поверхности 3 и узкую боковую грань 4 с глухим отверстием 2. Крепежный элемент 5, имеющий участок 8 головки и вставную часть 6, служит в качестве первого объекта в способе. Крепежный элемент 5 в показанном варианте осуществления изобретения содержит термопластичный материал, например полиамид, и согласно варианту осуществления изобретения выполнен полностью или почти полностью из данного термопластичного материала, при этом в альтернативных вариантах осуществления изобретения он может содержать сердцевину из нетермопластичного материала с покрытием из термопластичного материала.

Вставная часть 6 имеет несколько увеличенное поперечное сечение по сравнению с отверстием 2, так что вставная часть удерживается с тугой посадкой в отверстии 2 после введения вставной части 6, например посредством вжимающей силы, действующей в направлении оси 20 отверстия. Благодаря тугой посадке области противоположащих поверхностей 18, 19 вставной части 6 и отверстия 2 прижимаются друг к другу. На последующем этапе закрепления вибрационный инструмент, а именно соноотрод 11, используют для передачи энергии механической вибрации к крепежному элементу 5 с целью разжижения участков термопластичного материала крепежного элемента 5, а также предпочтительно вставной части 6, который затем проникает в структуры доски 1 и образует после прекращения передачи энергии описанное выше закрепление.

Во время этапа введения и/или во время этапа закрепления к местоположению, на котором осуществляют закрепление, прикладывают зажимную силу. В изображенной конфигурации зажимную силу прикладывают между подвижным зажимным элементом 21 и опорой 22, служащей в качестве второго

зажимного элемента.

В вариантах осуществления изобретения, содержащих создание тугой посадки, в которых зажимную силу прикладывают во время обоих этапов, зажимная сила служит для упрочнения второго объекта 1, содержащего отверстие 2 (или несколько отверстий) и проникаемый материал, для того чтобы он мог лучше выдержать создание тугой посадки и этап закрепления. Также в вариантах осуществления изобретения, не содержащих этапа создания тугой посадки до этапа закрепления, но в которых вводится фрагмент вставной части увеличенного размера только во время приложения механической вибрации, достигаются аналогичные результаты упрочнения.

Прикладываемая зажимная сила может, например, быть обеспечена путем соединения подвижного зажимного элемента 21, например с цилиндром 16 со сжатым газом или воздухом, изображенным схематически, гидравлическим цилиндром или механическим винтом. В частности, воздушные цилиндры и гидравлические цилиндры удобны тем, что давлением зажимов можно управлять путем управления воздушным или гидравлическим давлением.

На фиг. 2 показан такой пример упрочнения первого объекта 1, содержащего отверстие 2 (или множество отверстий) и проникаемый материал для того, чтобы он мог лучше выдержать создание тугой посадки и этап закрепления. Объект 1, например, также является древесно-стружечной плитой, и отверстие проходит на его узкой стороне. На фиг. 2 показана доска 1 в направлении ее узкой стороны 4, с левой стороны - до этапа создания тугой посадки, в середине - между этапом создания тугой посадки и этапом закрепления и с правой стороны - после этапа закрепления. До этапа создания тугой посадки доску упрочняют путем сжимания парой зажимных захватов 21, 22. Сжатие предотвращает вспучивание наружу широких поверхностей 3 доски при создании тугой посадки и ослаблении последней. Это означает, что зажимы позволяют создать более сильную тугую посадку по сравнению с той, которая была бы возможна при их отсутствии, и, следовательно, более сильное закрепление. Когда напряжение тугой посадки, по существу, ослабляется в процессе этапа закрепления, поскольку на этапе закрепления термопластичный материал крепежного элемента 5, по меньшей мере частично, разжижается, после этапа закрепления зажимы могут быть освобождены.

Конфигурация, показанная на фиг. 2, является примером зажимных элементов, покрывающих множество местоположений закрепления, т.е. между двумя зажимными элементами 21, 22 имеется множество отверстий. Однако также возможно и зачастую предпочтительно, что зажимную силу прикладывают одновременно или по очереди к множеству участков зажимов с отдельными зажимными элементами. На фиг. 3а показан пример доски 1 при наблюдении в направлении ее широкой стороны 3, содержащей четыре участка 26, 27, 28, 29 закрепления. Для этапа создания тугой посадки (при его наличии) и/или для выполнения этапа закрепления используют множество первых подвижных зажимных элементов 21. В показанной конфигурации участки 26, 27, 28, 29 закрепления расположены на двух противоположных узких боковых гранях. При этом могут выполнять одновременно, по меньшей мере, этапы осуществления зажима и создания тугой посадки/закрепления для (двух) участков 26, 27, 28, 29 закрепления одной и той же узкой боковой грани 4, причем может быть предусмотрена возможность выполнения соответствующих этапов одновременно для всех четырех участков 26, 27, 28, 29.

Как показано на фиг. 3b, на которой доска 1 изображена при наблюдении со стороны одной из ее узких боковых граней 4, соответствующие противоположные зажимные элементы могут представлять собой вторые зажимные элементы 25 на опоре 24. Доску 1 могут также непосредственно помещать на такую опору 24 (которая затем служит в качестве зажимного элемента) или использовать вторые зажимные элементы, которые являются также подвижными и, например, относятся к зажимному захвату.

Поскольку зажимные элементы должны оказывать значительное давление на доску 1 (в примере для древесно-стружечной плиты в качестве проникаемого материала и крепежей 5, имеющих вставную часть 6 диаметром около 7 мм, было обнаружено, что необходимое зажимающее давление должно превышать $0,4 \text{ Н/мм}^2$), в зависимости от поверхностных свойств доски 1 может быть определенная вероятность того, что зажимные элементы 21, 25 приклеятся к широким поверхностям, когда зажимающее давление будет снижено. В этой связи зажимные элементы 21, 25 могут быть снабжены неклеякой площадкой 32 или поверхностным покрытием, как схематически показано на фиг. 4. Такая неклеякая площадка 32 или поверхностное покрытие могут, например, содержать PTFE, например распространяемый под торговой маркой Тефлон. Неклеякая площадка 32 или поверхностное покрытие могут удерживаться корпусом 31 зажимного элемента из традиционного промышленного материала, например нержавеющей стали.

Еще один вариант устранения вероятности приклеивания показан на фиг. 5, где зажимной элемент 21 снабжен воздушным каналом 35, открывающимся в направлении широкой поверхности 3 доски 1, через который после процесса осуществления зажима выдувают сжатый воздух для отсоединения зажима 21 от широкой поверхности 3 доски 1.

На фиг. 6 показано принципиальное изображение области зажимной поверхности, оптимизированной для выполнения процесса. Зона 41 взаимного проникновения, в которой образуется подобие композитного материала, когда разжижают термопластичный материал, имеет в проекции, перпендикулярной плоскости широкой стороны, площадь, несколько превышающую размер вставной части 6. В зависимо-

сти от требований может быть предпочтительно, что зажимная поверхность 42 покрывает зону 41 взаимного проникновения и несколько простирается за ее пределы. В некоторых ситуациях может быть предпочтительно, что зажимная поверхность 42 (в отличие от того, что показано на схематическом изображении на фиг. 1) простирается до границы между широкой поверхностью 3 и узкой боковой гранью 4, поскольку для некоторых материалов эта граница особенно подвержена повреждениям. Площадь области зажимной поверхности 42 предпочтительно меньше, чем общая площадь области широкой поверхности 3, обращенной к зажимному элементу 21, к которой прижимается зажимной элемент 21, по меньшей мере в 5 раз.

Хотя на фиг. 6 зажимная поверхность 42 изображена прямоугольной, возможны другие формы зажимных поверхностей 42, включая трапециевидную, как показано на фиг. 7. На фиг. 7 предполагается, что граница доски находится с правой стороны (та же ориентация, что и на фиг. 6).

На фиг. 8 и 9 показана еще одна возможность согласования зажимающего давления с введением и/или механическим подведением энергии (на фиг. 8 U обозначает подводимую мощность ультразвуковой вибрации, P - давление, на фиг. 9 F_i обозначает силу взаимодействия, а F_c - зажимную силу, ось x соответствует времени на обоих чертежах).

Как показано на фиг. 8, зажимающее давление 51 может прикладываться до механического подведения 52 энергии. Это может, например, быть предпочтительно в случае, как описано далее, когда введение и при необходимости создание тугой посадки выполняют в одной и той же зоне. В этом случае зажимная сила может прикладываться в момент времени или непосредственно перед тем, когда вставную часть начинают вжимать в отверстие. Если до выполнения закрепления тугую посадку не создают, зажимная сила может быть первоначально ниже или прикладываться только тогда, когда начинают этап закрепления. Подведение энергии может приостанавливаться перед ослаблением (52a) зажимной силы, в то же время или после него (52b). В последнем случае, когда подведение энергии прекращается после ослабления (52b) зажимной силы, предпочтительно, что зажимная сила не будет ослабляться до разжижения и до тех пор, пока просачивание не вызовет существенное снижение силы взаимодействия.

На фиг. 9 показано, что сила 54 взаимодействия может ослабевать в результате процесса разжижения, а зажимная сила 55 может прекращаться после такого ослабления. Как показано на чертеже, возникновение соответствующих сил синхронизировано. Синхронизация может быть оптимизирована с целью минимизации разрыва по времени.

Как показано на чертеже, сила взаимодействия может быть первоначально выше, чем зажимная сила, при условии, что пересечение обеих кривых находится ниже порога повреждения материала доски.

Помимо этого, поскольку материал доски имеет определенное первоначальное сопротивление к расщеплению, зажимная сила не должна быть выше силы взаимодействия, на самом деле выше силы взаимодействия должна быть лишь сумма величины зажимной силы, порога повреждения и некоторого запаса прочности.

Вместо приложения постоянного давления или сжимающей силы/профиля давления зажимную силу могут прикладывать путем удерживания зажимных элементов в фиксированном положении относительно друг друга в процессе этапа осуществления зажима. Тогда зажимная сила может быть нулевой или очень малой до тех пор, пока введение вставной части не начнет оказывать расширяющее воздействие на доску.

На фиг. 10 весьма схематически показан соответствующий механизм, обеспечивающий упомянутое выше фиксированное положение. Зажимной элемент 21 удерживается коленчатым рычагом, содержащим первое плечо 61.1 рычага и второе плечо 61.2 рычага, причем второе плечо рычага соединено с противодействующим элементом 64, который, например, вместе с опорой 22 может образовывать нагрузочную раму и может удерживаться на фиксированном расстоянии от опоры 22. В начале процесса коленчатое соединение устанавливают в правильное положение, например путем перемещения (каким-либо соответствующим средством) в направлении стрелки. Стопор 65 изображен в положении, в котором коленчатый рычаг перемещается несколько дальше нейтрального положения, так что коленчатый рычаг приходит в состояние самоблокировки, и для осуществления зажимания не требуется приложения никакой внешней силы.

Могут быть использованы другие фиксирующие механизмы, обеспечивающие фиксацию расстояния между двумя зажимными элементами.

На фиг. 11 показана также схематически возможность обеспечения наличия производственного станка с зажимными элементами 21, имеющими между собой переменное регулируемое расстояние D . В результате этого станок становится очень гибким для введения параллельных крепежных элементов 5, расположенных на различных взаимных расстояниях D , и при этом обеспечивает, что зажимание осуществляется посредством зажимных элементов 21 в соответствующих местоположениях, т.е. в текущем положении крепежных элементов 5.

Как упоминалось ранее, станок для осуществления способа может содержать средство для введения вставной части в отверстие, а также средство для выполнения этапа закрепления в одной и той же зоне или в различных зонах. На фиг. 12 показана зона для выполнения как этапа введения, так и этапа закрепления.

Захват 71 используется для удержания первого объекта (крепежного элемента 5) на месте для введения по существу без приложения давления. Сонотрод 11 прикладывает толкающую силу для выполнения этапа введения до тех пор, пока вставная часть 6 не будет введена в отверстие 2 на глубину, достаточную для того, чтобы в нем удерживался крепежный элемент 5. При необходимости прикладывают сжимающую силу до тех пор, пока не будет создана тугая посадка.

Захват 71 затем удаляют, и для выполнения этапа закрепления сонотрод 11 начинает подавать механическую энергию к крепежному элементу 5, в то время как все еще прикладывают или повторно прикладывают сжимающую силу. Зажимную силу прикладывают посредством зажимного элемента 21 и опоры 22 в процессе этапа закрепления и/или во время этапа введения, предпочтительно в процессе как этапа введения, так и этапа закрепления.

На фиг. 13 показан станок с двумя зонами, а именно с зоной 81 введения, в которой первые объекты (здесь - крепежные элементы 5) вводят в отверстия 2 второго объекта (здесь - доски 1), и зоной 82 закрепления, в которой сонотроды 11 прикладывают энергию механической вибрации к крепежным элементам 5. После введения крепежных элементов 5 в доску 1 в зоне 81 введения доску 1 перемещают в зону 82 закрепления, где выполняют процесс закрепления. В общем случае для вариантов осуществления изобретения с различными зонами для введения и закрепления (не только в изображенной конфигурации) используются следующие возможности.

Согласно первой возможности, показанной на фиг. 13, в зоне 81 введения нет зажимного элемента. Зажимную силу, прикладываемую посредством, например, зажимных элементов 21, прикладывают только для осуществления процесса закрепления в зоне 82 закрепления.

Согласно второй возможности зажимную силу прикладывают в процессе этапа введения, выполняемого в зоне 81 введения, затем прекращают приложение зажимной силы и снова прикладывают ее для выполнения этапа закрепления, выполняемого в зоне 82 закрепления.

Согласно третьей возможности в зоне 82 закрепления нет зажимного элемента. Зажимную силу прикладывают только для процесса введения в зоне 81 введения.

Согласно четвертой возможности зажимную силу прикладывают в зоне 81 введения и ее продолжают прикладывать в процессе перемещения и, по меньшей мере, первоначально в процессе этапа закрепления, выполняемого в зоне 82 закрепления. Это может, например, быть осуществлено посредством механического зажима, прикрепленного к доске в зоне 81 введения, а затем перемещающегося вместе с доской 1, причем механический зажим освобождают в зоне 82 закрепления после, по меньшей мере, частичного разжижения вставной части 6. В альтернативных вариантах может быть предусмотрен зажимной механизм, перемещающийся вместе с доской 1. В этом случае зажимной механизм может опционально в то же время удерживать доску 1 и осуществлять или вносить вклад в относительное перемещение из зоны 81 введения в зону 82 закрепления.

На фиг. 14 показан еще один второй объект со ступенчатым поперечным сечением вставной части 6 крепежного элемента 5. Первое поперечное сечение (диаметр d_1) примерно соответствует поперечному сечению отверстия 2 в доске 1 или несколько меньше его, так что соответствующий первый фрагмент 6.1 вставной части может быть введен в отверстие 2 без приложения к доске 1 существенной силы взаимодействия. Второе поперечное сечение (диаметр d_2) имеет больший размер, что означает, что второе поперечное сечение, представляющее собой поперечное сечение второго фрагмента 6.2 вставной части, больше, чем поперечное сечение отверстия 2 в доске 1, так что введение данного второго фрагмента 6.2 вставной части обеспечивает создание тугий посадки. В станке, соответствующем упомянутой выше первой возможности, зона введения может обеспечивать введение вставной части только до той степени, которая показана на фиг. 14, т.е. так, что отсутствует существенная сила взаимодействия. Это делает привлекательным ступенчатое поперечное сечение (или другие поперечные сечения, которые, по меньшей мере, локально имеют больший размер в более близких положениях, чем в более дальних положениях) в сочетании со способами/станками, в которых нет зажимов в зоне введения, поскольку будет необходимость в обеспечении зажима сначала в последующей зоне закрепления, когда второй фрагмент 6.2 вставной части вжимают в отверстие 2 посредством сонотрода.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ закрепления первого объекта во втором объекте, при этом первый объект (5) содержит первый материал, а второй объект (1) содержит второй материал, причем первый материал является твердым и проявляет термопластичные свойства, а второй материал является твердым и проницаемым для первого материала, когда он находится в разжиженном состоянии, причем второй объект имеет торцевую грань,

причем второй объект дополнительно содержит отверстие (2), имеющее входную часть в торцевой грани, при этом отверстие имеет ось отверстия и глубину, а первый объект (5) дополнительно содержит вставную часть (6), имеющую длину,

причем отверстие (2) и вставная часть (6) подогнаны друг к другу таким образом, чтобы обеспечить возможность размещения вставной части (6) в отверстии (2), а указанные первый и второй материалы

образуют по меньшей мере часть областей (18, 19) противоположных поверхностей вставной части (6) и отверстия (2), выполненных с возможностью прижатия друг к другу,

при этом способ содержит этапы, на которых

прилагают зажимную силу ко второму объекту, в то время как вставная часть, по меньшей мере частично, введена в отверстие (2), причем зажимная сила действует между зажимными элементами (21, 22, 25), действующими на противоположных поверхностях (3) и расположенными так, что отверстие находится между противоположными поверхностями при приложении зажимной силы, при этом зажимная сила действует в направлении, не параллельном оси отверстия;

закрепляют вставную часть (6) первого объекта в отверстии (2) путем передачи в область вблизи указанных областей противоположных поверхностей энергии, обеспечивающей, по меньшей мере, частичное разжижение первого материала, в количестве и в течение времени, достаточных для разжижения первого материала и взаимного проникновения первого и второго материалов в области вблизи указанных областей противоположных поверхностей;

прекращают передачу энергии на время, достаточное для повторного затвердевания первого материала, разжиженного в процессе этапа закрепления.

2. Способ по п.1, в котором этап приложения зажимной силы выполняют, по меньшей мере, на начальной стадии этапа закрепления.

3. Способ по п.1 или 2, в котором отверстие (2) и вставная часть (6) подогнаны друг к другу таким образом, чтобы обеспечить возможность размещения вставной части (6) в отверстии (2) с тугой посадкой, при этом области противоположных поверхностей вставной части (6) и отверстия (2) прижаты друг к другу при тугой посадке.

4. Способ по п.3, содержащий дополнительный этап, на котором создают тугую посадку путем размещения вставной части (6) в отверстии (2) и приложения силы взаимодействия до этапа закрепления.

5. Способ по п.4, в котором этап приложения зажимной силы выполняют, по меньшей мере, на начальной стадии этапа создания тугой посадки.

6. Способ по п.5, в котором этап приложения зажимной силы выполняют непрерывно в процессе этапа создания тугой посадки и продолжают также, по меньшей мере, на начальной стадии этапа закрепления.

7. Способ по любому из пп.1-6, в котором второй объект (1) имеет сечение в форме доски, образующее две широкие поверхности (3) и узкую боковую грань (4) между широкими поверхностями, причем указанная торцевая грань является узкой боковой гранью сечения в форме доски.

8. Способ по любому из пп.1-7, в котором направление зажимной силы является перпендикулярным оси отверстия.

9. Способ по любому из пп.1-8, в котором зажимной силой управляют путем управления давлением газа или текучей среды, оказывающим давление на зажимной элемент (21).

10. Способ по любому из пп.1-9, в котором зажимающее давление превышает $0,4 \text{ Н/мм}^2$.

11. Способ по любому из пп.1-10, в котором на этапе закрепления передаваемая энергия является энергией механической вибрации.

12. Способ по любому из пп.1-11, в котором зажимная сила является постоянной или имеет управляемый профиль кривой в зависимости от времени, причем предпочтительно зажимной силой (F_c) управляют таким образом, чтобы прекращать ее приложение после снижения силы (F_i) взаимодействия.

13. Способ по любому из пп.1-11, в котором зажимную силу прикладывают путем удержания зажимных элементов (21, 22) в фиксированном положении относительно друг друга.

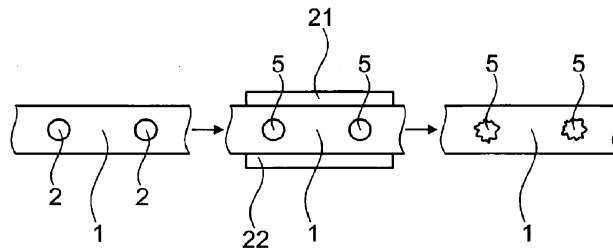
14. Способ по п.13, в котором удержание зажимных элементов (21, 22) в фиксированном положении относительно друг друга осуществляют путем управления коленчатым рычагом, содержащим первое плечо (61.1) рычага и второе плечо (61.2) рычага, соединенные по меньшей мере с одним из зажимных элементов (21).

15. Способ по любому из пп.1-14, в котором по меньшей мере для одного из зажимных элементов (21, 25) площадь зажимной поверхности (42), которая является площадью поверхности контакта между указанным зажимным элементом и частью поверхности второго объекта, к которому его прижимают при осуществлении зажима, меньше, чем поверхность (3), к которой его прижимают, по меньшей мере в 5 раз, предпочтительно по меньшей мере в 10 раз.

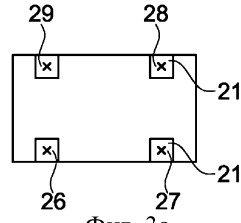
16. Способ по любому из пп.1-15, в котором по меньшей мере для одного из зажимных элементов (21, 25) площадь зажимной поверхности (42) превышает не более чем в 20 раз, предпочтительно не более чем в 15 раз площадь вставной части и превышает по меньшей мере в 1,5 раза или по меньшей мере в 2,5 раза указанную площадь вставной части.

17. Способ по любому из пп.1-16, в котором второй объект имеет множество отверстий (2), причем имеется соответствующее количество первых объектов (5), при этом этап приложения зажимной силы содержит этап приложения зажимной силы к каждому из отверстий (2) по отдельности, одновременно или последовательно.

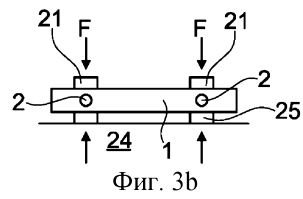
18. Способ по любому из пп.1-17, содержащий этап, на котором, по меньшей мере частично, вводят вставную часть (6) в отверстие (2) до этапа закрепления, причем в процессе этапа закрепления второй



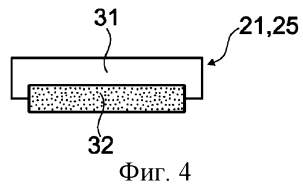
Фиг. 2



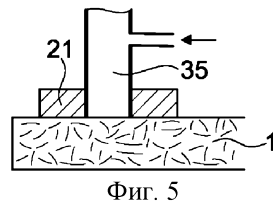
Фиг. 3a



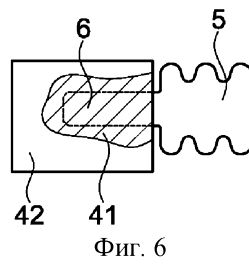
Фиг. 3b



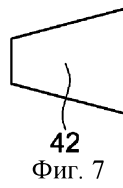
Фиг. 4



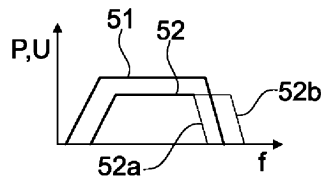
Фиг. 5



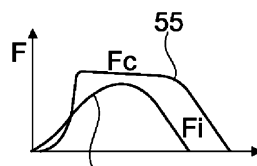
Фиг. 6



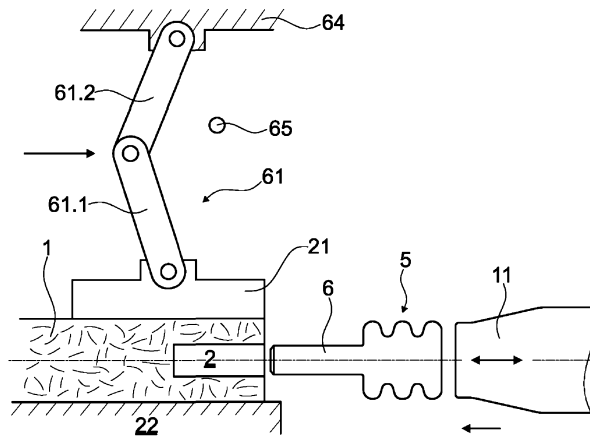
Фиг. 7



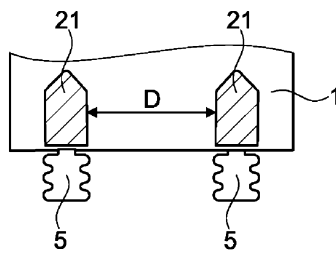
Фиг. 8



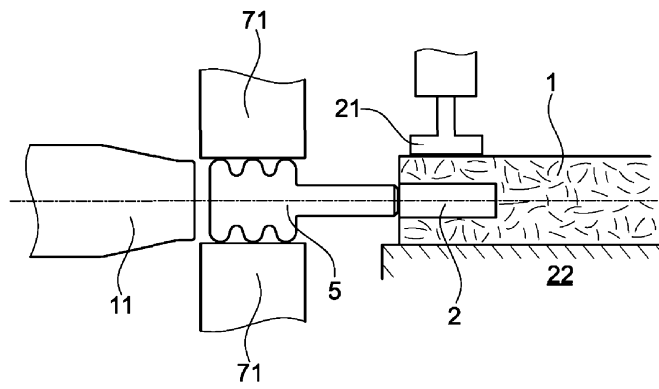
Фиг. 9



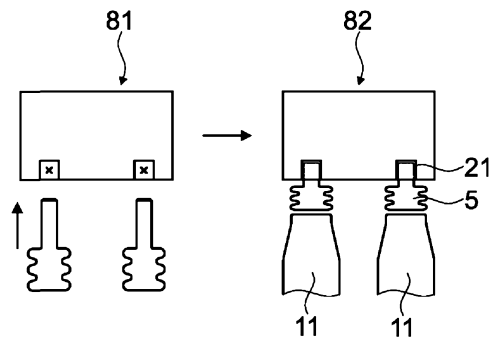
Фиг. 10



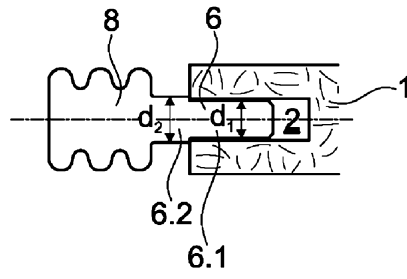
Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14

