

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034335**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.01.29

(51) Int. Cl. **B21D 22/28** (2006.01)
B21D 22/20 (2006.01)

(21) Номер заявки
201791793

(22) Дата подачи заявки
2016.03.15

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФОРМОВАННОГО МАТЕРИАЛА

(31) **2015-070609**

(32) **2015.03.31**

(33) **JP**

(43) **2018.04.30**

(86) **PCT/JP2016/058136**

(87) **WO 2016/158383 2016.10.06**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
НИППОН СТИЛ НИССИН КО., ЛТД.
(JP)

(72) Изобретатель:
Накамура Наофуми, Ямамото Юдай
(JP)

(74) Представитель:
Нилова М.И. (RU)

(56) **JP-A-20003005827**

Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 032575/1984 (Laid-open No. 146526/1985), (Aida Engineering, Ltd.), 28 September 1985 (28.09.1985), specification, page 2, lines 1 to 14; fig. 1 (Family: none)

JP-A-2001259750

JP-A-11057914

JP-A-2013514185

(57) Формованный материал (1), имеющий цилиндрическую стержневую часть (10) и фланцевую часть (11), образованную на концевом участке стержневой части, изготавливают путем выполнения многоступенчатой вытяжки металлического листового материала. Многоступенчатая вытяжка включает предварительную вытяжку, при которой получают заготовку (20) из металлического листового материала (2), имеющую стержневой элемент (20a); вытяжку с прижимом, которую выполняют по меньшей мере один раз после предварительной вытяжки и при которой получают стержневую часть (10) посредством вытяжки стержневого элемента (20a) при приложении к стержневому элементу (20a) регулируемого давлением усилия прижима; и конечную вытяжку с утонением, которую выполняют по меньшей мере один раз после вытяжки с прижимом для обеспечения размерной точности.

B1**034335****034335****B1**

Область техники

Изобретение относится к способу изготовления сформованного материала для изготовления сформованного материала, имеющего цилиндрическую стержневую часть и фланцевую часть, образованную на концевом участке стержневой части.

Сведения о предшествующем уровне техники

Формованный материал, имеющий цилиндрическую стержневую часть и фланцевую часть, которая получена формованием на концевом участке стержневой части, изготавливают посредством вытяжки, как описано, например, в непатентном документе 1 ниже. Стержневую часть получают посредством растяжения металлического листового материала при вытяжке. Соответственно, толщина периферической стенки стержневой части обычно меньше толщины используемого материала.

Формованный материал, который получен посредством вытяжки, такой как указана выше, может быть использован в некоторых случаях в качестве корпуса двигателя, раскрытого, например, в патентном документе 1. Можно предположить, что периферическая стенка стержневой части в этом случае будет выступать в роли защитного материала для предотвращения магнитного рассеяния из корпуса двигателя. Можно также предположить, что периферическая стенка будет выступать в качестве заднего ядра статора в зависимости от конструкции двигателя.

Чем толще периферическая стенка, тем лучше функционирование в качестве защитного материала или заднего ядра. При изготовлении сформованного материала посредством вытяжки, как описано выше, в ожидании уменьшения толщины стержневой части, толщину металлического листового материала выбирают большей, чем заранее определенная толщина периферической стенки стержневой части таким образом, что получают заранее определенную толщину периферической стенки стержневой части. Однако толщина металлического листового материала не является неизменно постоянной и изменяется в пределах допустимого диапазона толщины, именуемого допуском по толщине. Уменьшение толщины во время вытяжки изменяется, например, из-за изменений в состоянии формующего штампа и из-за непостоянства характеристик материала.

Для уменьшения вибрации двигателя и шума от внутреннего диаметра корпуса двигателя может потребоваться высокоточная круглость внутреннего диаметра. С этой целью круглость внутреннего диаметра обычно улучшают посредством конечной вытяжки с утонением стержневой части на этапе, который выполняют после завершения многоступенчатой вытяжки. Конечную вытяжку с утонением выполняют посредством вытяжки с утонением материала стержневой части, зажатою снаружи и изнутри двумя формующими штампами, имеющими зазор между ними, который задан меньшим, чем толщина материала стержневой части. Такое задание зазора меньшим, чем толщина материала стержневой части, называется отрицательным зазором.

В этом случае, когда толщина металлического листового материала меньше, чем планируемая толщина, или когда скорость уменьшения толщины высокая из-за непостоянства характеристик материала в металлическом листовом материале или из-за изменений в состоянии формующего штампа на этапе вытяжки, толщина стержневой части перед вытяжкой с утонением может стать равной планируемой толщине или быть меньше нее.

При формующем штампе, заранее находящемся в состоянии готовности, степень вытяжки с утонением становится недостаточной, и круглость внутреннего диаметра может уменьшиться. Наоборот, когда толщина металлического листового материала больше, чем планируемая толщина, или толщина стержневой части перед конечной вытяжкой с утонением значительно больше, чем планируемая толщина, из-за, например, изменений в состоянии формующего штампа во время этапа вытяжки или из-за непостоянства характеристик материала, круглость внутреннего диаметра после конечной вытяжки с утонением является удовлетворительной, но возникают другие проблемы в том, что, например, в случаях, когда поверхность металлического листового материала представляет собой поверхность обработанного стального листа, имеющего покрытие, образуется осадок покрытия, который позже счищается с поверхности формующего изделия.

Эти проблемы возникают из-за того факта, что толщина периферической стенки стержневой части перед конечной вытяжкой с утонением изменяется из-за изменений в толщине металлического листового материала и изменений в скорости уменьшения толщины во время вытяжки, несмотря на то, что зазор формующего штампа для выполнения конечной вытяжки с утонением является фиксированным; в результате, изменения в толщине периферической стенки стержневой части перед конечной вытяжкой с утонением не могут быть компенсированы путем изменения условий вытяжки.

Таким образом, как маленькая, так и большая толщина периферической стенки стержневой части перед конечной вытяжкой с утонением является проблемой в случае, когда в качестве металлического листового материала используют стальной лист с обработанной поверхностью. Соответственно, от толщины металлического листового материала, подвергаемого многоступенчатой вытяжке, требуется очень точный допуск.

Таким образом, были предложены формующие штампы, с помощью которых на этапе многоступенчатой вытяжки выполняют вытяжку с прижимом, в качестве средства предотвращения утонения стержневой части вытягиваемого элемента, как описано, например, в патентном документе 2 ниже.

В этом формующем штампе для вытяжки с прижимом цилиндрический элемент, сформованный в предварительном процессе, устанавливают на предотвращающем деформацию элементе, выполненном на нижней матрице так, что открытая фланцевая часть цилиндрического элемента обращена вниз, и открытая фланцевая часть расположена в углублении пластины, выполненной на нижней матрице, при этом наружная периферия открытой фланцевой части соответствует углублению. Затем верхнюю матрицу опускают, чтобы вызвать запрессовку цилиндрической части цилиндрического элемента в отверстие матрицы, выполненное в верхней матрице, после чего выполняют вытяжку с прижимом под воздействием результирующего усилия прижима.

Поскольку предотвращающий деформацию элемент может перемещаться вертикально относительно пластины, таким образом, предотвращаются уменьшения в толщине, и напротив, становятся возможны увеличения в толщине (утолщение стенки) фактически без растягивающего усилия, действующего на боковые стенки цилиндрического элемента.

Усилие прижима, действующее на стержневой элемент в этом случае, эквивалентно сопротивлению деформации стержневого элемента во время запрессовки в отверстие матрицы. Таким образом, факторы, способствующие увеличению толщины, включают главным образом зазор формующего штампа между матрицей и пуансоном, радиус плеча матрицы и прочность материала (условный предел текучестих площадь поперечного сечения) стержневого элемента, каждый из которых оказывает воздействие на сопротивление деформации.

Перечень ссылок

Непатентные документы.

Непатентный документ 1. "Фундаментальные основы пластического формования", Масао Муракава и др. (3), 1-е изд., Sangyo-Tosho Publishing Co. Ltd., январь 16, 1990, стр. 104-107.

Патентные документы.

Патентный документ 1. Публикация патентной заявки Японии № 201351765.

Патентный документ 2. Публикация заявки на полезную модель Японии № H04-43415.

Патентный документ 3. Патент Японии № 5395301.

Сущность изобретения

Техническая задача.

Однако в вышеописанном способе вытяжки с прижимом цилиндрический элемент расположен на пластине, которая прикреплена к нижней матрице, и цилиндрический элемент зажимают между пластиной и матрицей, которая опускается сверху. Таким образом, толщина увеличивается под воздействием усилия прижима на цилиндрический элемент в так называемом положении нижней точки, и таким образом толщина может быть увеличена. Однако остается трудным управление увеличением или уменьшением толщины посредством регулирования усилия прижима в ответ на изменения в толщине металлического листового материала.

Настоящее изобретение задумано с целью решения вышеуказанных проблем, и его задачей является обеспечение способа изготовления сформованного материала, в котором круглость внутреннего диаметра стержневой части может быть соблюдена с высокой точностью посредством управления уменьшением и увеличением толщины таким образом для регулирования толщины периферической стенки стержневого элемента перед конечной вытяжкой с утонением, даже когда изменяется толщина металлического листового материала или меняются параметры формующего штампа.

Дополнительной задачей настоящего изобретения является обеспечение способа изготовления сформованного материала, в котором может быть предотвращено возникновение осадка пленки покрытия посредством образования зазора формующего штампа, используемого при конечной вытяжке с утонением, даже в случае, когда в качестве металлического листового материала используют стальной лист с обработанной поверхностью, полученный нанесением на поверхность стального листа покрытия.

Решение задачи.

Способ изготовления сформованного материала согласно настоящему изобретению включает изготовление сформованного материала, имеющего цилиндрическую стержневую часть и фланцевую часть, образованную на концевом участке стержневой части посредством выполнения многоступенчатой вытяжки металлического листового материала, причем многоступенчатая вытяжка включает

предварительную вытяжку, при которой из металлического листового материала получают заготовку, имеющую стержневой элемент;

вытяжку с прижимом, которую выполняют по меньшей мере один раз после предварительной вытяжки и при которой получают стержневую часть посредством вытяжки стержневого элемента при приложении к стержневому элементу усилия прижима вдоль направления глубины стержневого элемента с использованием формующего штампа, содержащей матрицу, имеющую отверстие для вдавливания, пуансон, который вставляют в стержневой элемент и который выполнен с возможностью проталкивания стержневого элемента в отверстие для вдавливания, и средства для прессования для приложения усилия прижима к периферической стенке стержневого элемента; и

конечную вытяжку с утонением, которую выполняют по меньшей мере один раз после вытяжки с прижимом, выполняемой по меньшей мере один раз,

причем средства для прессования представляют собой подъемную подушку, имеющую подушку, которая расположена на наружной периферии пуансона, так чтобы противодействовать матрице, и на которой расположен нижний конец периферической стенки стержневого элемента, и опорную часть, выполненную с возможностью поддержки подушки снизу и регулирования поддерживающего усилия, которое поддерживает подушку,

причем вытяжку с прижимом, выполняемую по меньшей мере один раз, выполняют с обеспечением ее завершения к моменту, при котором подушка достигнет нижней мертвой точки, при этом во время вытяжки с прижимом стержневого элемента поддерживающее усилие действует на стержневой элемент как усилие прижима.

Обеспечиваемые изобретением технические результаты.

В способе изготовления сформованного материала настоящего изобретения стержневую часть формируют посредством вытяжки стержневого элемента при приложении к стержневому элементу усилия прижима согласно толщине металлического листового материала вдоль направления глубины стержневого элемента.

Соответственно, путем увеличения усилия прижима можно избежать недостаточной вытяжки с утонением и нарушения круглости внутреннего диаметра во время конечной вытяжки с утонением, даже когда толщина металлического листового материала изменяется больше, чем ожидается, в сторону меньших значений. Кроме того, путем уменьшения усилия прижима можно предотвратить возникновение осадка покрытия при соблюдении круглости внутреннего диаметра, даже когда, напротив, толщина металлического листового материала изменяется больше, чем ожидается, в сторону больших значений.

Соответственно, в результате могут быть использованы металлические листовые материалы с широкими допусками по толщине, чем у обычных листов, что облегчает материалоснабжение.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 показано графическое изображение в перспективе, иллюстрирующее сформованный материал 1, изготовленный в соответствии со способом изготовления сформованного материала варианта осуществления 1 настоящего изобретения;

на фиг. 2 - пояснительное графическое изображение, иллюстрирующее способ изготовления сформованного материала, согласно которому изготовлен сформованный материал, показанный на фиг. 1;

на фиг. 3 - пояснительное графическое изображение, иллюстрирующее формирующий штамп, используемый в предварительной вытяжке, показанной на фиг. 2;

на фиг. 4 - пояснительное графическое изображение, иллюстрирующее предварительную вытяжку, осуществляемую формирующим штампом, показанным на фиг. 3;

на фиг. 5 - пояснительное графическое изображение, иллюстрирующее формирующий штамп, используемый в первой вытяжке с прижимом, показанной на фиг. 2;

на фиг. 6 - пояснительное графическое изображение, иллюстрирующее первую вытяжку с прижимом, осуществляемую формирующим штампом, показанным на фиг. 5;

на фиг. 7 - график, иллюстрирующий отношение между усилием подъемной подушки и средней толщиной периферической стенки стержневой части на этапе первой вытяжки с прижимом;

на фиг. 8 - график, иллюстрирующий отношение между усилием подъемной подушки и средней толщиной периферической стенки стержневой части на этапе второй вытяжки с прижимом;

на фиг. 9 - график, иллюстрирующий отношение между зазором формирующего штампа во время конечной вытяжки с утонением и круглостью внутреннего диаметра периферической стенки стержневой части после конечной вытяжки с утонением;

на фиг. 10 - пояснительное графическое изображение, иллюстрирующее диапазон толщины формируемого материала при обычном утонении стенки (сравнительный пример 1);

на фиг. 11 - пояснительное графическое изображение, иллюстрирующее диапазон толщины формируемого материала при утолщении стенки в положении нижней точки (сравнительный пример 2);

на фиг. 12 - пояснительное графическое изображение, иллюстрирующее диапазон толщины прессуемого материала при управляемом подъеме утолщения стенки (пример настоящего изобретения);

на фиг. 13 - график, иллюстрирующий отношение между скоростью Y и X ($=t/t_{re}$) вытяжки с утонением в стальном листе с покрытием на основе сплава Zn-Al-Mg;

на фиг. 14 - пояснительное графическое изображение, иллюстрирующее отношение между средней толщиной t_{ce} периферической стенки стержневого элемента перед конечной вытяжкой с утонением и зазором c_{ce} формирующего штампа для конечной вытяжки с утонением во время конечной вытяжки с утонением.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

Варианты осуществления для выполнения изобретения будут пояснены далее со ссылкой на сопроводительные чертежи.

Вариант осуществления 1.

На фиг. 1 показано графическое изображение в перспективе, иллюстрирующее сформованный материал 1, изготовленный в соответствии со способом изготовления сформованного материала варианта осуществления 1 настоящего изобретения. Как показано на фиг. 1, сформованный материал 1, изготовленный в соответствии со способом изготовления сформованного материала настоящего изобретения,

имеет стержневую часть 10 и фланцевую часть 11. Стержневая часть 10 представляет собой цилиндрическую часть, имеющую верхнюю стенку 100 и периферическую стенку 101, проходящую от наружной кромки верхней стенки 100. Верхняя стенка 100 в некоторых случаях может упоминаться под другими названиями, например, как нижняя стенка, в зависимости от ориентации, в которой используют сформованный материал 1. На фиг. 1 стержневая часть 10 показана имеющей правильное круглое поперечное сечение, но стержневая часть 10 может иметь другую форму поперечного сечения, например трубковидную эллиптическую или квадратную. Например, верхняя стенка 100 может быть также обработана посредством формования, например, выступа, который выступает от верхней стенки 100. Фланцевая часть 11 представляет собой пластинчатую часть, образованную на концевом участке стержневой части 10 (концевой участок периферической стенки 101).

На фиг. 2 показано пояснительное графическое изображение, иллюстрирующее способ изготовления формованного материала, согласно которому изготовлен сформованный материал 1, показанный на фиг. 1. В способе изготовления сформованного материала настоящего изобретения формованный материал 1 образован посредством выполнения многоступенчатой вытяжки и конечной вытяжки с утонением металлического листового материала 2 типа пластины. Многоступенчатая вытяжка в настоящем документе включает предварительную вытяжку и вытяжку с прижимом, выполняемую по меньшей мере один раз после предварительной вытяжки. В способе изготовления формованного материала настоящего варианта осуществления прижим осуществляют три раза (с первой по третью операции прижима). В качестве металлического листового материала 2 могут быть использованы металлические листы различных типов стального листа с покрытием.

Предварительная вытяжка является этапом формования заготовки 20, имеющей стержневой элемент 20а, посредством обработки металлического листового материала 2. Стержневой элемент 20а представляет собой цилиндрическое тело большего диаметра и меньшей глубины, чем у стержневой части 10, показанной на фиг. 1. Направление глубины стержневого элемента 20а определяется направлением удлинения периферической стенки стержневого элемента 20а. В настоящем варианте осуществления вся заготовка 20 составляет стержневой элемент 20а. Однако тело, имеющее фланцевую часть, может быть сформировано в качестве заготовки 20. В этом случае фланцевая часть не составляет стержневой элемент 20а.

Как подробно описано ниже, этапы с первой вытяжки с прижимом по третью вытяжку с прижимом являются этапами формования стержневой части 10 путем вытяжки стержневого элемента 20а при приложении к стержневому элементу 20а усилия 42а прижима (фиг. 5) вдоль направления глубины стержневого элемента 20а. Вытяжка стержневого элемента 20а обозначает в настоящем документе уменьшение диаметра стержневого элемента 20а и увеличение глубины стержневого элемента 20а.

Далее на фиг. 3 показано пояснительное графическое изображение, иллюстрирующее формующий штамп 3, используемый в предварительной вытяжке, показанной на фиг. 2. На фиг. 4 показано пояснительное графическое изображение, иллюстрирующее предварительную вытяжку, осуществляемую формующим штампом 3, показанным на фиг. 3. Как показано на фиг. 3, формующий штамп 3, используемый в предварительной вытяжке, включает матрицу 30, пуансон 31 и амортизирующую подушку 32. Матрица 30 выполнена с отверстием 30а для вдавливания, через которое проталкивают металлический листовый материал 2 вместе с пуансоном 31. Амортизирующая подушка 32 расположена на наружной периферии пуансона 31, так чтобы противодействовать концевой поверхности матрицы 30. Предварительно, наружную кромочную часть металлического листового материала 2 подталкивают к точке выведения из захвата матрицы 30 и амортизирующей подушки 32 без полного зажатия наружной кромочной части металлического листового материала 2 матрицей 30 и амортизирующей подушкой 32, как показано на фиг. 4. Весь металлический листовый материал 2 можно протолкнуть через отверстие 30а для вдавливания вместе с пуансоном 31. В случае, когда надлежит сформовать заготовку 20, имеющую фланцевую часть, как описано выше, достаточно остановиться на глубине таким образом, чтобы наружная кромочная часть металлического листового материала 2 не выводилась из захвата матрицей 30 и амортизирующей подушкой 32.

Далее на фиг. 5 показано пояснительное графическое изображение, иллюстрирующее формующий штамп 4, используемый в первой вытяжке с прижимом, показанной на фиг. 2. На фиг. 6 показано пояснительное графическое изображение, иллюстрирующее первую вытяжку с прижимом, осуществляемую формующим штампом 4, показанным на фиг. 5. Как показано на фиг. 5, формующий штамп 4, используемый в первой вытяжке с прижимом, включает матрицу 40, пуансон 41 и подъемную подушку 42. Матрица 40 является элементом, имеющим отверстие 40а для вдавливания. Пуансон 41 представляет собой цилиндрическое тело, которое вставляют в стержневой элемент 20а и которое выполнено с возможностью проталкивания стержневого элемента 20а в отверстие 40а для вдавливания.

Подъемная подушка 42 расположена на наружной периферии пуансона 41, так чтобы противодействовать матрице 40. Более конкретно, подъемная подушка 42 содержит подушку 420 и толкающую часть 421. Подушка 420 представляет собой кольцевую часть, расположенную на наружной периферии пуансона 41, так чтобы противодействовать матрице 40. Толкающая часть 421 расположена под подушкой 420 и толкает и поддерживает подушку 420. Стержневой элемент 20а расположен на подушке 420. Периферическая стенка стержневого элемента 20а оказывается зажатой матрицей 40 и подушкой 420,

когда матрица 40 опускается. В результате зажатия периферической стенки стержневого элемента 20а матрицей 40 и подушкой 420 толкающее усилие (усилие подъемной подушки) толкающей части 421 прикладывается к стержневому элементу 20а в виде усилия 42а прижима вдоль направления глубины стержневого элемента 20а. Таким образом, подъемная подушка 42 представляет собой средства для прессования для приложения к стержневому элементу 20а усилия 42а прижима вдоль направления глубины стержневого элемента 20а.

Как показано на фиг. 6, в время первой вытяжки с прижимом матрица 40 опускается, и в результате стержневой элемент 20а оказывается вставлен вместе с пуансоном 41 в отверстие 40а для вдавливания, и тем самым стержневой элемент 20а вытягивается. При этом после зажатия периферической стенки стержневого элемента 20а матрицей 40 и подушкой 420 усилие 42а прижима вдоль направления глубины стержневого элемента 20а все еще приложено к стержневому элементу 20а. Таким образом, в первой операции прижима стержневой элемент 20а вытягивается под приложением усилия 42а прижима. Как подробно описано ниже, стержневой элемент 20а может вытягиваться, не вызывая утонения стенки стержневого элемента 20а в случае, когда усилие 42а прижима удовлетворяет заранее заданному условию. В результате, толщина стержневого элемента 20а, подвергнутого первой операции прижима, становится равной толщине стержневого элемента 20а до первой вытяжки с прижимом или становится больше нее.

Нижняя поверхность подъемной подушки 42 во время работы находится в состоянии возможности вертикального перемещения без упирания в верхнюю поверхность держателя 43 пуансона. Это состояние, в котором матрица 40, опустившаяся во время работы, не достигнув так называемой нижней точки, и подъемная подушка 42, которая будет перемещаться вверх под действием толкающего усилия (усилие подъемной подушки) толкающей части 421, сбалансированы с помощью стержневого элемента 20а.

Конструкция с достижением подъемной подушкой 42 нижней точки вызывает то, что толкающее усилие (усилие подъемной подушки) толкающей части 421 становится меньше, чем усилие сопротивления деформации во время уменьшения диаметра стержневого элемента 20а при деформации. В этом случае усилия формования между нижней матрицей 40 и держателем 43 пуансона сбалансированы с помощью подъемной подушки 42, и соответственно, большая часть толкающего усилия (усилие подъемной подушки), действующего на стержневой элемент 20а, является только сопротивлением деформации во время запрессовки в матрицу 40 путем уменьшения диаметра стержневого элемента 20а. Таким образом, факторы, влияющие на утолщение стенки, включают главным образом зазор формующего штампа между матрицей 40 и пуансоном, радиус R матрицы и прочность материала (условный предел текучести $\times$ площадь поперечного сечения) стержневого элемента 20а, которые оказывают влияние на сопротивление деформации. После установки эти условия нелегко изменить, и соответственно, было обнаружено, что в прижимном формующем штампе в положении нижней точки сложно управлять увеличением или уменьшением толщины в ответ на изменения толщины металлического листового материала.

Вторая и третья операции прижима на фиг. 2 выполняют с использованием формующего штампа, имеющего конфигурацию, идентичную формующему штампу 4, показанному на фиг. 5 и 6. Размеры матрицы 40 и пуансона 41 изменены подходящим образом. Таким образом, во время второй операции прижима стержневой элемент 20а после первой операции прижима вытягивается под приложением усилия 42а прижима. В третьей операции прижима стержневой элемент 20а после второй операции прижима вытягивается пока к нему приложено усилие 42а прижима. Стержневой элемент 20а становится стержневой частью 10 в результате операций прижима с первой по третью, после которых следует конечная вытяжка с утонением. В настоящем изобретении важно регулировать усилие прижима с этапа первого прижима до этапа третьего прижима таким образом, что толщина стержневого элемента 20а на этапе третьего прижима, являющемся предшествующим процессу конечной вытяжки с утонением, принимает заранее заданное значение толщины. В результате, конечную вытяжку с утонением выполняют с подходящим зазором формующего штампа таким образом, что не возникает осадка электролитического покрытия, при удовлетворении круглости внутреннего диаметра.

Примеры приведены далее. Изобретатели изучили отношение между величиной усилия подъемной подушки во время прижима и средней толщиной (мм) периферической стенки стержневой части стержневого элемента 20а при использовании в качестве металлического листового материала 2 круглого листа, полученного нанесением покрытия Zn-Al-Mg на холоднокатанный лист обычной стали, причем круглый лист имел толщину от 1,60 до 1,95 мм, количество осажденных частиц покрытия 90 г/м² и диаметр 116 мм. Отношение между зазором формующего штампа для конечной вытяжки с утонением и круглостью внутреннего диаметра после конечной вытяжки с утонением было определено с использованием стержневых элементов 20а перед конечной вытяжкой с утонением с различной толщиной периферической стенки стержневой части и изготовленных путем изменения усилия подъемной подушки на этапе прижима. Также был определен диапазон толщины формуемого материала для обычного утонения стенки, при котором не прилагалось усилия прижима направленного действия (сравнительный пример 1) для утолщения стенки в положении нижней точки, являющегося обычной работой прижима (сравнительный пример 2), и для утолщения стенки, регулируемого усилием подъемной подушки настоящего изобретения. Также было определено отношение между скоростью вытяжки с утонением и радиусом (мм) плеча матрицы на этапе конечной вытяжки с утонением в диапазоне прессования, в пределах которого круг-

лость внутреннего диаметра после конечной вытяжки с утонением была удовлетворительной и не наблюдалось возникновения осадка покрытия. Условия работы были такими, как приведены ниже. Результаты показаны на фиг. 7.

Радиус кривизны плеча матрицы: 0,45-10 мм.

Диаметр пуансона: предварительная вытяжка 66 мм, первая вытяжка с прижимом 54 мм, вторая вытяжка с прижимом 43 мм, третья вытяжка с прижимом 36 мм, конечная вытяжка с утонением 36 мм.

Зазор формующего штампа (одна сторона) между матрицей и пуансоном: предварительная вытяжка 2,00 мм, первая вытяжка с прижимом 1,95 мм, вторая вытяжка с прижимом 1,95 мм, третья вытяжка с прижимом 1,95 мм, конечная вытяжка с утонением 1,55 мм.

Усилие подъемной подушки: 0-100 кН.

Масло для прессования: TN-20N.

На фиг. 7 показан график, иллюстрирующий отношение между усилием подъемной подушки и средней толщиной периферической стенки стержневой части на этапе первой вытяжки с прижимом с использованием в качестве металлического листового материала стального листа с покрытием Zn-Al-Mg толщиной 1,8 мм. На фиг. 7 вертикальная ось представляет среднюю толщину периферической стенки стержневой части после первой вытяжки с прижимом, а горизонтальная ось представляет усилие подъемной подушки (кН) в первой вытяжке с прижимом. Средняя толщина периферической стенки стержневой части обозначает значение, полученное от усреднения толщины периферической стенки от изогнутого конца радиуса радиуса плеча пуансона на фланцевой стороне до изогнутого конца радиуса радиуса плеча матрицы на стороне верхней стенки. Было обнаружено, что средняя толщина периферической стенки стержневой части увеличивается по существу линейно, как увеличивается усилие подъемной подушки первой операции прижима. Также было обнаружено, что толщина стенки становится больше, чем средняя толщина периферической стенки стержневой части при предварительной вытяжке путем задания усилия подъемной подушки первой операции прижима, равной примерно 15 кН или более.

На фиг. 8 показан график, иллюстрирующий отношение между усилием подъемной подушки и средней толщиной периферической стенки стержневой части на этапе второй вытяжки с прижимом. В данном случае стальной лист с покрытием Zn-Al-Mg толщиной 1,8 мм был использован в качестве металлического листового материала, аналогично фиг. 7. На фиг. 8 вертикальная ось представляет среднюю толщину периферической стенки стержневой части после второй вытяжки с прижимом, а горизонтальная ось представляет усилие подъемной подушки (кН) во второй вытяжке с прижимом. В данном случае было обнаружено, что средняя толщина периферической стенки стержневой части увеличивается линейно, дополняя увеличение усилия подъемной подушки второй вытяжки с прижимом аналогично этапу первой вытяжки с прижимом. Для стержневого элемента, сформованного усилием подъемной подушки в 50 кН в первой вытяжке с прижимом, толщина увеличилась до толщины, по существу, идентичной зазору формующего штампа, с усилием подъемной подушки второй вытяжки с прижимом примерно в 30 кН, и толщина осталась постоянной даже при увеличении усилия подъемной подушки за пределы вышеуказанного значения. Это показывает, что путем регулирования (увеличения) усилия подъемной подушки толщина стержневого элемента может быть увеличена до толщины, аналогичной зазору формующего штампа. Было обнаружено, что задание усилия подъемной подушки примерно в 10 кН или более во второй вытяжке с прижимом приведет к более толстой стенке, чем средняя толщина периферической стенки стержневой части на этапе первой вытяжки с прижимом.

На фиг. 9 показан график, иллюстрирующий отношение между зазором формующего штампа на этапе конечной вытяжки с утонением и круглостью внутреннего диаметра периферической стенки стержневой части после конечной вытяжки с утонением. В данном случае в качестве металлического листового материала были использованы стальные листы с покрытием Zn-Al-Mg толщиной 1,60-1,95 мм. На фиг. 9 вертикальная ось представляет круглость внутреннего диаметра (мм) после конечной вытяжки с утонением, а горизонтальная ось представляет зазор формующего штампа при конечной вытяжке с утонением. Зазор формующего штампа при конечной вытяжке с утонением следующий:

$$\text{Зазор формующего штампа при конечной вытяжке с утонением} = \{(c_{re} - t_{re}) / t_{re}\} \times 100$$

где c_{re} - зазор формующего штампа при конечной вытяжке с утонением;

t_{re} - средняя толщина периферической стенки стержневого элемента перед конечной вытяжкой с утонением.

Было обнаружено, что круглость внутреннего диаметра резко увеличивается, как только зазор формующего штампа при конечной вытяжке с утонением становится больше. Кроме того, было обнаружено, что норматив круглости внутреннего диаметра в 0,05 мм или менее могут быть удовлетворены в области, где зазор формующего штампа при конечной вытяжке с утонением является отрицательным, т.е. путем выполнения вытяжки с утонением с уменьшающейся толщиной стержневого элемента.

На фиг. 10 приведены экспериментальные результаты диапазона толщины формующего материала при обычном утонении стенки (сравнительный пример 1). На фиг. 11 приведены экспериментальные результаты диапазона толщины прессуемого материала при утолщении стенки в положении нижней точки (сравнительный пример 2), являющемся обычным способом прижима с утолщением стенки. На фиг. 12

приведены экспериментальные результаты диапазона толщины прессуемого материала при управляемом подъеме утолщении стенки (пример настоящего изобретения). На чертежах показаны толщины перед конечной вытяжкой с утонением, зазор при конечной вытяжке с утонением, а также круглость внутреннего диаметра периферической стенки стержневой части после конечной вытяжки с утонением, и возникновение осадка покрытия после конечной вытяжки с утонением против толщины металлических листовых материалов, использованных в экспериментах, а также показаны результаты оценки на основании круглости внутреннего диаметра и возникновения осадка покрытия. Прилагается или нет усилие подъемной подушки во время первой вытяжки с прижимом обозначено только для справки на фиг. 12, которая показывает управляемое подъемом утолщение стенки (пример настоящего изобретения).

К стержневому элементу не прикладывалось усилия прижима при обычном утонении стенки сравнительного примера 1, показанного на фиг. 10, и соответственно, толщина перед конечной вытяжкой с утонением равномерно уменьшалась по отношению к толщине металлического листового материала.

Для толщины 1,60-1,75 мм металлического листового материала зазор на этапе конечной вытяжки с утонением был положительным, и соответственно, круглость внутреннего диаметра превышала норматив 0,05 мм, без вытяжки с утонением. Для толщины 1,95 мм металлического листового материала зазор на этапе конечной вытяжки с утонением составил -10,9%, и таким образом круглость внутреннего диаметра после конечной вытяжки с утонением была удовлетворительной, но было обнаружено возникновение осадка покрытия на сторонах скольжения против матрицы на этапе конечной вытяжки с утонением. В результате, толщина формуемого материала при обычном утонении стенки (сравнительный пример 1) находилась в диапазоне от 1,75 до 1,90 мм, имея ширину 0,15 мм.

При утолщении стенки в положении нижней точки сравнительного примера 2, показанного на фиг. 11, усилие прижима было приложено к стержневому элементу, и соответственно, хотя толщина перед конечной вытяжкой с утонением равномерно уменьшалась по отношению к толщине металлического листового материала, степень уменьшения была меньше, чем в сравнительном примере 1 (обычное утонение стенки).

Круглость внутреннего диаметра превышала норматив 0,05 мм только для толщины 1,60 мм металлического листового материала. Было обнаружено возникновение осадка покрытия со стороны скольжения против матрицы на этапе конечной вытяжки с утонением в случаях, когда толщина металлического листового материала составила 1,85 мм или более.

В вышеприведенных результатах толщина формуемого материала при утолщении стенки в положении нижней точки (сравнительный пример 2) составила от 1,65 до 1,80 мм при ширине 0,15 мм. Было обнаружено, что, хотя толщина формуемого материала смещается к тонкой стороне, по сравнению с обычным утонением стенки в сравнительном примере 1, ширина не проявляет изменений. Это означает, что в случае изменений толщины металлического листового материала предел прессования одинаковый как для обычного утонения стенки (сравнительный пример 1), так и для утолщения стенки в положении нижней точки (сравнительный пример 2).

При утолщении стенки, управляемом усилием подъемной подушки примера настоящего изобретения, показанного на фиг. 12, усилием прижима, приложенным к стержневому элементу, можно свободно управлять на основании усилия подъемной подушки в соответствии с толщиной металлического листового материала. Следовательно, становится возможным уменьшить диапазон изменений в толщине во время предварительного процесса конечной вытяжки с утонением. Например, как показано на фиг. 12, диапазон изменений толщины перед конечной вытяжкой с утонением может быть уменьшен с помощью выполнения вытяжки с прижимом путем утолщения стенки, посредством приложения усилия подъемной подушки во время первой вытяжки с прижимом для маленькой толщины от 1,60 до 1,75 мм металлического листового материала и посредством утонения стенки без приложения усилия подъемной подушки для большей толщины от 1,80 мм или более металлического листового материала. Условие без воздействия усилия подъемной подушки соответствует обычному утонению стенки в сравнительном примере 1. Было обнаружено возникновение осадка покрытия на сторонах скольжения против матрицы на этапе конечной вытяжки с утонением в случаях, когда толщина металлического листового материала составила 1,95 мм, но круглость после конечной вытяжки с утонением удовлетворяла нормативу 0,05 мм или менее независимо от толщины металлического листового материала. Таким образом, в этих результатах, толщина формуемого материала при утолщении стенки, управляемом усилием подъемной подушки (настоящее изобретение), лежит в диапазоне от 1,60 до 1,90 мм со средней шириной 0,30 мм. Это означает, что при утолщении стенки, управляемом усилием подъемной подушки примера настоящего изобретения, предел прессования в случае изменений толщины металлического листового материала шире, чем при обычном утонении стенки (сравнительный пример 1) и при утолщении стенки в положении нижней точки (сравнительный пример 2). Таким образом, диапазон толщины металлического листового материала, в котором возможно прессование, шире в способе изготовления формованного материала настоящего изобретения, чем при обычном утонении стенки сравнительного примера 1 и чем при утолщении стенки в положении нижней точки, являющимся обычным способом прижима с утолщением стенки сравнительного примера 2.

На фиг. 13 показан график, иллюстрирующий отношение между скоростью Y и $X (=t/t_c)$ вытяжки с

утонением в случае, когда в качестве металлического листового материала используют стальной лист с покрытием на основе сплава Zn-Al-Mg. На фиг. 13 вертикальная ось представляет скорость Y вытяжки с утонением, а горизонтальная ось представляет отношение X радиуса кривизны g плеча матрицы формирующего штампа при конечной вытяжке с утонением и средней толщины t_{re} периферической стенки стержневого элемента перед конечной вытяжкой с утонением

скорость вытяжки Y с утонением определена в следующем виде.

$$Y(\%) = \{(t_{re} - c_{re})/t_{re}\} \times 100$$

где c_{re} - зазор формирующего штампа при конечной вытяжке с утонением;

t_{re} - средняя толщина периферической стенки стержневого элемента перед конечной вытяжкой с утонением.

На чертеже белые круги ($\circ$) обозначают оценочную характеристику эффекта того, что возникновение осадка покрытия может быть подавлено, в то время как крестики ($\times$) обозначают характеристику эффекта того, что возникновение осадка покрытия не может быть подавлено. Кроме того, черные точки ($\bullet$) означают, что круглость внутреннего диаметра превышает 0,05 мм. Как показано на фиг. 13, было обнаружено, что в случае стального листа с покрытием на основе сплава Zn-Al-Mg обеспечивается возможность подавления возникновения осадка покрытия в области ниже прямой линии, представленной $Y = 11,7X - 3,1$. Таким образом, было обнаружено, что возникновение осадка покрытия можно подавить путем установления средней толщины t_{re} периферической стенки стержневого элемента перед конечной вытяжкой с утонением так, чтобы выполнялось $0 < Y \leq 11,7X - 3,1$, в результате утолщения стенки, управляемого усилием подъемной подушки. Условие $0 < Y$, заданное в вышеприведенном условном выражении, вытекает из факта, что вытяжку с утонением не выполняют в случае, когда скорость вытяжки с утонением Y не превышает 0%.

В этом способе изготовления сформованного материала стержневую часть формируют посредством вытяжки стержневого элемента при приложении к стержневому элементу усилия прижима согласно толщине металлического листового материала вдоль направления глубины стержневого элемента. Соответственно, недостаточная вытяжка с утонением и ухудшение внутренней точности во время конечной вытяжки с утонением можно избежать путем увеличения усилия подъемной подушки, даже когда толщина металлического листового материала изменяется в сторону меньших значений, чем в обычных случаях. Кроме того, круглость внутреннего диаметра может быть удовлетворена при предотвращении возникновения осадка покрытия путем уменьшения усилия подъемной подушки, даже когда, напротив, толщина металлического листового материала изменяется в сторону больших значений, чем в обычных случаях. Следовательно, в результате могут быть использованы металлические листовые материалы с более широкими допусками по толщине, чем у обычных листов, что облегчает материалоснабжение.

Настоящая конфигурация особенно полезна в применениях, когда от сформованного материала, такого как корпус двигателя, требуется обеспечение высокоточной круглости внутреннего диаметра.

Подъемная подушка 42, которая не достигает нижней точки во время работы, образует средства для прессования, и таким образом обеспечивается возможность вытяжки стержневого элемента 20a более надежным образом при приложении к стержневому элементу 20a усилия 42a прижима вдоль направления глубины стержневого элемента 20a.

Усилие подъемной подушки на этапе вытяжки с прижимом можно регулировать в соответствии с толщиной металлического листового материала, и соответственно, средняя толщина периферической стенки стержневого элемента перед конечной вытяжкой с утонением может быть удержана в подходящем диапазоне толщины независимо от толщины металлического листового материала, и может быть выполнена стабильная вытяжка с утонением с постоянным зазором вытяжки с утонением без ограничения.

Кроме того, способ изготовления сформованного материала настоящего изобретения удовлетворяет $0 < Y \leq 11,7X - 3,1$, где Y обозначает скорость вытяжки с утонением и X обозначает отношение радиуса кривизны g плеча матрицы формирующего штампа при конечной вытяжке с утонением к средней толщине t_{re} периферической стенки стержневого элемента перед конечной вытяжкой с утонением; в результате, круглость внутреннего диаметра после конечной вытяжки с утонением может быть удовлетворена, и стержневой элемент 20a может вытягиваться, не вызывая образования осадка покрытия.

При пояснении варианта осуществления прижим выполнялся три раза, но количество операций прижима может быть должным образом изменено в зависимости от размера и требуемой размерной точности формованного материала 1.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ изготовления формованного материала, имеющего цилиндрическую стержневую часть (10) и фланцевую часть (11), образованную на концевом участке стержневой части (10) посредством выполнения многоступенчатой вытяжки металлического листового материала (2), причем многоступенчатая вытяжка включает

предварительную вытяжку, при которой из металлического листового материала (2) получают заготовку (20), имеющую стержневой элемент (20a);

вытяжку с прижимом, которую выполняют по меньшей мере один раз после предварительной вытяжки и при которой получают стержневую часть (10) посредством вытяжки стержневого элемента (20а) при приложении к стержневому элементу (20а) усилия (42а) прижима вдоль направления глубины стержневого элемента (20а) с использованием формующего штампа (3, 4), содержащего матрицу (30, 40), имеющую отверстие (30а, 40а) для вдавливания, пуансон (31, 41), который вставляют в стержневой элемент (20а) и который выполнен с возможностью проталкивания стержневого элемента в отверстие (30а, 40а) для вдавливания, и средства для прессования для приложения усилия (42а) прижима к периферической стенке стержневого элемента (20а); и

конечную вытяжку с утонением, которую выполняют по меньшей мере один раз после вытяжки с прижимом, причем средства для прессования представляют собой подъемную подушку (42), имеющую подушку (420), которая расположена на наружной периферии пуансона (31, 41), так чтобы противодействовать матрице (30, 40), и на которой расположен нижний конец периферической стенки стержневого элемента (20а), и опорную часть, выполненную с возможностью поддержки подушки (420) снизу и регулирования поддерживающего усилия, которое поддерживает подушку (420), причем

вытяжку с прижимом, выполняемую по меньшей мере один раз, выполняют с обеспечением ее завершения к моменту, при котором подушка (420) достигнет нижней мертвой точки, при этом

среднюю толщину периферической стенки стержневого элемента (20а) перед конечной вытяжкой с утонением регулируют путем регулирования поддерживающего усилия, которое поддерживает подушку (420), в соответствии с толщиной металлического листового материала (2),

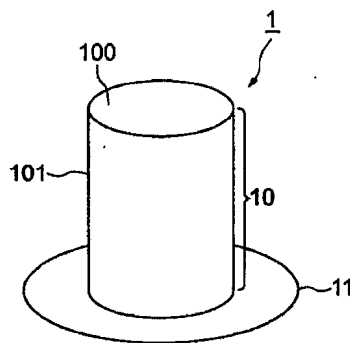
во время вытяжки с прижимом стержневого элемента (20а) поддерживающее усилие действует на стержневой элемент (20а) как усилие (42а) прижима.

2. Способ изготовления формованного материала по п.1, в котором при конечной вытяжке с утонением, выполняемой по меньшей мере один раз, устанавливают зазор c_{re} формующего штампа (3, 4), используемого при конечной вытяжке с утонением, так, чтобы выполнялось отношение, заданное выражением (1) ниже, где X обозначает соотношение радиуса кривизны r плеча матрицы формующего штампа (3, 4), используемого при конечной вытяжке с утонением, к средней толщине t_{re} периферической стенки стержневого элемента (20а) перед конечной вытяжкой с утонением, и

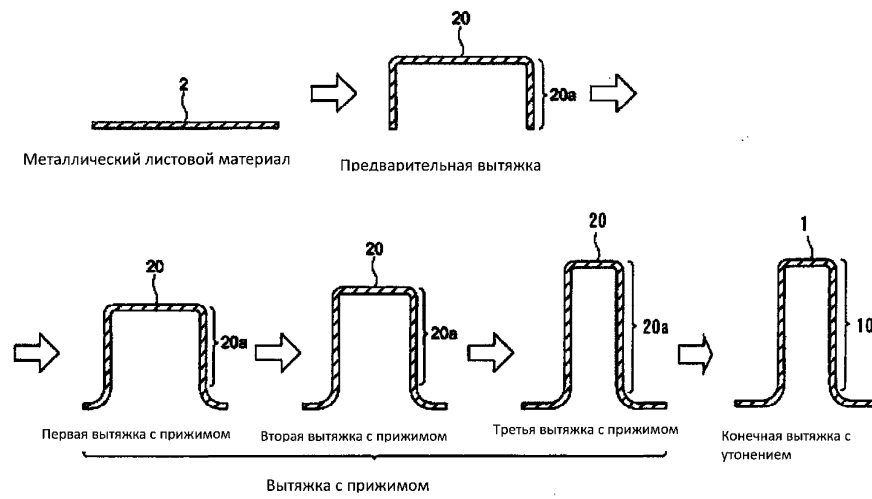
$$Y \text{ обозначает скорость вытяжки с утонением, представленную } \{(t_{re} - c_{re})/t_{re}\} \times 100:$$

$$0 < Y \leq 11,7X - 3,1 \dots \dots \text{ выражение (1).}$$

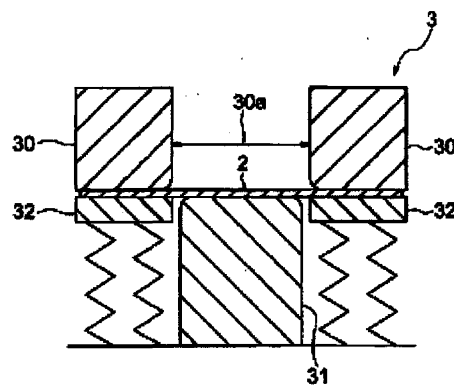
3. Способ изготовления формованного материала по п.1, в котором металлический листовый материал (2) представляет собой оцинкованный стальной лист, полученный путем нанесения на поверхность стального листа покрытия на основе цинка.



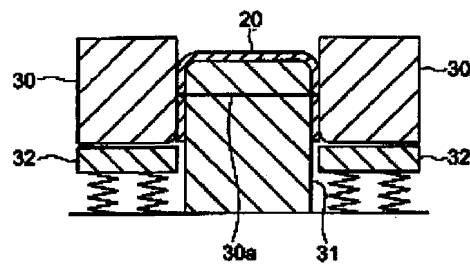
Фиг. 1



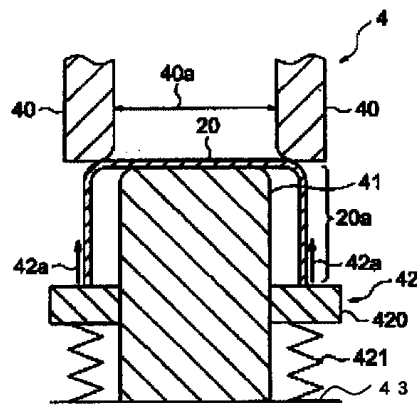
Фиг. 2



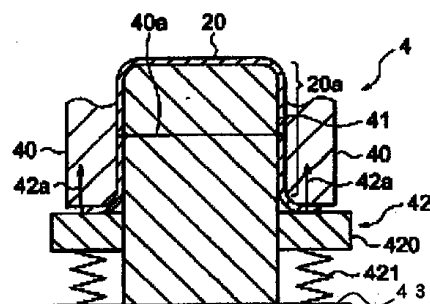
Фиг. 3



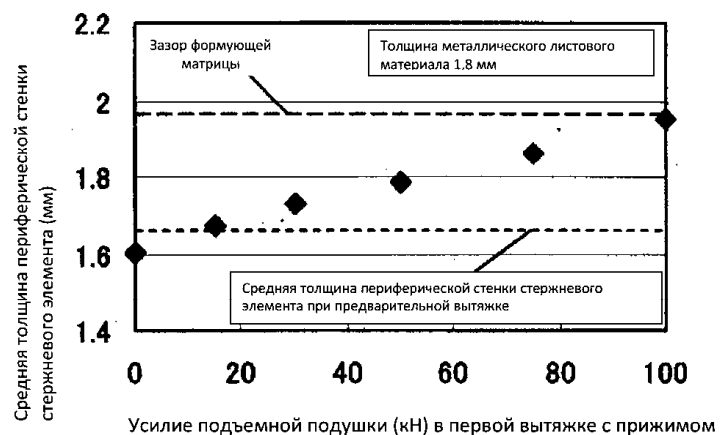
Фиг. 4



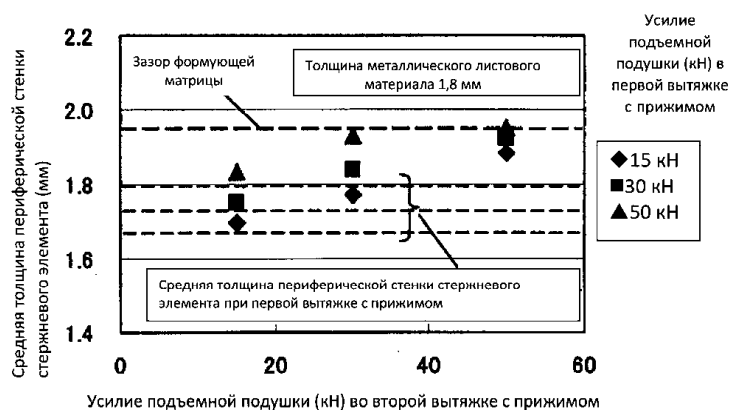
Фиг. 5



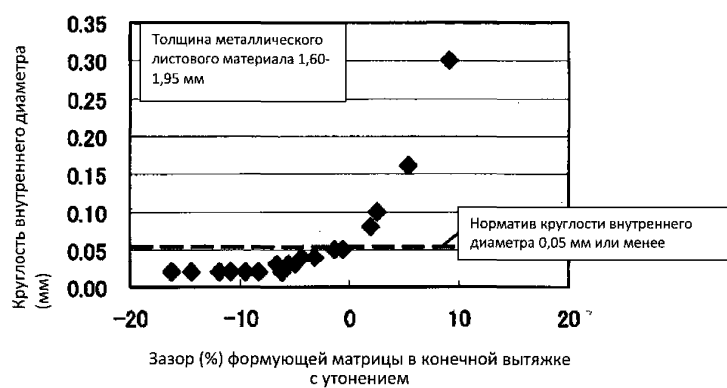
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9

Обычное утонение стенки (сравнительный пример 1)					
Толщина металлического листового материала (мм)	Толщина перед конечной вытяжкой с утонением (мм)	Зазор (%) при конечной вытяжке с утонением	Круглость (мм)	Осадок покры- тия	Оценка
1. 60	1. 42	9. 2	0. 30	нет	×
1. 65	1. 47	5. 4	0. 16	нет	×
1. 70	1. 51	2. 6	0. 10	нет	×
1. 75	1. 56	-0. 6	0. 05	нет	○
1. 80	1. 60	-3. 1	0. 04	нет	○
1. 85	1. 64	-5. 5	0. 03	нет	○
1. 90	1. 69	-8. 3	0. 02	нет	○
1. 95	1. 74	-10. 9	0. 02	есть	×

Радиус плеча матрицы в конечной вытяжке с утонением 1,8 мм

Фиг. 10

Утолщение стенки в положении нижней точки (сравнительный пример 2)					
Толщина металлического листового материала (мм)	Толщина перед конечной вытяжкой с утонением (мм)	Зазор (%) при конечной вытяжке с утонением	Круглость (мм)	Осадок покрытия	Оценка
1. 60	1. 52	2. 0	0. 08	нет	×
1. 65	1. 57	-1. 3	0. 05	нет	○
1. 70	1. 62	-4. 3	0. 04	нет	○
1. 75	1. 66	-6. 6	0. 03	нет	○
1. 80	1. 71	-9. 4	0. 02	нет	○
1. 85	1. 76	-11. 9	0. 02	есть	×
1. 90	1. 81	-14. 4	0. 02	есть	×
1. 95	1. 85	-16. 2	0. 02	есть	×

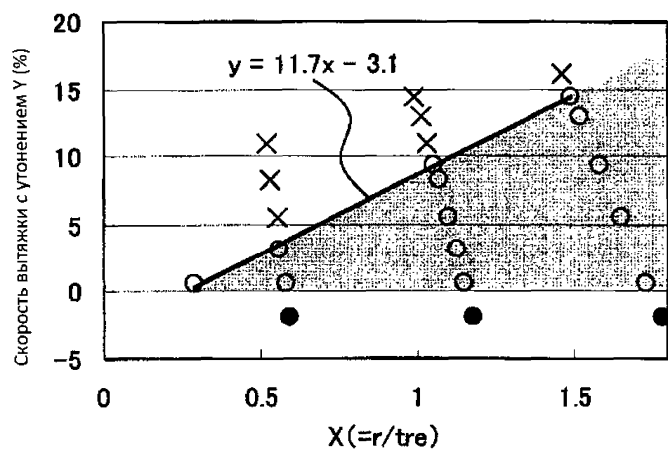
Радиус плеча матрицы в конечной вытяжке с утонением 1,8 мм

Фиг. 11

Утолщение стенки, управляемое подъемной силой (пример настоящего изобретения)						
Толщина металлическо- го листового материала (мм)	Толщина перед конечной вытяжкой с утонением (мм)	Зазор (%) при конечной вытяжке с утонением	Круг- лость (мм)	Осадок покрытия	Оценка	Сила подъем- ной подушки
1. 60	1. 65	-6. 1	0. 03	нет	○	прикладывалась
1. 65	1. 63	-4. 9	0. 03	нет	○	прикладывалась
1. 70	1. 63	-4. 9	0. 03	нет	○	прикладывалась
1. 75	1. 63	-4. 9	0. 04	нет	○	прикладывалась
1. 80	1. 60	-3. 1	0. 03	нет	○	Не использовалась
1. 85	1. 64	-5. 5	0. 02	нет	○	Не использовалась
1. 90	1. 69	-8. 3	0. 02	нет	○	Не использовалась
1. 95	1. 74	-10. 9	0. 02	есть	×	Не использовалась

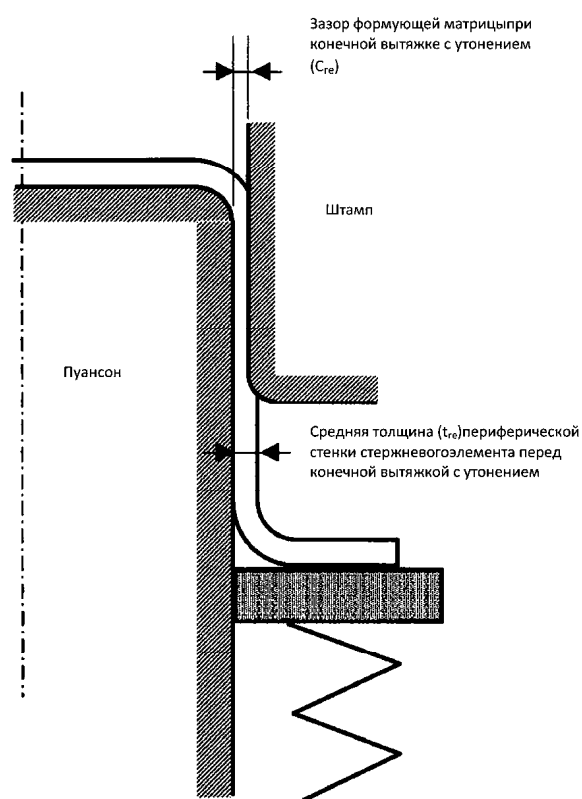
Радиус плеча матрицы в конечной вытяжке с утонением 1,8 мм

Фиг. 12



Радиус плеча матрицы в конечной вытяжке с утонением 0,45-2,7 мм

Фиг. 13



Фиг. 14

