

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de pedido: 2012.11.27	(73) Titular(es): TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN KARLSPLATZ 13 1040 WIEN	AT
(30) Prioridade(s): 2011.11.30 AT 17702011		
(43) Data de publicação do pedido: 2014.10.08	(72) Inventor(es): JOHANN KOLLEGER BENJAMIN KROMOSER	AT AT
(45) Data e BPI da concessão: 2016.09.07 229/2016	(74) Mandatário: MANUEL BASTOS MONIZ PEREIRA RUA DOS BACALHOEIROS, 4 1100-070 LISBOA	PT

(54) Epigrafe: **PROCESSO DE FABRICO DE CASCAS DUPLAMENTE CURVADAS NO ESPAÇO**

(57) Resumo:

O PROCESSO DE FABRICO DE UMA CASCA DUPLAMENTE CURVADA NO ESPAÇO INCLUI: APLICAÇÃO DE UMA PRIMEIRA PELÍCULA (5) E DE UMA SEGUNDA PELÍCULA (6) NUMA SUPERFÍCIE BASE (2), SENDO QUE AS PELÍCULAS (5, 6) SÃO UNIDAS FIRMEMENTE NAS SUAS BORDAS; APLICAÇÃO DE PNEUS CUNEIFORMES (7) NA SEGUNDA PELÍCULA (6); INSUFLAÇÃO DOS PNEUS CUNEIFORMES (7); FABRICO DE SEGMENTOS DE CASCA (8) ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DE UMA ARMADURA E DA INTRODUÇÃO DE UM MATERIAL DE CONSTRUÇÃO VAZÁVEL E ENDURECÍVEL (9) ENTRE OS PNEUS CUNEIFORMES (7); COLOCAÇÃO DE PELO MENOS UM ELEMENTO DE TRAÇÃO FLEXÍVEL (11) NA DIREÇÃO CIRCUNFERENCIAL NA BORDA EXTERIOR (4) DA SUPERFÍCIE BASE (2); APLICAÇÃO DE UMA CARGA NOS SEGMENTOS DE CASCA (8) AO LONGO DA BORDA EXTERIOR (4); CURVATURA E LEVANTAMENTO DOS SEGMENTOS DE CASCA (8) ATRAVÉS DA INSUFLAÇÃO DE AR ENTRE A PRIMEIRA PELÍCULA (5) E A SEGUNDA PELÍCULA (6) SOB ESFORÇO DE TRAÇÃO DE PELO MENOS UM ELEMENTO DE TRAÇÃO (11) NA DIREÇÃO CIRCUNFERENCIAL; PREENCHIMENTO DAS JUNTAS (12) ENTRE OS SEGMENTOS DE CASCA (8) COM UM MATERIAL VAZÁVEL E ENDURECÍVEL (13).

RESUMO

PROCESSO DE FABRICO DE CASCAS DUPLAMENTE CURVADAS NO ESPAÇO

O processo de fabrico de uma casca duplamente curvada no espaço inclui: aplicação de uma primeira película (5) e de uma segunda película (6) numa superfície base (2), sendo que as películas (5, 6) são unidas firmemente nas suas bordas; aplicação de pneus cuneiformes (7) na segunda película (6); insuflação dos pneus cuneiformes (7); fabrico de segmentos de casca (8) através da aplicação de uma armadura e da introdução de um material de construção vazável e endurecível (9) entre os pneus cuneiformes (7); colocação de pelo menos um elemento de tração flexível (11) na direção circunferencial na borda exterior (4) da superfície base (2); aplicação de uma carga nos segmentos de casca (8) ao longo da borda exterior (4); curvatura e levantamento dos segmentos de casca (8) através da insuflação de ar entre a primeira película (5) e a segunda película (6) sob esforço de tração de pelo menos um elemento de tração (11) na direção circunferencial; preenchimento das juntas (12) entre os segmentos de casca (8) com um material vazável e endurecível (13).

DESCRIÇÃO

PROCESSO DE FABRICO DE CASCAS DUPLAMENTE CURVADAS NO ESPAÇO

A invenção diz respeito a um processo de fabrico de cascas duplamente curvadas no espaço.

Cascas são estruturas de superfície utilizadas, por exemplo, como cobertura para pavilhões de exposições ou pavilhões de eventos.

Por cascas duplamente curvadas no espaço entendem-se estruturas de superfície curvadas em dois planos espaciais diferentes. Tais cascas duplamente curvadas no espaço podem ser utilizadas, por exemplo, como cobertura para pavilhões de exposições ou pavilhões de eventos.

Adequados para o fabrico de cascas duplamente curvadas no espaço são materiais vazáveis como, por exemplo, betão armado, plásticos, água ou gelo.

As estruturas de casca distinguem-se por absorver as cargas sobretudo por forças de membrana, desde que tenham a forma adequada e estejam corretamente apoiadas. Daí resulta um aproveitamento muito favorável dos materiais e um consumo de materiais reduzido. No entanto, a economia dos materiais é contrariada por custos de salário mais elevados a nível de fabrico de cascas curvadas no espaço. As estruturas de casca executadas conforme descrito, por exemplo, em "Räumliche Dachtragwerke - Konstruktion und Ausführung" de Hermann Rühle, Tomo 1, editora VEB Verlag für Bauwesen, Berlin, 1969, págs. 177, 248, 256, e "Heinz Isler - Schalen" de Ekkehard Ramm e Eberhard Schunk (editor), editora Karl Krämer Verlag, Stuttgart, 1986, págs. 51, 68,

70, 77, apresentam normalmente cofragens complicadas, curvadas no espaço, de madeira e/ou aço.

Para economizar os custos para a construção de cascas curvadas no espaço, tornaram-se conhecidas também cofragens pneumáticas. As cascas de forma esférica ou de forma cilíndrica ou cascas com modificações mais ou menos ligeiras destas formas básicas podem ser fabricadas desta forma, ver, por exemplo, "Kuppelbau mit pneumatischer Schalung" de Franz Derflinger, em "Beton- und Stahlbetonbau", ano 1983, revista n.º 11, págs. 299 a 302.

Para alterar a forma de uma cofragem pneumática, propõe-se na DE 35 00 153 montar na superfície da cofragem pneumática cabos radiais pré-tensionados contra a cofragem pneumática. Com a cofragem pneumática de acordo com a DE 35 00 153 é aumentada a curvatura da cofragem localmente, próximo dos cabos, o que é vantajoso para a estabilidade da casca a fabricar nesta cofragem.

Nas cofragens pneumáticas é complicado o fabrico do pneu a partir de retalhos. Uma desvantagem é constituída pelo facto de ser necessário aplicar o material da casca em camadas finas, por exemplo, por betão projetado, porque, embora a capacidade de carga do pneu seja elevada para cargas uniformemente distribuídas, cargas locais provocam grandes deslocções.

O termo "pneu" designa, de forma geral, um componente insuflável.

Devido ao facto de a aplicação do betão projetado no pneu para o fabrico de uma casca de betão ou a projeção de água sobre o pneu para o fabrico de uma casca de gelo ser um

processo de fabrico complicado, a EP 1 706 553 propõe fabricar uma placa de um material vazável como, por exemplo, betão ou água ou gelo, sobre uma superfície de trabalho plano e, a seguir, transformar a placa numa casca, através da insuflação de um pneu e o estiramento de elementos tensores. Uma desvantagem neste processo reside no facto de ser necessário integrar na placa um segundo material que seja macio e que durante o processo de transformação da placa se transforme plasticamente numa casca mas que se mantenha dentro da casca definitiva. Uma outra desvantagem é constituída pelo facto de a curvatura da casca fabricada através deste método ser limitada uma vez que as forças de compressão criadas durante o processo de transformação poderiam levar à falha de estabilidade das áreas com o material macio. Por isso, as áreas com material macio restringem-se a dimensões pequenas.

Para permitir o fabrico de uma casca duplamente curvada a partir de uma forma inicial plana, sem que um segundo material macio se mantenha na casca definitiva, a AT 506 902 propõe colocar elementos de estrutura de superfície planos num pneu, de forma a serem mantidos espaços cuneiformes entre os elementos de estrutura de superfície aplicados de forma plana. A casca é formada pela insuflação do pneu e a estiragem de elementos de tração. Verificou-se, consultar por exemplo, "Ice Domes - Development of Construction Methods" de Sonja Dallinger, Tese de doutoramento, Universidade Técnica de Viena, 2011, que as cascas fabricadas através deste método se restringem a uma envergadura pequena de aproximadamente 10 m, caso contrário, as forças de tração no pneu, que são iguais ao produto obtido pela multiplicação da pressão interior com o raio de curvatura, podem provocar a rutura das juntas do pneu.

A invenção baseia-se no objetivo de criar um processo de fabrico de uma casca duplamente curvada sem construção de uma cofragem curvada no espaço e do respetivo cimbri e sem o processo de fabrico complicado da projeção de um material sobre uma cofragem pneumática, que não se restrinja a envergaduras e curvaturas pequenas e que não mantenha um material plasticamente deformável dentro da casca definitiva.

Este objetivo é atingido na invenção por um processo de fabrico de uma casca duplamente curvada no espaço com as características da reivindicação 1.

Numa superfície de trabalho, de preferência, uma superfície de trabalho plana, a superfície base é medida e dimensionada de modo que a superfície base seja superior ao traçado da casca e apresente pelo menos as medidas da superfície da casca projetada para a superfície de trabalho.

Após a conclusão do processo de transformação, isto é, após a curvatura e o levantamento dos segmentos de casca, os vários segmentos de casca estão separados entre si por juntas. Estas são preenchidas com um material vazável e endurecível sendo assim assegurada uma elevada estabilidade da casca assim construída.

De forma conveniente, os segmentos da casca são formados de betão, betão armado, betão com fibras, betão com têxteis, plástico ou gelo, uma vez que estes materiais garantem uma elevada estabilidade da casca. Além disso, os elementos de tração são formados, de forma conveniente, por cordões de cabos tensores, monocordões, cabos de aço inox, cordões de aço inox ou por um plástico reforçado com fibra, porque

estes apresentam a resistência à tração e a flexibilidade necessárias.

Como material vazável deram boas provas argamassa de cimento, resina sintética, plástico e água.

De acordo com uma variante preferida, as duas películas sobrepostas são formadas com uma camada permeável ao gás, nomeadamente um velo e/ou uma estrutura têxtil inserida entre as películas, as películas sobrepostas são unidas firmemente nas suas bordas estando previsto um dispositivo de introdução de gás numa das películas.

De forma conveniente, as películas são constituídas por cloreto de polivinilo ou polietileno em todas as variantes pensáveis.

Uma boa adaptação dos segmentos de casca a uma casca curvada verifica-se quando pelo menos um dos segmentos de casca for cortado antes do processo de transformação, sendo que o corte é executado da superfície até próximo de pelo menos uma das armaduras e mais ou menos na direção ortogonal em relação à armadura.

Um processo preferido é caracterizado por a disposição dos segmentos de casca que formam a casca na película ser feita pela aplicação de um material vazável que forma os segmentos de casca, tal como betão, plástico ou água, sendo que a superfície base é equipada com uma cofragem circundante nas bordas a título de cercadura do material vazável.

Numa variante conveniente do processo segundo a invenção, realiza-se a aplicação de uma carga ao longo da borda

exterior da superfície base, na medida em que a espessura dos segmentos de casca ao longo da superfície base é superior à espessura das zonas interiores dos segmentos de casca.

Numa outra variante do processo está previsto que durante o processo de moldagem da casca, a pressão de ar no espaço entre a primeira película e a segunda película seja ajustada para um valor diferente do valor das pressões de ar que se verifica nos pneus cuneiformes. Se, por exemplo, a pressão de ar entre as películas for ajustada para um valor superior ao da pressão de ar nos pneus, resulta daí uma penetração parcial da película nas juntas, o que, por sua vez, pode ser vantajoso na posterior remoção dos pneus das juntas como será explicado mais abaixo com a ajuda de um exemplo de execução.

Além disso, pode ser previsto que a pressão de ar nos pneus cuneiformes seja ajustada para valores diferentes a fim de conseguir um fecho uniforme das juntas entre os segmentos de casca durante o processo de moldagem. De preferência, as pressões de ar são reguladas por forma a que as juntas entre os segmentos de casca apresentem, após a conclusão do processo de moldagem, uma forma aproximadamente retangular na vista de cima.

Numa forma de execução preferida, é formada uma reentrância localizada no centro da superfície base, os segmentos de casca são separados pelos pneus cuneiformes colocados entre aqueles e na borda da reentrância os segmentos de casca são interligados por um anel de tração.

Para obter uma casca com elevada estabilidade é conveniente aplicar na casca duplamente curvada após a conclusão do

processo de moldagem uma camada constituída por um material de construção que estabelece a ligação à casca duplamente curvada de forma resistente ao corte.

Numa outra variante de execução favorável da invenção, num determinado processo de fabrico a altura dos pneus cuneiformes no estado insuflado é no mínimo igual à espessura da casca.

A invenção é explicada mais detalhadamente com a ajuda de exemplos de execução constantes no desenho.

Eles mostram:

Fig. 1 uma vista de cima da superfície de trabalho após a colocação dos pneus cuneiformes e o fabrico dos segmentos de casca;

Fig. 2 um corte ao longo da linha II-II da Fig. 1;

Fig. 3 uma vista de cima da casca correspondente à Fig. 1 após a conclusão do processo de moldagem;

Fig. 4 um corte ao longo da linha IV-IV da Fig. 3;

Fig. 5 um corte ao longo da linha V-V da Fig. 1;

Fig. 6 um corte correspondente à Fig. 5 durante o processo de moldagem;

Fig. 7 um corte ao longo da linha VII-VII da Fig. 3 após a conclusão do processo de moldagem;

Fig. 8 um corte ao longo da linha VIII-VIII da Fig. 3;

- Fig. 9 uma vista de cima de uma outra forma de execução, analogamente à Fig. 1
- Fig. 10 uma vista de cima da casca correspondente à Fig. 9 após a conclusão do processo de moldagem;
- Fig. 11 uma vista de cima da casca concluída correspondente à Fig. 10, após a aplicação de uma camada de betão vazado in situ;
- Fig. 12 um corte através da casca ao longo da linha XII-XII da Fig. 11; Fig. 13 uma vista de cima correspondente à Fig. 10, com representação das forças exercidas pelos elementos de tração sobre a casca;
- Fig. 14 um corte através da casca correspondente à Fig. 12, com representação das forças exercidas sobre a casca;
- Fig. 15 um corte ao longo da linha XV-XV da Fig. 9.

A seguir é feita referência à Fig. 1 e à Fig. 2:

O primeiro exemplo explica o fabrico de uma casca 1 de gelo com a forma de uma calota esférica. A casca poderia ser utilizada, por exemplo, como bar de gelo.

Como primeiro passo, numa superfície de trabalho 3 é medida e marcada a borda exterior 4 de uma superfície base 2.

Num segundo passo, na superfície base 2 é estendida uma primeira película 5 e uma segunda película 6. Como material

para as películas 5, 6 pode ser utilizado, por exemplo, cloreto de polivinilo ou polietileno em todas as variantes. Entre as películas 5, 6 é colocada, vantajosamente, uma camada permeável ao gás, por exemplo, um velo. Nessa altura ou posteriormente, as películas são unidas firmemente nas bordas.

No terceiro passo são colocados pneus cuneiformes 7 sobre a segunda película 6. A parte da superfície base 2 coberta por pneus 7 corresponde, mais ou menos, à diferença entre a superfície base 2 e a superfície da casca 1.

No quarto passo a parte remanescente da superfície base 2 é preenchida com água que será transformada em gelo, com a ajuda de uma cofragem adequada para as bordas, montada na borda exterior 4 e de um anel de tração 16 colocado no centro da superfície base 2. Só após a congelação completa de uma camada de água é aplicada outra camada de água. Quando é atingida uma determinada espessura do gelo que corresponde, por exemplo, a meia espessura da casca, é colocada uma armadura. Um tipo de armadura favorável é realizado, por exemplo, por cordões de cabos tensores 10 que na Fig. 1 são representados, no entanto, apenas num dos segmentos de casca 8.

Ao longo da borda exterior 4 é colocado um elemento de tração 11 que pode ser deslocado face ao material de construção 9, aqui gelo. Tal elemento de tração poderia ser constituído, por exemplo, por um cordão de cabos tensores lubrificado e alojado num tubo de revestimento de polietileno. A espessura do gelo ao longo da borda exterior 4 é aumentada de acordo com a Fig. 2, a fim de criar uma carga adicional.

No quinto passo realiza-se a transformação dos segmentos de casca 8 através da introdução de ar entre a primeira película 5 e a segunda película 6 e através do esforço de tração do elemento de tração 11.

Tal como representado na Fig. 3 e na Fig. 4, após a conclusão do processo de moldagem, o diâmetro da casca 1 é inferior ao diâmetro da forma inicial plana.

A pressão de ar nos pneus cuneiformes 7 pode ser alterada durante o fabrico das camadas de gelo, para que um corte através do pneu 7 segundo a Fig. 5 apresente uma forma tanto quanto possível retangular. Um pneu é caracterizado por uma resistência à flexão negligenciável em relação à resistência à torção. Por isso, um corte transversal através do pneu 7 irá mostrar, tal como representado na Fig. 7, partes deformadas na parede.

O pneu é fixado na segunda película 6 ou nos segmentos de casca 8 a fim de impedir a saída dos pneus 7 durante o processo de moldagem. Na Fig. 5 são representadas ancoragens 17 em forma de laços de plástico através das quais o pneu 7 está fixado nos segmentos de casca 8.

Durante o processo de moldagem, a distância entre os segmentos de casca 8 diminui e as juntas 12 tornam-se mais pequenas. A Fig. 6 mostra que a junta 12 diminuiu em comparação à Fig. 5. Na face superior o pneu 7 é deformado para cima. As pressões de ar existentes no espaço entre as películas 5, 6 e nos pneus cuneiformes 7 podem ser reguladas independentemente umas das outras. A Fig. 6 mostra uma situação na qual a pressão de ar entre as películas 5, 6 é superior à pressão de ar no pneu 7 o que

provoca a penetração parcial da película 6 na junta 12. A pressão de ar nos pneus 7 pode ser igual ou alterada em relação a alguns pneus 7 individuais a fim de ser conseguido um fecho uniforme das juntas 12 durante o processo de moldagem.

Finalizado o processo de moldagem, os pneus 7 são desinsuflados. A Fig. 7 mostra como a desinsuflação faz com que o pneu 7 pode ser removido das juntas 12, por forma a ficar por baixo dos segmentos de casca 8. A seguir, a junta 12 é preenchida com um material vazável 13. A fenda inferior da junta 12 é vedada pelo pneu 7 e pela manutenção de uma pressão de ar no espaço entre as películas 5, 6, impedindo assim a saída do material vazável 13 da junta.

As correlações geométricas durante o processo de moldagem para o fabrico da casca 1 com a forma de uma calota esférica são representadas na Fig. 8.

A curvatura k da casca 1 ou do segmento de casca 8 corresponde ao inverso do raio R . A curvatura k também é também igual à soma do alongamento da armadura ϵ_s e da compressão ϵ_c do material de construção 9 na borda inferior do segmento de casca 8, dividido pelo comprimento d que corresponde à distância entre a armadura de cordões de cabos tensores 10 e a borda inferior do segmento de casca 8. Durante o processo de moldagem a armadura não pode ser esforçada para além do limite de elasticidade que marca o final da correlação linear entre tensões e distorções, caso contrário não haverá curvaturas regulares nos segmentos de casca 8 mas grandes fissuras locais. Por isso, é favorável utilizar uma armadura com elevada estabilidade como, por exemplo, cordões de cabos tensores 10 com um limite de elasticidade de aproximadamente 1600 N/mm^2 a fim de

conseguir grandes alongamentos e, por conseguinte, grandes curvaturas. Um outro aumento da curvatura é conseguido pela redução da distância d , o que significa que a armadura não é colocada na borda marcada do segmento de casca 8 mas, sim, por exemplo, no centro do segmento de casca 8. É vantajoso equipar os segmentos de casca 8 com cortes 18 que vão da superfície até perto da armadura, a fim de controlar a formação das fissuras.

Um outro exemplo de execução é explicado mediante as Figs. 9 a 14 para o fabrico de uma casca duplamente curvada no espaço 1 na qual é usado betão como material de construção 9. A casca poderia ser utilizada como passagem para animais de caça em vias férreas.

De acordo com o exemplo explicado nas Figs. 1 a 8, é medida primeiro a superfície base 2 segundo a Fig. 9. A seguir, são instaladas uma primeira película 5, uma segunda película 6 e pneus cuneiformes 7 e é fabricada uma cofragem adequada para as bordas. A superfície base 2 é composta por dois semicírculos e um retângulo no meio. Os pneus cuneiformes 7 são colocados apenas nas partes semicirculares da superfície base 2. Neste exemplo, os pneus 7 devem ser ligados à segunda película 6, por exemplo, através de uma colagem.

A seguir, é instalada uma armadura de aço para betão, os pneus 7 são insuflados e é introduzido o betão como material de construção 9.

O processo de moldagem que se realiza após o endurecimento do betão, de acordo com a Fig. 10 dá origem a uma redução da circunferência da casca 1 em comparação com o comprimento da borda exterior 4 da superfície base 2.

Mantendo a pressão de ar entre as películas 5, 6, de acordo com as Figs. 11 e 12 pode ser instalada a seguir uma armadura numa parte da superfície da casca 1 e aplicada uma camada de betão vazado in situ 19. Após o endurecimento do betão vazado in situ 19, as áreas da borda da casca 1 que não estão cobertas por uma camada de betão vazado in situ 19, podem ser partidas a fim de serem criadas aberturas para as vias férreas debaixo da casca 1.

A Fig. 13 mostra as forças exercidas na casca 1 pelos elementos de tração 11 e 11' durante o processo de moldagem. O elemento de tração 11 instalado ao longo da borda exterior 4 exerce forças de desvio u sobre a borda da casca, nas áreas ao longo da borda exterior 4 onde foi instalado em círculo. Os elementos de tração 11' instalados num alinhamento reto exercem forças de ancoragem F sobre a borda da casca.

A Fig. 14 mostra num corte o efeito das forças de desvio u do elemento de tração 11 e da pressão de ar p entre as películas 5, 6 sobre a casca 1. Em cada momento do processo de moldagem verifica-se um estado de equilíbrio entre o peso próprio da casca e as forças de ancoragem F , as forças de desvio u e a pressão de ar p .

A Fig. 15 mostra um corte que em princípio corresponde à Fig. 5 mas que apresenta uma forma de execução diferente dos pneus cuneiformes 7. Os pneus cuneiformes 7 envolvem aqui duas películas planas que ao longo das suas bordas estão soldadas umas às outras.

Nos exemplos foi descrito o fabrico de cascas com um traçado circular ou semelhante a uma elipse. No entanto, o

processo consoante a invenção permite o fabrico de cascas duplamente curvadas no espaço com qualquer forma sobre qualquer traçado.

Lista dos números de referência

[0054]

- 1 Casca
- 2 Superfície base
- 3 Superfície de trabalho
- 4 Borda exterior
- 5 Primeira película
- 6 Segunda película
- 7 Pneu cuneiforme
- 8 Segmento de casca
- 9 Material de construção
- 10 Cordões de cabos tensores
- 11 Elemento de tração
- 12 Junta
- 13 Material vazado
- 14 Reentrância
- 15 Camada permeável ao gás
- 16 Anel de tração
- 17 Ancoragem
- 18 Corte
- 19 Camada de betão vazado in situ

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de fabrico de uma casca duplamente curvada no espaço (1) com os seguintes passos:

- aplicação de uma primeira película (5) e de uma segunda película (6) numa superfície base de preferência plana (2), sendo que as películas (5, 6) são unidas firmemente nas suas bordas;

caracterizado por:

- aplicação radial de pneus cuneiformes (7) na segunda película (6), numa parte da superfície base (2) que corresponde mais ou menos à diferença entre a superfície base (2) e a superfície da casca (1);

- insuflação dos pneus cuneiformes (7);

- fabrico de segmentos de casca (8) através da aplicação de uma armadura e da introdução de um material de construção vazável e endurecível (9) na superfície base (2) entre os pneus cuneiformes (7);

- colocação de pelo menos um elemento de tração flexível (11) concebido de forma a poder ser deslocado em relação aos segmentos de casca (8), na direção circunferencial na borda exterior (4) da superfície base (2);

- aplicação de uma carga nos segmentos de casca (8) ao longo da borda exterior (4) da superfície base (2);

- curvatura e levantamento dos segmentos de casca (8) através da insuflação de ar entre a primeira película (5) e a segunda película (6) sob esforço de tração de pelo menos um elemento de tração (11) na direção circunferencial, sendo que após a curvatura e o levantamento dos segmentos de casca (8) a pressão de ar do ar insuflado no espaço entre a primeira película (5) e a segunda película (6) é mantida, o ar é aspirado dos pneus cuneiformes (7) e, a seguir, as juntas (12) entre os segmentos de casca (8) são preenchidas com um material vazável e endurecível (13).

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por nem toda a superfície base (2) ser coberta por pneus(7) e um material de construção endurecível (9), o que dá origem a reentrâncias (14) que na casca (1) formam um ou vários entalhes predefinidos.

3. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado por entre a primeira película (5) e a segunda película (6) ser aplicada uma camada permeável ao gás (15), de preferência formada por um velo e/ou uma estrutura têxtil.

4. Processo de acordo com uma das reivindicações de 1 a 3, caracterizado por o passo de aplicação de uma carga ao longo da borda exterior (4) da superfície base (2) ser realizado através de um aumento da espessura dos segmentos de casca (8) ao longo da borda exterior (4) da superfície base (2).

5. Processo de acordo com uma das reivindicações de 1 a 4, caracterizado por durante o processo de moldagem da casca (1), a pressão de ar no espaço entre a primeira película (5) e a segunda película (6) ser ajustada diferentemente da pressão ou das pressões de ar nos pneus cuneiformes (7).

6. Processo de acordo com uma das reivindicações de 1 a 5, caracterizado por as pressões de ar nos pneus cuneiformes (7) serem ajustados com valores diferentes.

7. Processo de acordo com a reivindicação 2 ou de acordo com a reivindicação 2 e uma das reivindicações de 3 a 6, caracterizado por ser formada uma reentrância localizada no centro da superfície base (2), por os segmentos de casca (8) serem separados uns dos outros pelos pneus cuneiformes (7) instalados entre aqueles e por os segmentos de casca (8) na

borda da reentrância (14) serem interligados por um anel de tração (16).

8. Processo de acordo com uma das reivindicações de 1 a 7, caracterizado por ser aplicada na casca duplamente curvada (1) após a conclusão do processo de moldagem uma camada constituída por um material de construção (9) que estabelece a ligação à casca duplamente curvada (1) de forma resistente ao corte.

9. Processo de acordo com uma das reivindicações de 1 a 8, caracterizado por os segmentos de casca serem formados por betão, betão armado, betão com fibras, betão com têxteis, plástico ou gelo.

10. Processo de acordo com uma das reivindicações de 1 a 9, caracterizado por os elementos de tração (11) serem formados por cordões de cabos tensores, monocordões, cabos de aço inox, cordões de aço inox ou por um plástico reforçado com fibra.

11. Processo de acordo com uma das reivindicações de 1 a 10, caracterizado por ser utilizado como material vazável (13) argamassa de cimento, resina sintética, plástico ou água.

12. Processo de acordo com uma das reivindicações de 1 a 11, caracterizado por a altura dos pneus cuneiformes (7) no estado insuflado ser no mínimo igual à espessura da casca (1).

Fig. 1

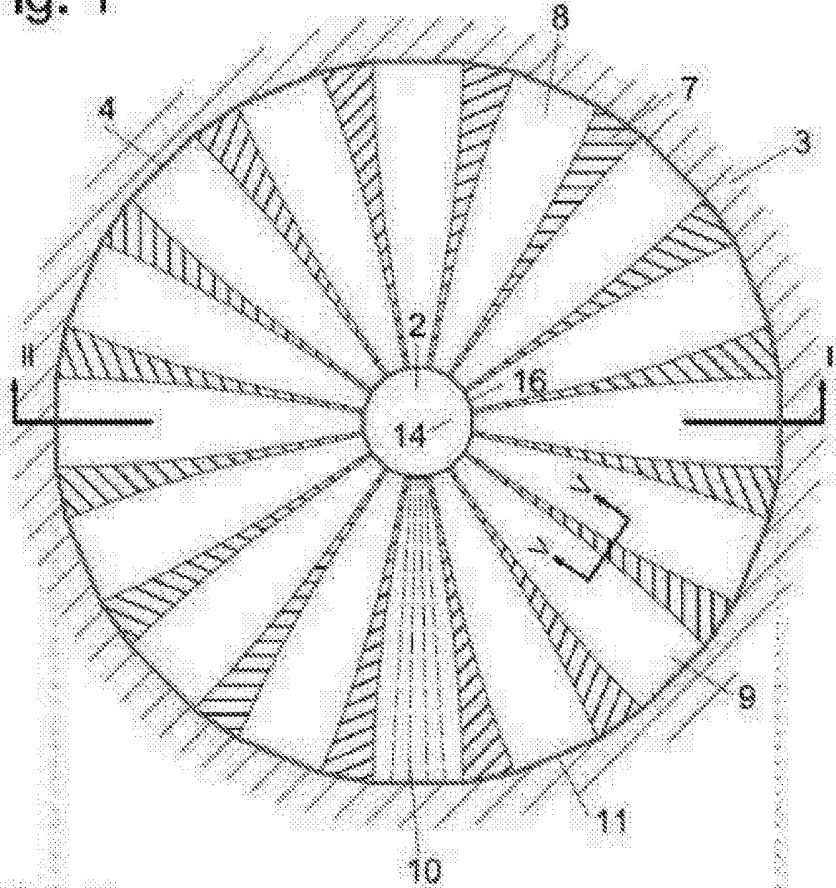


Fig. 2

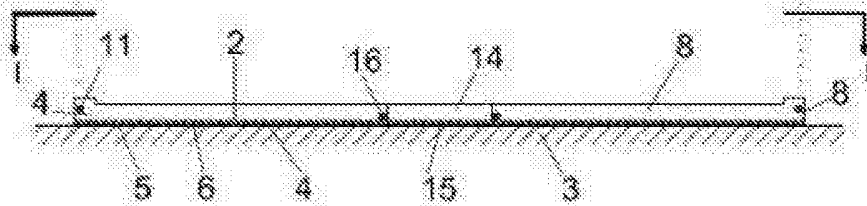


Fig. 3

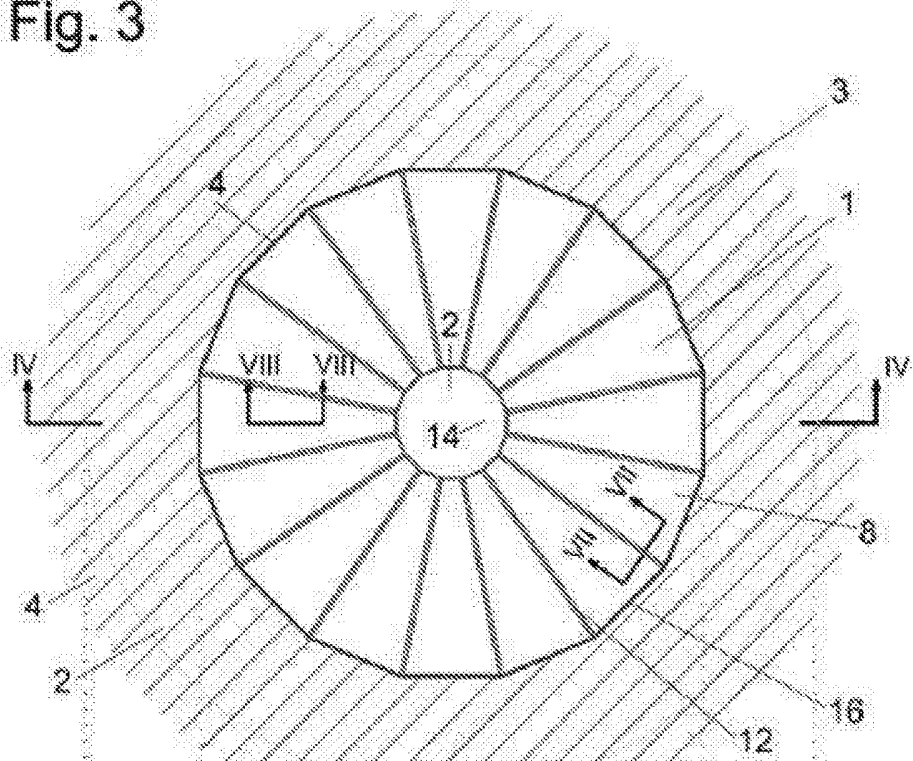


Fig. 4

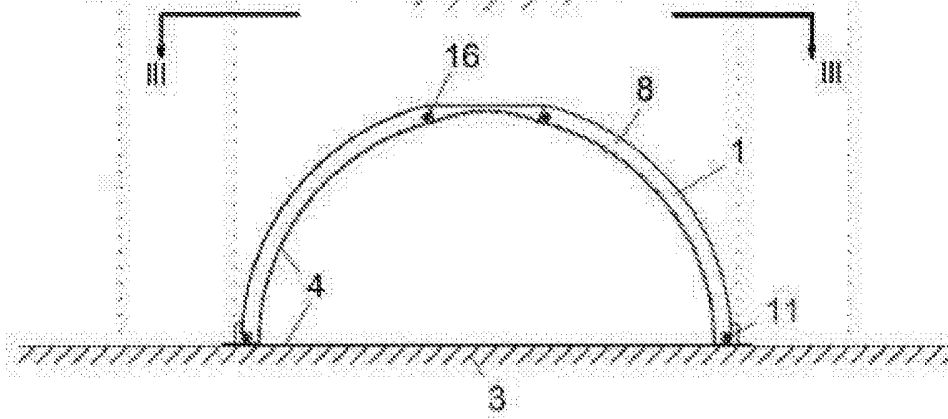


Fig. 5

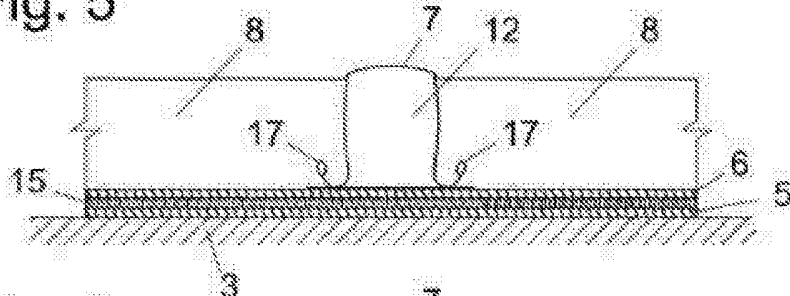


Fig. 6

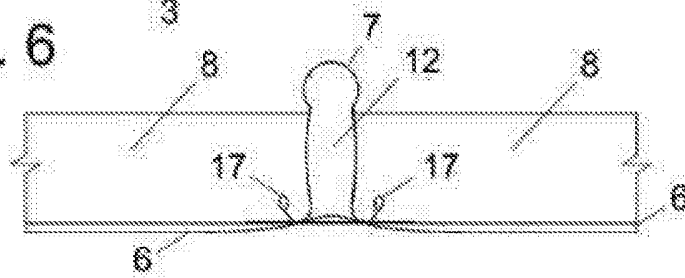


Fig. 7

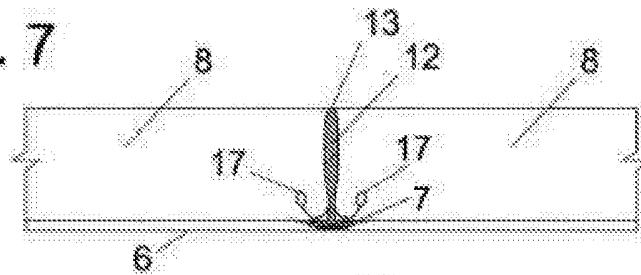


Fig. 8

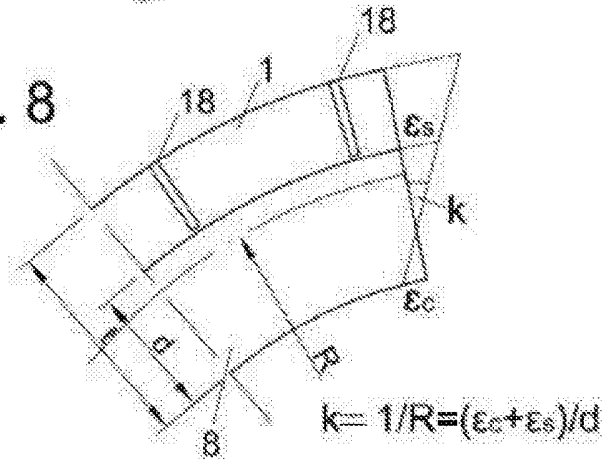


Fig. 9

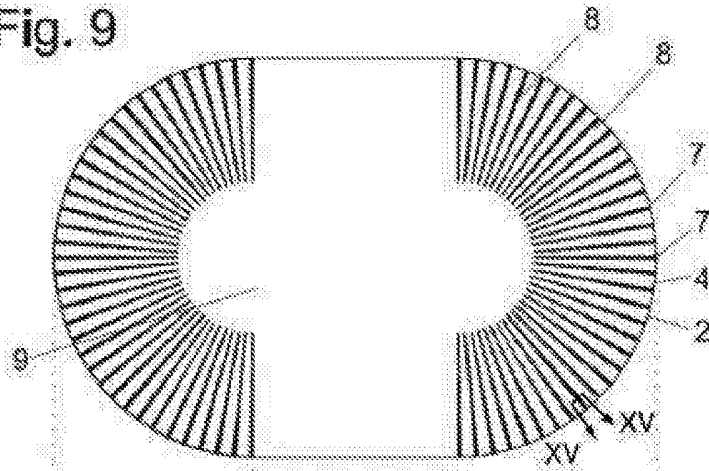


Fig. 10

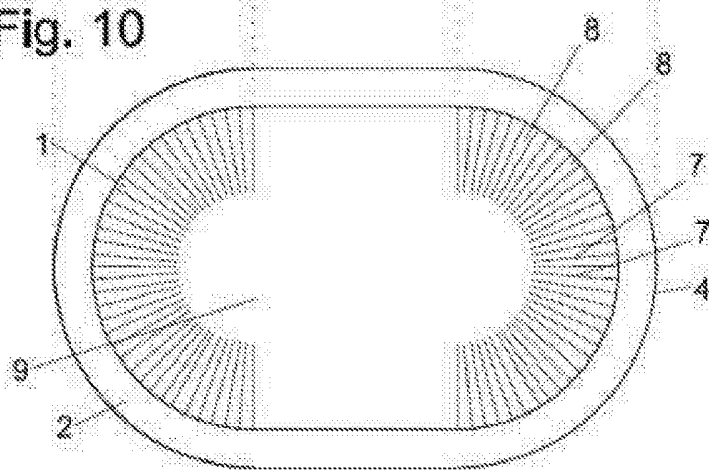


Fig. 11

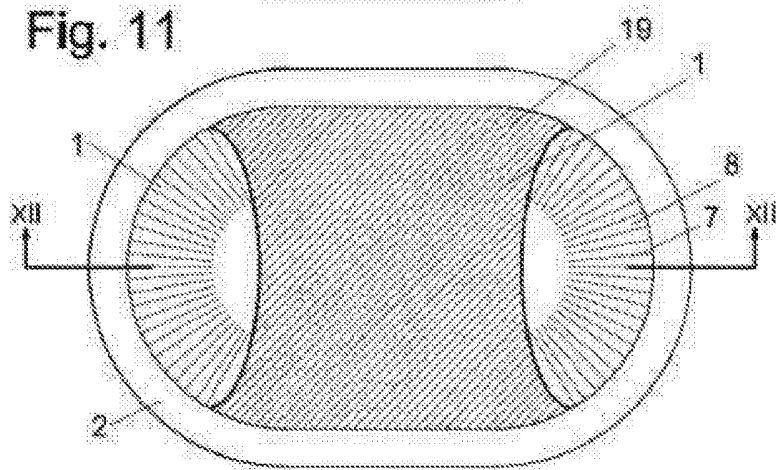


Fig. 12

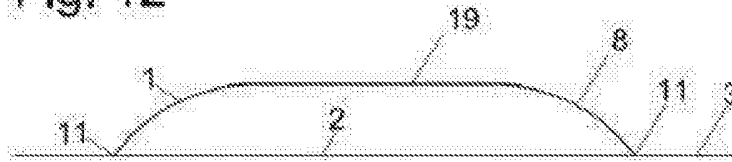


Fig. 13

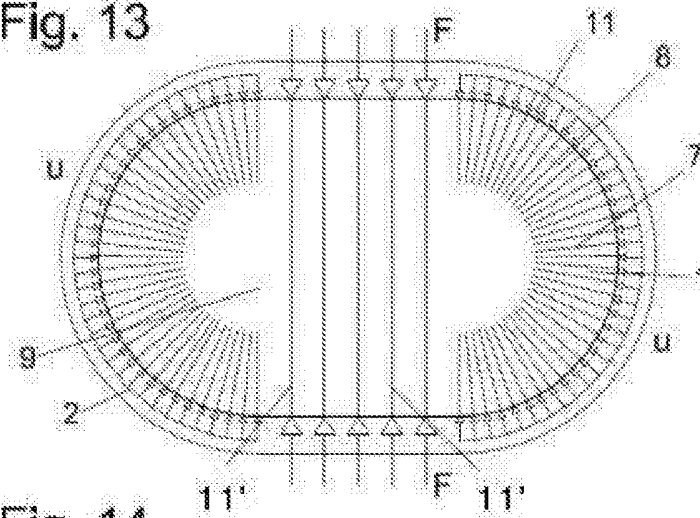


Fig. 14

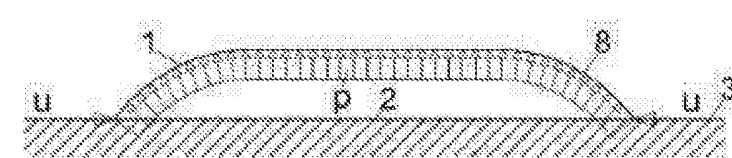


Fig. 15

