

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES

SOLICITUD FASE NACIONAL - PCT

1 Título de la Invención(200 caracteres o espacios máximos)

TANQUES COMPUESTOS DE ALTA PRESIÓN Y EL MÉTODO DE MANUFACTURA DE TANQUES COMPUESTOS DE ALTA PRESIÓN

2 Datos del Solicitante

Nombre:	TECHPLAST SPOLKA Z O.O.	Dirección Electrónica:	patents@brlatina.com
----------------	----------------------------	-----------------------------------	----------------------

Dirección:	Wieprz 267 PL-34-122	Domicilio/País de constitución:	POLONIA - MALOPOLSKIE - KRAKOW
-------------------	----------------------	--	--------------------------------------

Identificación:

☐ CEDULA DE CIUDADANIA	☐ CEDULA DE EXTRANJERIA
☒ EMPRESA EXTRANJERA	☐ NIT
☐ PASAPORTE	

Número: 516861770111-

3 Solicitantes

Apellidos - Nombres o Razón Social	Tipo	Identificación
1. TECHPLAST SPOLKA Z O.O.	EE	516861770111

4 Datos del Inventor

Nombre:		DAWID SAFERNA	Dirección Electrónica:	patents@brlatina.com
Dirección:		Wieprz 267 PL-34-122	Domicilio/País de constitución:	POLONIA - SLASKIE - KLOBUCK
Identificación: ☐ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ PASAPORTE ☒ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ NIT				
Número:		516861770124-		
5	Inventor(es)			
Apellidos - Nombres		Domicilio		
1.	SAFERNA ADAM	POLONIA		
2.	SAFERNA DAWID	POLONIA		
6	Datos Inventor(es)			
País de Residencia		Departamento/Estado	Ciudad	Dirección
1.	POLONIA	SWIETOKRZYSKIE	WLOSZCZOWA	Wieprz 267 PL-34-122
2.	POLONIA	SLASKIE	KLOBUCK	Wieprz 267 PL-34-122
7	Datos del Representante Legal / Apoderado			
Nombre:		HASBLEYDI CALVO ROJAS	Dirección Electrónica:	patents@brlatina.com
Dirección:		patents@brlatina.com	Domicilio/País de constitución:	COLOMBIA - CUNDINAMARCA - BOGOTA D.C.
Identificación:				

- ☒ CEDULA DE CIUDADANIA
☐ EMPRESA EXTRANJERA
☐ PASAPORTE

- ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA
☐ NIT

Número:

53123537-

Presentación de Poder

Año de Radicación

Número de Radicación

8

Datos Solicitud: PCT / WO

Número Solicitud:

PCT/PL2015/000001

Fecha Solicitud:

05/01/2015

Número Publicacion:

WO/2015/108429

Fecha Publicacion:

23/07/2015

9

Declaraciones de prioridad

☐ SI ☒ NO

(33) País de origen

Codigo del país

(31) No. Solicitud

(32) Fecha _

1
2
3

10

Reivindicaciones

Número reivindicaciones:

15

Pago Reivindicaciones:

Si

11

Reducción de tasas.

Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente.

☐ SI ☒ NO

Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.

- ☐ Micro, pequeñas y medianas empresas
☐ Universidades públicas o privadas
☐ Entidades sin ánimo de lucro

Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos

12

Documentos Anexos

- ☒ Reivindicaciones
☒ Descripción
☐ Dibujos y/o Figuras
☒ Resumen
☐ Certificado Depósito Material Biológico

- ☐ Uso de Conocimiento tradicional
- ☐ Listado de secuencias
- ☐ Artes finales 12 x 12 cm
- ☒ Poderes, si fuere el caso
- ☐ Copia de la primera solicitud si se reivindica prioridad
- ☐ Traducción simple de la primera solicitud, si se reivindica prioridad
- ☒ Otros Anexos

OFICINA INTERNACIONAL DE LA OMPI

Solicitante:	TECHPLAST SPÓŁKA Z O.O.
	WIEPRZ 267
	34-122 WIEPRZ, PL
Título:	TANQUES COMPUESTOS DE ALTA PRESIÓN Y EL MÉTODO DE MANUFACTURA DE TANQUES COMPUESTOS DE ALTA PRESIÓN
No. de Solicitud Internacional	PCT/PL2015/000001
Fecha de Solicitud:	5 de Enero de 2015

19 de Mayo de 2015

DESCRIPCIÓN- VERSIÓN NUEVA

La invención se relaciona con un tanque compuesto de alta presión diseñado, particularmente, para el almacenamiento de líquidos y gases presurizados y con un método para la manufacturación de los tanques compuestos de alta presión.

Los tanques más comúnmente usados son los tanques de alta presión termoplásticos, moldeados por soplado, que tienen un racor de conexión metálico situado o pegado a un revestimiento y en los que la totalidad del cuerpo es reforzada con un material fibroso compuesto que es posicionado usando una técnica de bobinado.

Un contenedor de presión y su método de manufactura son divulgados en la descripción de la invención GB1134033. De acuerdo a la invención citada, el método de manufactura de dicho tanque comprende los siguientes pasos: superponer numerosas fibras de refuerzo para formar la denominada cámara y usar un material adecuado capaz de formar una matriz incluyente mediante la unión de todas las fibras para obtener una piel flexible o inflexible. El término "fibra", tal como se usa en la descripción y reivindicaciones de la invención previamente mencionada, hace referencia tanto a fibras únicas de cualquier forma como a correas planas. Las fibras se estiran en el sentido del meridiano entre los dos extremos de la cámara sobre la totalidad de su superficie, y los subsecuentes bobinados

de reforzamiento son enrollados helicoidalmente dentro de la parte cilíndrica de la cámara. Preferencialmente, son usadas fibras de vidrio. Un material empleado para hacer la cámara (revestimiento) es un material elastómero dúctil como el caucho.

La descripción de la invención EP1586807 divulga un tanque compuesto y un método para manufacturarlo. El tanque compuesto como es divulgado consiste de una parte interna (también denominada cámara, tubo interior o revestimiento) y un collarín de dos piezas que se encuentra conectado con la parte interna. El collarín de dos piezas tiene una parte interna que es provista de una superficie externa con patrones para hacer una conexión con el cuello del revestimiento tipo arbusto, y tiene también una parte externa que es provista con una superficie interior que colinda con un fragmento de la parte interior para permitir la unión mutua. Adicionalmente, la parte externa del collarín tiene también un collarín de contención que debe permanecer contra la superficie externa del revestimiento y la boquilla para fijar un elemento de válvula, donde dos capas del material compuesto son ubicadas sobre el revestimiento y la cámara. Es esencial que la parte interior del collarín esté roscada entre las partes interna y externa. Del modo anterior, el collarín es básicamente un elemento de dos piezas, lo cual influye en el método de producción de los mismos debido a que, de acuerdo a la invención, la parte interior del collarín es unida con la cámara, y el fondo de la superficie interior es mantenido sin conexión (no unido) con la cámara. Además, la parte externa del collarín es conectada a la cámara y la totalidad del ensamblaje es cubierto con capas del material compuesto. La capa externa es realizada de fibra de vidrio.

Un tanque de presión compuesto es divulgado en la patente EP0753700, el tanque de dicha patente es diseñado para almacenar líquidos y gases presurizados. En particular, el objeto de la patente hace referencia a la construcción de un racor de conexión del tanque compuesto. De acuerdo a dicha patente, el tanque se caracteriza por tener una ranura donde el tanque es conectado con el racor de conexión. En la ranura (dentro del área de reforzamiento), existe una parte interna y externa; ambas partes son roscadas y una arandela biselada de sellado es ubicada entre la superficie externa del tanque y la superficie del fondo del collarín, el biselado de la arandela es orientado hacia el eje medio del tanque. En el lado frontal del cuello del tanque se encuentra un anillo sellante hecho de un material que se caracteriza por un módulo de Young (elástico) bajo y una elongación alta.

A partir de la patente publicada EP2112423, se divulga un método para la producción de un contenedor multicapa diseñado para el almacenamiento, en particular, de gases y líquidos presurizados. Dicho método consiste en que tanto el contenedor como el racor de conexión son manufacturados simultáneamente.

Bajo el método divulgado en la patente EP08102903, una preforma es conectada al racor de conexión mediante una rosca, y dicha preforma es calentada para alcanzar la temperatura de plastificación del material del cual se encuentra hecha. Seguidamente, la preforma es moldeada por soplado a las dimensiones justas del tanque. El tanque es finalizado/reforzado por medio de la laminación con fibras enrolladas impregnadas de resina a través del endurecimiento y cubrimiento del mismo con una capa protectora adicional.

A partir de la solicitud de patente WO2010059068 se conoce un método para la manufactura de contenedores de almacenamiento de alta presión que acopian, especialmente, líquidos y gases bajo altas presiones. El método consiste en la manufactura del componente usando cualquier tecnología conocida para la elaboración de preformas hechas con material termoplástico. La preforma es moldeada exactamente como el contenedor futuro y es moldeada por soplado para obtener el tamaño requerido. La superficie externa de la preforma es reforzada por medio de fibras enrolladas impregnadas con resina. La preforma es adaptada al racor de conexión y a los protectores inferiores y superiores para que correspondan con la forma tanto de la ranura en el racor de conexión como en el fondo de la proforma/contenedor. Finalmente, un contenedor de alta presión es manufacturado de acuerdo a como se describe en la invención.

Dichas soluciones muestran que, en la primera etapa del proceso de producción de tanques de alta presión, un recubrimiento es manufacturado por medio de moldeo por soplado de una preforma termoplástica. Seguidamente, el recubrimiento se encuentra helicoidalmente conectado al racor de conexión. Usualmente, un refuerzo laminado es hecho para el último paso de la producción de un tanque diseñado para la operación en presiones incrementadas; es decir, las fibras se enrollan lo suficiente a la superficie de los tanques, por ejemplo en las invenciones numeradas como US20050167433, PL197773 y EP08102903.

De acuerdo a la solicitud de patente Europea EP0203631, el cierre anular de un tanque presurizado es constituido por un anular interno, elemento de roscado. El extremo de dicho elemento, que se encuentra situado en el tanque presurizado, tiene un diámetro mayor que el extremo del tanque presurizado. Las argollas son provistas en el extremo del tanque presurizado para que encajen en la ranura hecha para este propósito en dicho orificio del tanque. Una gran fracción de la cara externa del otro extremo es equipada con una rosca de tornillo. La otra parte del cierre anular es una parte anular externa, dicha parte externa puede ser atornillada al extremo equipado con la rosca de tornillo de la cara interna.

En las divulgaciones mencionadas previamente, los racores de conexión fueron roscados, lo cual generalmente causa derramamientos incontrolables en el punto donde se

encuentran dos diferentes materiales: polímero del tanque y metal del racor de conexión (punto de conexión).

La solitud de patente europea EP0815383 divulga un contenedor plástico para fluidos presurizados, presentando un cuerpo hueco en material plástico y comprendiendo al menos una porción de montura anular moldeada sobre un inserto metálico tubular que define la boquilla para el acceso al interior del contenedor. El inserto metálico tubular lleva un anillo de conexión axial que comprende un medio de sellamiento anular contra una plaza anular del inserto para la cual el cuerpo del contenedor es subsecuentemente unido a través de la porción de montura anular de este último.

De acuerdo a la invención, el tanque de alta presión comprende una cubierta cilíndrica manufacturada por moldeo por soplado, una preforma con un collarín, hecha de material plástico, preferencialmente de tereftalato de polietileno (PETE) o poliamida, una capa compuesta reforzada usando un trenzado hecho de fibras de carbón de alto módulo, y un racor de conexión.

En la parte inferior de la cobertura, opuesta al racor de conexión, existe una unidad inferior de reforzamiento hecha de aluminio y fijada dentro de la capa compuesta del tanque. La unidad es curvada como un arco, teniendo su parte convexa orientada hacia el centro de la cobertura. La unidad inferior que contacta al fondo del tanque, que es moldeada de una forma arqueada-convexa, tiene alas ramificadas que se pegan al fondo arqueado-cóncavo de la cobertura. La unidad también es equipada con elementos anulares instalados en la capa compuesta. En el lado del racor de conexión, existe una arandela que encaja con el racor de conexión. El racor de conexión de aluminio es manufacturado como un único elemento y equipado con un collarín de contención diseñado para permanecer en la parte externa de la cobertura. Antes del collarín de contención, existe un elemento anular externo ubicado sobre el orificio del racor de conexión.

Sobre la circunferencia de la parte interna del racor de conexión, se encuentra una ranura de selladura con forma de anillo con una junta tórica, en donde se incluye una ranura de ajuste exterior para un anillo Seeger, el cual protege contra desplazamientos axiales que podrían ocurrir como resultado de las fuerzas que actúan en el tanque compuesto.

El racor de conexión está conectado con la cobertura manufacturada a través del moldeo por soplado de una preforma. En la parte superior de la preforma, hay una ranura de ajuste manufacturada de tal modo que permanezca exactamente enfrente de la ranura del collarín y de la cobertura con el anillo Seeger instalado, cuando la cobertura sea conectada con el racor de conexión, y cuando la ranura interna de cierre junto la junta tórica incorporada estén exactamente en la parte cilíndrica del collarín de la cobertura. La sección transversal del anillo Seeger es trapezoidal con un ángulo recto. Las superficies perpendiculares se ajustan herméticamente a las paredes de las ranuras en el racor de

conexión y en el collarín de la cobertura, y los ángulos rectos previenen un componente de fuerza que podría probablemente causar que el anillo se deslice fuera de las ranuras, mientras que los cortes oblicuos hacen posible la inserción de la preforma en el anillo Seeger previamente fijado en la ranura de ajuste en el racor de conexión.

Los ángulos rectos en la sección transversal del anillo Seeger hacen que la totalidad del sistema sea inseparable después de que el racor de conexión es conectado con la cobertura equipada con el collarín.

Adicionalmente, la construcción del racor de conexión de acuerdo a la invención causa la distorsión del anillo de sellamiento bajo la presión del gas en el tanque compuesto para que se aplique presión a la junta tórica. El gas que puede potencialmente entrar entre la superficie de sellado y la superficie interna del racor de conexión es interceptado debido a la distorsión del sellado y a la junta tórica. Además, de acuerdo con la ley de conservación de la energía, la presión ejercida en el racor de conexión desde el interior del tanque es igualada con la fuerza ejercida por el material del racor de conexión en el anillo de sellamiento. Las fuerzas que interactúan entre el racor de conexión y el gas se anulan, de este modo, asegurando la estabilidad de la totalidad de la unión. La estabilización adicional de la unión es provista por la ranura de ajuste con el anillo Seeger, preformados en el collarín preformado. Este elemento funciona como un sellamiento excelente adicional para la totalidad de la unión debido a que constituye un bloqueo no-desmontable y resistente a presiones extremadamente altas.

La cobertura, es decir, la preforma moldeada por soplado y el racor de conexión son puestos juntos y empaquetados en capas compuestas. Seguidamente, ellas son cubiertas con una capa protectora adicional para lograr un híbrido resistente a sobrecargas dinámicas.

De acuerdo a la invención, el método de manufactura de un tanque compuesto de alta presión consiste en el moldeo por soplado de la preforma hecha de, preferencialmente, politereftalato, etileno o poliamida, la conexión de la cobertura manufacturada con un racor de conexión y el reforzamiento del tanque prospectivo por medio de la realización de un refuerzo compuesto sobre la superficie: mientras que, antes del moldeo por soplado, un collarín de la preforma ayuda estructuralmente con el racor de conexión y sufre un proceso de cristalización típica. La longitud a la cual la preforma del collarín recibe la cristalización es igual a la longitud de su conexión con el racor de conexión del tanque.

El proceso de cristalización consiste en un calentamiento gradual de la preforma del collarín hasta alcanzar una temperatura que se localice entre la temperatura de transición vítrea y la temperatura de fusión del polímero, preferencialmente hasta una temperatura cercana al punto medio entre las dos temperaturas mencionadas. La temperatura depende del tipo de polímero del cual la preforma es hecha, y varía en un rango de entre 135°C y

165°C, mientras que el proceso de calentamiento es llevado a cabo por un periodo que no exceda los 10 minutos, preferiblemente de entre 5 a 6 minutos.

Durante el proceso de cristalización en curso, la preforma del collarín es aislada de la otra parte de la preforma para evitar un fenómeno de aplicación incontrolada de la cristalización. Después de que el proceso de calentamiento es completado, la preforma del collarín plastificada es ubicada sobre un mandril metálico y cilíndrico y es enfriada gradualmente en un baño de agua por un periodo de 4 a 10 minutos, preferencialmente de entre 5 a 6 minutos. El diámetro de la sección transversal del mandril es usado para que el diámetro interior del racor de conexión lo iguale mientras se lleva a cabo el proceso de enfriamiento. Lo anterior garantiza el perfecto hermetismo o ajuste de la unión producida.

El proceso de cristalización controlado resulta en la descomposición térmica de los polímeros, es decir, en la degradación que resultan en estructuras arregladas y estructuras policristalinas y lamelares que efectivamente mejoran la resistencia al impacto, la resistencia a la tracción y la fuerza de compresión. También, las temperaturas de deflexión y el módulo de flexibilidad (flexión) aumentan.

La cristalización de la preforma del collarín resulta en la cristalización auténtica de sus capas externas. Lo anterior implica que, dentro de la sección transversal, las capas laterales de la preforma de collarín tienen una estructura arreglada, lamelar y policristalina caracterizada por una fuerza y dureza requerida, mientras la capa media (30%) tiene una estructura amorfa más flexible.

La mezcla entre una estructura cristalina y amorfa de la preforma del collarín permite el hermetismo del tanque. En condiciones de uso común la flexibilidad de la capa media del tanque compuesto mejora la resistencia del tanque a la tensión y a la compresión.

Tras el proceso de cristalización, una ranura anular, de la cual su sección transversal es un trapecioide con ángulo recto, es formada sobre la superficie externa de la preforma.

Luego de que la preforma es pre-preparada con el collarín, es moldeada por soplado con cualquiera de los métodos bien descritos a la forma y dimensiones requeridas. Seguidamente, una cobertura lista es instalada junto con el racor de conexión, equipado con un collarín de contención y con la unidad inferior. Luego, el tanque es llenado con un gas que refuerza las paredes del tanque y previene que colapsen. En el siguiente paso, el tanque es cubierto con la capa compuesta de reforzamiento. Para reforzar la superficie externa del tanque, resinas termoestables son usadas, preferencialmente resinas de poliésteres o fibras, preferencialmente conjuntos de fibras de carbono y aramidas; cabe notar que la forma en la que las fibras son posicionadas en los conjuntos es de esencial importancia: las fibras deben estar organizadas exactamente en el mismo orden, por ejemplo: fibra de carbón - fibra de aramida - fibra de carbón.

La capa compuesta es fabricada a través del bobinado de un conjunto de filamentos con el uso de la tecnología de devanado de filamentos húmeda y con tres patrones de envoltura: helicoidales, polares y envoltura en aro.

La secuencia de bobinado de las fibras es como sigue: varios, preferencialmente cuatro envolturas con el patrón polar, varios, preferencialmente tres envolturas con el patrón helicoidal, varios, preferencialmente tres envolturas con el patrón de aro, y una envoltura con el patrón polar.

En el bobinado helicoidal, los conjuntos de filamentos son bobinados al mismo tiempo que el tanque o el mandril enrollado es rotado y movido a lo largo de la longitud total del tanque resultando en la inclinación del eje de rotación a un ángulo que varía entre los 49° y 59°, preferencialmente 54°. La envoltura del bobinado helicoidal asegura el mejor efecto operacional de las fibras de reforzamiento. Mientras el bobinado continúa, el tanque es conducido a vibrar ligeramente. Las vibraciones permiten el arreglo de las fibras en el revestimiento y elimina espacios vacíos en el material compuesto. El bobinado procede bajo una constante presión interna en el tanque que varía entre 2.0 a 2.8 bar. El valor de la presión depende del tamaño del tanque. La presión es aproximadamente inversamente proporcional al tamaño del tanque.

El bobinado polar es el segundo patrón de fibras enrolladas: un conjunto de filamentos es bobinado de tal modo que el mandril enrollado pasa de polo a polo del tanque, y, simultáneamente, el conjunto de fibras filamentosas rota sobre el racor de conexión y, de tal modo, se convierte en una unidad para el ajuste del racor de conexión.

El bobinado de aro (o circunferencia) es el tercer patrón de fibras enrolladas. Es usado para reforzar la parte cilíndrica del tanque.

Las capas individuales de las fibras son reforzadas por resina epoxi.

Después de que la capa compuesta que consiste de 10 a 12 envolturas enrolladas de fibra es fabricada, el tanque es sometido a un proceso de endurecimiento; es decir, el tanque es rotado lentamente sobre su eje y la temperatura es incrementada gradualmente en intervalos regulados fijados en un periodo de tiempo. El proceso de endurecimiento inicia con el calentamiento del tanque a una temperatura de 20°C. Dicha temperatura es mantenida constante por un periodo de 16 a 28 horas, preferiblemente por un período de 24 horas. Durante este tiempo, los polímeros son entrecruzados, es decir, enlaces cruzados (también conocidos como puentes) se forman entre ellos y, consecuentemente, las moléculas de polímeros lineales son convertidas en macromoléculas espaciales. El tiempo y temperatura del proceso de entrecruzamiento mejora los parámetros de los polímeros, por ejemplo, la rigidez y la resistencia al clima, la radiación y temperatura. Después del entrecruzamiento, la temperatura aumenta gradualmente y un proceso de endurecimiento térmico tiene lugar. El tanque es mantenido, al principio, a una temperatura de 20°C +/-

20°C en un período de 24 +/- 2 horas, posteriormente a 45°C +/- 2°C por un periodo que no exceda las 72 +/- 2 horas (desde el momento en el que el proceso de calentamiento del tanque ha iniciado). Luego, a una temperatura que no exceda los 70°C +/- 2°C por 34 +/- 2 horas adicionales y finalmente, a una temperatura que no exceda los 25°C +/- 2°C durante 8 +/- 2 horas. Después del proceso de endurecimiento, como es descrito previamente, la resistencia térmica de la capa compuesta incrementa a un valor superior a los 80°C.

La última fase del método de manufactura del tanque compuesto, de acuerdo con la invención, es la realización de una capa adicional protectora resistente a la luz UV, al agua, sustancias químicas e impactos mecánicos.

El tanque compuesto es extremadamente resistente y durable, es resistente a deformaciones, altas temperaturas y químicos. Además, éste tiene un bajo peso y por ende comprende muchas aplicaciones, por ejemplo, en el servicio médico de emergencia (EMS), el servicio químico de emergencia, la lucha contra incendios, como botellas de gas de paintball y botellas de buceo profundo en el mar. Una de las características más importantes del tanque de acuerdo con la invención es que es 100% no corrosiva.

El tanque - sujeto de la presente invención - es ejemplificado por una realización representada en una imagen que comprende varias figuras. La Figura 1 muestra la sección axial del tanque compuesto de alta presión, la Figura 2 muestra la sección axial del recubrimiento con el racor de conexión, la Figura 3 muestra la sección axial del recubrimiento, la Figura 4 muestra la sección axial del racor de conexión, la Figura 5 muestra la sección axial de la junta tórica, la Figura 6 muestra la sección axial del anillo Seeger, la Figura 7 muestra la sección axial de la preforma, la Figura 8 ilustra un patrón de envoltura polar, la Figura 9 ilustra un patrón de envoltura helicoidal, y la Figura 10 muestra un patrón de envoltura en aro (o circunferencia).

Ejemplo 1

El tanque compuesto de alta presión, de acuerdo con la invención, consiste de una cobertura 1, fabricada a partir de una preforma moldeada por soplado 11 equipada con un collarín 11a y una capa compuesta 2 que es reforzada con un trenzado hecho de fibras de carbón y aramida de alto módulo, y de un racor de conexión 3 hecho de aluminio.

La preforma es hecha de tereftalato de polietileno (PETE) o poliamida.

Como es mostrado en la Figura 1, dentro de la cobertura 1, y en sentido opuesto al racor de conexión 3, existe una unidad de reforzamiento inferior 4 hecha de aluminio y fijada dentro de la capa compuesta 2 del tanque. La unidad inferior 4 contacta el fondo del tanque, este es moldeado en forma arqueada-convexa, con alas ramificadas 5 que se pegan al

fondo arqueado-cóncavo de la cobertura. La unidad inferior 4 es también equipada con elementos adicionales anulares 6 instalados dentro de la capa compuesta 2. El racor de conexión 3 es manufacturado como un elemento entero y es equipado con un collarín de contención 7 diseñado para permanecer sobre la parte externa de la cobertura. Superior al collarín de retención existe un elemento externo anular 8 ubicado sobre la apertura del racor de conexión 3.

Sobre la circunferencia de la parte interna del racor de conexión 3, existe una ranura de cierre con forma de anillo 9 con una junta tórica 9a instalada, y también, una ranura de ajuste 10 para un anillo Seeger 10a que protege contra desplazamientos axiales que podrían ocurrir como resultado de fuerza actuando sobre el tanque compuesto.

El racor de conexión 3 es conectado con la cobertura 1 manufacturada a partir del moldeo por soplado de la preforma 11. En la parte superior de la preforma 1, existe un collarín 11a con una ranura anular 11b manufacturada de tal modo que la cobertura 1 es conectada con el racor de conexión 3; la ranura exterior de ajuste 10 en el racor de conexión 3 exactamente enfrenta la ranura anular 11b en el collarín de la preforma 11a, y la ranura de cierre interior 9 con la junta tórica 9a instalada en la ranura es ubicada exactamente en la parte cilíndrica del collarín de la preforma 11a.

Ejemplo 2

La primera etapa del método propuesto de manufacturación de un tanque compuesto de alta presión de acuerdo con la invención consiste en que el collarín de la preforma 11 sea sometido a un proceso de cristalización típico. La longitud del collarín de la preforma 11a es igual a la longitud de la conexión con el racor de conexión 3. Antes de realizar la cristalización, el collarín de la preforma 11a es aislado de la otra parte de la preforma 11 con el fin de evitar un fenómeno de aplicación incontrolada de la cristalización. El proceso de cristalización consiste de un calentamiento gradual del collarín de la preforma 11a durante, preferiblemente, 6 minutos para alcanzar una temperatura cercana al punto medio entre la temperatura de transición vítrea y la temperatura de fusión. Después de que el calentamiento es completado, la preforma del collarín plastificada es ubicada sobre un mandril metálico y cilíndrico y es enfriada gradualmente en un baño de agua por un periodo de, preferentemente, 6 minutos, y el diámetro de la sección transversal del mandril es usado para que el diámetro interior del racor de conexión lo iguale mientras se lleva a cabo el proceso de enfriamiento. El proceso de cristalización produce una estructura del collarín que es cristalina y amorfa.

Tras el proceso de cristalización, la ranura anular 11b es formada sobre la superficie externa del collarín de la preforma 11a, esta ranura es hecha de tal modo que, tan pronto como la cobertura 1 sea conectada al racor de conexión 3, la ranura anular 11b enfrenta

exactamente la ranura de fijación externa 10 del racor de conexión 3, y la ranura de cierre 9 con la junta tórica 9a instalada en la ranura de cierre 9 es posicionada exactamente en la parte cilíndrica del collarín de la preforma 11a.

En la etapa siguiente de éste método, la preforma pre-preparada 11 con el collarín 11a, que fue sometida al proceso de cristalización controlada y que tiene una ranura anular 11b es moldeada por soplado usando cualquier tecnología bien descrita para obtener la forma requerida y las dimensiones necesarias. Posteriormente, la cobertura preparada es instalada junto con el racor de conexión 3, el cual es equipado con un collarín de contención 7 y con una unidad de fondo 4. El tanque es luego llenado con gas hasta que se obtenga un valor de presión de gas constante de 2 bares. Después la totalidad del tanque es recubierto con una capa compuesta de reforzamiento 2.

La capa compuesta es fabricada a través del bobinado de un conjunto de filamentos que están impregnados con una resina, preferencialmente con una resina epoxi, con el uso de la tecnología de devanado de filamentos húmeda y con tres patrones de envoltura: helicoidales, polares y envoltura en aro, como se presenta en las Figuras 6 a 8.

Preferencialmente, la secuencia de bobinado de un conjunto de filamentos se da en el siguiente orden: cuatro envolturas realizadas con el patrón polar, tres envolturas hechas con el patrón helicoidal, tres envolturas con el patrón de aro, y una envoltura realizada con el patrón polar.

En el bobinado helicoidal, los conjuntos de filamentos son bobinados al mismo tiempo que el tanque o el mandril enrollado es rotado y movido a lo largo de la longitud total del tanque en un ángulo de inclinación del eje de rotación que es preferencialmente de 54°. La envoltura del bobinado helicoidal asegura el mejor efecto operacional de las fibras de reforzamiento. Mientras el bobinado continúa, el tanque es llevado a vibrar ligeramente. Las vibraciones permiten el arreglo de las fibras en el revestimiento y elimina espacios vacíos en el material compuesto.

Al aplicar un patrón de bobinado polar, el conjunto de filamentos es envuelto de tal modo que el mandril enrollado pasa de polo a polo del tanque, y, simultáneamente, el conjunto de filamentos pasa sobre el racor de conexión. Lo anterior se convierte en un elemento para el ajuste del racor de conexión.

Después de que la capa compuesta que consiste de 10 a 12 envolturas enrolladas de filamentos es fabricada, el tanque es sometido a un proceso de endurecimiento. La temperatura es incrementada gradualmente en intervalos regulados fijados en un periodo de tiempo mientras que el tanque rota lentamente sobre su eje. En la primera etapa del proceso de endurecimiento, el tanque es mantenido a una temperatura de 20°C por un periodo de 24 horas. Durante este tiempo, los polímeros son entrecruzados, y como resultado la rigidez y la resistencia al clima, la radiación y la temperatura aumenta.

Después del entrecruzamiento, la temperatura aumenta gradualmente y como resultado la resistencia térmica es aumentada a 46°C. Posteriormente, la temperatura aumenta a 45°C y el tanque es mantenido en dicha temperatura por máximo 24 horas. Luego, la temperatura es aumentada nuevamente a 70°C y es mantenida constante por otras 24 horas. Finalmente, la temperatura desciende a 23°C durante un periodo de 12 horas. La resistencia térmica obtenida durante el proceso de endurecimiento, de acuerdo a la invención divulgada, es de 82°C.

En la etapa final del proceso de fabricación del tanque compuesto, de acuerdo a la invención, el tanque es recubierto con una capa protectora adicional para protegerlo contra la luz UV, el agua, las sustancias químicas, y adicionalmente, para incrementar su resistencia al impacto.

El tanque compuesto, de acuerdo con la invención, es caracterizado por sus excelentes propiedades mecánicas (alta resistencia a la deformación, alta resistencia a la fatiga y alta resistencia al impacto).

OFICINA INTERNACIONAL DE LA OMPI

Solicitante:	TECHPLAST SPÓŁKA Z O.O. WIEPRZ 267 34-122 WIEPRZ, PL
Título:	TANQUES COMPUESTOS DE ALTA PRESIÓN Y EL MÉTODO DE MANUFACTURA DE TANQUES COMPUESTOS DE ALTA PRESIÓN
No. de Solicitud Internacional	PCT/PL2015/000001
Fecha de Solicitud:	5 de Enero de 2015

19 de Mayo de 2015

REIVINDICACIONES - VERSIÓN NUEVA

1. Un tanque compuesto de alta presión que comprende una cubierta (1) obtenida a través del moldeo por soplado de un material termoplástico íntegro y preformado con un collarín de la preforma (11a), un racor de conexión (3) con un collarín de contención (7), una junta tórica (9a) instalada en una ranura de cierre (9) formada en el racor de conexión (3), y un anillo Seeger (10a) instalado en una ranura de sujeción (10) formada en el racor de conexión (3) que se encuentra opuesta a la ranura de sellado (9), con el fin de fijar el collarín de la preforma (11a) en el racor de conexión (3), **caracterizado porque** una ranura anular (11b) es configurada en el lado externo del collarín de la preforma (11a), y dicha ranura anular (11b) se encuentra ubicada en frente de la ranura de sujeción (10) formada en el racor de conexión (3) después de instalar la cubierta (1) a un racor de conexión (3), y porque la ranura de cierre (9) se encuentra en frente del lado cilíndrico interior del collarín de la preforma (11a).
2. El tanque compuesto, de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la sección transversal del anillo de Seeger (10a) es trapezoidal con un ángulo recto

3. El tanque compuesto, de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la cobertura (1) con el collarín (11a) es hecha de tereftalato de polietileno (PETE) o poliamida.
4. El tanque compuesto, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** este tiene una unidad inferior (4) con una forma arqueada-convexa y alas ramificadas (5) que se ajustan al fondo arqueado-cóncavo de la cobertura (1), y en el que el racor de conexión (3) tiene un elemento externo anular (8) sobre el orificio del racor de conexión (3), mientras que la unidad inferior (4) tiene elementos anulares adicionales (6) ubicados dentro de la capa compuesta de refuerzo (2).
5. El tanque compuesto, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la cobertura (1) es reforzada con una capa compuesta externa (2), y dicha capa compuesta (2) es hecha en la forma de un trenzado de conjuntos de filamentos de carbono y aramida y de resina epoxi, y preferiblemente en la que el conjunto de filamentos es formado usando dos filamentos de carbono exteriores y un filamento de aramida interno.
6. Un método de manufactura de un tanque compuesto de alta presión que comprende una cobertura (1) obtenida a través del moldeo por soplado de una preforma (11) con unas dimensiones requeridas, dicha cobertura (1) es conectada a un racor de conexión (3), y externamente reforzada por una capa compuesta (2), y donde la preforma del material plástico es hecha usando cualquier tecnología, y que es **caracterizado porque** la preforma (11) primero es sometida a un proceso de cristalización controlada, y luego una ranura anular (11b) es realizada en el collarín de la preforma (11a), seguidamente la preforma (11) es moldeada por soplado a las dimensiones requeridas y ensamblada con el racor de conexión (3) que es equipado con el collarín de contención (7) de tal modo que la junta tórica (9a) es ubicada en la ranura de cierre (9) en el racor de conexión, posteriormente el racor de conexión (3) es puesto y aprisionado al collarín de la preforma (11a) de la cobertura (1), seguidamente el tanque es llenado con gas hasta que la presión dentro del tanque se vuelva constante y una capa compuesta (2) es fabricada mediante el trenzado del conjunto de filamentos de refuerzos de acuerdo a los tres patrones de envoltura: helicoidal, polar y de aro, y finalmente la capa compuesta de refuerzo (2) es térmicamente endurecida.
7. El método de acuerdo a la reivindicación 6, **caracterizado porque** el proceso de cristalización del collarín de la preforma (11a) es aislado del resto de la preforma (11) y es llevado a cabo de la siguiente manera: el collarín de la preforma (11a) es gradualmente calentado a una temperatura cercana al punto medio entre la

temperatura de transición vítrea y la temperatura de fusión por un periodo de 8 a 10 minutos, luego el collarín de la preforma (11a) plastificado es ubicado sobre un mandril cilíndrico y metálico con un diámetro de la sección transversal igual al diámetro interno del racor de conexión (3), y seguidamente el collarín de la preforma (11a) es gradualmente enfriado en un baño de agua durante 4 a 10 minutos.

8. El método de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, **caracterizado porque** la temperatura del collarín de la preforma (11a) calentado se encuentra en un rango entre 135°C y 165°C, y el proceso de calentamiento se lleva a cabo durante 5 a 6 minutos, y donde el proceso gradual de enfriamiento del collarín de la preforma (11a) en el baño de agua dura de 5 a 6 minutos.
9. El método de acuerdo con la reivindicación 6 o 7 u 8, **caracterizado porque** después del proceso de cristalización del collarín de la preforma (11a), la ranura anular (11b) es conformada sobre el lado externo del collarín de la preforma (11a) de tal modo que esta se ubique en frente de la ranura de ajuste (10) en el racor de conexión (3) después de que la cobertura (1) sea ensamblada con el racor de conexión (3), y la junta tórica (9a) instalada en la ranura de cierre interior (9) es ubicada en el lado cilíndrico interior del collarín de la preforma (11a).
10. El método de acuerdo con las reivindicaciones 6 a 9, **caracterizado porque** resinas termoestables son usadas para la producción de capas compuestas (2), preferencialmente resinas epoxi, y también fibras, preferencialmente un conjunto de filamentos de carbono y aramida, preferiblemente compuesto de dos filamentos de carbono externos y un filamento de aramida interno.
11. El método de acuerdo con las reivindicaciones 6 a 10, **caracterizado porque** el trenzado es hecho de acuerdo a un patrón de envoltura helicoidal-polar; es decir, los conjuntos de filamentos son enrollados cada vez que el mandril enrollado pasa entre los polos del tanque y rota sobre el racor de conexión (3), el ángulo de inclinación de la rotación axial es mantenido constante, preferentemente entre los 53° y 55°.
12. El método de acuerdo a la reivindicación 11, **caracterizado porque** el proceso de bobinado de filamentos es llevado a cabo a una presión constante que oscila entre los 2 a 2.8 bares en el interior del tanque, el valor de la presión dentro del tanque es inversamente proporcional al tamaño del tanque.
13. El método de acuerdo a las reivindicaciones 11 o 12, **caracterizado porque** la capa compuesta (2) es fabricada a través del enrollamiento sucesivo de 10 a 12 envolturas de los conjuntos de filamentos, preferencialmente cuatro envolturas de acuerdo al patrón de envoltura helicoidal, preferencialmente tres envolturas de acuerdo al patrón de envoltura de aro, y preferiblemente una envoltura de acuerdo al patrón de envoltura polar.

14. El método de acuerdo a las reivindicaciones 12 o 13, **caracterizado porque** al enrollar los filamentos, el tanque es conducido a vibrar ligeramente.
15. El método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 6 a 14, **caracterizado porque** la temperatura durante el proceso de endurecimiento es gradualmente incrementada de 20°C a 70°C en intervalos de tiempo, mientras el tanque lentamente rota sobre su eje, y en el que preferencialmente en la primera etapa del proceso de endurecimiento el tanque es mantenido en una temperatura de 20°C +/- 2°C por un periodo de tiempo de 24 horas +/- 2 horas, en el que en la segunda etapa es mantenido a una temperatura de 45°C +/- 2°C por un periodo de tiempo que no exceda las 72 horas +/- 2 horas desde el inicio del endurecimiento, en el que en la tercera etapa la temperatura es incrementada a 70°C +/- 2°C y mantenida constante por 34 horas +/- 2 horas, y en el que en la cuarta etapa la temperatura es disminuida a 23°C +/- 2°C y el tanque mantenido a esta temperatura durante un lapso de 12 horas +/- 2 horas.



(51) International Patent Classification:

F17C 1/00 (2006.01) *B29C 49/06* (2006.01)
B29L 31/00 (2006.01) *B29B 11/14* (2006.01)

(21) International Application Number:

PCT/PL2015/000001

(22) International Filing Date:

5 January 2015 (05.01.2015)

(25) Filing Language:

English

(26) Publication Language:

English

(30) Priority Data:

P.406846 15 January 2014 (15.01.2014) PL

(71) Applicant: **TECHPLAST SPÓŁKA Z O.O.** [PL/PL];
Wieprz 267, PL-34-122 Wieprz (PL).

(72) Inventors: **SAFERNA, Adam**; Wieprz 267, PL-34-122
Wieprz (PL). **SAFERNA Dawid**; Wieprz 267, PL-34-122
Wieprz (PL).

(74) Agent: **KARCZMITOWICZ, Teresa**; ul. Królewska 7
lok.2, PL-30-045 Kraków (PL).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), European (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Continued on next page]

(54) Title: HIGH-PRESSURE COMPOSITE VESSEL AND THE METHOD OF MANUFACTURING HIGH-PRESSURE COMPOSITE VESSEL

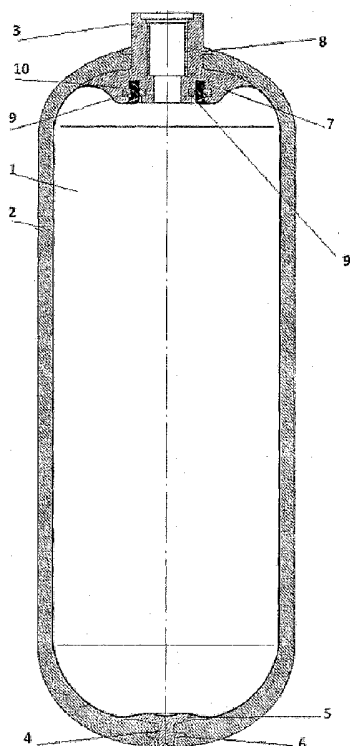


FIG.1

(57) Abstract: A high-pressure composite vessel comprising a casing fabricated through blow-moulding a preform of thermoplastic material, a connection pipe fitting. In the connection pipe fitting (3) with a retaining collar (7), opposite to a sealing groove (9) designed for an o-ring seal, there is a groove (10) for a seeger to mount a non-detachable collar (11a) of the preform (11) by way of the seeger (10a). A method of manufacturing the high-pressure composite vessel under which the casing of the vessel is fabricated of a preform that is blow-moulded so as to obtain the required dimensions thereof, whereas the preform of a thermoplastic material is fabricated using any technology; and the casing of the vessel is connected with the connection pipe fitting, and the external surfaces of the vessel are reinforced by a special composite layer. The preform (11) first undergoes a process of controlled crystallization and, then, the ring-shaped groove (lib) is made in the collar (lla) of the preform (11), and, subsequently, the preform (11) is blow-moulded to obtain the required dimensions and assembled with the connection pipe fitting (3) equipped with a retaining collar (7) so that the o-ring seal (9a) is placed in the sealing groove (9) in the connection pipe fitting (3), and the seeger (10a) is placed in the groove (10) in the seeger, and, next, the connection pipe fitting (3) is put and clamped onto the collar (lla) of the casing (3); next, the vessel is filled with gas until the value of the pressure inside the vessel becomes constant and the composite layer (2) is fabricated by making a load-bearing wound wraps of bundles of reinforcing filaments according to three winding patterns: helical, polar, and hoop; finally, the whole structure is thermally hardened.

WO 2015/108429 A1



Published:

— *with international search report (Art. 21(3))*

— *with amended claims and statement (Art. 19(1))*

HIGH-PRESSURE COMPOSITE VESSEL AND THE METHOD OF MANUFACTURING HIGH-PRESSURE COMPOSITE VESSEL

The subject of the Invention is a high-pressure composite vessel designed, in particular, to store pressurized liquids and gases and a method of manufacturing a high-pressure composite vessel.

The more commonly used are high-pressure, blow-moulded thermoplastic vessels that have a metal connection pipe fitting sunk in or glued to a liner and the whole bodies of those vessels are reinforced with a fibrous composite material placed thereon using a winding technique.

A pressure container and a method of manufacturing it are known from the Description of the Invention No. GB1134033. According to the cited Invention, the method of manufacturing such a vessel comprises the following steps: layering on numerous reinforcing fibres to form a so called bladder and using an adequate material able to form an encompassing matrix by binding all the fibres together so as to make one inflexible or flexible skin. The term 'fibre' as used in the Description and Claims of the Invention as above refers both to single fibres of any shape and to flat belts. The fibres are being stretched meridian-wise between the two ends of the bladder on its entire surface, and the subsequent reinforcing windings are wound helically within the cylindrical part of the bladder. Preferably, glass fibres are used. A material used to make the bladder (liner) is a ductile elastomeric material, preferably a rubber.

The Description of the Invention No. EP1586807 discloses a composite tank and a method to manufacture it. The composite tank as disclosed consists of an inner part (a so called bladder, inner tube or liner) and a two-piece collar that is connected with the inner part; the two-piece collar has an inner part that is provided with an external surface with bosses to make a connection with a bush-like liner's neck, and an outer part also

provided with an inner surface that adjoins one fragment of the inner part so as to enable their mutual binding. Additionally, the outer part of the collar has also a retaining collar that should rest against the external surface of the liner and a tip to fix a valve element, whereas, on the collar and the liner, two layers of the composite material are placed. It is essential that the inner part of the collar is threaded and a collar is formed between the outer and the inner part. So the collar is basically a two-piece element; this fact impacts the method of producing it because, according to the Invention, the inner part of the collar is formed together with the liner, and the bottom inner surface is kept unbound (non-connected) with the liner. Next, the outer part of the collar is connected to the liner and the whole assembly is covered with layers of composite material; the outer layer is made of glass fibre.

A pressure composite vessel is known from the Description of the Patent No. EP0753700; the vessel under this Patent is designed to store pressurized liquid gases. In particular, the object of the Patent refers to the construction of a connection pipe fitting of the composite vessel. According to the Patent as above, the vessel is characterized by there being a recess where the vessel is connected with the connection pipe fitting; in the recess (within the area of reinforcement), there is an inner and outer part; both are threaded; and a sealing bevelled washer is placed between the external surface of the vessel and the bottom surface of the collar; the bevel of the washer is oriented towards the middle axis of the vessel; on the frontal side of the neck's part of the vessel, there is a sealing ring made of a material that is characterized by a low Young's (elastic) modulus and a high elongation.

From the published Patent No. EP2112423, a method is known of producing a multilayer container designed to store, in particular, pressurized liquids and gases. This method consists in that both the container and the connection pipe fitting are manufactured simultaneously.

Under a method as disclosed in the Patent No. EP08102903, a preform is connected with a connection pipe fitting by way of a thread and this preform is heated to reach a plasticization temperature of a material it is made of. Next, this preform is blow moulded to the working dimensions of the vessel itself. The vessel is finished/reinforced by laminating it with resin-impregnated fibres wound thereon, by hardening and covering it with an additional protecting layer.

From the Patent Application No. WO2010059068, there is known a method of manufacturing high-pressure container to store, especially liquids and gases under a higher pressure; the method consists in manufacturing the component using any known technology of making preforms made up of a thermoplastic material; the preform is shaped exactly as the prospective container and is blow moulded so as to get the required size; its outer surface is reinforced by means of winding resin-impregnated fibres; the preform is matched with a connection pipe fitting as well as with the upper and lower pads that correspond in shape with the shape of recess in the connection pipe fitting and the bottom of the preform/container; finally, a high pressure container is manufactured according to the method as described in the Invention.

The hitherto known solutions show that, at the first stage of the high-pressure vessel production process, a liner is manufactured by blow-moulding a thermoplastic preform; next, the liner is helically connected with a connection pipe fitting. Usually, at the last stage of producing a vessel designed to operate under an increased pressure, a laminated reinforcement is made, i.e. the fibres are appropriately wound onto the vessel's surface, for example in the Inventions numbered as US20050167433, PL 197773, and EP 08102903.

In the hitherto disclosures, the connection pipe fittings applied were threaded and this often caused uncontrollable leakage in the spot where two different materials: polymer of the vessel and metal of the fitting contacted each other (connection spot).

According to the Invention, the high-pressure vessel consists of: - a cylindrical casing manufactured by blow-moulding a preform with a collar, made of a plastic material, preferably of polyethylene terephthalate (PETE) or polyamide; - a composite layer reinforced using a load-carrying wound wrap made of high-modulus carbon fibres; - a connection pipe fitting.

In the bottom part of the casing, opposite to the connection pipe fitting, there is a reinforcing bottom unit made of aluminium and fixed within the composite layer of the vessel; the unit is curved like an arch with its convex part oriented towards the centre of the casing; where the bottom unit contacts the bottom of the vessel, it is shaped as arched-convex, branched wings that stick to the arched-concave bottom of the casing; the unit is also equipped with additional, ring-shaped bosses mounted inside the composite layer. On the side of the connection pipe fitting, there is a washer to match with the connection

pipe fitting. The aluminium connection pipe fitting is manufactured as a one whole element and equipped with a retaining collar designed to rest on the external part of the casing; above the retaining collar, there is one extra ring-shaped boss placed around the opening of the connection pipe fitting.

On the circumference of the inner part of the connection pipe fitting, there is a ring-shaped sealing groove with an o-ring seal therein including an outer groove of the sealing ring for a seeger, which protects against axial shifts that might occur as a result of forces acting on the composite vessel.

The connection pipe fitting is connected with the casing manufactured through blow-moulding a preform; in the upper part of the preform, there is a ring-shaped groove manufactured so as to exactly face the groove in the casing's collar with the mounted seeger as soon as the casing is connected with the connection pipe fitting, and the inner sealing groove with the o-ring seal mounted therein must be exactly in the cylindrical part of the casing's collar. The cross-section of the seeger is trapezoidal and includes a right angle. Its perpendicular surfaces fit excellently the walls of the grooves in the connection pipe fitting and in the collar of the casing, and the right angles prevent the production of a force component that could possibly cause the ring to slip out of the grooves whereas the mitre-cuts make it possible to insert the preform into the ring previously fixed in the groove in the connection pipe fitting.

The right angles used in the cross-section of the ring cause the entire system to become inseparable after the connection pipe fitting is connected with the casing equipped with the collar.

Additionally, the construction of the connection pipe fitting according to the Invention causes the sealing ring to distort under the pressure of gas in the composite vessel and to exert pressure onto the o-ring seal. Gas that may potentially get between the sealing and the inner surface of the connection pipe fitting is cut off owing to the distortion of the sealing and the o-ring; further, pursuant to the law of conservation of energy, the pressure exerted onto the connection pipe fitting from the inside of the vessel and the forces, exerted by the material of the connection pipe fitting onto the sealing ring, become equalized. At that time, the forces interacting between the connection pipe fitting and gas cancel out and, in this way, ensure the stability of the entire joint. An extra stabilization of the joint is provided by a special stop groove with seeger, performed in the collar of the preform (and, after the accomplished blow moulding, in the collar of the vessel's

casing); this element is an excellent additional sealing for the entire joint since it constitutes an non-detachable and extremely high-pressure resistant blockage.

The casing, i.e. the blow-moulded preform and the connection pipe fitting are put together and wrapped in composite material layers; next, they are covered with an additional protective layer and, so, they form a hybrid resistant to dynamic overloads.

According to the Invention, the method of manufacturing a composite high-pressure vessel consists in blow-moulding the preform of, preferably, polyterephthalane, ethylene, or polyamide, next, in connecting the manufactured casing with a connection pipe fitting, and in strengthening the prospective vessel by making a composite reinforcement on the surface thereof, whereas, prior to blow-moulding the preform, a collar of the preform cooperating structurally with the connection pipe fitting, undergoes a process of topical crystallization. According to the Invention, the length at which the collar of the preform undergoes the crystallization equals the length of its connection with the connection pipe fitting of the vessel.

The crystallization process consists in gradual heating up the collar of the preform to a temperature between the glass transition and melting temperatures of polymer, preferably, to a temperature close to a mid-point between the glass transition and melting temperature. The temperature depends on the type of polymer the preform is made of and it ranges between 135°C and 165°C, whereas the heating-up process is carried out for a period not exceeding than 10 minutes, preferably 5 to 6 minutes.

During the ongoing crystallization process, the collar of the preform is isolated from the other part of the preform in order to avoid a phenomenon of uncontrolled spreading of crystallization. After the heating up is completed, the pliable collar of the preform is placed on a metallic cylindrical mandrel and cooled, step by step, in a bath wash for 4 to 10 minutes, preferably 5 to 6 min. The cross-section diameter of the mandrel used while cooling the preform equals the inner diameter of the connection pipe fitting; this fact guarantees the impeccable tightness of the joint produced.

The controlled crystallization process results in the thermal decomposition of polymers, i.e. in their degradation; now, the polymers form orderly arranged, lamellar polycrystalline structures, which effectively improve the polymer's mechanical properties: impact strength, tensile strength, and compression strength; also, the temperatures of deflection and the flexural (bending) modulus are increased.

Crystallizing the collar of the preform with the use of the method under the Invention results in the authentic crystallization of the external layers of the preform collar; it means

that, within the cross-section, the lateral layers of the preform collar have an orderly arranged, lamellar, polycrystalline structure characterized by a required strength and hardness, whereas the middle layer (ca. 30%) has an amorphous, more pliable structure. A mixed, crystalline-amorphous structure of the preform collar excellently enhances the tightness of the vessel. Under the conditions of common use of the composite vessel according to the Invention, the pliability of the middle layer improves the vessel's resistance against the tensile and compressing stresses occurring therein.

Upon the completion of the crystallization process, a stop groove, its cross-section being a trapezoid with a right angle, is formed on the external surface of the preform.

Under the method acc. to the Invention, the pre-prepared preform with the collar (that underwent the process of controlled crystallization and the ring-shaped groove was made therein) are blow-moulded acc. to the well known method; consequently, the required shape and necessary dimensions thereof are produced; next, the ready preform is mounted together with the connection pipe fitting, equipped with a retaining collar, and with the bottom unit. The vessel manufactured is filled with gas that stiffens the surfaces of the vessel and prevents them from being dented impacted internally; the next step is to cover the vessel with the reinforcing composite layer. To reinforce the external surface of the vessel, thermosetting resins are used, preferably polyester resins as well as fibres, preferably a bundle of carbon and aramid fibres, whereas the way the fibres are arranged in the bundle is of essential importance: the fibres must be arranged exactly in the same order, e.g. carbon fibre-aramid fibre-carbon fibre.

The composite layer is fabricated by winding a bundle of filaments via a wet filament winding technology with the use of three winding patterns: helical, polar, and hoop winding.

The sequence of winding fibres is as follows: wraps wound acc. to the polar pattern, preferably 4 wraps; wraps made acc. to the helical pattern, preferably three wraps; wraps wound acc. to the hoop pattern, preferably three; and one wrap made acc. to the polar pattern.

In helical winding, the bundle of filaments is wound and, at the same time, the vessel or the winding mandrel rotates and is moved along the entire length of the vessel resulting in an angle of inclination of the rotation axis, its measure ranging from 49° to 59° , preferably 54° . The helically wound wraps ensure the best operational effect of the reinforcement fibres. While the winding continues, the vessel is brought to vibrate

slightly; the vibrations enhance the arrangement of the fibres on the liner and eliminate void spaces in the composite material; the winding proceeds under a constant inner pressure ranging from 2 to 2.8 bar; the value of the inner pressure depends on the size of the vessel; thus, the bigger the composite vessel, the lower the inner pressure; and the smaller the vessel, the higher the inner pressure.

Polar winding is the second winding pattern of wrapping fibres: a bundle of filaments is wrapped as the winding mandrel passes from pole to pole of the vessel, and, simultaneously, the bundle of fibres filaments rotates about the connection pipe fitting and, so, becomes a unit to fix the connection pipe fitting.

Hoop (or girth) winding is the third winding pattern; it is used to reinforce the cylindrical part of the vessel. Individual layers of fibres are reinforced using epoxy resin. The bearing structure of wound layers fabricated according to the Invention forms a hybrid and guarantees that the reinforcing filament bundles excellently fulfil their strengthening job.

After the composite layer consisting of 10 to 12 wound wraps of fibres is fabricated, the vessel undergoes a hardening process, i.e. the vessel rotates slowly about its axis and the temperature is gradually increased at regular fixed intervals over a period of time. The hardening process starts with the vessel being heated to a temperature of 20°C; next, this temperature is maintained over a period of 16 to 28 hours, preferably 24 hours. During this time, polymers are cross-linked, i.e. cross-links (known as bridges) are formed among them and, consequently, linear polymer molecules are converted into spatial macromolecules. The time and temperature of cross-linking process causes the parameters of polymers to improve, for example their rigidity increases as does their weather-, radiation-, and temperature-resistance. After cross-linking, the temperature rises gradually and, as a result thereof, a thermal hardening process takes place; the vessel is kept, at first, at a temperature of 20°C +/- 2°C over a period of 24 +/- 2 hours; next, at 45°C +/- 2°C for a period not exceeding 72 +/- 2 hours (from the moment when the vessel heating process has begun); then, at a temperature not exceeding 70°C +/- 2°C for further 34 +/- 2 hours; finally, at a temperature not exceeding 25°C +/- 2°C for 8 +/- 2 hours. The result of the hardening process conducted as described above is that the thermal strength of the composite layer increase to a value above 80°C.

The last fabrication phase of the composite vessel according to the Invention is the making of an additional protective layer resistant to UV, water, chemical substances, and impact.

The composite vessel produced according to the method under the Invention is extraordinarily tough and durable, resistant to deformations, high temperatures, and chemical impacts; moreover, it is light in weight and, therefore, it has many applications: in emergency medical service (EMS), chemical emergency service, fire-fighting, as paintball gas bottles and deep-sea diving bottles. One of very important characteristics of the vessel acc. to the Invention is that it is 100% non-corrosive.

The vessel – subject of this Invention – is exemplified by one embodiment depicted in the Drawing comprising several Figures: Fig. 1 shows a longitudinal section of the composite high-pressure vessel; Fig. 2 shows a longitudinal section of the liner with the connection pipe fitting; Fig. 3 shows a longitudinal section of the liner; Fig. 4 shows a longitudinal section of the connection pipe fitting; Fig. 5 shows a longitudinal section of the o-ring sealing; Fig. 6 shows a longitudinal section of the seeger; Fig. 7 shows a longitudinal section of the preform; Fig. 8 illustrates a polar winding pattern; Fig. 9 illustrates a helical winding pattern; Fig. 10 shows a hoop (or girth) winding pattern.

Example: 1

The composite high-pressure vessel acc. to the Invention consists of a casing 1, fabricated from a blow-moulded preform 11 equipped with a collar 11a and a composite layer 2, reinforced with a load-bearing wound wrap made of high-modulus carbon and aramid fibres, and of a connection pipe fitting 3 made of aluminium.

The preform is made of polyethylene terephthalate (PETE) or polyamide.

As shown in Fig. 1, inside the casing 1, opposite to the connection pipe fitting 3, there is a reinforcing bottom unit 4 made of aluminium and fixed within the composite layer of the vessel. Where the bottom unit 4 contacts the bottom of the vessel, it is shaped as arched-convex, branched wings 5 that stick to the arched-concave bottom of the casing; the unit is also equipped with additional, ring-shaped bosses 6 mounted inside the composite layer. The connection pipe fitting 3 is manufactured as one whole element and equipped with a retaining collar 7 designed to rest on the external part of the casing;

above the retaining collar there is one extra ring-shaped boss 8 placed around the opening of the connection pipe fitting.

On the circumference of the inner part of the connection pipe fitting, there is a ring-shaped sealing groove 9 with an o-ring seal 9a mounted therein, and, also, a groove 10 in a seeger 10a that protects against axial shifts that might occur as a result of forces acting on the composite vessel.

The connection pipe fitting 3 is connected with the casing 1 manufactured while blow-moulding the preform 11; in the upper part of the preform 11, there is a collar 11a with a ring-shaped groove 11b manufactured so that as soon as the casing 1 is connected with the connection pipe fitting 3, the outer ring-shaped groove 10 in the connection pipe fitting 3 exactly faces the groove 11b in the collar of the preform 11, and the inner sealing groove 9 with an o-ring seal 9a mounted in the groove is seated exactly in the cylindrical part of the collar 11a of the preform 11.

Example: 2

The first stage of the method of manufacturing a composite high-pressure vessel acc. to the Invention consists in that the collar of the preform 11 undergoes a topical crystallization process. The length of the collar 11a of the preform 11 equals the length of the connection with the connection pipe fitting 3. Prior to launching the topical crystallization, the collar 11a of the preform 11 is isolated from the other part of the preform 11 in order to avoid a phenomenon of uncontrolled spreading of the crystallization. The crystallization process consists of gradually heating up the collar 11a for, preferably, 6 minutes, to reach a temperature close to a mid-point between the glass transition and melting temperature. After the heating up is completed, the pliable collar of the preform is placed on a metallic cylindrical mandrel and cooled, step by step, in a bath wash for, preferably, 6 min, and the cross-section diameter of the mandrel used while cooling the preform equals the inner diameter of the connection pipe fitting. The effect of the accomplished crystallization process is that the produced structure of the collar is crystalline-amorphous.

Upon the completion of the topical crystallization process, a ring-shaped groove 11b is made on the outer surface of the collar 11a of the preform, and this groove is made so that, as soon as the liner 1 is connected with the connection pipe fitting 3, the groove 11b faces exactly the outer ring-shaped groove 10 of the connection pipe fitting 3, and

the sealing groove 9 with the o-ring sealing seal 9a mounted in the groove 9 is seated exactly in the cylindrical part of the collar 11a of the preform.

At the subsequent stage of the method acc. to the Invention, the pre-prepared preform 11 with the collar 11a, that underwent the controlled crystallization process and which has a ring-shaped groove 11b, is blow-moulded using a well-know technology and the preform obtained a required shape and necessary dimensions; next, the ready preform is mounted together with the connection pipe fitting 3, equipped with a retaining collar 7 and with the bottom unit 4. The vessel fabricated is filled in with gas until a required constant gas pressure value of 2 bar is obtained; thereafter, the entire vessel is coated with a reinforcing composite layer 2 (inner fibre).

The composite layer is fabricated by winding a bundle of filaments impregnated with resin, preferably epoxy resin, via a wet filament winding technology with the use of three winding patterns: helical, polar, and hoop winding as presented in Figures from 6 to 8 on the Drawing.

Preferably, the sequence of winding bundles of filaments is as follows: four wraps wound acc. to the polar pattern; three wraps made acc. to the helical pattern; three wraps wound acc. to the hoop pattern; and one wrap made acc. to the polar pattern.

In helical winding, the bundle of filaments is wound and, at the same time, the vessel or the winding mandrel rotates and is moved along the entire length of the vessel, at an angle of inclination of the rotation axis being, preferably 54° . The helically wound wraps ensure the best operational effect of the reinforcement filaments. While the winding continues, the vessel is brought to vibrate slightly; the vibrations enhance the arrangement of the filaments on the liner and eliminate void spaces in the composite material.

When applying a polar winding pattern to wind filaments, the bundle of filaments is wrapped as the winding mandrel passes from pole to pole of the vessel, and, simultaneously, the bundle of filaments passes around the connection pipe fitting and, so, it becomes an element to fix the connection pipe fitting.

After the composite layer consisting of 10 to 12 wound wraps of filaments is fabricated, the vessel undergoes a hardening process: the temperature is gradually increased at regular, fixed intervals over a period of time while the vessel rotates slowly about its axis. At the first stage of the hardening process, the vessel is kept at a temperature of 20°C for a 24 hour period. During this time, polymers are cross-linked

and, as a result, the rigidity increases as does their weather-, radiation-, and temperature-resistance. After cross-linking, the temperature rises gradually and, as a result, the thermal strength is increased to 46⁰C. Next, the temperature rises to 45⁰C and the vessel is kept at this temperature for max 24 hrs. Then again, the temperature rises to 70⁰C and is maintained for another 24 hrs. Finally, the temperature drops to 23⁰C during a period of 12 hours. The thermal strength obtained during the hardening process according to the Invention is 82⁰C.

At the final stage of manufacturing the composite vessel according to the Invention, the vessel is coated by an additional protective layer to protect it against UV, water, chemical substances, and, additionally, to increase its impact strength.

The composite vessel acc. to the Invention is characterized by excellent mechanical properties (high deformation resistance, high fatigue strength, and high impact strength).

PATENT CLAIMS

1. A high-pressure composite vessel comprising a casing fabricated through blow-moulding a preform of thermoplastic material, a connection pipe fitting, **wherein**, in the connection pipe fitting (3) with a retaining collar (7), opposite to a sealing groove (9) designed for an o-ring seal, there is a groove (10) for a seeger to mount a non-detachable collar (11a) of the preform (11) by way of the seeger (10a).
2. The composite vessel acc. to Claim 1, **wherein**, the connection pipe fitting (3) has an external boss (8) shaped as a ring placed around the opening of the connection pipe fitting (3).
3. The composite vessel acc. to Claim 1 or Claim 2, **wherein**, in the collar (11a) of the preform (11), there is a ring-shaped groove (11b) constructed so that, after the casing (1) is connected with the connection pipe fitting (3), the external ring-shaped groove (10) in the connection pipe fitting (3) faces the groove (11b) in the collar of the preform and the inner sealing groove (9) with a mounted o-ring seal in the groove is in the cylindrical part of the collar (11a) of the preform (11).
4. The composite vessel acc. to Claim 1, or Claim 2, or Claim 3, **wherein**, the cross-section of the seeger (10a) is trapezoidal with a right angle.
5. The composite vessel acc. to any of the above mentioned Claims, **wherein**, the casing (1) is made up of the blow-moulded preform (11) of polyethylene terephthalate (PETE) or polyamide, with the collar (11a).
6. The composite vessel acc. to any of the above mentioned Claims, **wherein**, the bottom unit (4) is shaped as arched-convex, branched wings (5) that stick to the arched-concave bottom of the casing in a spot where this bottom unit (4) contacts the bottom of the vessel, and the unit is also equipped with additional, ring-shaped bosses (6) mounted inside the composite layer (2).
7. The composite vessel acc. to any of the above mentioned Claims, **wherein**, the load-bearing wound wrap of the composite layer (2) is made of bundles of carbon-aramid filaments as well as of epoxy resin.

8. The composite vessel acc. to Claim 7, **wherein**, the bundle of filaments is formed using two external carbon filaments and an inner aramid filament.
9. A method of manufacturing the high-pressure composite vessel under which the casing of the vessel is fabricated of a preform that is blow-moulded so as to obtain the required dimensions thereof, whereas the preform of a thermoplastic material is fabricated using any technology; and the casing of the vessel is connected with the connection pipe fitting, and the external surfaces of the vessel are reinforced by a special composite layer, **wherein**, the preform (11) first undergoes a process of controlled crystallization and, then, the ring-shaped groove (11b) is made in the collar (11a) of the preform (11), and, subsequently, the preform (11) is blow-moulded to obtain the required dimensions and assembled with the connection pipe fitting (3) equipped with a retaining collar (7) so that the o-ring seal (9a) is placed in the sealing groove (9) in the connection pipe fitting (3), and the seeger (10a) is placed in the groove (10) in the seeger, and, next, the connection pipe fitting (3) is put and clamped onto the collar (11a) of the casing (3); next, the vessel is filled with gas until the value of the pressure inside the vessel becomes constant and the composite layer (2) is fabricated by making a load-bearing wound wraps of bundles of reinforcing filaments according to three winding patterns: helical, polar, and hoop; finally, the whole structure is thermally hardened.
10. The method acc. to Claim 9, **wherein**, the process of crystallizing the collar (11a) of the preform isolated from the other part of the preform (11) runs in the following way: the collar (11a) of the preform (11) is gradually heated to a temperature close to a mid-point between the glass transition and melting temperature for 8 to 10 min.; next, the pliable collar (11a) of the preform (11) is placed on a metallic cylindrical mandrel, its cross-section diameter equalling the inner diameter of the connection pipe fitting (3); then, the collar (11a) of the preform (11) is gradually cooled in a bath wash for 4 to 10 minutes.
11. The method acc. to Claim 9 or Claim 10, **wherein**, the temperature of the heated collar (11a) of the preform ranges between 135°C and 165°C and the heating process continues for 5 to 6 min., whereas the process of gradually cooling the collar (11a) of the preform in the bath wash continues for 5 to 6 min.
12. The method acc. to Claim 9, Claim 10, or Claim 11, **wherein**, as soon as the process of topical crystallization process, ongoing on the outer part of the collar (11a) of the connection pipe fitting (3) is accomplished, a ring-shaped groove (11b) is made so as to

face the external ring-shaped groove (10) after the casing (1) is connected with the connection pipe fitting (3) and the inner sealing groove (9) with the o-ring seal (9a) mounted therein is in the cylindrical part of the collar (11a).

13. The method acc. to Claims 9 to 12, **wherein**, thermosetting resins are used to produce a composite layer, preferably, epoxy resins, as well as fibres, preferably a bundle of carbon and aramid filaments.
14. The method acc. to Claim 13, **wherein**, the bundle of carbon-aramid filaments is composed of two external carbon filaments and a middle aramid filament.
15. The method acc. to any of the Claims 9 – 14, **wherein**, the load-bearing wound wrap is made acc. to the helical-polar winding pattern, i.e. the bundles of filaments are wound each time the winding mandrel passes between the pools of the vessel and rotates about the connection pipe fitting (3), and the angle of inclination of the rotation axis is maintained constant, preferably $53^{\circ} - 55^{\circ}$.
16. The method acc. to Claim 15, **wherein**, the process of winding filaments continues at a constant pressure ranging between 2 to 2.8 bar inside the composite vessel, whereas the bigger the size of the composite vessel, the smaller the value of the pressure inside the vessel.
17. The method acc. to Claim 15 or Claim 16, **wherein**, the composite layer (2) is fabricated through successively winding 10 to 12 wraps of the filament bundles, preferably four wraps wound according to the polar winding pattern; preferably three wraps wound acc. to the helical pattern; preferably three wraps wound acc. to the hoop pattern; and preferably one wrap wound acc. to the polar pattern.
18. The method acc. to Claim 16 or Claim 17, **wherein**, while winding the filaments, the vessel is brought to vibrate slightly.
19. The method acc. to any of Claims 9 to 18, **wherein**, the temperature during the hardening process is stepwise increased from 20°C to 70°C at the present time intervals, and, while the vessel slowly rotates axially, preferably at the first stage of the hardening process, the vessel is maintained at a temperature of $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ for a period of time not exceeding 72 hrs ± 2 hrs from the beginning of hardening, and, at the third stage, the temperature is increased to $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ and, during the next 34 hrs ± 2 hrs, and at the fourth stage, the temperature is decreased to $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$; the vessel remains at this temperature for 12 hrs ± 2 hrs.

AMENDED CLAIMS

received by the International Bureau on 26 May 2015 (26.05.2015)

1. A high-pressure composite vessel comprising a casing (1) producible through blow moulding a thermoplastic material of a preform and integral with a preform collar (11a), a connection fitting (3) with a retaining collar (7), an o-ring seal (9a) mounted in a sealing groove (9) shaped in the connection fitting (3), and a Seeger ring (10a) mounted in a fixing groove (10) shaped in the connection fitting (3) opposite to the sealing groove (9), to fix the preform collar (11a) in the connection fitting (3), **characterized in that** an annular groove (11b) is shaped in the external side of the preform collar (11a), and said annular groove (11b) is facing the fixing groove (10) shaped in the connection fitting (3) after mounting the casing (1) to the connection fitting (3), and in that the sealing groove (9) is facing the inner cylindrical side of the preform collar (11a).
2. The composite vessel according to claim 1, **characterized in that** the cross-section of the Seeger ring (10a) is trapezoidal with a right angle.
3. The composite vessel according to claim 1 or 2, **characterized in that** the casing (1) with the collar (11a) is made of polyethylene terephthalate (PETE) or polyamide.
4. The composite vessel according to any of preceding claims, **characterized in that** it has a bottom unit (4) with the arched-convex, branched wings (5) fitting to an arched-

concave bottom of the casing (1), and in that the connection fitting (3) has an external annular boss (8) around the opening of the connection fitting (3), while the bottom unit (4) has additional annular bosses (6) placed inside a reinforcing composite layer (2).

5. The composite vessel according to any of preceding claims, **characterized in that** the casing (1) is reinforced with external composite layer (2), and this composite layer (2) is made in the form of a braiding of bundles of carbon-aramid filaments and of epoxy resin, and preferably in that the bundle of filaments is formed using two outer carbon filaments and one inner aramid filament.
6. A method of manufacturing a high-pressure composite vessel comprising a casing (1) producible by blow-moulding a preform (11) to required dimensions, said casing (1) connected with a connection fitting (3), and externally reinforced by a composite layer (2), and where the preform of thermoplastic material is made with use of any technology, **characterized in that** the preform (11) first undergoes a process of controlled crystallization, and then an annular groove (11b) is made in the preform collar (11a), and subsequently the preform (11) is blow-moulded to required dimensions and assembled with the connection fitting (3) equipped with a retaining collar (7) so that an o-ring seal (9a) is placed in a sealing groove (9) in the connection fitting (3), and a Seeger ring (10a) is placed in a fixing groove (10) in the connection fitting (3), and then the connection fitting (3) is put and clamped onto the preform collar (11a) of the casing (1), and then the vessel is filled with gas until the pressure inside the vessel becomes constant, and a composite layer (2) is fabricated by braiding the bundles of reinforcing filaments according to three winding patterns: helical, polar, and hoop, and then the reinforcing composite layer (2) is thermally hardened.
7. The method according to claim 6, **characterized in that** the crystallization process of the preform collar (11a) is isolated from the rest of the preform (11) and is run in the following way: the preform collar (11a) is gradually heated to a temperature close to a mid-point between the glass transition temperature and the melting point temperature for 8 to 10 minutes, then plastified preform collar (11a) is placed on a metallic cylindrical mandrel with a cross-section diameter equal to the inner diameter of the connection fitting (3), and then the preform collar (11a) is gradually cooled in a bath wash for 4 to 10 minutes.
8. The method according to claim 6 or 7, **characterized in that** the temperature of the heated preform collar (11a) is in a range between 135°C and 165°C, and the heating process continues for 5 to 6 minutes, whereas the process of gradual cooling of the preform collar (11a) in the bath wash continues for 5 to 6 minutes.

9. The method according to claim 6 or 7, or 8, **characterized in that** after the crystallization process of the preform collar (11a), the annular groove (11b) is shaped on the outer side of the preform collar (11a) so that it is facing the fixing groove (10) in the connection fitting (3) after the casing (1) is assembled with the connection fitting (3), and the o-ring seal (9a) mounted in the inner sealing groove (9) meets the inner cylindrical side of the preform collar (11a).
10. The method according to any of claims from 6 to 9, **characterized in that** thermosetting resins are used to produce the composite layer (2), preferably epoxy resins, as well as fibres, preferably a bundle of carbon and aramid filaments, preferably composed of two outer carbon filaments and one inner aramid filament.
11. The method according to any of claims from 6 to 10, **characterized in that** the braiding is made according to helical-polar winding pattern, i.e. the bundles of filaments are wound each time the winding mandrel passes between the poles of the vessel and rotates about the connection fitting (3), and the angle of inclination of the rotation axis is maintained constant, preferably between 53° and 55° .
12. The method according to claim 11, **characterized in that** the process of the filaments winding continues at a constant pressure ranging between 2 and 2.8 bar inside the vessel, and the pressure value inside the vessel is inversely proportional to the vessel size.
13. The method according to claim 11 or 12, **characterized in that** the composite layer (2) is fabricated through successive winding 10 to 12 wraps of the filament bundles, preferably four wraps according to the polar winding pattern, preferably three wraps according to the helical winding pattern, preferably three wraps according to the hoop winding pattern, and preferably one wrap according to the polar winding pattern.
14. The method according to claim 12 or 13, **characterized in that** while winding the filaments, the vessel is brought to vibrate slightly.
15. The method according to any of claims 6 to 14, **characterized in that** the temperature during the hardening process is stepwise increased from 20°C to 70°C at preset time intervals, and while the vessel slowly rotates about its axis, and preferably at first stage of the hardening process the vessel is maintained at a temperature of $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ for a period of time of 24 hrs $\pm$ 2 hrs, than in second stage at a temperature of $45^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ for a period of time not exceeding 72 hrs $\pm$ 2 hrs from the beginning of hardening, and at third stage the temperature is increased to $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ and kept constant for 34 hrs $\pm$ 2 hrs, and at fourth stage, the temperature is decreased to $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ and the vessel remains at this temperature for 12 hrs $\pm$ 2 hrs.

STATEMENT UNDER ARTICLE 19 (1)

2.1. The two most important documents have been identified in the International search report as prior art with respect to novelty, industrial applicability:

D1 - EP 0 815 383 A1

D2 - EP 0 203 631 A2

2.2. The presentation of background art was supplemented with a discussion of most relevant documents D1 and D2 indicated in the WOISA.

2.3. Technical features known from D1 and D2 has been transferred to the preamble of claim 1.

2.4. Scope of protection requested in claim 1 has been limited by incorporation of claim 3 into the characterising portion. The Claims were amended (limiting the scope of protection) in accordance with the notes contained in the written opinion.

2.5. All changes in claims are supported with original disclosure in the description and on the drawings.

Corrections introduced in the description and claims do not change anything from what was disclosed in original application. Description was also harmonized with amended claims.

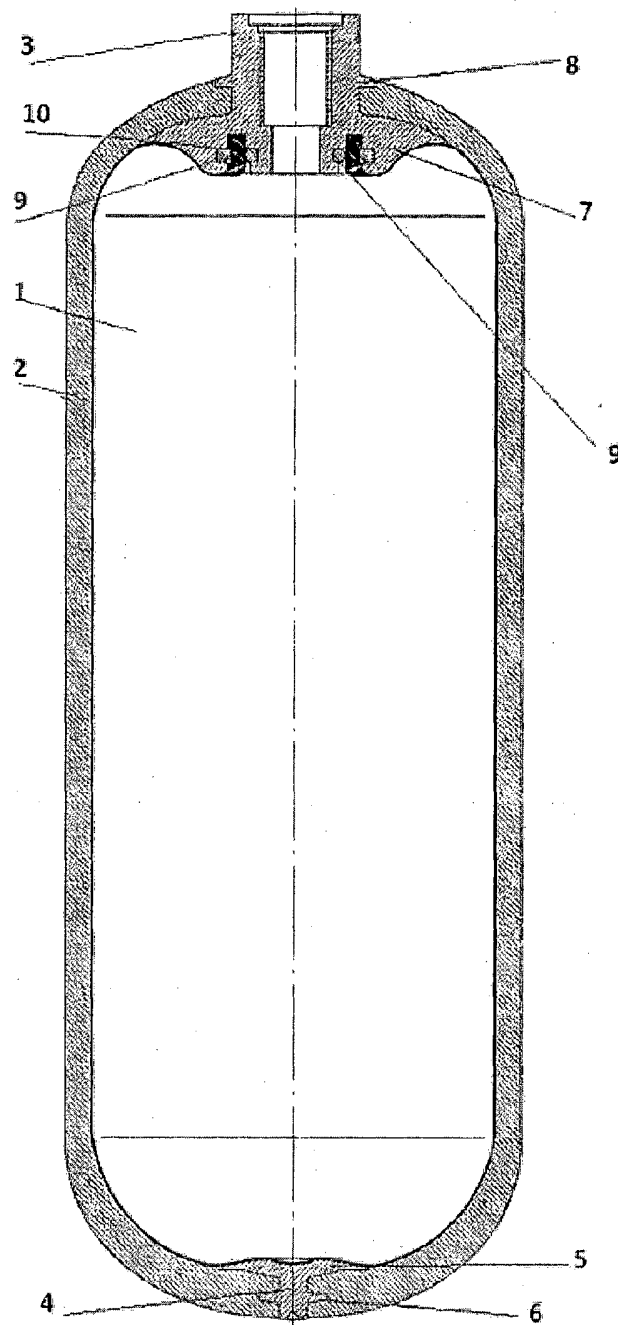


FIG. 1

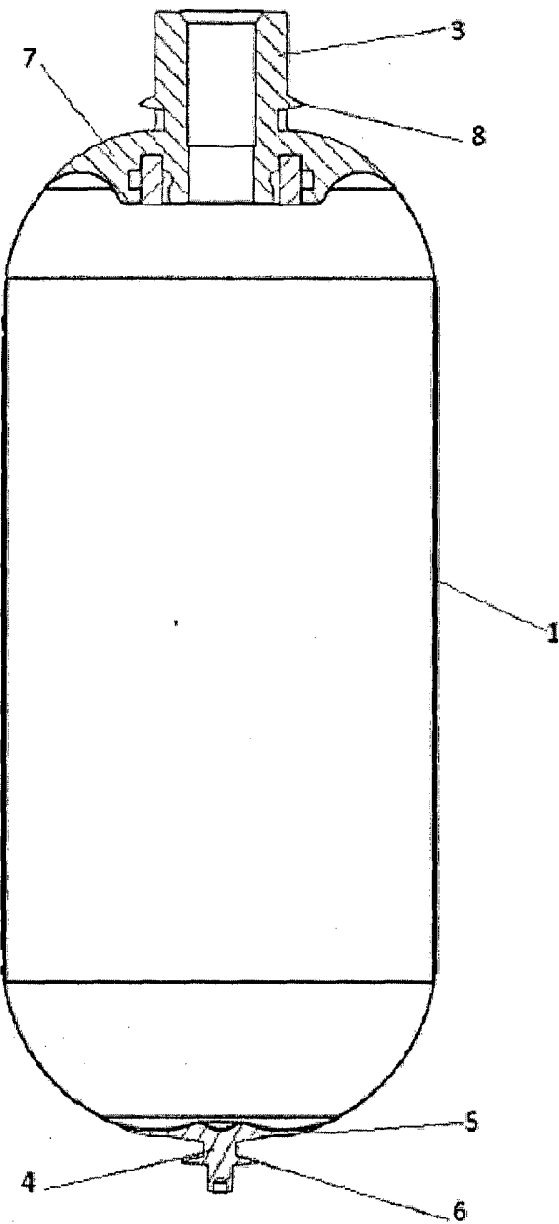


FIG.2

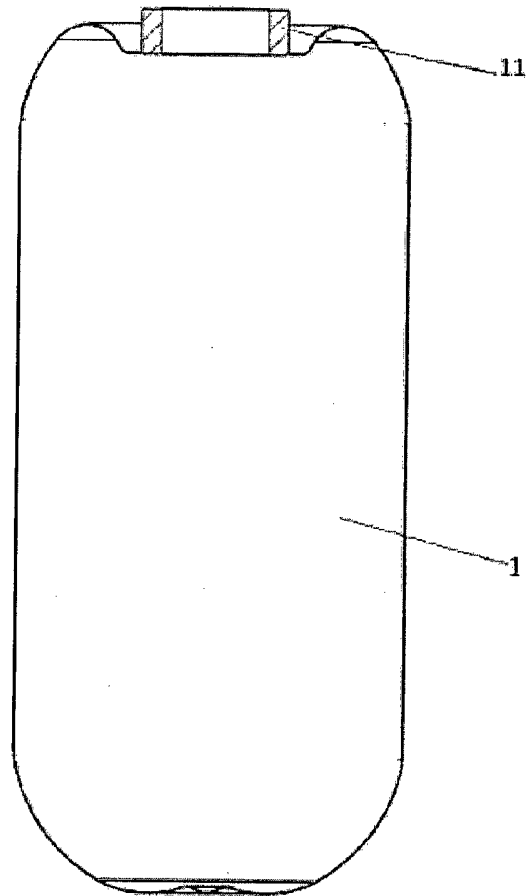


FIG. 3

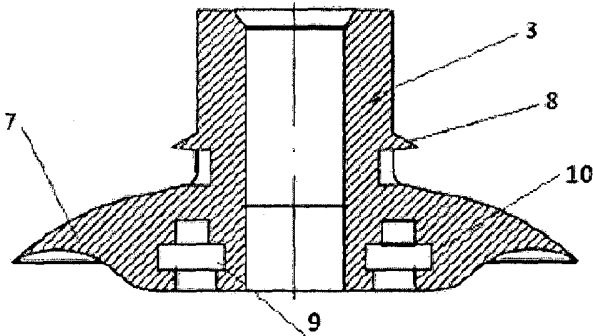


FIG. 4

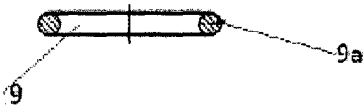


FIG. 5

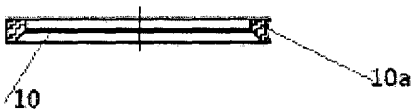


FIG. 6

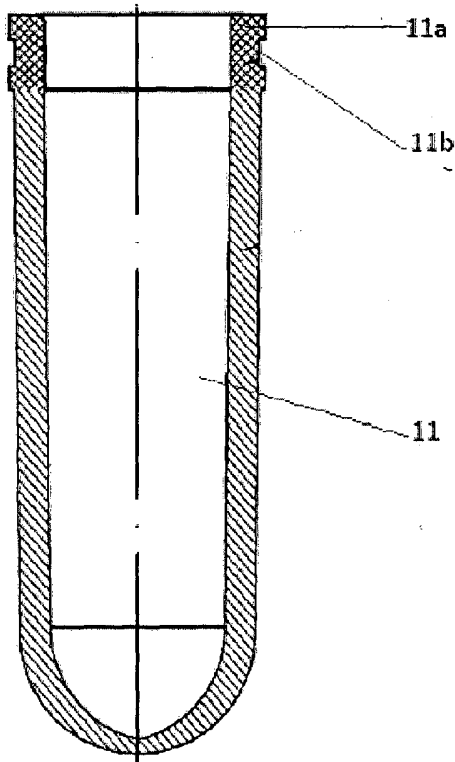


FIG. 7

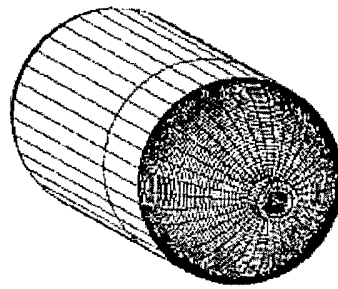


FIG. 8

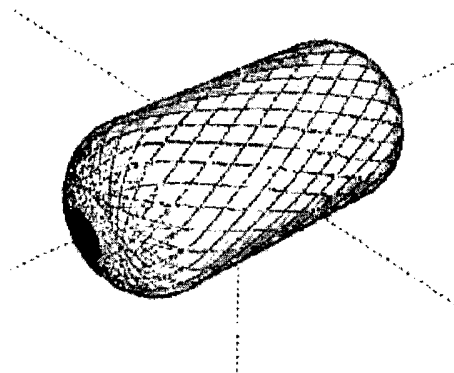


FIG. 9

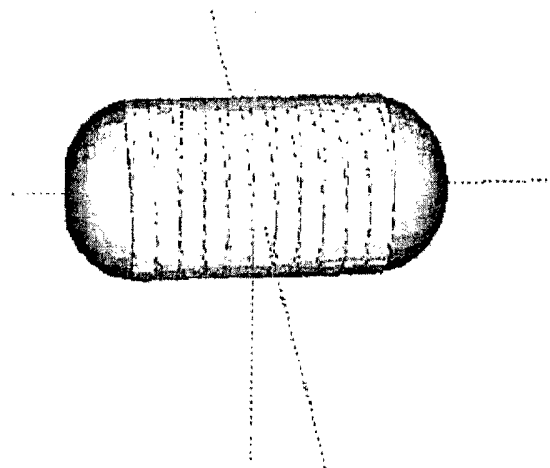


FIG. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/PL2015/000001

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F17C1/00 B29L31/00 B29C49/06 B29B11/14 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F17C B29L B29B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 815 383 A1 (FYBRASYNTHETICA DO BRASIL LTDA [BR] FIBRASYNTHETICA DO BRASIL LTDA [BR] 7 January 1998 (1998-01-07)	1,4,5
Y	paragraphs [0001] and [0018] to [0032];	6-8
A	figure 1	9-19

X	EP 0 203 631 A2 (DUKTRAD INT [BE]) 3 December 1986 (1986-12-03)	1,2
	figure 1 and the corresponding part of the description	

A	WO 2008/153414 A1 (COMPRESSED ENERGY TECHNOLOGY A [NO]; JENKINS PETER [NO]; LOTVEIT SVEIN) 18 December 2008 (2008-12-18)	3
	the whole document	

	-/--	
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
16 March 2015		27/03/2015
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Rüdiger, Patrick

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/PL2015/000001

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1 586 807 A2 (STAKO SP JAWNA [PL] STAKO SP Z 0 0 [PL]) 19 October 2005 (2005-10-19) cited in the application figure 4 -----	6
Y	DE 10 2011 119771 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 6 June 2012 (2012-06-06) paragraph [0018] -----	7,8
A	WO 2010/059068 A2 (SAFERNA ADAM [PL]) 27 May 2010 (2010-05-27) the whole document -----	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/PL2015/000001

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0815383	A1	07-01-1998	AR 005375 A1 28-04-1999
			BR 9600459 A 03-03-1998
			CA 2215154 A1 24-07-1997
			DE 69624348 D1 21-11-2002
			DE 69624348 T2 26-06-2003
			EP 0815383 A1 07-01-1998
			ES 2183021 T3 16-03-2003
			JP H11502292 A 23-02-1999
			US 5839600 A 24-11-1998
			WO 9726481 A1 24-07-1997

EP 0203631	A2	03-12-1986	NONE

WO 2008153414	A1	18-12-2008	AP 2669 A 20-05-2013
			AU 2008262691 A1 18-12-2008
			CA 2690927 A1 18-12-2008
			CN 101984763 A 09-03-2011
			EP 2162669 A1 17-03-2010
			JP 5175926 B2 03-04-2013
			JP 2010529391 A 26-08-2010
			KR 20100044172 A 29-04-2010
			MY 152142 A 15-08-2014
			NO 326109 B1 22-09-2008
			RU 2010100958 A 20-07-2011
			US 2010181325 A1 22-07-2010
			WO 2008153414 A1 18-12-2008
			ZA 201000172 A 29-09-2010

EP 1586807	A2	19-10-2005	EP 1586807 A2 19-10-2005
			PL 203938 B1 30-11-2009

DE 102011119771	A1	06-06-2012	CN 102537653 A 04-07-2012
			DE 102011119771 A1 06-06-2012
			US 2012138616 A1 07-06-2012

WO 2010059068	A2	27-05-2010	EP 2531769 A2 12-12-2012
			WO 2010059068 A2 27-05-2010

Señores

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Dirección de Nuevas Creaciones

Bogotá, D.C.



Referencia: SUSTITUCIÓN DE PODER

Solicitante: *TECHPLAST SPOLKA Z.O.O.*

Expediente:

Álvaro RAMÍREZ BONILLA, identificado con cédula de ciudadanía No. 79.790.039 de Bogotá D.C., con tarjeta profesional No. 118.770 del Consejo Superior de la Judicatura, por medio del presente informo a su Despacho que SUSTITUYO poder a mi conferido por mi mandante, en la siguiente abogada:

Nombre	Cédula de Ciudadanía	TPA
Hasbleydi CALVO ROJAS	53'123.537 de Bogotá	248.664

Como representante en el asunto relacionado en el expediente mencionado en la referencia.

La abogada tendrá facultad para presentar solicitudes, recibir notificaciones, responder a requerimientos, contestar y presentar oposiciones, interponer recursos ordinarios y extraordinarios, solicitar revocatoria directa, transigir, conciliar, solicitar nulidades y restablecimiento de derechos, admitir los hechos del proceso, desistir, cancelar, recibir, renunciar y ratificar los actos de agentes oficiosos y todos los demás actos relacionados con el expediente mencionado.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Álvaro Ramírez Bonilla', with a horizontal line drawn through it.

Álvaro Ramírez Bonilla

C.C. 79.790.039 de Bogotá D.C.

T.P. 118.770 del C.S de la J.

Acepto

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Hasbleydi Calvo Rojas', with a horizontal line drawn through it.

Hasbleydi Calvo Rojas

C.C. 53.123.537 de Bogotá D.C.

**POWER OF ATTORNEY FOR
ASSIGNMENT & REPRESENTATION**

For patents, utility models, industrial designs, trademarks, commercial names, trade emblems, slogans, domain names, copyrights and health registrations.

We, the undersigned (Complete name(s)):

1. ADAM SAFERNA
2. DAWID SAFERNA

Hereinafter the ASSIGNOR(s) and owner(s) declares by this document that assigns the:
Patent PCT/PL2015/000001

To

The corporation (Name of the corporation):
TECHPLAST SPOLKA Z O.O.

A corporation organized under the laws of:
POLAND

Domiciled in (Domicile of the corporation):
34-122 WIEPRZ, POLAND

Represented by (Name of representative):
ADAM SAFERNA

(which in this document will be called the ASSIGNEE)

The ASSIGNEE accepts the said assignment and do hereby appoint ALVARO RAMIREZ BONILLA, TP. 118.770, C.C.79.790.039; Martha Cristina BONILLA CASTRO TP. 41.527, C. C. 41.566.976; with domicile on Carrera 13 No 29 – 21 Oficina 234, Bogota, Colombia, in due compliance with the terms of Paragraph 1st. of Article 543 of the Commercial Code, the first as principal, the second as alternate, as our representatives for all industrial property matters with faculty to receive notifications and to appoint attorneys in and out of Court. The alternate shall replace the principal in case of his absence or of temporal or definitive impediment. If any of the appointees were to be definitely absent,

**PODER PARA TRASPASO &
REPRESENTACION**

Para patentes, modelos de utilidad, diseños industriales, marcas, nombres comerciales, enseñanzas, lemas comerciales, nombres de dominio, derechos de autor y registros sanitarios.

Nosotros, firmantes (Nombre(s) completo):

1. ADAM SAFERNA
2. DAWID SAFERNA

Aquí llamados CEDENTE(s) y propietario(s), declara(n) por este documento que cede(n) la:
Patente PCT/PL2015/000001A

A

La empresa (Nombre de la empresa):
TECHPLAST SPOLKA Z O.O.

Una empresa constituida bajo las leyes de:
POLONIA

Domiciliada en (Domicilio de la empresa):
34-122 WIEPRZ, POLONIA

Representada por (Nombre del representante):
ADAM SAFERNA

(aquí llamado el CESIONARIO)

Por el presente acto, el CESIONARIO acepta dicho traspaso y nombra a ALVARO RAMÍREZ BONILLA TP. 118.770., c.c. 79.790.039; Martha Cristina BONILLA CASTRO TP. 41.527, C. C. 41.566.976; domiciliados en la Carrera 13 No 29 – 21 Oficina 234, Bogotá, Colombia, en obediencia a lo dispuesto en el parágrafo 1 o del Artículo 543 del Código de Comercio, el primero como principal, la segunda como suplente como mis (nuestros) representantes en todos los asuntos de propiedad industrial con facultad para recibir notificaciones y nombrar apoderados judiciales o extrajudiciales. El suplente reemplazará al

the alternate shall take his place. When the absence or impediment of the principal representative, or of the alternate in their turn ceases, the representation can be taken again in their sequence, by the principal or the alternate depending on case, and the mere fact or its exercise will suffice. The exercise of the representation by the alternates in their turn shall end at such time. In addition, we grant a Power of Attorney in favor of the above-named attorneys-at-law so that they may obtain the protection of my (our) intellectual property, industrial property and against the unfair competition, for which purpose I (we) authorize the said attorneys to represent me (us) before any authorities or persons, with or without jurisdiction, specially those administrative, administrative contentious and judicial, as well as before Arbitration Court, in all matters concerning the following: a) Obtainment of patents, utility models and industrial designs; the registration of trademarks, collective, defensive and service marks, slogans, commercial names, trade emblems, domain names, vegetal varieties and denominations of origin; its renewal, assignment, change of name or domicile, voluntary cancellation; and the registration of licenses of use of the above rights; b) Actions of unfair competition, protection to the consumer, oppositions or observations, administrative or Court cancellation, nullity, infringement, granting of licenses, the action for writ mandamus, the protection of trade secrets, and in general the civil, penal, and administrative suits relating to those rights; actions and suits instituted by me (us) or against me (us). c) Obtainment of a tax identification number and the register before the competent chamber of commerce; d) Registration and other related acts of copyrights before the competent authority. e) Obtainment and other related acts of health registrations before the competent authority. And that in all the above matters they may substitute this Power of Attorney, compromise, conciliate, admit the facts of the case, desist, cancel, receive, resign, ask for

principal en caso de ausencia o impedimento temporal o definitivo de aquél. Si alguno de los nombrados faltare definitivamente, el suplente tomará su lugar. Cuando cesare la ausencia o impedimento del representante principal, o del suplente, en su caso, podrán ejercer la representación, en su orden, uno u otro según el caso, asumiéndola por el solo hecho de ejercerla, cesando en ese momento el ejercicio de la representación por el suplente en su caso. Además, confiero (conferimos) poder a los abogados arriba nombrados, para obtener la protección de mi (nuestra) propiedad intelectual, propiedad industrial y contra la competencia desleal, a cuyo efecto autorizo (amos) a los dichos apoderados para que me (nos) representen ante cualesquiera entidades o personas, ejerzan o no jurisdicción, especialmente ante las del orden administrativo, contencioso-administrativo y judicial, así como los tribunales de arbitramento, en todo lo concerniente a los siguientes asuntos: a) Obtención de patentes de invención, modelos de utilidad y diseños industriales; el registro de marcas de fábrica, colectivas, defensivas, de servicio, lemas comerciales, nombres comerciales, enseñas, nombres de dominio, variedades vegetales y denominaciones de origen; su renovación, traspaso, cambio de nombre o domicilio, cancelación voluntaria; y el registro de licencias de uso de esos derechos; b) Las acciones de competencia desleal, protección del consumidor, oposiciones u observaciones, cancelación administrativa o judicial, nulidad, medidas cautelares, concesión de licencias, la tutela, la protección de secretos industriales, y en general los juicios civiles, penales, administrativos o contencioso-administrativos relacionados con estos derechos; acciones y procesos que promovamos o se nos promuevan. c) Obtención de un número de identificación tributaria y el registro ante la cámara de comercio competente; d) Solicitud de inscripción de obras y demás actos relacionados con derechos de autor ante la Dirección Nacional de Derechos de Autor o la entidad competente. e) Obtención y demás

revocation and ratify acts done by representatives without a power of attorney. Hereby accept the above-indicated assignment or transfer of rights and give up on any disposable legal claim over the herein assigned goods, leaving the ASSIGNEE as full owner with all faculties to file applications, modifications, dispositions or any other legal actions on the hereby assigned goods.

actos relacionados con registros sanitarios ante la autoridad nacional competente. Y para que en todos los asuntos arriba determinados, puedan sustituir este mandato, transigir, conciliar, admitir los hechos del proceso, desistir, cancelar, recibir, renunciar, solicitar la revocatoria y ratificar los actos de agentes oficiosos. Declara(n) aceptar la cesión o transferencia de derechos aquí realizada y renunciar a todo reclamo legal renunciante sobre los bienes aquí cedidos, quedando el CESIONARIO como pleno propietario y facultado para realizar radicaciones, modificaciones, disposiciones o cualquier otra acción legal sobre el/los bienes aquí cedidos.

1. Adam Saferna

2. David Saferna

Signature of Assigners/Firma de Cedentes

Prezes Zarządu

Adam Saferna

Signature of assignee/Firma de Cesionario

20/04/2016 WIEPRZ, Poland

Signed on the date and place/Firmado en la fecha y lugar

TECHPLAST Sp z o.o.

34-122 Wieprz 267

NIP: 677-21-47-485 REGON: 357190254

KRS: 0000091668 tel/fax 33 875 29 88

RESUMEN

Un tanque compuesto de alta presión que comprende una cobertura fabricada a través del moldeo por soplado de una preforma de material termoplástico, un racor de conexión, **caracterizado porque**, en el racor de conexión (3), que tiene un collarín de contención (7) opuesto a la ranura de cierre (9) que es diseñada para una junta tórica, existe una ranura de sujeción (10) para un anillo Seeger para instalar un collarín no extraíble (11a) de la preforma (11) por medio del anillo Seeger (10a).

Un método de manufactura de un tanque compuesto de alta presión, en el cual la cobertura del tanque es fabricada a partir de una preforma que es moldeada por soplado para obtener las dimensiones requeridas, mientras la preforma de un material termoplástico es fabricada usando cualquier tecnología descrita; y en el que la cobertura del tanque es conectada al racor de conexión, y las superficies externas del tanque son reforzadas con una capa compuesta especial, **caracterizado porque**, la preforma (11) primero es sometida a un proceso de cristalización controlada y, luego, la ranura en forma de anillo (11b) es hecha en el collarín (11a) de la preforma (11); subsecuentemente, la preforma (11) es moldeada por soplado para obtener las dimensiones requeridas y poder ensamblarla con el racor de conexión (3) que se encuentra equipado con un collarín de contención (7) de tal modo que la junta tórica (9a) es ubicada en la ranura de cierre (9) en el racor de conexión (3), y el anillo Seeger (10a) es localizado en la ranura de sujeción; seguidamente, el racor de conexión (3) es puesto y ajustado al collarín (11a) de la cobertura (3); posteriormente, el tanque es llenado con gas hasta que el valor de la presión dentro del tanque se vuelve constante y la capa compuesta (2) es fabricada a través de una envoltura portante de conjuntos de filamentos de refuerzo de acuerdo a los tres patrones de envoltura; helicoidal, polar y de aro; finalmente, la totalidad de la estructura es endurecida térmicamente.