

Señor Director

NUEVAS CREACIONES

Superintendencia de Industria y Comercio

E. S. D.

Superintendencia de Industria y Comercio



Radicado: 14138328

Folios : 61

Dependencia: Desc Fecha: 2016-08-02 16:55:55

Tipo aplicación: Respuesta a requerimiento

Trámite: 011 Evento: 378 Actuación: 523

Referencia: Expediente No. 14138328

Asunto: Solicitud de patente para: "*MÉTODOS Y SISTEMAS DE JUNTAR TUBERÍA DE FIBRA DE VIDRIO*".

Solicitante: FUTURE PIPE INDUSTRIES GROUP LIMITED

Fecha de solicitud: 26 de Junio de 2014

RESPUESTA A PRIMER EXAMEN DE PATENTABILIDAD

Andrés RINCÓN USCÁTEGUI, identificado como aparece al pie de mi firma, en mi condición de apoderado de la sociedad solicitante de la patente de la referencia, doy respuesta al Oficio No. **5043**, notificado por fijación en lista de fecha 03 de mayo de 2016.

I. MODIFICACIONES AL PLIEGO REIVINDICATORIO

En respuesta al examen de patentabilidad el solicitante decide aportar un nuevo capítulo reivindicatorio conformado por 14 reivindicaciones en las que se han incluido las siguientes modificaciones:

1. Se han modificado las reivindicaciones 1 a 8 de manera que han incluido características técnicas específicas que representan limitaciones funcionales con el fin de darle mayor claridad al nuevo pliego reivindicatorio.
2. Se ha eliminado a lo largo de todo el pliego reivindicatorio la expresión "al menos" con el fin de darle mayor claridad al mismo.

"EXCELENCIA LEGAL EN UN MUNDO SIN FRONTERAS"

BOGOTÁ - Edificio Siski - Carrera 4 No. 72 - 35 - Tel. (57-1) 347 3611 - Fax (57-1) 211 8650 - Fax in U.S.A: (1-305) 675 7743 - COLOMBIA
MEDELLÍN - San Fernando Plaza - Carrera 43 A No. 1 - 50 - Torre Protección Oficina 652 - Tel: (57-4) 604 4794 Ext. 6729 / 6731 - Fax: (57-4) 604 4731- COLOMBIA

www.cavelier.com
cavelier@cavelier.com

3. Se han eliminado las reivindicaciones 2 a 4, 8 y 9 con el fin de darle mayor claridad al pliego reivindicatorio.

4. Se han incluido las reivindicaciones 12 a 14 referidas un sistema para juntar un tubo de resina termoendurecible reforzada (RTR), que contienen características técnicas esenciales, las cuales están plenamente soportadas en el capítulo descriptivo de la presente solicitud.

Estas modificaciones se ajustan al artículo 34 de la Decisión 486 de 2000 y no constituyen una ampliación de la protección que correspondería a la divulgación contenida en la solicitud inicial.

A pesar de eliminar materia del pliego reivindicatorio originalmente presentado, mi representada no renuncia a la protección que pueda obtener sobre dicha materia y se reserva el derecho de presentar una solicitud divisional que la contenga durante el trámite de la presente solicitud.

II. EN CUANTO A LA SUPUESTA FALTA DE CLARIDAD DE LA DESCRIPCIÓN

1. Con respecto a la objeción presentada frente a la descripción dado que las referencias en los dibujos no se encontraban correctamente ilustradas, se desea poner de presente que en conjunto con esta respuesta se presenta una memoria descriptiva modificada en donde se modificaron las referencias de los dibujos, por lo que esta objeción se debe tener por superada.

III. ESTADO DE LA TÉCNICA

Su despacho determinó dos documentos como relevantes para realizar el análisis de patentabilidad de la presente patente de invención:

1. D1, referido al documento GB 986882 titulado "*Improvements in joints for pipes or like members made of resin*" que se refiere a un método para unir dos tubos o miembros de resina, en la que se inserta una espiga en un miembro, que tiene un alambre de resistencia eléctrica enrollada alrededor de ella, en donde se toma en el otro miembro, en una posición en la cual la espiga y el zócalo forman entre ellos un espacio anular de anchura pequeña pero finita.

2. D2, referido al documento US 5336351 titulado *"Method for connecting a pipe connector to a hard plastic pipe"* que se refiere a un conector de tubo flexible se da a conocer para la conexión a un tubo de plástico duro.

EN CUANTO A LA SUPUESTA FALTA DE NOVEDAD

1. La nueva reivindicación está dirigida a un sistema para junar un tubo de resina termo endurecible reforzada que comprende *"un primer tubo de RTR que tiene una porción de espiga y la porción de espiga incluye una primera superficie de unión, en donde la superficie de unión externa de la porción de espiga comprende ranuras externas, un segundo tubo de RTR que tiene una porción de enchufe configurada para recibir la porción de espiga y la porción de enchufe tiene una segunda superficie de unión, en donde la superficie de unión interna de la porción de enchufe comprende ranuras internas; y una cavidad entre la primera superficie de unión y la segunda superficie de unión, la cavidad se forma cuando la porción de espiga se ajusta a la porción de enchufe hasta que la porción de espiga entra en contacto con la superficie de unión de la porción de enchufe, manteniendo de este modo una conexión segura mediante ranuras externas y ranuras internas, en donde las ranuras internas de la superficie de unión interna se alinean con las ranuras externas de la superficie de unión externa formando una cavidad que se extiende entre una primera superficie de unión y una segunda superficie de unión..."*. Por lo tanto, D1 falla en discutir o sugerir una cavidad formada cuando la porción de espiga está ajustada por empuje dentro de la porción de enchufe hasta el entrar en contacto con la superficie de unión interna de la porción de enchufe manteniendo de ese modo una conexión segura a través de las ranuras externas y las ranuras internas, tal como se sí se reivindica en la presente solicitud.

2. El documento D1 provee un método para unir dos tubos o miembros de resinas, en los cuales un pasador se inserta en un miembro. De acuerdo a las enseñanzas de D1, una espiga sobre un miembro, el cual tiene alambre de resistencia eléctrica enrollado alrededor de él, se inserta en un enchufe de otro miembro, en una posición en la que la espiga y el enchufe se define entre ellos un espacio anular de anchura pequeña pero finita. El espacio estando unido por juntas anulares pero que tiene aperturas de entrada y salida, y un fluido de la resina se inyecta en el espacio hasta que éste esté lleno, y la resina se cura por calentamiento pasando una corriente a través del alambre de resistencia, de modo que los enlaces de resina de la espiga y del enchufe se juntan (ver el documento D1, columna 1, líneas 9-24). Adicionalmente,

el documento D1 enseña que el término “tubos y miembros similares” incluye cualquier miembro que presenta una pared con terminación anular”.

3. El documento D1 enseña que en la terminación interna del enchufe 6 (ver figura 1) hay un paso interior 8 que limita el movimiento interior de la espiga 9 (ver figura 2). En la terminación exterior de la espiga y en la terminación interior de la espiga hay unas bridas externas 10, 12. Cuando los dos tubos se han ensamblado, un anillo sellante de caucho 14 se coloca en una ranura 16 dentro de la terminación interna de la espiga, y luego la espiga se inserta dentro del enchufe hasta el final de la espiga entrando en contacto con el paso y el anillo formando un sello (figura 3). Los dos tubos están sostenidos juntos temporalmente por un pequeño hueco axial entre las bridas, y este es sellado por una banda anular 20 de caucho, el cual se coloca alrededor de una de las bridas antes de ensamblar y luego de ensamblar con el fin de cerrar la brecha.

4. El documento D1 falla en enseñar o sugerir que la porción de espiga del primer tubo se ajusta por empuje a una porción de enchufe de un segundo tubo hasta que la porción de espiga entre en contacto con el interior de la de unión en la superficie del enchufe, como sí se indica en la presente invención. Adicionalmente, el documento D1 enseña que colocar una espiga dentro de un enchufe hasta que entre en contacto la espiga con el anillo forme un sello. Además, los tubos están colocados para proveer un espacio libre alrededor de la circunferencia de los tubos. La superficie de la junta interna del enchufe nunca contacta las superficies internas y externas para formar por ajuste por empuje, y tampoco las terminaciones del tubo entran en contacto entre ellas. De hecho, los tubos no se contactan entre ellas dado que en el documento D1 específicamente se enseña que se forma un anillo, y luego el enchufe y la espiga no entran en contacto. Por tanto, el documento D1 falla en proveer alguna enseñanza o sugerencia relacionada con una porción de espiga de un primer tubo que al ser ajustada por empuje dentro de una porción de enchufe de un segundo tubo hasta que la porción de espiga entre en contacto con la superficie interna de unión del enchufe, como sí se indica en la presente invención.

5. En contraste, la presente invención se refiere a una porción de espiga que entra en contacto con la superficie de unión interna de la porción de enchufe de este modo manteniendo asegurada la conexión mediante ranuras externas y ranuras internas. La cavidad está alineada con un arreglo al inicio de las ranuras internas y en las ranuras externas y a la terminación de las ranuras internas y las ranuras externas, de este modo se provee una cavidad para un compuesto inyectable/curable. El documento D1 no menciona en ninguna de sus

enseñanzas o sugerencias una cavidad formada entre dos extremos de tubos, por el contrario vagamente provee un espacio vacío entre un enchufe y dos extremos de los tubos.

EN CUANTO A LA SUPUESTA FALTA DE NIVEL INVENTIVO

1. Los documentos D1 y D2 fallan al discutir las características técnicas descritas en el apartado anterior, que sí se incluyen en la presente invención. El Examinador indica que el documento D2 afecta las características divulgadas en la reivindicación 3. Sin embargo, la presente invención está dirigida a un sistema para juntar tubos de resina termoendurecible reforzada (RTR por reinforced thermosetting resin) mediante ajuste por empuje de un primer tubo, que tiene una porción de espiga en un segundo tubo que tiene una porción de enchufe. Una cavidad se forma cuando la porción de la espiga es ajustada por empuje en la porción de enchufe hasta que la porción de la espiga entra en contacto con la superficie interna de unión de la porción de enchufe, manteniendo de este modo una conexión segura mediante ranuras externas y ranuras internas. Como se aprecia en las figuras 4 y 6 de la presente solicitud, las porciones de espiga y enchufe son ajustadas por empuje tal de manera que las ranuras internas de la superficie de unión se alinean con las ranuras externas de la superficie de unión para formar una cavidad extensible entre la primera superficie de unión y la segunda superficie de unión.

2. El documento D2 falla en enseñar o sugerir formar una primera cavidad entre la primera superficie de unión y la primera porción del enchufe mediante ajuste por empuje de la primera porción de espiga en la primera porción de enchufe hasta que la espiga entre en contacto con la superficie interna de unión de la primera porción de enchufe del acoplador. Además, D2 tampoco enseña formar una segunda cavidad entre la segunda superficie de unión y la segunda porción de enchufe mediante ajuste por empuje de la segunda porción de espiga en la segunda porción de enchufe hasta que la espiga entre en contacto con la superficie interna de unión de la segunda porción de enchufe del acoplador.

3. El documento D2 provee un conector de tubería flexible que comprende un elemento hecho de polietileno y tiene una pared cilíndrica con superficies interior y exterior que definen un extremo macho en donde tiene una pluralidad de medios de recepción formados en la superficie exterior del mismo. Esto significa que, el documento D2 sólo provee un elemento conector, en lugar de dos tuberías que incluyan porciones de espiga y enchufe, como sí se indica en la presente invención. El conector de tubería flexible 10 de los documentos B tiene un

extremo femenino¹² y un extremo masculino ¹⁴. Ambos, las terminaciones femenina y masculina ¹⁴ y ¹², están definidas por una pared cilíndrica ¹⁶, conteniendo una superficie interna ¹⁷ y una superficie externa ¹⁸. Como se puede observar en la figura 5 del documento D2, las ranuras internas y externas no entran en contacto, en lugar de eso existe un espacio que se llena con un solvente pegamento de soldadura. Adicionalmente,

4. El documento D2 enseña un espacio vacío alrededor de la circunferencia de los tubos (ver la figura 5 de D2). La superficie interna de unión macho y hembra de los tubos nunca entran en contacto mediante ajuste por empuje, ni tampoco los extremos de los tubos entran en contacto entre ellas. Además, D2 falla en proveer alguna enseñanza o sugerencia relacionada con una porción de espiga de un primer tubo que se ajuste por empuje en una porción de enchufe de un segundo tubo hasta que la porción de espiga entre en contacto con la superficie interna de unión del enchufe, como sí se indica en la presente invención.

5. La presente invención se refiere a una porción de espiga que entra en contacto con la superficie de unión interna de la porción de enchufe de este modo manteniendo asegurada la conexión mediante ranuras externas y ranuras internas. La cavidad está alineada con un arreglo al inicio de las ranuras internas y en las ranuras externas y a la terminación de las ranuras internas y las ranuras externas, de este modo se provee una cavidad para un compuesto inyectable/curable. El documento D1 no menciona en ninguna de sus enseñanzas o sugerencias una cavidad formada entre dos extremos de tubos, por el contrario vagamente provee un espacio vacío entre un enchufe y dos extremos de los tubos.

IV. PETICIÓN

Puesto que se ha dado respuesta a todas las objeciones formuladas por la Dirección de Nuevas Creaciones, se solicita proceder al otorgamiento de la solicitud de patente.

V. ANEXOS

1. Nuevo pliego reivindicatorio conformado por 14 reivindicaciones.
2. Capítulo descriptivo modificado.

3. Figuras modificadas.

4. Sustitución de poder otorgada por LUZ CLEMENCIA DE PÁEZ a ANDRÉS RINCÓN USCÁTEGUI.

Señor Director,


ANDRÉS RINCÓN USCÁTEGUI

C.C. 79.780.910 de Bogotá

T.P. 114.908 del C.S.J.

Señor Director

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES

Superintendencia de Industria y Comercio

E. S. D.

Asunto : Solicitud de patente para "MÉTODOS Y SISTEMAS DE JUNTAR TUBERÍA DE FIBRA DE VIDRIO"
Expediente : 14.138.328
Solicitante : **FUTURE PIPE INDUSTRIES GROUP LIMITED**

Yo, LUZ CLEMENCIA DE PAEZ, mayor de edad, domiciliada en Bogotá, D.C., identificada con la cédula de ciudadanía No. 35.456.344 de Usaquén y Tarjeta Profesional de Abogado número 23.555 del Consejo Superior de la Judicatura, obrando como apoderada de la sociedad **FUTURE PIPE INDUSTRIES GROUP LIMITED**, mediante el presente escrito sustituyo el poder a ANDRES RINCON USCATEGUI, identificado con cédula de ciudadanía No. 79.780.910 de Bogotá, y Tarjeta Profesional No. 114.908 del Consejo Superior de la Judicatura, para que en nombre de la sociedad **FUTURE PIPE INDUSTRIES GROUP LIMITED**, continúe con el trámite de la solicitud de patente indicada en la referencia.

ANDRÉS RINCON USCATEGUI, queda facultado para interponer recursos, transigir, conciliar, desistir, cancelar, recibir, renunciar, sustituir y revocar las sustituciones, y ratificar los actos de agentes oficiosos.

Sírvase reconocerle personería en los términos y para los fines del presente mandato judicial.

Señor Director,


LUZ CLEMENCIA DE PÁEZ
T.P.A. 23.555 del C.S. de la J
C.C. 35.456.344 de Usaquén

Acepto:


ANDRÉS RINCÓN USCÁTEGUI
T.P.A. 114.908 del C.S. de la J
C.C. 79.780.910 de Bogotá

DPG\SDC\COLO-21258-841-001-0

"EXCELENCIA LEGAL EN UN MUNDO SIN FRONTERAS"

BOGOTÁ - Edificio Siski - Carrera 4 No. 72 - 35 - Tel. (57-1) 347 3611 - Fax (57-1) 211 8650 - Fax in U.S.A: (1-305) 675 7743 - COLOMBIA
MEDELLÍN - San Fernando Plaza - Carrera 43 A No. 1 - 50 - Torre Protección Oficina 652 - Tel: (57-4) 604 4794 Ext. 6729 / 6731 - Fax: (57-4) 604 4731- COLOMBIA

www.cavelier.com
cavelier@cavelier.com





NOTARIA SEXTA DE BOGOTÁ
RECONOCIMIENTO Y PRESENTACION PERSONAL
Bogotá, D.C. **29 JUL 2016**
Ante el
NOTARIO SEXTO (E) DEL CÍRCULO DE
BOGOTÁ D.C.
Compareció (eron)
Mery Pardo León
al sac
Quien(es) a: *3 134 16 344*
TP # 23555
Y declaró(aron) que la(s) firma(s) que aparece(n)
en el presente documento es(son) la(s) suya(s) y
que el contenido del mismo es cierto.
En constancia se firma esta diligencia.

Mery Pardo León
TP # 23555



REIVINDICACIONES MODIFICADAS

1. Un sistema de junta de tubería de resina termoendurecible reforzada (RTR), el cual comprende:

un primer tubo de RTR que tiene una porción de espiga y la porción de espiga incluye una primera superficie de unión, en donde la superficie de unión externa de la porción de espiga comprende ranuras externas;

un segundo tubo de RTR que tiene una porción de enchufe configurada para recibir la porción de espiga y la porción de enchufe tiene una segunda superficie de unión, en donde la superficie de unión interna de la porción de enchufe comprende ranuras internas y

una cavidad entre la primera superficie de unión y la segunda superficie de unión, la cavidad se forma cuando la porción de espiga se ajusta a la porción de enchufe hasta que la porción de espiga entra en contacto con la superficie de unión de la porción de enchufe, manteniendo de este modo una conexión segura mediante ranuras externas y ranuras internas, en donde las ranuras internas de la superficie de unión interna se alinean con las ranuras externas de la superficie de unión externa formando una cavidad que se extiende entre una primera superficie de unión y una segunda superficie de unión,

en donde la cavidad está alineada y configurada con el inicio de las ranuras internas y las ranuras externas y con el final de las ranuras internas y las ranuras externas; y

un material inyectable/curable localizado en la cavidad, en donde el material inyectable/curable fluye desde un primer extremo de la cavidad a un segundo extremo de la cavidad.

2. El sistema de junta de la reivindicación 1, que comprende además un alambre de resistencia aplicado a una de la primera superficie de unión y la segunda superficie de unión.

3. El sistema de junta de la reivindicación 1, que comprende además un primer elemento sellante que forma un sello entre el primer tubo y el segundo tubo.

4. El sistema de junta de la reivindicación 6, que comprende además un segundo elemento sellante.

5. Un método para juntar un tubo de resina termoendurecible reforzada (RTR) el cual comprende los pasos de:

ajustar una porción de espiga de un primer tubo en una porción de enchufe de un segundo tubo, lo cual forma una cavidad entre la porción de espiga y la porción de enchufe;

inyectar un compuesto de unión a la cavidad; y

curar el compuesto de unión.

6. Un método para juntar un tubo de resina termoendurecible reforzada (RTR), el cual comprende los pasos de :

ajustar una porción de espiga de un primer tubo en una porción de enchufe de un segundo tubo, formando una cavidad entre la porción de espiga y la porción de enchufe;

inyectar un compuesto de unión a la cavidad;

curar el compuesto de unión, y

11

formar un agujero superior sobre la cima del segundo tubo a través del cual el compuesto de unión se inyecta y se alimenta por gravedad a la cavidad.

7. Un método para juntar un tubo de resina termoendurecible reforzada (RTR), el cual comprende los pasos de:

ajustar una porción de espiga de un primer tubo en una porción de enchufe de un segundo tubo, formando una cavidad entre la porción de espiga y la porción de enchufe;

inyectar un compuesto de unión a la cavidad;

curar el compuesto de unión;

formar un segundo agujero en el segundo tubo; y

aplicar un vacío al segundo agujero a fin de asegurar que el compuesto de unión llene completamente la cavidad.

8. Un método para juntar un tubo de resina termoendurecible reforzada (RTR), el cual comprende los pasos de:

ajustar una porción de espiga de un primer tubo en una porción de enchufe de un segundo tubo, formando una cavidad entre la porción de espiga y la porción de enchufe;

inyectar un compuesto de unión a la cavidad;

curar el compuesto de unión;

formar un agujero de inyección en la porción de enchufe del segundo tubo, el agujero de inyección sirve para inyectar el compuesto de unión en la cavidad; y

formar un segundo agujero en la porción de enchufe del segundo tubo y el segundo agujero está en el punto verticalmente más alto de la porción de enchufe

de tal modo que el compuesto de unión inyectado llene completamente la cavidad y el exceso de compuesto de unión fluya afuera del segundo agujero.

9. El método para juntar de la reivindicación 5, que comprende adicionalmente el paso de:

aplicar calor al compuesto de unión.

10. El método para juntar de la reivindicación 9, donde aplicar calor al compuesto de unión se logran mediante un alambre de resistencia.

11. El sistema de juntura de la reivindicación 1, donde:

el compuesto de unión es un compuesto de unión inyectable en cuyo caso el compuesto de unión inyectable se inyecta a un agujero en la porción de la cima de la porción de enchufe del segundo tubo, por lo cual se llena la cavidad formada por la primera superficie de unión y la segunda superficie de unión.

12. Un sistema para juntar un tubo de resina termoendurecible reforzada (RTR), el cual comprende:

un primer tubo de RTR que tiene una primera porción de espiga y la primera porción de espiga incluye una primera superficie de unión, en donde la superficie de unión externa de la primera porción de espiga comprende ranuras externas;

un segundo tubo de RTR que tiene una segunda porción de espiga y la segunda porción de espiga incluye una segunda superficie de unión, en donde la superficie de unión externa de la segunda porción de espiga comprende ranuras externas;

un acoplador que tiene una primera porción de enchufe en el primer extremo y una segunda porción de enchufe en el segundo extremo, en donde la superficie de

unión interna de la primera porción de espiga y la superficie de unión interna de la segunda porción de enchufe comprenden ranuras internas, en donde el ancho del acoplador se incrementa desde cada extremo hacia la porción central que tiene un ancho máximo;

una primera cavidad entre la primera superficie de unión y la primera porción de enchufe, la primera cavidad se forma cuando la primera porción de espiga se ajusta por empuje dentro de la primera porción de enchufe y entra en contacto con la superficie de unión interna de la primera porción de enchufe del acoplador;

una segunda cavidad entre la segunda superficie de unión y la segunda porción de enchufe, la segunda cavidad se forma cuando la segunda porción de espiga se ajusta por empuje dentro de la segunda porción de enchufe y entra en contacto con la superficie de unión interna de la segunda porción de enchufe del acoplador;

en donde la primera cavidad está alineada y configurada con el inicio de las ranuras internas y las ranuras externas y con el final de las ranuras internas y las ranuras externas; y

un material inyectable/curable localizado en la primera y segunda cavidad.

13. El sistema de juntar de la reivindicación 12, en donde las ranuras externas de la superficie de unión externa de la primera porción de espiga se alinea con las ranuras internas de la superficie de unión interna de la primera porción de enchufe formando una primera cavidad que se extiende entre la primera superficie de unión y la segunda superficie de unión; y

en donde las ranuras externas de la superficie de unión externa de la segunda porción de espiga se alinea con las ranuras internas de la superficie de unión de la segunda porción de enchufe formando una cavidad que se extiende entre la entre la primera superficie de unión y la segunda superficie de unión.

14. El sistema de juntar de la reivindicación 13, en donde el material inyectable/curable fluye desde un primer extremo a un segundo extremo de cada cavidad.

DPG\DPG\ID-457636\WPC21258

TÍTULO

MÉTODOS Y SISTEMAS DE JUNTAR TUBERÍA DE FIBRA DE VIDRIO

Esta es una solicitud no provisional que reivindica el beneficio de acuerdo con 35 USC 119(e) de la solicitud de patente provisional estadounidense No. 61/564,046 presentada el 28 de noviembre de 2011, cuyo contenido se incorpora la presente por referencia en su totalidad.

ANTECEDENTES

Campo técnico

El presente objeto se refiere a sistemas y métodos para juntar tubería de fibra de vidrio. En un ejemplo particular no limitante, los sistemas y métodos para juntar tubería de fibra de vidrio se usan en aplicaciones de alta presión.

Descripción de la técnica relacionada

En años recientes, los materiales compuestos se han vuelto materiales de aceptación creciente para aplicaciones estructurales críticas. Un ejemplo interesante de esta tendencia puede encontrarse en la industria aeroespacial en la cual los materiales compuestos comprenden más del 50% de los materiales de las aeronaves comerciales más recientes (por ejemplo, el Boeing 777 y el Airbus 350-900). Las aplicaciones de material compuesto relacionadas incluyen alas, fuselaje y cuerpo de cola.

Una tendencia similar puede encontrarse en los campos petroleros, por ejemplo en el Oriente Medio, donde el acero recubierto ha sido el material de tubería predominante durante las últimas décadas. Con el tiempo, los campos petroleros en la región se han ido agotando cada vez más por lo cual requieren de inyección de agua para mantener la presión en los reservorios y sostener la producción en niveles requeridos. Esta inyección de agua incrementa el corte de agua de los fluidos producidos lo cual da lugar a una mezcla muy corrosiva la cual puede causar extensa corrosión interna y externa 61 en la tubería de acero 60 como se ve en la Figura 1A y 1B. Por esta razón, la tubería de resina termo endurecible

reforzada (RTR por reinforced thermosetting resin), la cual es un material extremadamente resistente a la corrosión, ha encontrado cada vez más aceptación como un material alternativo para la tubería de transporte de fluidos producidos y agua de inyección.

Además de su resistencia a la corrosión, la tubería de RTR tiene muchas ventajas adicionales tales como su alta durabilidad, una alta relación de fuerza a peso y una superficie interna lisa. Como resultado de esto último, la tubería de RTR, o RTRP (por reinforced thermosetting resin pipe), ofrece una resistencia al flujo muy reducida si se compara con los materiales más tradicionales. La aplicación de RTRP también incrementa la confiabilidad del sistema al prevenir fugas, por lo cual se reduce de esta manera los costos del ciclo de vida. Debido a su composición inherente de peso ligero y a la facilidad general de unirse en aplicaciones de baja presión, los costos de instalación de RTRP también son más reducidos.

Por consiguiente, se desean un diseño, una producción y una calificación de juntas mecánicas de tubería de RTR capaces de resistir las altas presiones requeridas para este tipo de aplicaciones.

RESUMEN BREVE

A continuación se presenta un resumen simplificado para proporcionar un entendimiento básico de algunos aspectos del objeto reivindicado. Este resumen no es un compendio extenso y no tiene la intención de identificar elementos claves/críticos o de delinear el alcance del objeto reivindicado. Su propósito es presentar algunos conceptos en una forma simplificada como un preludio a la descripción más detallada que se presenta más adelante.

Un aspecto del presente objeto es un sistema de junta de tubería de resina termoendurecible reforzada (RTR) el cual comprende: una primera tubería de RTR que tiene una porción de espiga y la porción de espiga incluye una primera superficie de unión; una segunda tubería de RTR que tiene una porción de enchufe configurada para recibir la porción de espiga y la porción de enchufe tiene una segunda superficie de unión; y una

cavidad entre la primera superficie de unión y la segunda superficie de unión, la cavidad se forma cuando la porción de espiga se ajusta en la porción de enchufe; y un material inyectable/curable localizado en la cavidad.

Otro aspecto del presente objeto es un método para juntar tubería termoendurecible reforzada (RTR) el cual comprende los pasos de: ajustar una porción de espiga de una primera tubería en una porción de enchufe de una segunda tubería lo cual forma una cavidad entre la porción de espiga y la porción de enchufe; inyectar un compuesto de unión en la cavidad; y curar el compuesto de unión.

De acuerdo con otro aspecto, se proporciona un método para juntar tubería de fibra de vidrio el cual comprende: ajustar una primera tubería de fibra de vidrio en una segunda tubería de fibra de vidrio, perforar un agujero superior en la cima de la segunda tubería de fibra de vidrio, e inyectar un compuesto de unión en el agujero de fondo de tal manera que se llenen por parte del compuesto de junta cavidades cualesquiera entre la primera y la segunda tuberías.

De acuerdo con otro aspecto, se proporciona un sistema para juntar a gran velocidad tubería de fibra de vidrio el cual comprende: una primera tubería de fibra de vidrio que tiene una porción de espiga, una segunda tubería de fibra de vidrio que tiene una porción de campana y un agujero superior perforado en la posición de cima de su campana y un compuesto de unión inyectable, en cuyo caso la segunda tubería de fibra de vidrio se ajusta a la primera tubería de fibra de vidrio y el compuesto de unión se inyecta en el agujero de fondo para unir fijamente la primera y la segunda tuberías de fibra de vidrio.

De acuerdo con otro aspecto se proporciona un método para juntar tubería de fibra de vidrio el cual comprende: ajustar una primera tubería de fibra de vidrio y una segunda tubería de fibra de vidrio en extremos opuestos de una tubería de fibra de vidrio acopladora, e inyectar un compuesto de unión en el agujero de fondo de tal modo que se llenen por parte del compuesto de unión cavidades cualesquiera entre la tubería acopladora y la primera y la segunda tuberías.

De acuerdo con otro aspecto se proporciona un sistema para juntar a gran velocidad tubería de fibra de vidrio el cual comprende: una primera tubería de fibra de vidrio que tiene una porción de espiga, una segunda tubería de fibra de vidrio que tiene una porción de espiga, un acoplador que tiene una porción moldeada para encajar con cada una de las dos porciones de espiga, y un agujero superior perforado en una posición de cima de su porción moldeada, y un compuesto de junta inyectable, en cuyo caso la primera y la segunda tuberías de fibra de vidrio se ajustan a la tubería acopladora de fibra de vidrio y el compuesto de junta se inyecta en el agujero de fondo para juntar con seguridad la primera y la segunda tuberías de fibra de vidrio con la tubería acopladora de fibra de vidrio.

DESCRIPCIÓN BREVE

Las figuras 1A-B muestran corrosión interna y externa de sistemas de tubería de acero debido al alto corte de agua.

Las figuras 2A-C muestran diversas juntas de tubería de RTR para aplicaciones de producción de petróleo.

Las figuras 3A-D muestran algunos pasos en un proceso ejemplar de manufactura de una tubería de fibra de vidrio.

La figura 4 una vista de corte transversal de una junta inyectada.

La figura 5 es una vista de corte transversal que muestra un sistema ejemplar del proceso de inyección para lograr una junta inyectada de la figura 4.

La figura 6 es un ejemplo ilustrativo de ubicación de agujeros de inyección.

La figura 7 representa una configuración ejemplar de conexiones para un procedimiento de inyección ejemplar.

La figura 8 representa un ejemplo de una inyección realizada.

La figura 9 es una vista de corte transversal de una junta mecánica inyectada ejemplar para aplicaciones de alta presión.

La figura 10 muestra algunos pasos en un proceso ejemplar de manufactura y de junta para lograr una tubería de fibra de vidrio DN300 PN160 que tiene una junta integral inyectada mecánica.

La figura 11 muestra algunos pasos en un proceso ejemplar de manufactura y de junta para lograr una tubería de fibra de vidrio DN600 PN80 que tiene una junta mecánica inyectada acopladora.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Resumen

En la tabla 1 se presenta un resumen de los atributos competitivos de RTRP en comparación con otros materiales más tradicionales. Se nota que la composición de “tubería de fibra de vidrio” se define por la ASTM D 2310 para tubería de resina termoendurecible reforzada con fibra de vidrio. Por consiguiente, los términos “RTRP,” “tubería de RTR” y “tubería de fibra de vidrio” se usan en la presente de modo intercambiable.

Tabla 1: Atributos competitivos de tubería de resina termoendurecible reforzada (RTRP)

Ventajas	Descripción
Peso ligero	Costos de transporte e instalación más bajos en comparación con materiales tales como acero y concreto.
Durable	Sobrevive condiciones rigurosas con necesidades de reemplazo más bajas que el acero, el hierro dúctil y el concreto.
Anticorrosivo	Fugas por corrosión son significativamente menos que en otros materiales lo que significa una vida útil más larga que otros materiales más corrosivos.
Portador eficiente	Desempeño hidráulico mejor que el acero, hierro dúctil y concreto.
Material versátil	Funciona en una multitud de aplicaciones y mercados finales.

Tubería de Resina Termoendurecible Reforzada (RTR)

Durante las últimas cinco décadas, la tecnología de tubería de RTR ha evolucionado para producir un material que ofrece ahora sistemas superiores de tubería de especificación

alternativa a los materiales de tubería usados tradicionalmente. Los productos de tubería de RTR aparecieron por primera vez en los años 1950's con el desarrollo de productos petroquímicos refinados. Desde los años 1970's, la tecnología ha evolucionado para permitir que se use RTR ya sea como un material de tubería preferido o como alternativa factible para ciertas aplicaciones.

Manufactura

RTRP se produce de manera típica mediante un proceso de devanado de filamento. Este proceso incluye devanado de filamentos de fibra de vidrio bajo tensión controlada sobre un mandril de acero. El mandril gira mientras que un carro se mueve horizontalmente fijando las fibras de refuerzo en el patrón deseado. Los filamentos se recubren y se impregnan con una resina sintética a medida que se devanan. Una vez el mandril está completamente cubierto con el espesor deseado, el mandril se coloca en un horno para curar o para endurecer la resina. Una vez ha curado la resina se retira el mandril lo cual deja un producto final hueco.

El devanado del filamento es bien adecuado para automatizarse en cuyo caso la tensión y ubicación de los filamentos puede controlarse cuidadosamente. La orientación de los filamentos también puede controlarse cuidadosamente de modo que las capas sucesivas están apiladas u orientadas de modo diferente de la capa previa. El ángulo en el que la fibra se coloca determinará las propiedades del producto final. Por ejemplo, un "aro" de ángulo alto proporcionará resistencia a la compresión, mientras que un patrón "cerrado" o "helicoidal" de ángulo más bajo proporcionará resistencia a la tensión más alta. Para aplicaciones de presión particulares, la tubería típicamente se devana de modo helicoidal a un ángulo nominal de ± 55 grados para una proporción óptima de resistencia a peso. Otros productos producidos usando esta técnica incluyen palos de golf, tubos, remos, marcos de bicicleta, postes de electricidad y de transmisión, desde recipientes a presión hasta estuches de misil, fuselajes de aeronaves, postes de lámparas y mástiles de yates, entre muchos otros.

En caso de devanado de filamento de accesorios, el proceso de producción varía ligeramente. Los filamentos se devanan bajo tensión sobre un molde de acero que tiene las dimensiones internas del accesorio que va a producirse. El molde puede girarse o mantenerse en una posición fija; en el caso de esto último, se necesita una estación giratoria que puede devanar el refuerzo alrededor del molde. Una vez el mandril de molde está completamente cubierto al espesor deseado, el mandril se coloca en un horno para curar o endurecer la resina. Una vez la resina ha curado, el mandril de molde se retira y deja un producto final hueco.

Aplicaciones

La tubería de RTR tiene la capacidad de servir para un amplio surtido de aplicaciones dentro de un gran número de mercados finales. Los estados miembros del Consejo de Cooperación del Golfo (GCC por Gulf Cooperation Council) es el mercado de tuberías de RTR que crece más rápido en el mundo. Éste crecimiento de mercado ha sido apoyado no sólo por el gran crecimiento en los mercados finales donde RTRP ya disfruta de una presencia cuantiosa en el mercado sino también por una amplia aceptación en la región para este material en lugar de otros materiales tradicionales de tubería. Los mercados finales seleccionados y las aplicaciones típicas para RTRP se proporcionan en la tabla 2. Estas incluyen, entre otras, producción de petróleo y gas, transmisión y distribución de agua, mercados de infraestructura y servicios públicos municipales, industriales y petroquímicos, desalinización y energía y productos marinos y de alta mar.

Tabla 2: Mercados finales y aplicaciones para tubería de RTR

Mercado final	Aplicaciones típicas
Producción de petróleo y gas	Inyección de agua, líneas de producción de petróleo, líneas de captación, líneas troncales, etc.
Distribución de agua	Redes de transmisión y distribución de agua potable
Infraestructura y servicios públicos municipales	Alcantarillado, drenaje, irrigación
Industrial y petroquímico	Agua refrigerante, agua contra incendios,

	toma/desagüe químico de agua marina
Desalinización y energía	Agua refrigerante, agua contra incendios, agua potable, toma/desagüe de agua marina
Productos marinos y de alta mar	Sistemas de lastre, agua refrigerante, agua antiincendios, toma/desagüe de agua marina

Normas de producto aplicables

Durante años se han desarrollado cantidades de especificaciones internacionales y específicas para el usuario final para el uso de tubería de fibra de vidrio. Las normas internacionales más relevantes para la aplicación de RTRP en aplicaciones de producción de petróleo se proporcionan en la tabla 3.

Tabla 3: Normas internacionales relevantes

Especificación	Título
API 15 HR	Especificación para tubería de fibra de vidrio de alta presión
API 15 LR	Especificación para tubería y accesorios de fibra de vidrio de baja presión
ISO 14692	Industrias de petróleo y gas natural- tuberías de plásticos reforzados con vidrio (GRP por Glass-reinforced plastics)
AWWA M45	Diseño de tubería de fibra de vidrio

Adicionalmente a estas normas internacionales, hay una gran cantidad de normas específicas de usuario final para aplicación de RTRP en la producción de petróleo. Las grandes compañías petroleras nacionales e internacionales (por ejemplo, Aramco, ADCO, Shell, BP, etc.) normalmente también tienen sus propias normas, en gran medida basadas en los principios establecidos que se definen en las normas internacionales.

Tubería de RTR para líneas de producción de petróleo

Los inventores han estado a la vanguardia de la promoción e implementación de estos materiales para aplicaciones en la producción de petróleo. Desde principio de los años 1990s los inventores han generado una cantidad significativa de experiencia en la región de GCC con sistemas de tubería de RTR de presión media (hasta 5MPa). Durante la última

década solamente, los inventores han instalado más de 500 km de tubería de presión media, reforzada con epóxido DN200-DN500 para aplicaciones de campo petrolero en la región del medio oriente.

Diseño de tubería de RTR

Los componentes de tubería de RTR se califican generalmente por la presión interna. Las normas normalmente describen una metodología de evaluación de presión basada en pruebas de calificación hidrostática de corto plazo y largo plazo. La calificación por presión incluye además suposiciones sobre la vida del diseño, la temperatura de operación, factores de seguridad y factores del diseño del sistema de tubería. La calificación de presión nominal que los fabricantes asignan a sus productos puede diferir de fabricante a fabricante como resultado de las diferentes suposiciones hechas.

Para superar esto se ha definido una resistencia a largo plazo que excluye factores de diseño y seguridad. Un procedimiento aceptado de modo general para determinar la resistencia largo plazo de RTR se describe en la ASTM D 2992. Esta norma evalúa datos de regresión de resistencia obtenidos por un período de ensayo de más de 10,000 horas (~ 14 meses). Ésta establece un procedimiento para obtener una presión hidrostática a largo plazo (normalmente para un diseño con tiempo de vida útil de 20 años) (LTHP por long-term hydrostatic pressure), una tensión hidrostática a largo plazo (LTHS por long-term hydrostatic stress), así como también sus respectivos límites de confianza, $LCL_{presión}$ y $LCL_{tensión}$. Se nota que los componentes de tubería tienen que ensayarse a la temperatura de diseño o superior. A fin de realizar una distribución suficiente de datos de fallo, el tiempo total requerido para completar el ensayo de largo plazo con frecuencia excede los dos años. Para efectos prácticos y para limitar el tiempo y los costos involucrados, estos ensayos generalmente corren solamente en un tubo de diámetro pequeño pequeña perforación (normalmente DN50 a DN250).

Usando el valor de $LCL_{tensión}$ derivado para un diseño de vida útil de 20 años, el espesor de la pared del tubo requerido puede derivarse tal como se muestra en la ecuación Eq. 1.

$$Eq.1 \quad t_R = \frac{ID}{\left(\frac{20 \cdot LCL_{tensión}}{S_f \cdot PN} - 1\right)}$$

Donde:

- t_R = espesor de pared reforzada del tubo de RTR [mm]
- ID = diámetro interno del tubo de RTR [mm]
- $LCL_{tensión}$ = límite de confianza inferior de la tensión hidrostática de largo plazo [MPa]
- PN = presión de diseño del tubo de RTR [bar]
- S_f = factor de seguridad [sin unidades]

El factor de seguridad (S_f) es típicamente de 1.5, pero puede incrementarse si se necesita en caso de variaciones cíclicas de presión, doblado del tubo en exceso del radio de doblado mínimo como se recomienda por el fabricante, altas cargas térmicas, seguridad adicional requerida en los cruces de camino, tipo de instalación (por ejemplo, sobre tierra versus bajo tierra), etc. En las normas internacionales relevantes, tales como API 15 HR e ISO 14692, se encuentran disponibles recomendaciones para determinar estimaciones razonables para S_f .

Además del grosor de pared reforzada, el tubo de RTR normalmente también tiene un revestimiento rico en resina de alrededor de 0.5 mm, y una última mano de cubierta rica en resina de alrededor de 0.3 mm. El revestimiento actúa como una barrera anticorrosiva adicional para el tubo de RTR, y la última mano de recubrimiento actúa como una capa externa protectora que da resistencia frente a la degradación por UV y un complemento contra los rasguños de la superficie que pueden ocurrir durante el manejo del tubo. El grosor total de la pared del tubo se da entonces por la ecuación Eq. 2.

(Eq. 2) $t_T = t_R + t_L + t_c$

donde:

- t_T = grosor total de pared del tubo de RTR [mm]
- t_R = grosor de pared reforzada del tubo de RTR [mm]
- t_L = grosor de revestimiento del tubo de RTR [mm]
- t_c = grosor de última mano de revestimiento del tubo de RTR [mm]

Selección de juntas

Desde principios de los años 1990s los inventores han generado experiencia excelente en el campo del petróleo en GCC con el uso de juntas pegadas de modo adhesivo, véase la figura 2A. Estos tipos de juntas son una elección excelente para presiones bajas hasta medias (normalmente de hasta 5 MPa). Tal como se ve en la tabla 4, han sido instalados más de 600 km de estos tipos de juntas para la producción de petróleo en la región durante los últimos 10-15 años. A medida que se necesiten, las conexiones a componentes de acero se hacen usando conexiones de brida, mostradas en la figura 2B.

Tabla 4: Lista de referencia para proyectos de RTRP de presión media en la región de GCC

Ubicación	Año	Utilidad del sistema de tubería	Diámetro (mm)	Presión de diseño (MPa)	Temperatura de diseño (°C)	Cantidad (metros)
Omán	2000	Petróleo crudo	350	3.5	90°	32,000
Omán	2001	Petróleo crudo	250	5.0	65°	29,000
Omán	2002	Transmisión de petróleo crudo	350	4.0	65°	23,000
Omán	2002	Transmisión de agua	80-300	2.0 & 1.5	65°	1,000
Omán	2003	Transmisión de petróleo crudo	350 & 400	3.2	65°	35,000
Kuwait	2004	Agua marina, agua antiincendios, refrigerante	25-900	1.0-2.73	65°-93°	180,000
Omán	2005	Transmisión de	400	2.5	65°	29,000

Ubicación	Año	Utilidad del sistema de tubería	Diámetro (mm)	Presión de diseño (MPa)	Temperatura de diseño (°C)	Cantidad (metros)
		petróleo crudo				
Omán	2005	Transmisión de agua	100, 150 & 250	3.53	82°	23,000
Omán	2006	Transmisión de petróleo crudo	350	5	67°	45,000
Omán	2007	Transmisión de petróleo crudo	400	3.5	65°	28,000
Omán	2007	Transmisión de petróleo crudo	400	3.5	65°	5,000
Omán	2007	Transmisión de petróleo crudo	500	3.0	65°	28,000
Omán	2007	Transmisión de petróleo crudo	400	3.0	65°	28,000
Omán	2007	Transmisión de petróleo crudo	400	3.5	65°	5,000
Omán	2008	Agua de ciudad	50-250	1.6	65°	4,500
Omán	2009	Transmisión de petróleo crudo	200	5.0	65°	36,000
Omán	2009	Transmisión de petróleo crudo	400-450	3.5	65°	8,500
Omán	2009	Transmisión de petróleo crudo	50-250	1.0	90°	4,200
Omán	2009	Transmisión de petróleo crudo	450	4.0	65°	7,600
Omán	2010	Agua	450	4.75	65°	5,400
Omán	2010	Líneas de inyección de agua	25-750	8.0-2.5	60°-90°	3,500
Omán	2010	Agua	450	4.75	65°	34,000
Omán	2011	Transmisión de petróleo crudo	25-400	1.5	80°	3,500
Omán	2011	Agua	200-250	4.75	65°	4,500

Los inventores también han iniciado la implementación de tubería de RTR de alta presión (hasta 13.79 MPa) para aplicaciones de producción de petróleo en la región. Un número de usuarios han acogido esta nueva tecnología y varios proyectos pilotos ya han sido instalados exitosamente, tal como se ve en la tabla 5.

Tabla 5: Lista de referencia para proyectos de RTRP de alta presión en la región de GCC

Ubicación	Año	Utilidad del sistema de tubería	Diámetro (mm)	Presión de diseño (MPa)	Temperatura de diseño (°C)	Cantidad (metros)
Kuwait	2006	Línea de flujo de petróleo crudo	150	7.0	85°C	1,000
KSA	2008	Línea de inyección de agua	100	10	65°C	500
KSA	2009	Línea de inyección de agua	200	14	70°C	500
KSA	2010	Línea de flujo de petróleo crudo	150	10	95°C	500
Siria	2010	Línea de inyección de agua	150	10	70°C	20,000
KSA	2011	Línea de flujo de petróleo crudo	150	10	95°C	1,000
KSA	2011	Línea de flujo de petróleo crudo	200	10	95°C	1,000
UAE	2011	Línea de inyección de agua	100	3.5	65°C	500
KSA	2011	Línea de flujo de petróleo crudo	150	10	95°C	1,000

Ubicación	Año	Utilidad del sistema de tubería	Diámetro (mm)	Presión de diseño (MPa)	Temperatura de diseño (°C)	Cantidad (metros)
UAE	2011	Línea de inyección de agua	150	5.0	85°C	3,500
UAE	2011	Línea de inyección de agua	200	9.3	85°C	14,000

El sistema de junta preferido 70 para este diseño de altas presiones son juntas roscadas API 5B 74, como se ve en la figura 2C, las cuales tienen una larga trayectoria probada en el campo de petróleo, tanto en aplicaciones de tubería como también de perforación. Puede encontrarse más información en la especificación de API 5B – Especificación para Roscado, Calibrado e Inspección de rosca, Carcasa, Tubería, y Roscas de Tubería, edición 15ª, 2008, la cual se incorpora la presente por referencia.

Sin embargo, tal como se evidencia por la discusión y los hechos anteriores, existen vacíos y limitaciones en la capacidad de la tubería RTR existente que puede usarse en las aplicaciones de un campo petrolero. Estas limitaciones pueden ser las más obvias al tomarse en términos de presión y diámetro. Las imitaciones se describen aproximadamente en la tabla 6, con respecto a la “presión nominal” (PN) o clase de presión nominal, y “diámetro nominal” (DN) o diámetro del tubo nominal (mm).

Tabla 6: Limitaciones típicas de las culturas del tubo de RTR

Tipo de junta de tubo RTR	Limitaciones típicas
Adhesivo cono-cono	$PN \leq 5.2 \text{ MPa}$ para $100 \leq DN \leq 500$ $PN \leq 3.44 \text{ MPa}$ para $600 \leq DN \leq 800$ $PN \leq 2.1 \text{ MPa}$ para $900 \leq DN \leq 1000$
Juntas roscadas API	$PN \leq 13.71$ para $100 \leq DN \leq 150$ $PN \leq 10.3 \text{ MPa}$ para $200 \leq DN \leq 250$ $PN \leq 8.6 \text{ MPa}$ para $300 \leq DN \leq 350$

Tiene que notarse que estas limitaciones en la presión de diseño se deben principalmente a limitaciones en el desempeño de la junta. En particular, el cuerpo del tubo puede producirse y calificarse típicamente a presiones muy superiores a las juntas.

Claramente, la discusión anterior indica desempeño de junta a presiones altas como los factores limitantes más grandes de la aplicabilidad de RTRP en aplicaciones de campo petrolero. En contraste, las tuberías de acero pueden diseñarse y se aplican a presiones mucho más altas, tal como se ve en la tabla 7.

Tabla 7: Limitaciones típicas de juntas de tubo de acero

Aplicaciones de campo petrolero típicas del tubo de acero	Limitaciones típicas
Juntas soldadas	$PN \leq 24.1 \text{ MPa}$ para $100 \leq DN \leq 300$ $PN \leq 17.2 \text{ MPa}$ para $350 \leq DN \leq 500$ $PN \leq 10.3 \text{ MPa}$ para $600 \leq DN \leq 1000$

Como las propiedades de material de un tubo de RTR se prefieren de muchas maneras sobre las de los tubos de acero, es claro que la junta es el problema, si se compara con la junta de los tubos de acero. Las juntas tradicionales de los tubos de

acero incluyen soldadura o un tubo y accesorios roscados. Soldar un tubo de acero es relativamente simple pero también consume tiempo y es caro. Para el desempeño a largo plazo de una tubería de acero, la calidad de la soldadura es crítica y la habilidad para soldar y la experiencia del soldador es primordial. Las velocidades típicas de soldadura para un tubo de acero son de alrededor de 0.25 a 0.5 metros por hora. Por lo tanto, se demoraría al menos de dos a cuatro horas soldar un tubo de acero DN300. En aplicaciones del tipo de petróleo y gas, la soldadura se inspecciona por lo común usando rayos X o ultrasonido. Esta inspección con ultrasonido o rayos X sigue incrementando el ya significativo gasto de ejecución de dichas juntas, y también se suma al tiempo necesario para ejecutar la junta de un tubo de acero.

Adicionalmente, con frecuencia se prefiere aplicar un recubrimiento protector al interior del tubo de acero antes de soldar, a fin de reducir la corrosión. El revestimiento debe estar curado completamente antes de cualquier soldadura y, por supuesto, los pasos de inspección adicionan latencia al proceso de junta. Además, el área soldada normalmente permanece sensible a la corrosión, particularmente en el interior de la tubería el cual no puede recubrirse después de terminar de soldar. Finalmente, cualquier error en la soldadura puede requerir el reinicio de todo el proceso.

Tubos y accesorios roscados, particularmente para tubería de agua galvanizada tubos se usarán siempre para reparaciones o en accesorios especializados (por ejemplo, accesorios de brida) pero no son una instalación preferida. Hay muchos inconvenientes en el uso de accesorios roscados, uno de los cuales es el hecho de que el tubo y los accesorios galvanizados comienzan a romperse, se sedimentan y se corroen dentro de la tubería, por lo que encogen el diámetro interno de la tubería. Si se necesita hacer una reparación, muchas veces la persona que repara el tubo encontrará que hay más tubería dañada que la esperada originalmente. Además, hacer una reparación sobre un tubo y unos accesorios roscados requiere equipo para cortar y roscar el tubo; si el equipo no está disponible, la persona de reparación tiene que tener un conjunto de habilidades para ser capaz de hacer

las mediciones correctas las cuales se pasan luego a una fuente con la capacidad de cortar y roscar la tubería. Cualquier inexactitud de las mediciones podría afectar las operaciones y conducir a tiempo y dinero perdidos así como a malas relaciones con el cliente.

Además, en un sistema de tubería de acero que va envejeciendo, no es inusual que los accesorios roscados se fundan y que sea extremadamente difícil retirarlos. Usualmente esto incluye cortar la tubería en el área general de reparación y encontrar un accesorio que pueda retirarse de la tubería, o cortar la tubería cerca al accesorio y tapar el tubo restante.

Otro sistema de junta es una junta mecánica o cualquier método que una tubería o accesorios por medio de un acoplamiento que usa compresión de una junta de caucho para asegurar un sello hermético al agua. Dos ejemplos de juntas mecánicas son tubo y accesorios con brida y tubo ranurado con acoplamientos o accesorios que tienen una junta de caucho; la junta de caucho se sienta dentro de la ranura se comprime llenando la ranura y sellando la junta.

En teoría, las reparaciones sobre aplicaciones de junta mecánica son más fáciles de realizar. Éstas son accesorios de alta presión luego sus tolerancias son altas, y uno puede instalar de modo relativamente fácil tubos y accesorios con diámetro muy grande. Sin embargo, se necesita un nivel de habilidad bastante alto para preparar e instalar este tubo y los accesorios acompañantes. Por ejemplo, es fácil de instalar los accesorios mecánicos para tubo ranurado pero la medición y el ranurado del tubo requieren cierta tecnología, mientras que el tubo con brida, los tramos de cañería y los accesorios con brida requieren un nivel de habilidad muy alta para realizar nuevas instalaciones o reparaciones. Además, los accesorios son pesados, voluminosos y caros y las reparaciones requieren un trabajo intenso.

De esta manera, puede concluirse que para qué un tubo de RTR compita más ampliamente con el de acero, la calificación de presión de los sistemas de tubería de fibra de vidrio necesita incrementarse. Puesto que el desempeño de junta es un factor limitante en el avance de la calificación de presión, el desarrollo entre los fabricantes de tubo de RTR

generalmente está concentrándose en hacer sistemas de junta disponibles que puedan hacer frente a estas altas presiones.

A la fecha, aunque los tubos que no son de acero, o plásticos, pueden usarse con accesorios mecánicos, el nivel de habilidad requerido para instalarlos es alto y un buen sistema de junta aún no ha sido desarrollado. Los sistemas de junta de tubo de RTR que pueden hacer frente a altas presiones proporcionarían un escenario que es el ‘mejor de ambos mundos’ de desempeño a largo plazo altas presiones usando un material aceptado y preferido.

Ejemplo 1

El presente objeto proporciona una junta inyectada-mecánica, para tubos de fibra de vidrio, que permite un tubo resultante con parámetros mayores de PN, DN, y temperatura de operación. Se instalan juntos dos tubos de tal manera que el cono de un diámetro interno de tubo permita al segundo tubo ajustarse al mismo, mientras queda un espacio o cavidad entre los mismos. Se hacen un puerto y un canal de inyección en el tubo externo de tal manera que un material o un compuesto de unión pueden inyectarse al puerto y canal de inyección para llenar el espacio o cavidad, lo cual crea una junta mecánica segura entre los dos tubos.

Ejemplo 2

Las figuras 3A-D muestran pasos en un proceso de manufactura ejemplar de tubo de fibra de vidrio adecuado para juntar mediante el sistema y el método divulgados. Primero, con respecto al extremo del tubo hembra (enchufe), se hace un devanado sobre el equipo existente tal como se muestra en la figura 3A. Se usa un perfil de caucho en el mandril del tubo existente (2) para darle forma al interior de una campana o un enchufe de tal modo que después de devanar el tubo tenga una campana o enchufe integrales (1). Un ejemplo no limitante de un tubo de fibra de vidrio (3) que tiene una campana o enchufe (4) se muestra en la figura 3B. La figura 3C muestra otra vista del mandril de tubo con el perfil de caucho (6) usado para formar la campana o enchufe (5) con ranuras internas. De modo alternativo,

la ranuras pueden maquinarse para asumir la forma de una campana después de que el tubo ha sido des-moldeado. Una espiga (macho) correspondiente es maquinado sobre un torno para formar ranuras sobre la superficie de unión (7), tal como se muestra en la figura 3D. De esta manera, el proceso de manufactura para las juntas puede hacerse usando equipo de producción existente. Por consiguiente no se necesitan grandes inversiones adicionales más allá de aquellas ya existentes en una planta típica de tubos de fibra de vidrio.

Ejemplo 3

En la figura 4 se muestra un diagrama de corte transversal de una junta inyectada. La junta incluye un extremo (14) de tubo macho (espiga, 12) y uno (8) hembra (campana o enchufe, 10). La porción de campana tiene una superficie de unión interna (17) que incluye ranuras y la porción de espiga tiene una superficie de unión externa (15) que incluye ranuras. La junta se ensambla empujando la espiga dentro del enchufe lo cual también se llama un “ajuste por empuje”. Cuando la junta se ensambla, las superficies de unión de la porción de espiga y la porción de campana forma una cavidad en la cual se inyecta un compuesto de unión y se deja curar para formar la junta mecánica inyectada.

El ajuste por empuje es un aspecto particular de este diseño al compararse con las juntas de tubo roscadas tales como las juntas roscadas API 5B que requieren grandes pares de fuerza para su ensamblaje. Mientras que los pares de fuerza requeridos para las juntas roscadas API 5B pueden generarse a mano para diámetros más pequeños, para diámetros superiores a 200mm se requiere equipo hidráulico pesado. Este equipo puede ser difícil de manejar en una zanja de tubo, y de esta manera el diseño de junta de tubo roscado no siempre es apropiado o factible. En contraste, este diseño de ajuste por empuje no requiere que el tubo gire durante el ensamblaje ni tampoco requiere el uso de maquinaria o equipo pesado, por ejemplo tenazas o llaves para apretar, para ensamblar la junta de tubo de fibra de vidrio. Por consiguiente, al menos este paso de ajuste por empuje logra un ahorro en costo y tiempo.

El elemento sellante (9) de la junta puede incluir un anillo sellante de caucho, o un adhesivo estructural. El caucho puede hacerse a partir de una amplia variedad de compuestos que incluyen, por ejemplo, NBR, EPDM, Viton, silicona, etc. La selección de compuesto depende típicamente del medio transportado y de la temperatura de aplicación. También está contemplado dentro del alcance del presente objeto que no se use un anillo 'O' al juntar tubos de fibra de vidrio y el compuesto de unión (16) forme el sello.

Si se usa un sellante adhesivo, el material se aplica al área aplicable en el enchufe y sobre la espiga antes de ensamblar la junta. Durante el ensamblaje de la junta, las superficies de los acoples se comprimirán, se expandirán y compactarán el adhesivo para formar un sello hermético a las fugas. El adhesivo puede incluir cualquiera o una combinación de muchos materiales, incluidos sin limitación adhesivos epóxicos, de ésteres vinílicos, de poliésteres, de poliuretano, de acrilato de metilo o a base de silicona. También pueden usarse otros tipos de adhesivos siempre que estén calificados mediante ensayos. Dentro del alcance del presente objeto también está contemplado que una combinación de un anillo 'O' y de un adhesivo forme el sello hermético a fugas.

Normalmente se usan correas de junta o cabrestantes para poner juntas las juntas y mantenerlas en posición. Si se usa adhesivo como sellante, se necesitará una cierta cantidad de tiempo para curar; el período real de tiempo depende del tipo de sellante usado. Mientras el adhesivo está curando, el área donde la espiga sobresale del enchufe, marcada como sello de presión en la figura 4, también necesita sellarse para crear una cámara hermética al vacío. El sellante usado para el sello de presión puede ser el mismo que el adhesivo usado para el frente de la espiga, o un material sellante alternativo o cualquier otro tipo de sello o tapa (un ejemplo, anillo 'O' de caucho) capaz de mantener la presión y/o vacío durante el proceso de inyección.

Una vez el sellante y los materiales adhesivos hayan endurecido, la cámara se presuriza con una presión de aire de 0.08 a 0.1 MPa para chequear cualquier fuga en el sellado. Si no se puede mantener la presión entonces esto es una indicación de que hay una

fuga. En este caso, el área de sello de presión se chequea y se sella nuevamente. Si esto no resuelve el problema, el sello al frente de la espiga probablemente no es hermético al aire y la junta necesita retirarse nuevamente y comenzar el proceso de nuevo.

Una vez el sello de presión se mantiene, la junta está lista para inyección. El compuesto de unión inyectado puede comprender una mezcla de resinas epóxicas, agente de curado o endurecedor y material de carga. Por ejemplo, no limitante, pueden usarse resina epóxica de bisfenol-A (BPA), endurecedor de IPD, y material de carga de vidrio molido. Una posible composición de mezcla comprende 100 partes (en peso) de resina epóxica de bisfenol-A (BPA), 24 partes de endurecedor de IPD (puede usarse agente de curado epóxico Evonik Degussa VESTAMIN® IPD, entre otros) y 31 partes de material de carga de vidrio molido. Aunque se ha encontrado que esta mezcla proporciona la resistencia requerida, otras mezclas también pueden producir la resistencia requerida. La mezcla se produce mezclando gradualmente el vidrio molido con la resina epóxica de bisfenol-A hasta que los componentes quedan entremezclados completamente. Finalmente se adiciona el endurecedor de IPD a la mezcla.

La mezcla se empuja dentro de la junta creando un diferencial de presión en el anillo o cavidad de la junta de inyección, tal como se muestra en la figura 5. El diferencial de presión mueve la resina (22, 27) desde su contenedor (26) hacia el fondo de la junta inyectada (18,23). La gravedad asegura que la mezcla llene primero la mitad inferior de la junta y que la mezcla se eleve hasta la cima de la junta, hacia la manguera de salida (19,24). El sistema de vacío (21,25), que puede usarse opcionalmente, también asegura que no quede aire atrapado en el anillo y asegura que el anillo se llene completamente con la mezcla de inyección. En el punto en que la mezcla fluya hacia la manguera de salida (19,24), la junta se llena y la manguera de entrada (20, 28) se sujeta con abrazadera as para prevenir que la mezcla fluya afuera de la junta. Luego se corta o se retira la manguera de salida de la cámara diferencial de presión y la resina inyectada se deja curar. En una modalidad, el proceso de curación puede acelerarse aplicando calor por

medio de una manta de calefacción que envuelve la junta. Otra manera de curar la mezcla de resina inyectada es aplicando una corriente por medio de un alambre de resistencia aplicado sobre una de las superficies que se acoplan en la junta. La corriente calienta el alambre y el material circundante, curando de esta manera la mezcla de inyección. Normalmente, la junta se cura completamente y tiene su resistencia mecánica de dos a tres horas después de la inyección.

Un beneficio del ajuste por empuje es que pueden ensamblarse varias juntas en una “ida” o “vuelta” a medida que se mantienen en su sitio por medio de cabrestantes y correas. Una vez ensamblado, el proceso de inyección puede hacerse junta por junta después de lo cual puede comenzar el ciclo de curado. De esta manera se logran velocidades de instalación relativamente altas, particularmente si se comparan con juntas de tubo de acero que necesitan soldarse. Ciertamente, el tiempo de instalación es menor que el necesitado para juntas de tubo de acero soldado que tienen dimensiones comparables, y con frecuencia es mucho más rápido. Adicionalmente, para la junta inyectada no se necesita esperar hasta que esté completamente curada la junta de inyección antes de instalar el siguiente tubo. De esta manera, los métodos y sistemas descritos pueden lograrse rápidamente.

Ejemplo 4

Un procedimiento ejemplar paso a paso de inyección de junta mecánica inyectada incluye lo siguiente:

- 1) Antes de iniciar actividades de inyección, ajustar en seco la espiga y el enchufe (sin un anillo ‘O’ sobre la espiga) para asegurar un montaje correcto.
- 2) Marcar los agujeros de inyección de entrada (29) y salida (30) sobre el enchufe de tal manera que estén apartados entre sí en aproximadamente 45° a 180° y también para que un agujero esté al inicio de las ranuras y el otro agujero esté al final de las ranuras, tal como se muestra en la figura 6. Tolerancias cualesquiera para colocar los agujeros no tienen que ser limitantes y la colocación del agujero de entrada

puede darse en diversas posiciones. El agujero de salida puede estar en la posición más alta posible para asegurar que la junta se llene completamente.

- 3) Perforar agujeros de inyección de entrada y salida. Inicialmente puede usarse una broca de 5 mm, seguida de una broca de 10 mm. De la perforación se lleva a cabo directamente con broca de 10 mm es más alta la probabilidad de dañar el diámetro interno (ID) del enchufe. Si no está disponible una broca de 5 mm, entonces pueden usarse broncas de 4 mm o de 6 mm o de otro diámetro similar.
- 4) Después de la perforación, limpiar el agujero perforado desde el diámetro interno del enchufe usando medios adecuados de manera que no queden fibras sueltas ni se presenten restricciones. Los métodos adecuados incluyen, sin limitaciones, papel de esmeril o lija. Por ejemplo, puede usarse un papel de esmeril grueso para retirar la mayoría de las fibras y para alisar la superficie. Luego puede usarse un segundo papel de esmeril más fino para seguir suavizando la superficie. Puede usarse cualquier combinación y tipos de papel esmeril u otros métodos de limpieza o de alisado, junto con el sentido común y buena calidad de trabajo para producir un agujero limpio adecuado para procesos adicionales.
- 5) Conectar el agujero perforado con un juego de llaves de rosca cónica de Rosca de Tubería Nacional (NPT por National Pipe Thread Tapered Thread) de 6.35mm a 9.525 mm. Pueden usarse otros juegos de llaves o llaves roscadas en tanto se logre un sello hermético al aire. La relación entre el juego de llaves y el tamaño de agujero perforado puede ser similar a otras configuraciones de tubo de acero, fibra de vidrio, etc.
- 6) Limpiar las conexiones de inyección de entrada y salida usando gas comprimido.
- 7) Montar el anillo 'O' sobre la espiga y aplicar lubricación en la cima del anillo 'O' así como también en el área de asiento del enchufe. El anillo 'O' puede estar hecho de caucho o de otro material adecuado que sea compatible con el material que va a fluir a través del tubo. Para aplicaciones de agua, puede preferirse un compuesto de

caucho de EPDM. La colocación del anillo 'O' puede ser al frente de la espiga pero puede variar dependiendo de las dimensiones interiores y exteriores y del diseño de los tubos que van a encajarse así como también del tamaño del anillo 'O'.

- 8) Ensamblar la juntura y sujetarla para impedir cualquier movimiento usando correa(s) para amarrar la carga o cabrestante(s). Pueden usarse otras sujeciones adecuadas para que la juntura pueda ponerse junta y apretarse, pero de una manera que no se obstaculicen los agujeros de inyección.
- 9) Aplicar silicona o cualquier otro sellante adecuado en el borde externo de la juntura entre la espiga y el enchufe. Otros sellantes adecuados incluyen sellantes a base de silicona, sellantes a base de poliéster, compuesto sellante de poliéster, etc., incluidos muchos compuestos comercialmente disponibles. Dejar que cure el sellante.
- 10) Aplicar cinta de teflón u otra cinta adecuada sobre un adaptador de cola de 6.35mm x 9.525mm y conectarlo a los agujeros de inyección de entrada y salida. Pueden usarse otros materiales de cintas y de adaptadores de cola, particularmente si se consideran los costos o los materiales disponibles en tanto se logre una conexión hermética al aire.
- 11) Cortar longitudes adecuadas de manguera flexible para hacer conexiones apropiadas desde el agujero de entrada a la cubeta de material de inyección y desde la salida hasta la cámara diferencial de presión. En un ejemplo puede usarse tubo de polietileno o de nailon de un diámetro de 6.35mm o 11.11 mm de pulgada, aunque otros materiales y dimensiones también serían apropiados y, una vez más, pueden elegirse considerando costos y disponibilidad del material. Deben proporcionarse algunas holguras por la longitud de la manguera o tubo, tal como se sugiere en las figuras.
- 12) Deben prepararse dos conexiones en la cámara diferencial de presión. Una conexión es para la entrada (33) al enchufe desde la cámara diferencial de presión y una segunda conexión es para la manguera de presión (31). El tamaño de las conexiones

es de 9.525mm. En la figura 7 se muestra una configuración ejemplar de conexiones realizadas sobre una junta con un tubo acoplador (32). Las consideraciones para estas conexiones pueden ser similares a aquellas del paso 11.

- 13) Antes de realizar la inyección, se chequea el sello de presión de la junta. Esto se hace conectando el suministro de gas comprimido/línea de vacío a la junta, creando de esta manera un diferencial de presión con el aire externo. La junta se deja con el diferencial de presión por 10 minutos. Si no hay caída en la presión/vacío, la junta está controlada. Esto se hace conectando la línea de suministro de gas comprimido/vacío a la junta lo cual crea de esta manera un diferencial de presión con el aire de afuera. La junta se deja con el diferencial de presión durante 10 minutos. Si no hay ninguna caída en la presión/vacío, la junta está verificada frente a fugas. De manera notable, la inyección no puede realizarse si hay fuga. La fuga ocurrida normalmente debido a un daño en el anillo 'O' o debido a fugas en el sellante. Si esto no resuelve el problema entonces probablemente el anillo 'O' no está sellando y la(s) junta(s) deben desmontarse y verificarse antes de volver a ensamblar usando los pasos 1-13, según sea apropiado.
- 14) Una vez la junta pasa la prueba de presión/vacío, se prepara el material de inyección. En este ejemplo no limitante, el material de inyección comprende 100 partes de resinas epóxicas, 24 partes de mezcla de IPD y 31 partes de fibra de vidrio molido. Para asegurar que los materiales se mezclan bien, el vidrio molido puede adicionarse en pequeñas cantidades, tales como un puñado a la vez, a la resina epóxicas y mezclarse bien hasta que la cantidad completa de vidrio molido se mezcle completamente con la resina. Luego puede adicionarse IPD y la mezcla vuelve a entremezclarse. Puede usarse cualquier dispositivo de mezcla, incluidos mezcladores industriales o más rudimentarios, por ejemplo una hélice conectada a un taladro, un palo pequeño, etcétera.

15) Una vez el material de inyección sale a través de la línea de inyección de salida, detener el flujo de material de inyección y cerrar la válvula de salida de inyección. Retirar la conexión de manguera de salida sujetar juntas las conexiones de manguera de entrada (36) y salida (37) tal como se muestra en la figura 8. Por ejemplo, puede usarse cinta para fijar las mangueras en una posición.

16) Después de que se cura la inyección a temperatura ambiente, retirar las conexiones de inyección de entrada y salida de la junta y dejar que siga curando la junta. El tiempo de curado puede verse afectado por diversos factores y puede durar, por ejemplo, de dos a tres horas usando una manta calefactora. La junta también pueden seguir curando mediante el uso de una manta de calefacción o de otro mecanismo adecuado y la restricción se retira después del curado posterior.

En los ejemplos previos, la manguera de salida se posiciona en la cima de los tubos de ajuste a presión y el agujero de entrada está separado del agujero de salida a 45° hasta 180°. Sin embargo, los agujeros pueden posicionarse en un número de configuraciones alternas. Por ejemplo, el agujero de entrada o de inyección puede posicionarse en la cima de los tubos de ajuste a presión mientras que el agujero de salida se posiciona en el fondo de los tubos de ajuste a presión. En otras configuraciones puede desearse que tanto el agujero de entrada o de inyección como el agujero de salida se posicionen en la cima o en el fondo de los tubos de ajuste a presión. Además, dependiendo del diámetro del tubo, pueden usarse múltiples agujeros de entrada y/o de salida. Por consiguiente, pueden variar la colocación, el número de agujeros y otros pasos procedimentales necesarios para lograr las diversas configuraciones posibles de los agujeros perforados.

Ejemplo 5

La figura 9 es una vista de corte transversal de una junta mecánica dictada ejemplar para aplicaciones de alta presión. Un primer tubo que tiene un “extremo de caja” (39) receptor, una parte de campana o enchufe (hembra) y un segundo tubo que tiene una parte de “punta macho” (40) o espiga (macho) de acoplamiento se ajustan juntos por

empuje. El sellamiento entre ellos se hace mediante un anillo ‘O’ o un adhesivo (43), por ejemplo adhesivos epóxicos, poliestéricos, de éster vinílico, de acrilato de metilo, etc., entre otros. Los agujeros se perforan previamente en el primer tubo para proporcionar una infusión o inyección al vacío “ADENTRO” (42) y una infusión o inyección al vacío “AFUERA” (44). Tal como se ve en la figura 9, el valor “DN” (41) está dado por el diámetro interno del segundo tubo.

Ejemplo 6

La figura 10 A-F muestra pasos en un proceso ejemplar de manufactura y de juntura para lograr un tubo de fibra de vidrio DN300 PN160 (80) que tiene una juntura mecánica inyectada integral. Estos pasos incluyen: devanado en equipo de producción estándar para crear una configuración general de tubo (81), maquinado de campana interna (82) para crear la configuración de campana interior, una espiga terminada (83), acople del tubo (84) acampanado con la espiga (83) por medio de ensamble de ajuste por empuje y sin maquinaria pesada, inyección de la juntura (85) mediante vacío y gravedad y ensayo final (86). Se nota que en caso que se emplee inyección asistida por vacío, el vacío se usa para retirar el aire de las cavidades y succionar la mezcla de resina o el compuesto de unión hacia las cavidades. Luego, una vez la resina está dentro de las cavidades, la gravedad tira la mezcla de resina o el compuesto de unión al punto más bajo de las cavidades de modo que la mezcla o compuesto inyectados de arriba a abajo llenan las cavidades completamente. El ensayo se realiza con presiones internas tal como se describe en normas internacionales tales como ASTM D1598, ASTM D1599, API 15 HR, API 15 LR, e ISO 14692, entre otras.

Ejemplo 7

La figura 11 A-F muestra pasos en un proceso ejemplar de manufactura y juntura para lograr fibra de vidrio DN600 PN80 (90) que tiene una juntura mecánica inyectada acopladora. En esta configuración se maquinan dos tubos que tienen, cada uno, una espiga (91) para acoplarse (92) con un acoplador moldeado (93) correspondiente. Una vez más se

usa el ensamble de ajuste por empuje (94), que no requiere maquinaria pesada, antes de la inyección al vacío (95) para dar lugar a tubos pintados y acoplados con seguridad. Puede notarse que este ensamble (96) puede dar lugar al doble del número de anillos 'O' y/o posiciones de adhesivo de otras configuraciones y por esta razón puede no preferirse para ciertas aplicaciones. Una pluralidad incrementada de agujeros perforados puede contemplarse en esta configuración para incrementar el flujo de compuesto de unión entre los tubos y el acoplador.

Especificaciones que pueden lograrse de tubos de fibra de vidrio que pueden unirse, que resultan de los sistemas y métodos descritos, incluyen sin limitaciones un diámetro de 100 a 1000 mm, presión de 20 a 5 MPa y una capacidad para resistir temperaturas de hasta 95 °C. Otros tipos de componentes de fibra de vidrio que pueden unirse incluyen tubo más junta, acoplador, brida, codos y tubos en forma de T. Diámetros mayores a DN1000 o 1000 mm y temperaturas superiores a 95°C también son factibles con los sistemas y métodos descritos.

Ensayo de junta inyectada

Una propuesta estandarizada para ensayos de verificación y calificación para proyectos de alta presión de junta inyectada puede utilizarse con el presente objeto. Esta propuesta se deriva de requisitos de ensayos generales tal como se resumen en las normas internacionales listadas en la tabla 3, por ejemplo, ASTM D1598 y ASTM D1599.

Por consiguiente, los ensayos de verificación hacen uso de métodos de prueba no normalizados apuntan a generar tanta información como sea posible a partir de un número limitado de ensayos. En general, los resultados de prueba de verificación apuntan a estimar si el producto será capaz de cumplir las condiciones requeridas para el ensayo de calificación. Entretanto, las pruebas de calificación apuntan a generar datos de prueba de calificación que pueden usarse dentro de proyectos comerciales en una etapa posterior.

Tanto las etapas de ensayo de verificación como también las de calificación se describen con mayor detalle a continuación. Para cada ensayo, el anillo 'O' comprendía

caucho NBR o caucho EPDM. Adicionalmente, para cada ensayo el compuesto de unión inyectado comprendía una mezcla de resina epóxica, agente de curado y material de carga, en particular, el compuesto de unión inyectado comprendía 100 partes (en peso) de resina epóxica de bisfenol-A (BPA), 24 partes de agente de curado IPD (puede usarse, entre otros, agente de curado epóxico de IPD Evonik Degussa VESTAMIN®) y 31 partes de material de carga de vidrio molido.

Ensayo de verificación

Los siguientes procedimientos de ensayo de verificación no normalizados se usan para calificación de alta presión: A) paso de ensayo de rotura; y B) ensayo de supervivencia de 100 horas. Para ambos procedimientos los ensayos se ejecutan por lo común a temperatura ambiente pero también pueden ejecutarse a temperatura elevada.

Paso ejemplar-procedimiento de ensayo de rotura

- 1) Ensamblar el carrete y asegure estén implementadas medidas de seguridad adecuadas.
- 2) Llenar el carrete con agua y asegurar que se retire todo el aire del carrete y conectar el equipo de bombeo.
- 3) Presurizar el carrete a la presión de diseño (PN), del carrete de ensayo en MPa a una velocidad constante que puede ser normalmente de $PN/10$ a $PN/0.5$ MPa /min.
- 4) Una vez el carrete está presurizado, sostener constante la presión de ensayo por 5 minutos.
- 5) Después de cinco minutos, incrementar la presión en $0.5 \times PN$ a la misma velocidad constante que la discutida en el paso 3).
- 6) Repetir los pasos 4) & 5) hasta que ocurra un fallo.
- 7) Registrar presión de fallo.
- 8) Registrar modo de fallo.

Los resultados del paso-ensayo de rotura se usan generalmente como una primera estimación de si el carrete es capaz de resistir las condiciones de ensayo requeridas en las

pruebas de calificación. El objetivo para la presión del paso- ensayo de rotura es normalmente de mínimo $3 \times PN$.

Procedimiento ejemplar ensayo de supervivencia de 100 horas

1) Ensamblar el carrete y asegurar que se implementaron las medidas de seguridad adecuadas.

2) Llenar el carrete con agua y asegurar que está retirado todo el aire del carrete y conectar el equipo de bombeo.

3) Presurizar el carrete a la presión de diseño (PN) a una velocidad constante.

4) Una vez el carrete se presuriza a PN , sostener la presión constante por 5 minutos.

5) Después de 5 minutos, incrementar la presión a $1.5 \times PN$ a la misma velocidad constante.

6) Mantener la presión constante por 5 minutos.

7) Después de 5 minutos incrementar la presión a $2.1 \times PN$ a la misma velocidad constante.

8) Mantener esta presión de ensayo durante 100 horas.

9) Si es exitoso, incrementar presión en $0.2 \times PN$

10) Repetir los pasos 8) & 9) hasta que ocurra un fallo.

11) Registrar presión de fallo y tiempo hasta el fallo.

12) Registrar modo de fallo.

Los resultados del ensayo de supervivencia de 100 horas generalmente se usan para estimar si el carrete es capaz de resistir las condiciones de ensayo requeridas en las pruebas de calificación. El objetivo para la presión del ensayo de 100 horas es típicamente de mínimo $2.3 \times PN$.

Prueba de calificación

Para calificación de juntas de alta presión se ejecuta un ensayo de 100 horas de supervivencia de conformidad con la ASTM D1598. La temperatura de ensayo es la temperatura de diseño del proyecto y la presión de ensayo se ha normalizado a $2.1 \times PN$.

Para estandarizar, el ensayo se lleva a cabo usualmente o bien a 65 °C, o bien a 95 °C ya que estas temperaturas de ensayo cubren la mayoría de los requisitos del cliente. En realidad, las presiones de ensayo de 1000 horas fluctuarán dependiendo de requisitos del cliente, de especificación y/o del proyecto. Para proyectos de desarrollo, la presión de ensayo se ha estandarizado en $2.1 \times P_N$ ya que cubre la mayoría de los requisitos del cliente.

Procedimiento ejemplar del ensayo de supervivencia de 1000 horas

- 1) Ensamblar el carrete y asegurar que se han implementado las medidas de seguridad adecuadas.
- 2) Llenar el carrete con agua y asegurar que se ha retirado todo el aire del carrete y conectar el equipo de bombeo.
- 3) Dejar que el carrete se estabilice a la temperatura de prueba durante 24-48 hrs.
- 4) Presurizar el carrete a la presión de diseño (P_N) a una velocidad constante.
- 5) Una vez el carrete está presurizado, mantener constante la presión durante 5 minutos.
- 6) Después de 5 minutos, incrementar la presión a $1.5 \times P_N$ a la misma velocidad constante.
- 7) Una vez se presuriza el carrete, mantener la presión constante por 5 minutos.
- 8) Después de 5 minutos, incrementar la presión a $2.1 \times P_N$ a la misma velocidad constante.
- 9) Mantener esta presión de prueba durante 1000 horas.
- 10) Si es exitoso, incrementar la presión en $0.2 \times P_N$.
- 11) Repetir los pasos 9) & 10) hasta que ocurra un fallo.
- 12) Registrar presión de fallo y tiempo hasta el fallo.
- 13) Registrar modo de fallo.

En los ejemplos procedimentales de ensayo anteriores se usa agua ya que es un medio fluido fácilmente accesible mientras que también es un medio agresivo para el tubo

de fibra de vidrio. Sin embargo, se contemplan otros medios fluidos y pueden usarse en lugar de o adicionalmente a agua.

Resultados de ensayo de juntura inyectada

A la fecha, el desarrollo de la juntura inyectada ha pasado exitosamente la prueba de ensayo de eterificación; la etapa de prueba de calificación está en desarrollo. Algunos de los resultados obtenidos hasta ahora están resaltados en las tablas 8 y 9.

Tabla 8: Ensayo de verificación

#	DN (mm)	PN (MPa)	Tipo de ensayo	Temp (°C)	Resultados
1	150	1.5	Rotura	Ambiente	56 MPa
2	200	20	Rotura	Ambiente	69 MPa
3	600	8	Rotura	Ambiente	21 MPa
4	100	15	Supervivencia	65	40 MPa durante 100 hrs
5	100	15	Supervivencia	95	30 MPa durante 100 hrs
6	200	15	Supervivencia	65	30 MPa durante 100 hrs
7	200	15	Supervivencia	95	32.5 MPa durante 100 hrs
8	300	10	Supervivencia	65	30 MPa durante 100 hrs
9	600	8	Supervivencia	65	20 MPa durante 100 hrs
10	600	8	Supervivencia	95	20 MPa durante 100 hrs

4x

Tabla 9: Prueba de calificación

#	DN (mm)	PN (MPa)	Tipo de ensayo	Temp (°C)	Objetivo	Estatus
1	200	15	Supervivencia	65	35 MPa durante 1000 hrs	Completado 1,028 hrs
2	200	20	Supervivencia	65	40 MPa durante 1000 hrs	Completado 1,007 hrs
3	200	20	Supervivencia	95	35 MPa durante 1000 hrs	Completado 1,003 hrs
4	300	15	Supervivencia	65	35 MPa durante 1000 hrs	Completado 1,008 hrs
5	300	15	Supervivencia	95	30 MPa durante 1000 hrs	Completado 1,007 hrs
6	600	8	Supervivencia	65	18 MPa 180 bar durante 1000 hrs	Completado 1,003 hrs
7	600	8	Supervivencia	95	18 MPa durante 1000 hrs	Completado 1,010 hrs

Lo que ha sido descrito anteriormente incluyen ejemplos de una o más modalidades. Por supuesto no es posible describir cada combinación concebible de componentes o metodologías para propósitos de describir las modalidades previamente mencionadas, pero alguien con habilidad ordinaria en la técnica puede reconocer que son posibles muchas otras combinaciones y permutaciones de diversas modalidades. Por consiguiente, las modalidades descritas tienen la intención de abarcar todas aquellas alteraciones, modificaciones y variaciones que caigan dentro del espíritu y el alcance de las reivindicaciones adjuntas. Además, en la medida que se use el término “incluye” tanto en la descripción detallada como en las reivindicaciones, este término tiene la intención de ser

incluyente en una manera similar al término “que comprende” ya que “que comprende” se interpreta cuando se emplea como palabra de transición en una reivindicación.

Se entenderá que muchos cambios adicionales en los detalles, materiales, pasos y disposición de las partes que han sido descritas e ilustradas en la presente para explicar la naturaleza del objeto de la invención pueden hacerse por aquellos versados en la materia dentro de lo principal y del alcance del objeto de la invención tal como se expresa en las reivindicaciones adjuntas.

RESUMEN

Un sistema de juntura una tubería de resina termoendurecible reforzada (RTR) el cual incluye: un primer tubo de RTR con una porción de espiga y la porción de espiga tiene una primera superficie de unión; un segundo tubo de RTR con una porción de enchufe configurada para recibir la porción de espiga y la porción de enchufe tiene una segunda superficie de unión; y una cavidad entre la primera superficie de unión y la segunda superficie de unión, la cavidad se forma cuando la porción de espiga se ajusta a la porción de enchufe; y un material inyectable/curable se localiza en la cavidad. Adicionalmente, un método de juntar tubo de RTR, el cual incluye los pasos de: ajustar una porción de espiga de un primer tubo en una porción de enchufe de un segundo tubo, formar una cavidad entre la porción de espiga y la porción de enchufe; inyectar un compuesto de unión en la cavidad; y curar el compuesto de unión.

DPG\DPG\ID-457665\WPC21258

FIGURAS

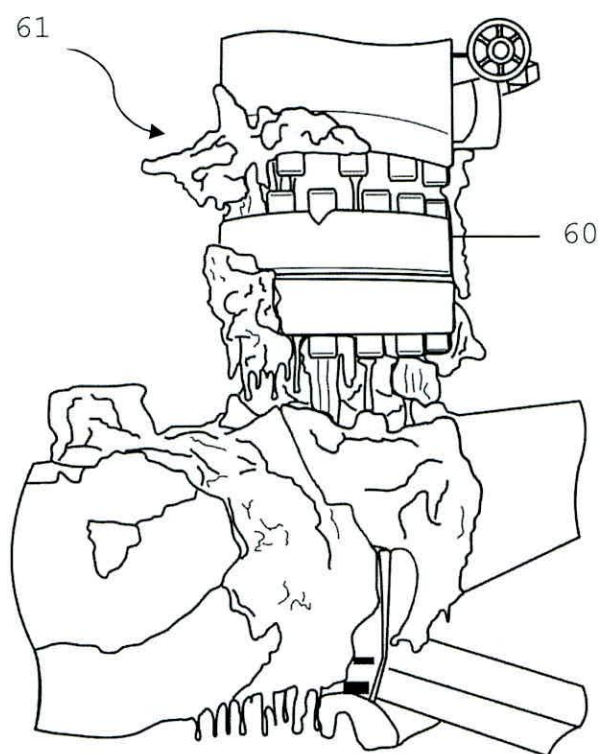


FIG. 1A

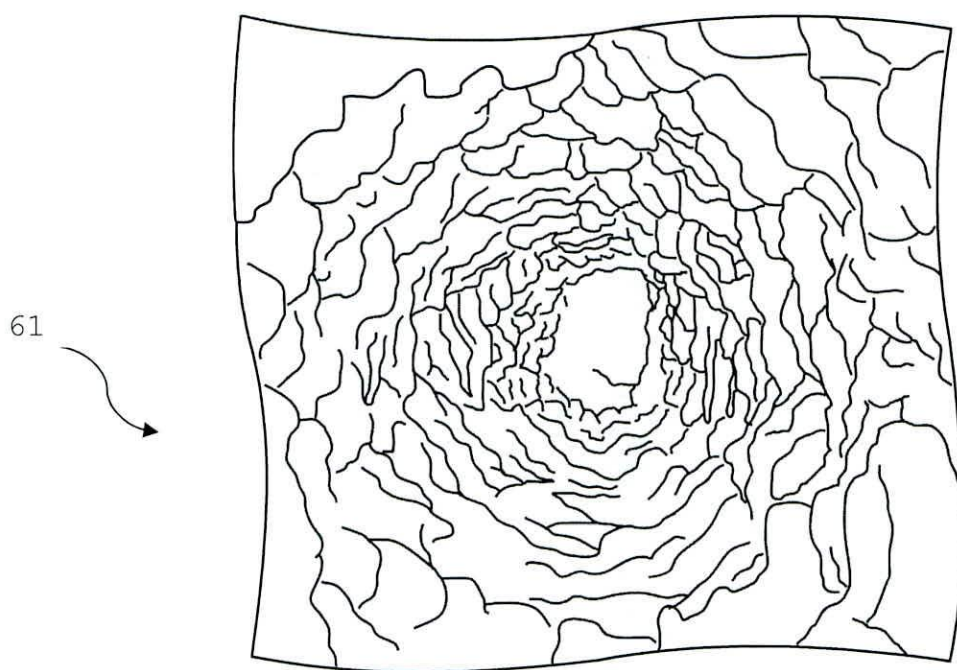


FIG. 1B

2/12

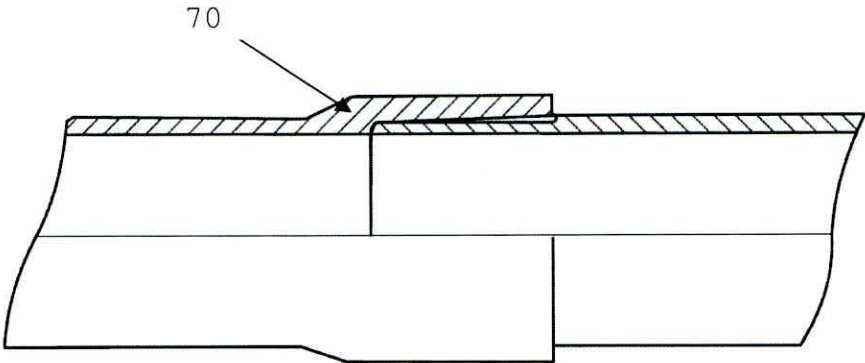


FIG. 2A

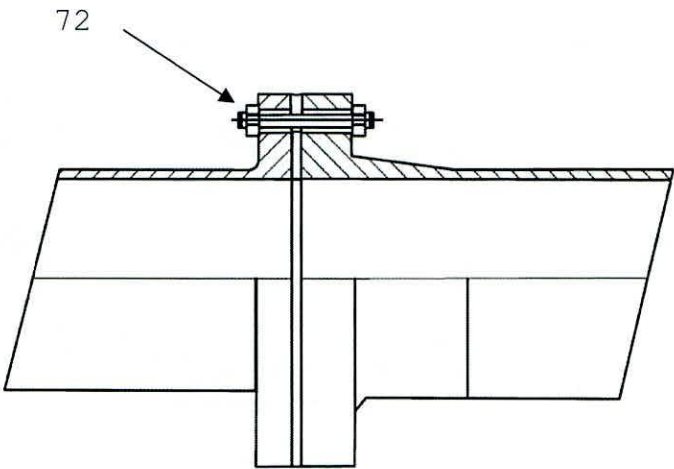


FIG. 2B

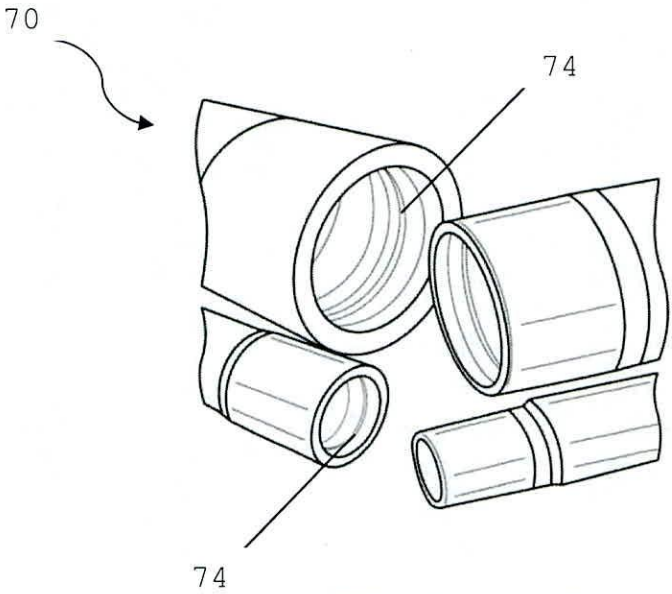


FIG. 2C

3/12

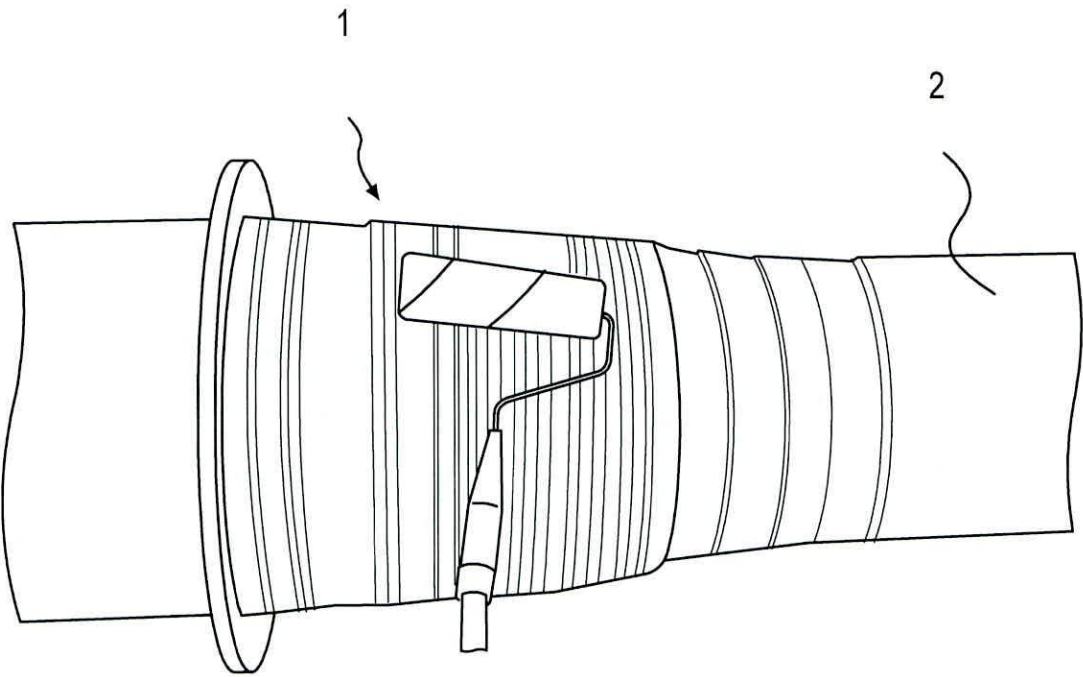


FIG. 3A

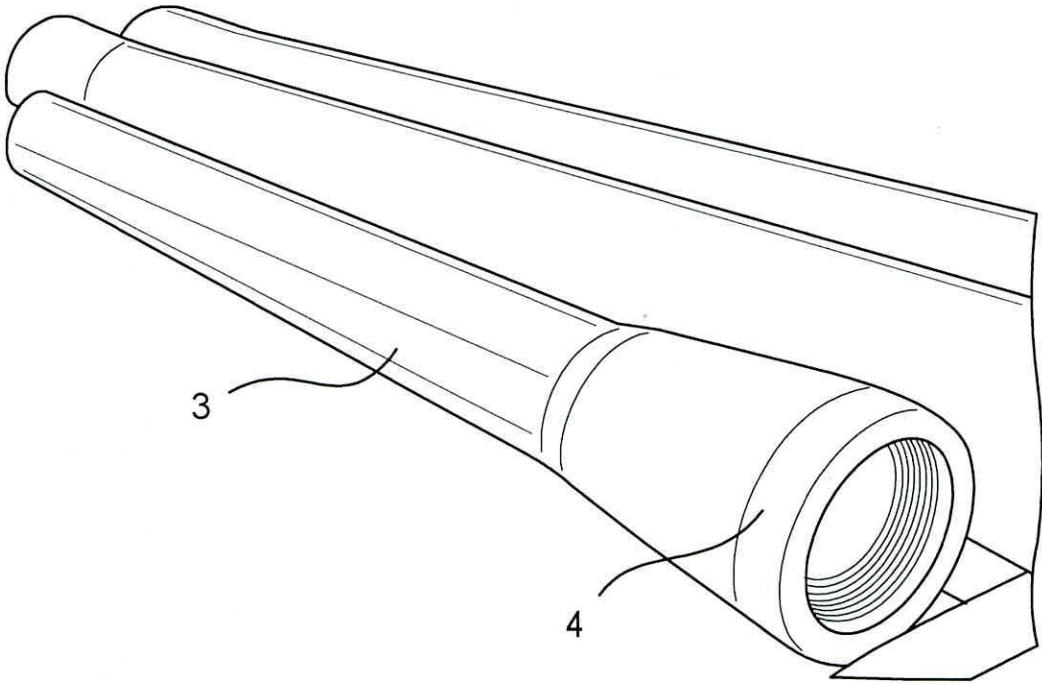


FIG. 3B

4/12

53

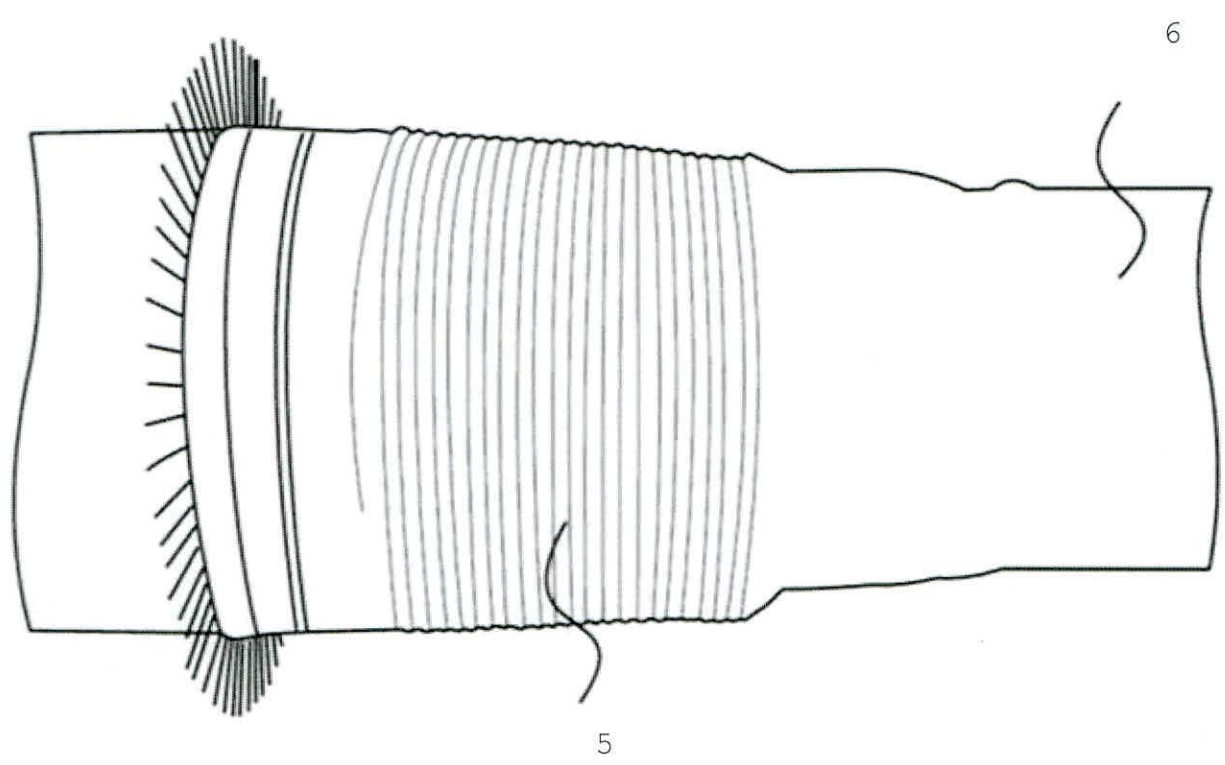


FIG. 3C

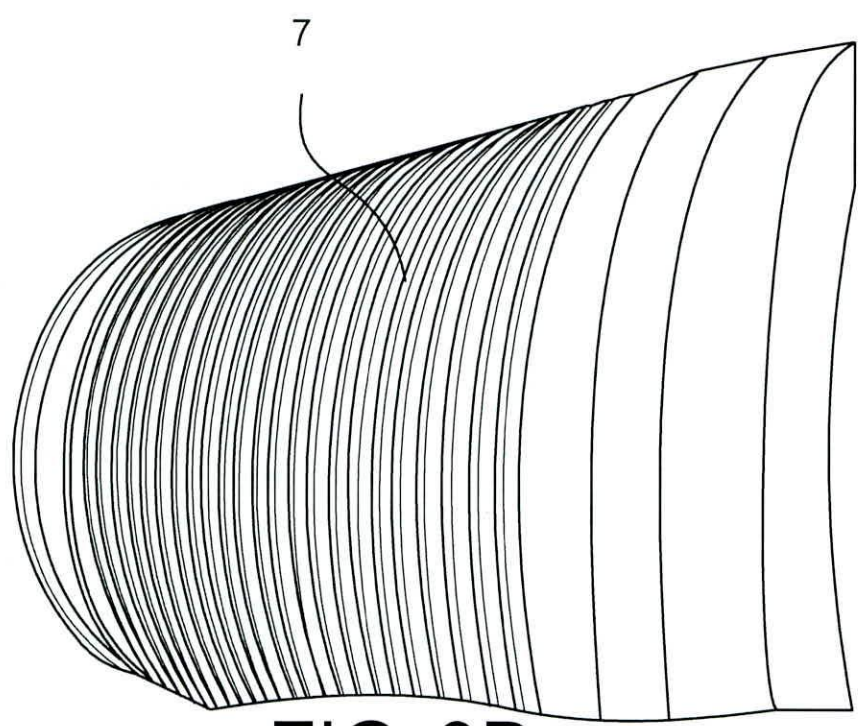


FIG. 3D

54

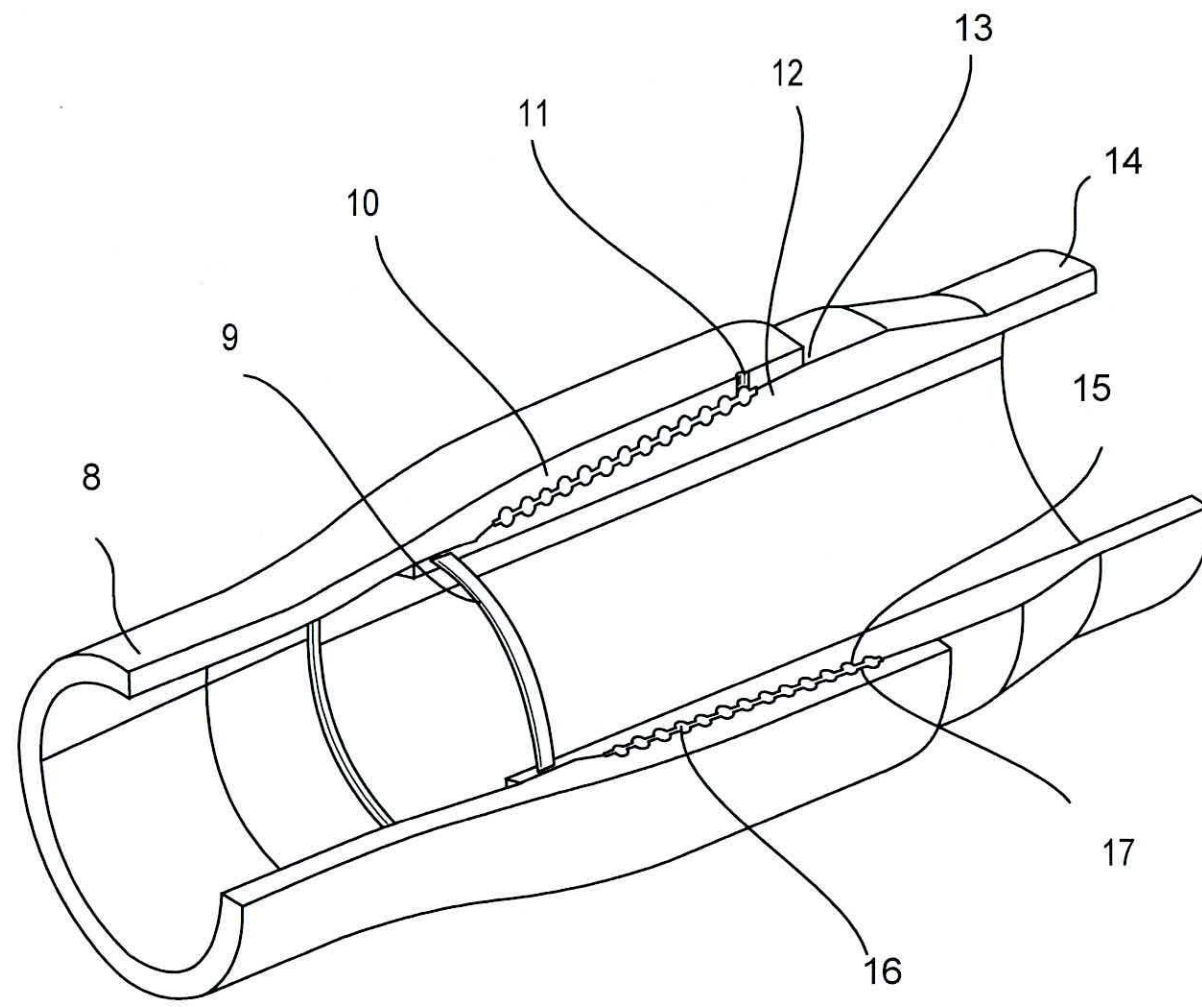


FIG. 4

6/12

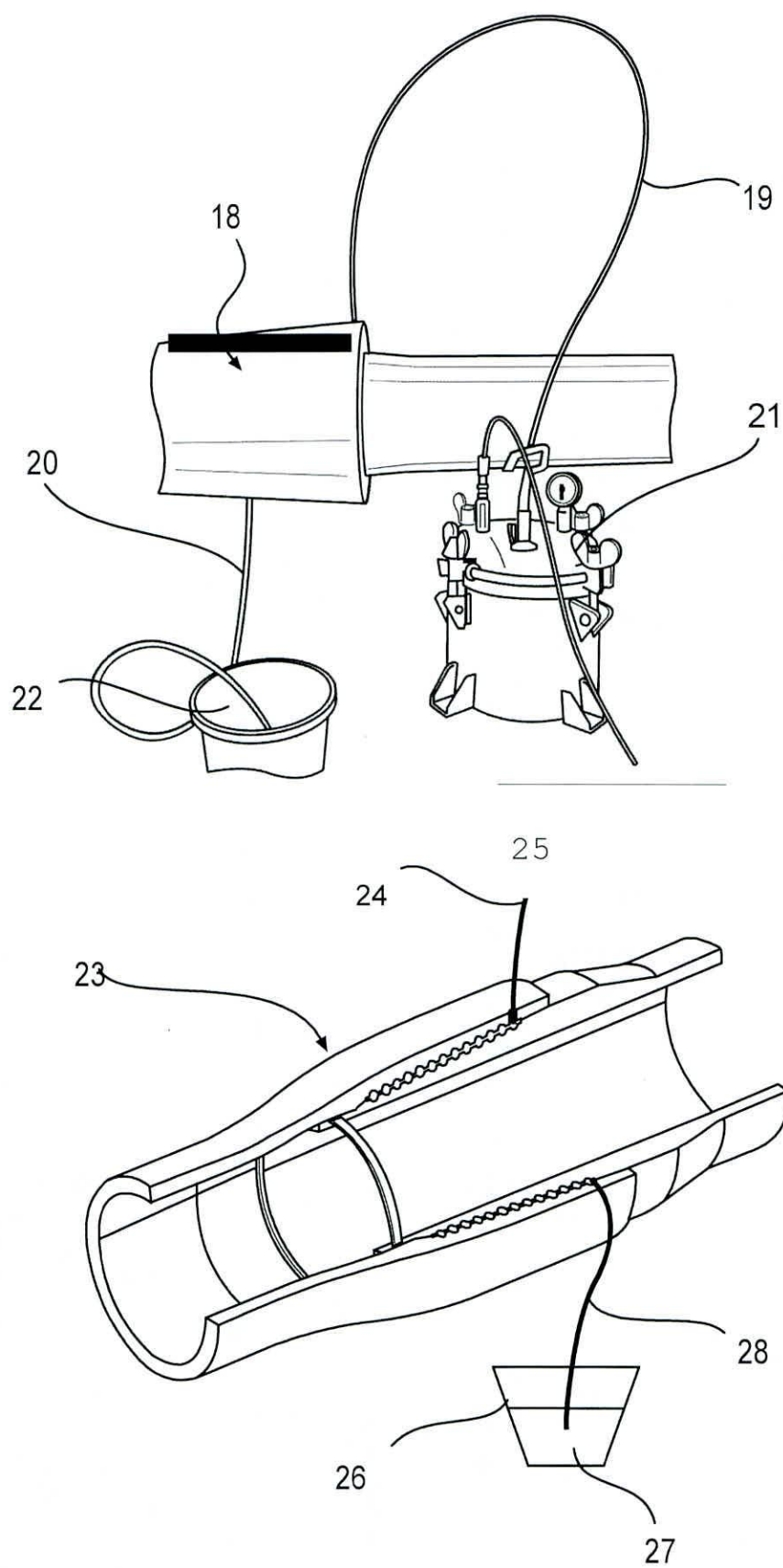


FIG. 5

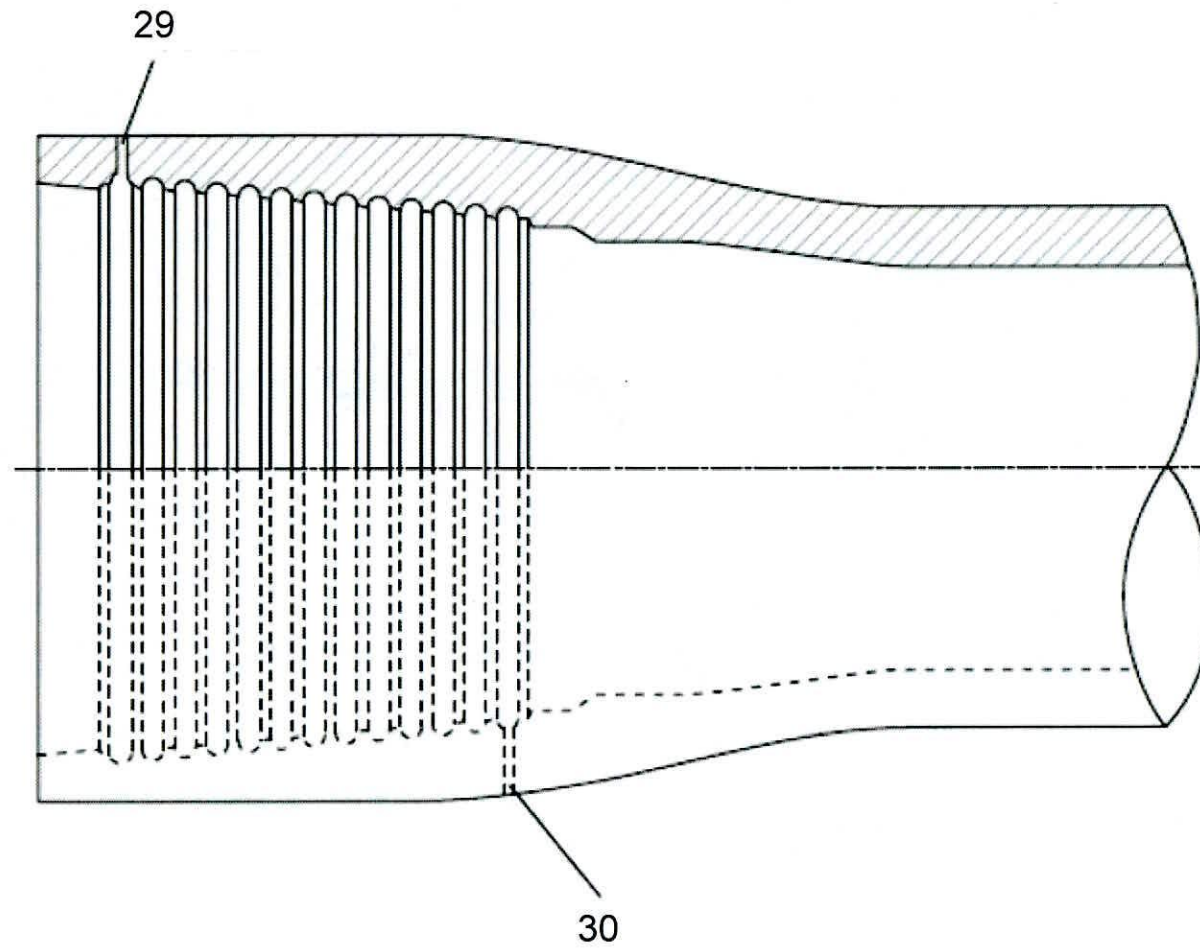
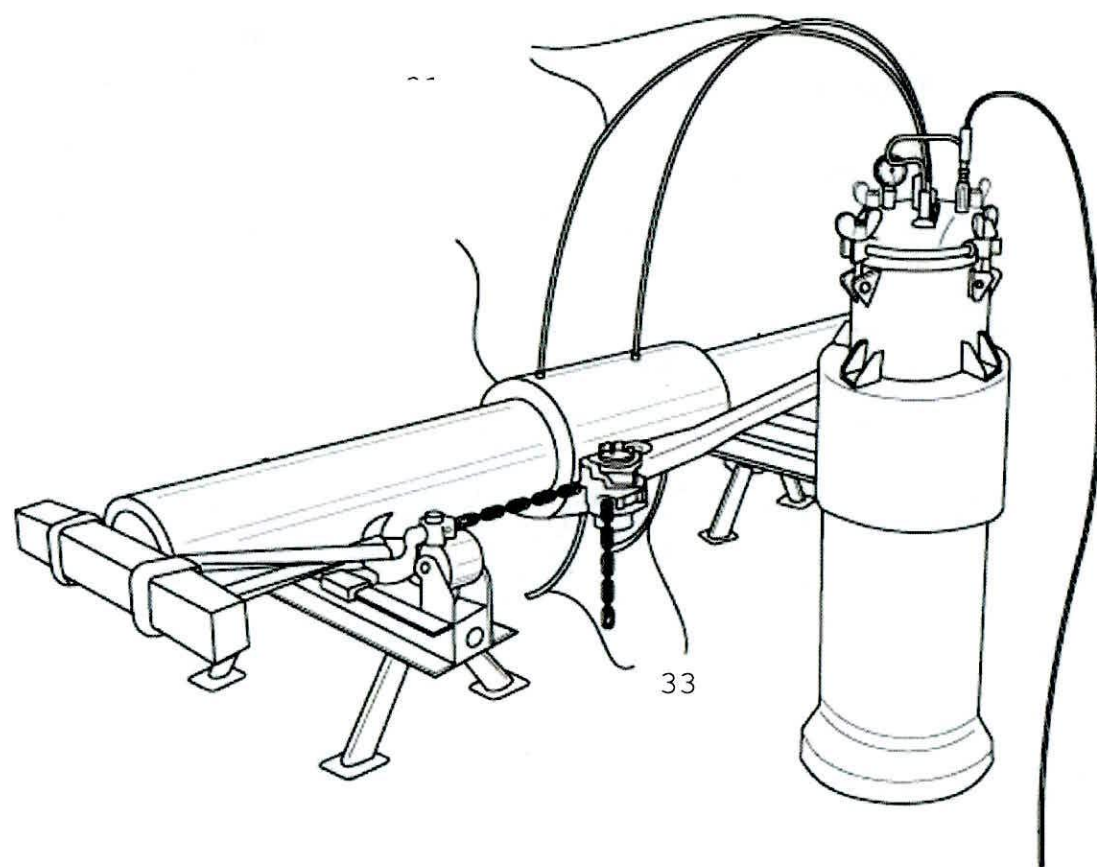


FIG. 6



57

8/12

FIG. 7

57

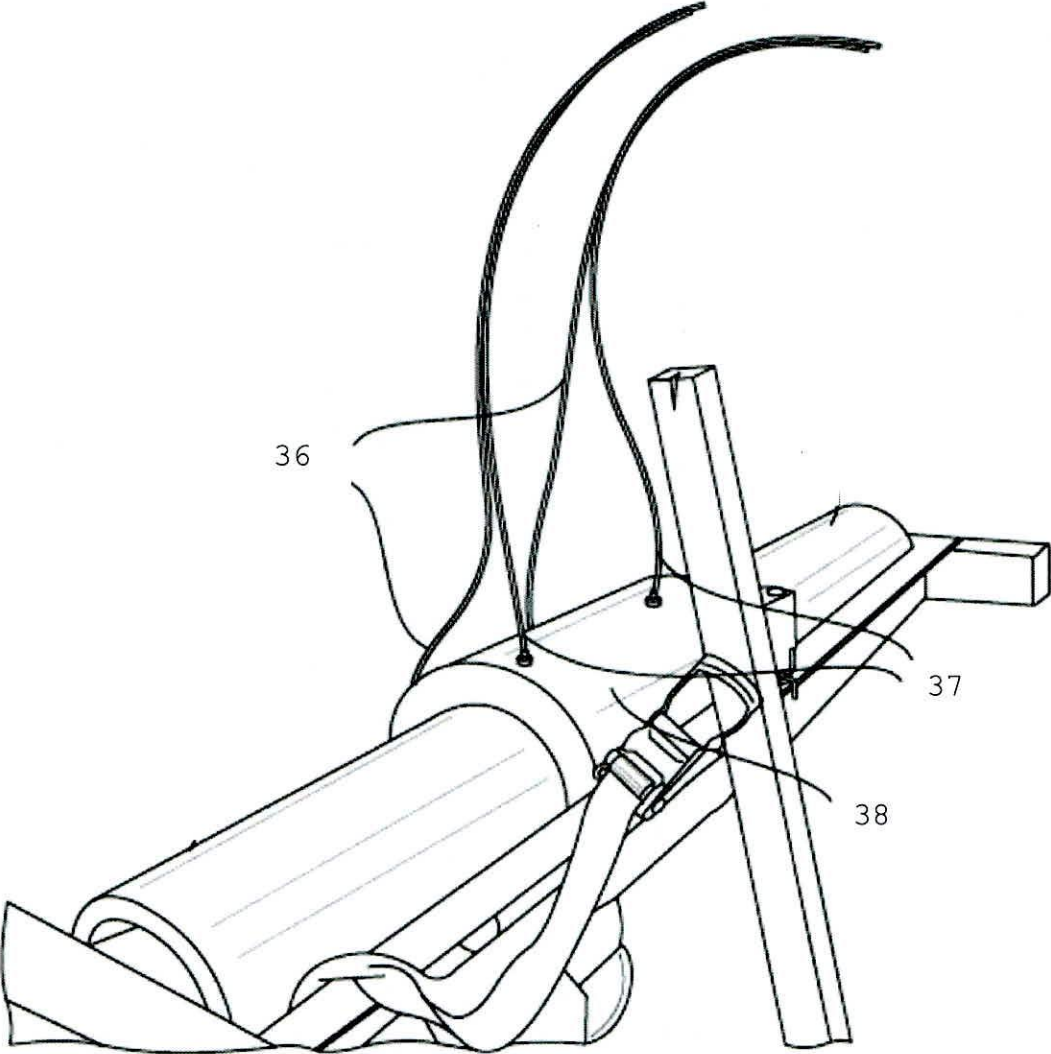
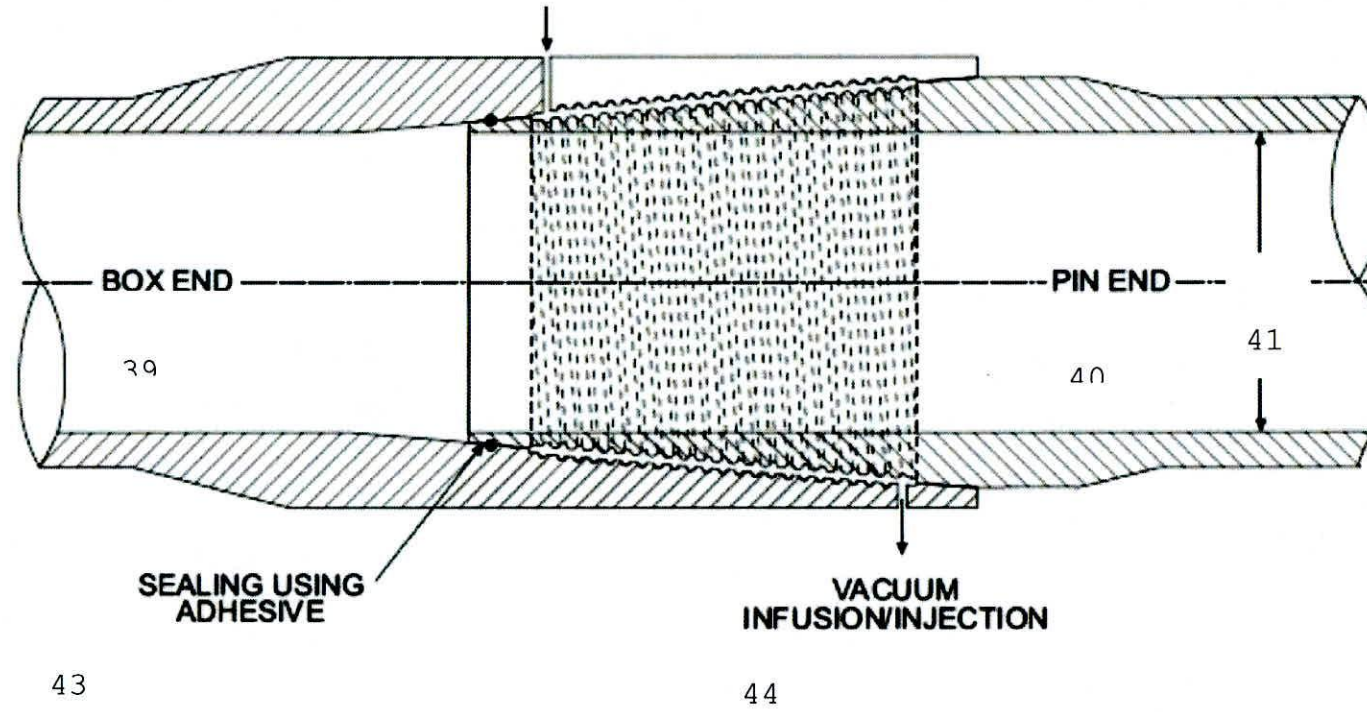


FIG. 8

59



10/12

FIG. 9

59

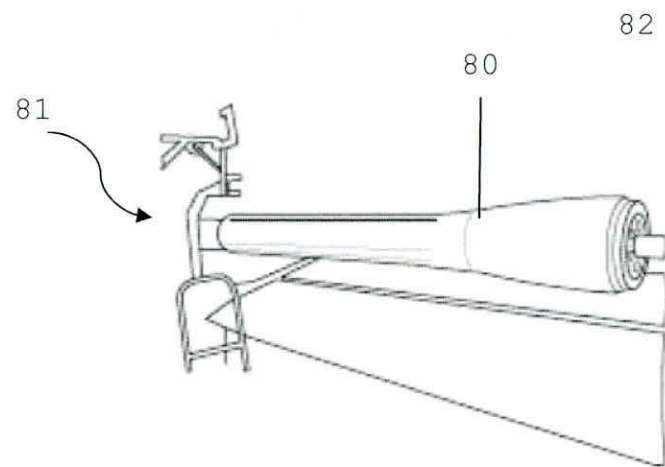


FIG. 10A

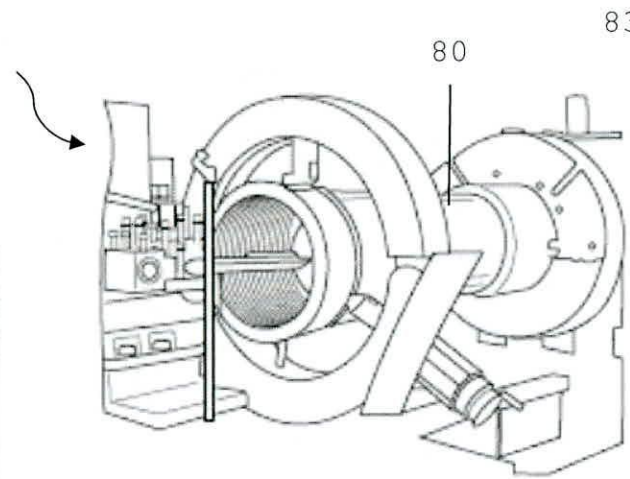


FIG. 10B

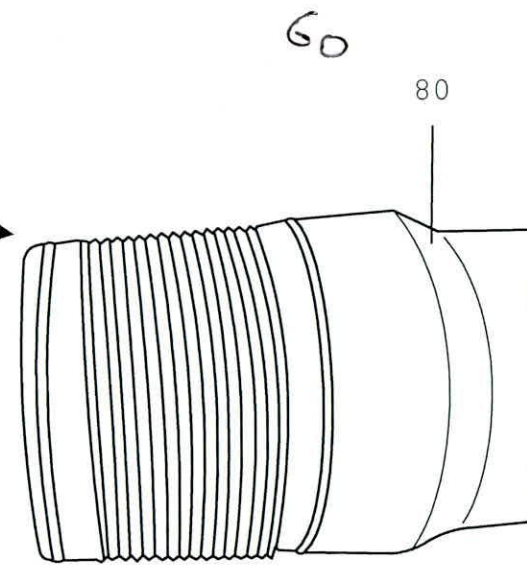


FIG. 10C

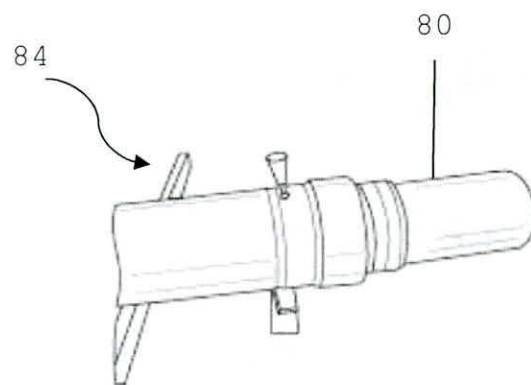


FIG. 10D

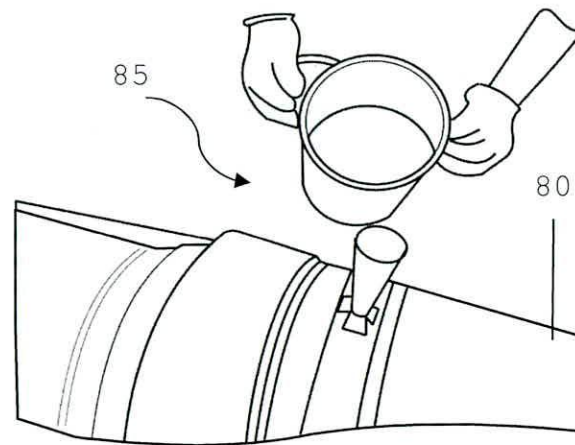


FIG. 10E

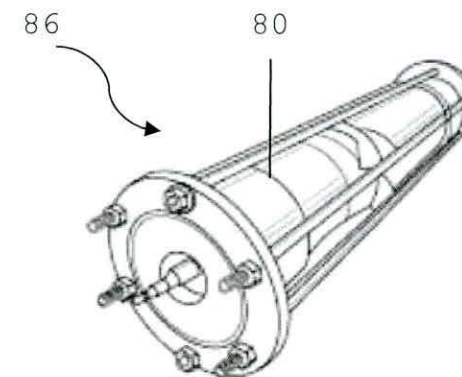


FIG. 10F

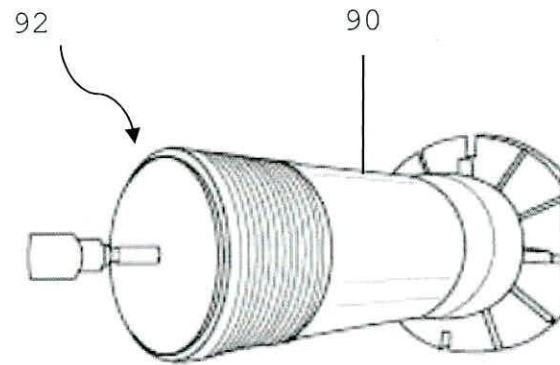


FIG. 11A

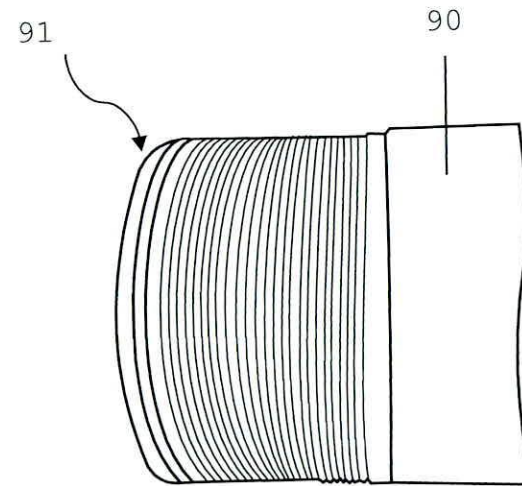


FIG. 11B

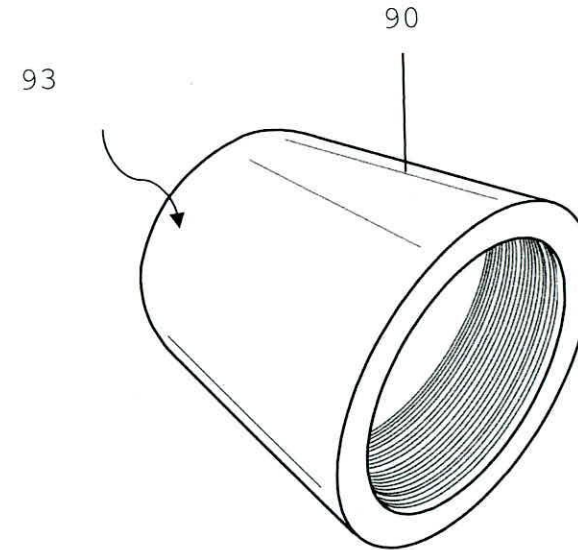


FIG. 11C

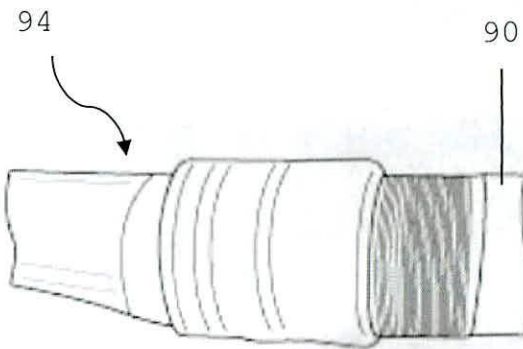


FIG. 11D

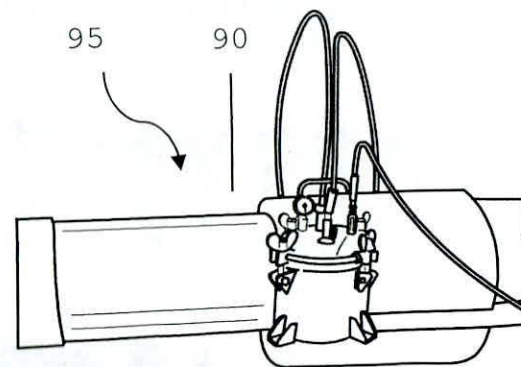


FIG. 11 E

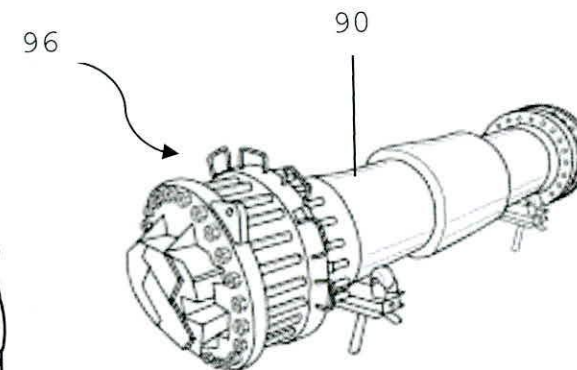


FIG. F