



El uso de los racores de tubos de instrumentos de acero inoxidable 316 en tubos 6Mo

Documentación técnica



ENGINEERING YOUR SUCCESS.

Introducción

Soluciones para la conexión segura de tubos de instrumentación en entornos corrosivos



Graham Johnson

Graham es gerente de productos de Parker y cuenta con más de 30 años de experiencia en el mercado de la instrumentación de procesos.

La aplicación de soluciones de instrumentación de control de procesos aumenta progresivamente en entornos cada vez más hostiles. Como resultado, se ha producido un aumento correspondiente en el número de incidencias reportadas debido a la corrosión externa de los sistemas de tuberías de instrumentación de acero inoxidable 316.

Hasta el momento, la mayoría de las investigaciones se centran en la corrosión por picaduras y grietas en tuberías 316 cerca de las abrazaderas de tubos o en la contaminación de la superficie en el exterior de la tubería, como una salpicadura de soldadura.

Como resultado de estas investigaciones, muchos usuarios finales están utilizando tubos

6MO para reemplazar 316 en ambientes corrosivos mar adentro, extendiendo así la vida útil del equipo y aumentando la seguridad.

Hay muchos ingenieros que se preguntan “Si reemplazo mi tubo 316 con 6MO, ya que es aquí donde veo los problemas de corrosión, ¿qué material debo usar para los accesorios y las válvulas de los tubos?”

Este documento técnico se ha escrito para ayudar a los usuarios a tomar decisiones fundamentadas sobre la elección correcta de materiales para su aplicación particular.

Selección del material

Hay numerosos factores involucrados en la selección del material apropiado para una aplicación específica. Para ayudar a los usuarios a tomar una decisión informada, hemos destacado varios de ellos en el apéndice 1 y también ofrecemos pautas que se deben considerar en el apéndice 3.

Coste

En cada proyecto, las implicaciones de coste son un factor importante que debe tenerse en cuenta. ¿Cómo se puede calcular este coste? Consulte el apéndice 6 para obtener más consejos que le ayuden a decidirse.

Corrosión

Muchos usuarios finales están pasando del acero inoxidable 316 al material 6MO para sus aplicaciones de tuberías de diámetro pequeño para combatir los problemas de corrosión experimentados en sus aplicaciones actuales. Las razones más comunes para este cambio se deben a la presencia de los tipos de corrosión explicados en el apéndice 4 en las instalaciones existentes.

Una vez que se ha realizado esta selección de materiales (cambio de 316 a 6MO), también es importante asegurarse de que TODOS los materiales que se utilizan en la aplicación cumplan con las expectativas de resistencia a la corrosión. Los principales métodos para esta verificación se encuentran en el apéndice 5.

Seguridad

La seguridad del personal y la integridad de la planta y el equipo es la decisión más importante a la hora de seleccionar el material más apropiado. Equilibrar las decisiones de coste y seguridad requiere una consideración cuidadosa. Consulte el apéndice 6 para obtener más consejos.

Decisión

Si después de revisar todo lo anterior, el usuario final elige usar una combinación de tubo 6MO con racores de tubo de acero inoxidable 316, entonces Parker puede confirmar que los racores A-LOK® y CPI™ proporcionarán un rendimiento mecánico excelente en tubos 6MO de acuerdo con el apéndice 2.

Todas las afirmaciones anteriores están sujetas al texto detallado que se encuentra en las siguientes páginas.

Afirmación

El uso de los racores de tubos 316 A-LOK® y CPI™ en tubos 6MO

Como experto de renombre en este campo, a menudo se ha invitado a Parker a comentar o proporcionar soluciones satisfactorias a este problema.

Una de estas soluciones, la más satisfactoria en todos los sentidos, con el menor coste de vida útil, el más alto rendimiento y el menor riesgo, es la especificación de un tubo 6MO y racores de tubo como mínimo.

Como proveedor preeminente de esta solución en todo nuestro sector, Parker garantizará totalmente, sin excepción, la instalación de racores para tubos A-LOK® y CPI™ con sus tubos 6MO en aplicaciones donde se ha determinado que es el material más adecuado, siempre que la instalación haya sido realizada por personal competente de conformidad con las instrucciones y directrices de Parker.

En aquellas aplicaciones en las que se haya seleccionado la tubería 6MO como la solución de corrosión más apropiada, Parker recomienda encarecidamente que todos los racores y válvulas también estén fabricados con material 6MO. (Consulte el apéndice 1: Factores que se deben considerar al realizar una selección de materiales).

Al mismo tiempo, Parker reconoce el desafío que supone reconocer el valor y lograr más con menos para todos los usuarios, propietarios y operadores por igual.

Con esto en mente, hemos considerado y probado cuidadosamente el uso de nuestros accesorios de tubo de acero inoxidable 316 en los tubos 6MO especificados por Parker. Como resultado directo de más de 50 años de desarrollo continuo, nuestras avanzadas tecnologías de fabricación, la especificación

experta y el uso de materiales, combinados con nuestro exclusivo tratamiento de superficie Supercase™ de férulas, podemos confirmar que el rendimiento mecánico es satisfactorio gracias a un excelente agarre de los tubos y un sello efectivo a prueba de fugas con nuestros racores de tubo de acero inoxidable 316 en tubos 6MO (consulte el apéndice 2: Guía de selección de tubos al combinar racores 316 en tubos 6MO).

Esta confirmación se encuentra dentro de los parámetros y las pautas de instalación publicados. Por supuesto, estas pruebas y esta afirmación no pueden tener en cuenta la compatibilidad del material (este importante factor es una factor importante en la selección por parte del usuario o diseñador del sistema) y no pueden simular ni proporcionar validación para ninguna aplicación específica (consulte el apéndice 3: Selección de material y apéndice 4: Ejemplos de corrosión).

Nuestras pruebas se realizaron para respaldar el uso potencial de esta combinación de productos de acuerdo con un conjunto específico de índices de presión y temperatura del producto en condiciones de laboratorio.

Los resultados de estas pruebas, traducidos en el cuadro de combinación de tubos y racores adjunto, no deben considerarse válidos fuera de esas clasificaciones o condiciones establecidas. Parker garantizará el rendimiento mecánico de esta combinación dentro de estas condiciones siempre que se utilice en tubos que cumplan con las especificaciones de Parker, dentro del contexto de esta afirmación y sujetos a la instalación correcta y adecuada por parte de personal competente. Ninguna otra garantía está expresada o implícita.

La selección del material final debe someterse a rigurosas pruebas de rendimiento para garantizar que se cumplan los requisitos mecánicos y de corrosión (consulte el apéndice 5: Pruebas de corrosión: cómo garantizar que los materiales tengan el mejor rendimiento).

Por último y más importante, se debe tener cuidado para garantizar el más alto nivel de seguridad e integridad de cualquier planta y equipo para la protección del personal y el medio ambiente (consulte el apéndice 6: Seguridad e integridad).

Es evidente que todos los proyectos deben considerar los costes iniciales de desembolso y equilibrarlos con el coste de propiedad a largo plazo (consulte el apéndice 7: Coste de propiedad).

Es responsabilidad del diseñador del sistema o del usuario asegurarse de que el material y los productos seleccionados sean adecuados para la aplicación prevista.

Asegúrese de leer los siguientes apéndices para obtener información y pautas útiles:

- **Apéndice 1: Factores que se deben considerar al realizar una selección de materiales**
- **Apéndice 2: Guía de selección de tubos al combinar racores 316 en tubos 6MO**
- **Apéndice 3: Selección de material**
- **Apéndice 4: Ejemplos de corrosión**
- **Apéndice 5: Pruebas de corrosión: cómo garantizar que los materiales tengan el mejor rendimiento**
- **Apéndice 6: Seguridad e integridad**
- **Apéndice 7: Coste de propiedad**

Apéndice 1

Factores que se deben considerar al realizar una selección de materiales

- Naturaleza crítica del sistema
- Medios contenidos dentro del sistema (incluyendo presión y temperatura)
- Influencias ambientales (incluida la temperatura)
- Experiencias históricas
- Asesoramiento de expertos
- Índice de corrosión
- Frecuencia del cambio de material planificado
- Coste del producto
- Costes de instalación
- Costes de tiempo de inactividad al cambiar de producto (es decir, pérdida de producción)
- Costes de inventario
- Calidad del producto
- Estándares de la empresa
- Y por supuesto, **SEGURIDAD E INTEGRIDAD** del sistema

Apéndice 2

Guía de selección de tubos al combinar racores 316 en tubos 6MO

Estas presiones se basan en cálculos de acuerdo con ANSI B31.1 y B31.3 con un factor de seguridad de 4:1 sobre la tensión permisible en el material. Otros fabricantes pueden usar métodos alternativos para determinar los índices de presión del tubo, como el uso de datos de prueba reales. Esto no representa el peor de los escenarios en las propiedades mecánicas del material.

Las combinaciones de tubos y racores que se detallan a continuación y las clasificaciones de presión de trabajo indicadas son respaldadas por pruebas bajo condiciones de laboratorio para probar solamente la integridad mecánica de las combinaciones. No se expresa o implica ninguna garantía con respecto a la idoneidad de la combinación en aplicaciones específicas.

Conexiones de acero inoxidable 316 con tubería 6MO: sistema imperial									
Tamaño de diámetro del tubo	Grosor de la pared del tubo								
	0,020	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	0,095	0,109	0,120
1/16	12 100	16 800							
1/8		8600	10 900						
3/16		5500	7000	10 300					
1/4		4000	5100	7500	10 300				
5/16			4100	5900	5900				
3/8			3300	4800	6600				
1/2			2600	3700	5100	6700			
5/8				3000	4000	5200	6100		
3/4				2400	3300	4300	5000	5800	
7/8				2100	2800	3600	4200	4900	
1					2400	3200	3200	4200	4700

Presión de trabajo medida en PSIG

Conexiones de acero inoxidable 316 con tubería 6MO: sistema métrico									
Tamaño de diámetro del tubo	Grosor de la pared del tubo								
	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,2	2,5	2,8	3,0
3	720								
6	1000	430	520	680					
8		310	380	490					
10		240	300	380	470				
12		200	240	310	380				
16			190	240	300	370	430		
18			170	210	260	1000	380		
20			150	190	230	290	1000	380	
22			140	170	210	260	300	340	
25					180	230	260	300	320

Presión de trabajo medida en BARG

	Sin datos / No recomendado / Sin solución
	No recomendada para servicio de gas
	Recomendado para todos los servicios: utilice la herramienta de premontaje "Hyferset"

	Recomendado para todos los servicios: montaje estándar
	Recomendado para todos los servicios: utilice la herramienta de premontaje

Especificaciones de tuberías Parker

Acero inoxidable súper austenítico de alta calidad, totalmente recocido conforme a ASTM A269 / A213 Grado UNS S31254. Dureza recomendada 80 HRb. Dureza máxima permitida 90 HRb. Parker recomienda que, para una mayor dureza, se debe considerar el uso de herramientas de premontaje o Hyferset.

Cuando se hace una selección todo 6MO, Parker tiene un conjunto diferente de tablas de selección de tubos con diferentes presiones. Vea a continuación:

Racores 6MO con tubería 6MO: sistema imperial							
Tamaño de diámetro del tubo	Grosor de la pared del tubo						
	0,020	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	0,095
1/16							
1/8	7100	10 500					
3/16		6700	8600				
1/4		4900	6300				
5/16			4900				
3/8			4000	5800	8000		
1/2			3200	4600	6200		
5/8				3600	4900		
3/4				3000	4000	5200	
7/8				2500	3400	4400	
1					2900	3800	4400

Presión de trabajo medida en PSIG

Racores 6MO con tubería 6MO: sistema métrico								
Tamaño de diámetro del tubo	Grosor de la pared del tubo							
	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5
3	550							
6	410	520						
8		380	470					
10		300	370	470				
12		250 V	300	380	470			
14			270	340	420			
15			250 V	320	390			
16			230	300	360			
18			210	260	320	360		
20			180	230	290	320		
22				210	260	290	320	
25					220	250 V	280	320

Presión de trabajo medida en BARG

	Sin datos / No recomendado / Sin solución		Recomendado para todos los servicios: montaje estándar
	No recomendada para servicio de gas		Recomendado para todos los servicios: utilice la herramienta de premontaje
	Recomendado para todos los servicios: utilice la herramienta de premontaje "Hyferset"		

Como parte de nuestro compromiso con todos los usuarios de nuestros racores A-LOK®, CPI™ y Autoclave, ofrecemos un programa de capacitación integral y certificado denominado Small Bore Expert (SBEx). Póngase en contacto con su representante local de Parker para obtener más información o visite solutions.parker.com/SBEx

Apéndice 3

Selección del material

Debido a la naturaleza compleja de la compatibilidad de los materiales y las condiciones de corrosión ambiental, es esencial que el propietario/operador de una instalación tome decisiones de selección de materiales basándose en la mejor información posible disponible para ello.

Esto generalmente implica seguir las recomendaciones de expertos en el campo de la corrosión. La decisión final sobre la selección de materiales se basará en una serie de factores clave que incluyen:

- Seguridad
- Vida útil de los equipos
- Proceso y condiciones ambientales
- Coste

En 2013, The Energy Institute publicó un documento completo titulado: Pautas para el diseño, instalación y administración de conjuntos de tubos de diámetro pequeño. Esto está disponible para comprar en línea:

<http://publishing.energyinst.org/topics/asset-integrity/guidelines-for-the-design,-installation-and-management-of-small-bore-tubing-assemblies>

El documento cubre una amplia gama de temas, sin embargo, para este documento, nos centraremos específicamente en los consejos dados sobre la selección de materiales. En primer lugar, las pautas hacen afirmaciones claras con respecto a la selección de materiales:

- El proceso de diseño debe investigar el material más apropiado para una instalación particular de tuberías de diámetro pequeño y utilizar las especificaciones más recientes.
- Los componentes seleccionados deben ser compatibles físicamente

y adecuados para la gama de aplicaciones de diseño

- Esta selección debe estar de acuerdo con los requisitos materiales de los operadores para el proyecto

En segundo lugar, estas pautas tratan en la selección de material con mucho más detalle, sin embargo, se puede encontrar a continuación un resumen muy breve:

- La selección del material debe ser llevada a cabo por un metalúrgico calificado
- Se deben tener en cuenta todos los posibles tipos de corrosión
 - o Compatibilidad con fluidos internos

- o Ataques químicos
- o H₂S
- o HIC
- o Mercurio

o Impacto externo/ambiental

- o Agua de mar
- o Temperatura
- o SCC
- o Picadura
- o Grieta
- o Microbiano

o Galvánico

- Requisitos de vida útil/ciclo de vida
- Estándares de tuberías de procesos asociados

En tercer lugar, estas pautas también proporcionan algunos consejos básicos de selección de materiales para combinaciones de tubos y racores:

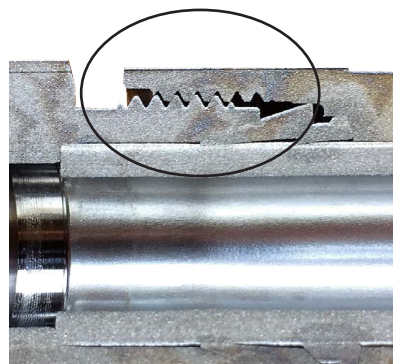
- Tubos 316 / 316L que utilizan racores 316
- Tubos 6MO (UNS S31254) que utilizan racores 6MO

Cabe señalar que muchos problemas de corrosión, como

picaduras, agrietamiento por corrosión por tensión y corrosión por grietas se identifican en los tubos antes de que se vean en los racores y las válvulas. Esto se debe principalmente al hecho de que la tubería tiene una superficie mucho más grande expuesta a la atmósfera corrosiva y la mayoría de las tuberías deben sujetarse para asegurarlas en su lugar y, como resultado, muestra corrosión en grietas en esas áreas específicas debajo de las abrazaderas.

Si durante una operación o instalación en particular se identifican problemas de corrosión con la tubería, hay una probabilidad muy alta, aunque todavía no se haya identificado, de que los racores y válvulas de esta misma aplicación también se vean afectados por el mismo tipo de corrosión. Si esto supone un problema, se aconseja usar siempre tubos, racores y válvulas del mismo material.

Algunos usuarios están satisfechos utilizando racores de tubos 316 en el tubo 6MO, ya que afirman que los racores tienen un área de superficie más pequeña y tienen un grosor de pared mayor que el tubo. La siguiente fotografía muestra que cuando se usan tubos de pared más gruesos se obtiene una relación muy estrecha entre el grosor de la pared del tubo y las dimensiones del componente de ajuste. El aumento del grosor de la pared no equivale a una mayor resistencia a la corrosión.



Apéndice 4

Durante los últimos 50 años, Parker ha sido testigo de una gran cantidad de desafíos de corrosión experimentados por nuestros clientes en una amplia variedad de ambientes salíferos (agua de mar). A continuación se exponen algunos ejemplos.

Corrosión por picadura

Esta es una corrosión extremadamente localizada que conduce a la creación de pequeños agujeros en el material. Una vez que se produce la corrosión por picadura, puede extenderse rápidamente en el material, corroyéndolo por completo. Las picaduras son a menudo la forma de corrosión más destructiva y las más difíciles de detectar ya que las fosas que causan el ataque inicial a menudo son muy pequeñas pero corroen profundamente.

La corrosión por picadura generalmente ocurre cuando hay puntos de debilidad en la capa pasiva. Las picaduras se generan principalmente por los ácidos, los cloruros y las altas temperaturas. El cloruro es particularmente dañino para la capa protectora pasiva de un metal, por lo que las picaduras pueden iniciarse cuando se rompe el óxido.

La temperatura crítica de picadura del acero inoxidable 316 / 316L está en el rango de 0 ° C a 30 ° C. Para el material 6MO este rango es significativamente mayor de 70 ° C a 90 ° C.

Las figuras 1 y 2 muestran picaduras en un tubo 316 / 316L. Este tipo de corrosión también puede ocurrir en racores de tubo hechos de 316 (ver la imagen a continuación). Fallos como este pueden tener efectos catastróficos en el personal, la planta y el equipo. Este fallo en particular (figura 3) se

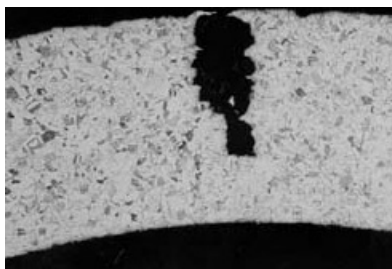


Figura 1.

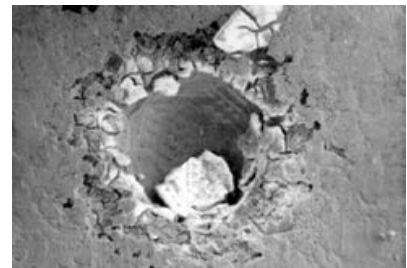


Figura 2.

produjo en el Mar del Norte entre el Reino Unido y Noruega. Tenga en cuenta que la conexión se hizo a partir de 316 y el tubo de 6MO.



Figura 3.

Corrosión bajo tensión

Esto ocurre cuando se combina tensión de tracción con un entorno corrosivo.

La parte compleja sobre el agrietamiento por corrosión bajo tensión (SCC) es que puede ocurrir en entornos que normalmente causan poco o ningún efecto al material.

La combinación de estrés y medios corrosivos es única causa que la provoca: ambos factores deben estar presentes para que se produzca la SCC. La SCC a menudo no se detecta ya que la superficie de las piezas con tensión de tracción tiene el mismo aspecto que las otras partes que las rodean.

La mayor parte de la superficie no se ve afectada, excepto por unas pocas grietas finas (los metales a menudo

conservan el brillo), lo que causa que no se detecten las SCC hasta que ocurran fallos catastróficos e inesperados.



Corrosión por grietas

La corrosión por grietas es una corrosión localizada e intensa que ocurre dentro de grietas o espacios entre dos servicios de unión.

Puede ocurrir en la grieta o hueco entre dos metales o un metal y material no metálico.

Fuera de esta área, los materiales pueden ser completamente resistentes al ambiente corrosivo, pero cuando la solución corrosiva queda atrapada o estancada en este espacio, pueden ocurrir cambios químicos en la solución, lo que hace que el microambiente sea muy corrosivo. Consulte las figuras 4 y 5.

Los sitios típicos para la corrosión por grietas son:

- **Debajo de abrazaderas/tuercas/arandelas**
- **Juntas**
- **Bajo el aislamiento**
- **Defectos superficiales incluyendo salpicadura de soldadura**



Figura 4.

La temperatura crítica de la grieta para 316 / 316L puede ser tan baja como 0 °C. Para 6MO esta temperatura se eleva a más de 35 °C.

En sistemas de tubos de pequeño calibre, existen muchas grietas que pueden provocar este tipo de corrosión si se selecciona el material incorrecto. En la figura 6, se pueden ver áreas de posible corrosión por grietas solo en el racor del tubo. También se deben tener en cuenta las válvulas y los hilos en el sistema.

Si el tubo 6MO se ha seleccionado para ayudar a combatir la corrosión por grietas, también se deben considerar seriamente los racores del tubo y las válvulas que se usan en el mismo sistema.

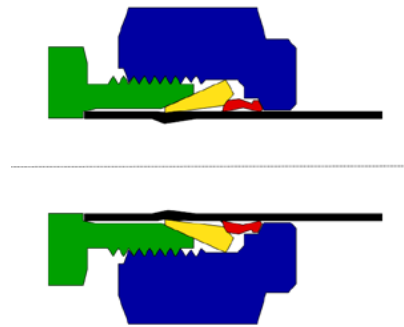


Figura 6.

Los medios corrosivos están atrapados dentro y alrededor de la grieta

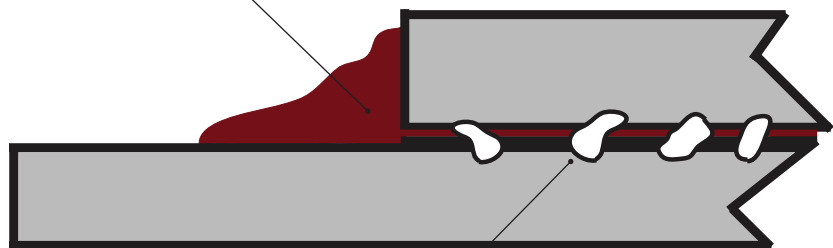


Figura 5.

Los cambios químicos en el microambiente causan corrosión

Apéndice 5

Pruebas de corrosión: cómo garantizar que los materiales tengan el mejor rendimiento

Para garantizar la integridad de los materiales que utiliza en su instalación, Parker recomienda que se lleven a cabo las pruebas de verificación del material para garantizar que todos los elementos del conjunto de tubos de diámetro pequeño cumplan con los requisitos y las expectativas de rendimiento.

Existen muchos estándares internacionales para las pruebas de corrosión, algunos se mencionan a continuación. Recomendamos que al seleccionar los tubos, accesorios y válvulas 6MO, todas las piezas

que retengan la presión se prueben de acuerdo con estas normas para garantizar el rendimiento del sistema:

- **ASTM B117: Ensayo en niebla salina**
- **ASTM G48: Corrosión por picadura y grietas**

Muchos fabricantes de accesorios de doble férula afirman que su material funciona bien en estas pruebas, pero por lo general solo se prueban el cuerpo y la tuerca. Un componente clave que asegura un agarre en

el tubo a alta presión es la férula trasera. Los usuarios finales deben asegurarse de que están utilizando materiales adecuados para TODOS los componentes del racor de tubo.

Parker reconoce la necesidad de utilizar los materiales con los niveles más altos posibles de calidad. Como tal, todos los racores de tubo A-LOK® y CPI™ fabricados con 6MO cumplen completamente con los requisitos de material establecidos en las normas NORSOK M650.

Apéndice 6

Seguridad e integridad

Al diseñar sistemas presurizados hay muchas consideraciones que deben tenerse en cuenta para eliminar o minimizar el riesgo.

Parker fabrica y suministra una amplia gama de accesorios, válvulas y tubos en una amplia variedad de materiales para su uso en una amplia gama de aplicaciones. La selección de materiales desempeña un papel importante en la seguridad e integridad de la planta.

Es responsabilidad del usuario, el diseñador de la planta o el operador de la planta asegurar la selección adecuada de componentes y materiales para garantizar la seguridad de todo el personal, ya sea dentro o en las proximidades de la planta. Tenga en cuenta los racores que se muestran en la figura 1.

Estos racores de compresión de doble férula (fabricados a partir de 316) se extrajeron de una tubería de acero inoxidable súper austenítico 6MO que había estado en servicio en alta mar durante aproximadamente nueve meses.

Cuando se ensambló la tubería, los racores sujetaron el tubo correctamente y proporcionaron un buen sello mecánico que era capaz de alcanzar las presiones máximas normales que se esperan de un racor de doble férula.

Sin embargo, en este caso los medios, las condiciones ambientales y las temperaturas del proceso provocaron la corrosión. El acero inoxidable 316 generalmente tiene un número PREN de alrededor de 23, mientras que 6MO tiene uno de 42.

La temperatura crítica de las picaduras para el acero inoxidable 316 es solo de 20 °C, mientras que para 6MO es de alrededor de 75 °C. Y la temperatura crítica de la grieta para el acero inoxidable 316 es cercana a 0 °C, mientras que para 6MO es de alrededor de 38 °C. Estos valores proporcionan una guía rápida para la selección de materiales.

En el caso de los conjuntos de tubos que mezclan 6MO y 316, aunque es posible que algunas aplicaciones sean correctas, se puede ver a partir de los números PREN que las condiciones de funcionamiento de muchas aplicaciones, especialmente en condiciones mar adentro donde se usa ampliamente 6MO, producirán rápidamente un problema de corrosión

Algunos proveedores de racores indican que los tubos 6MO y los racores 316 se pueden usar juntos y crear un sello fiable.

El desembolso inicial de una selección de tubo 6MO/tubo 316 puede tener como resultado un menor coste de instalación. Sin embargo, recomendamos que dicha mezcla solo se considere con el beneficio de un análisis exhaustivo de la aplicación.

El enfoque más seguro es usar siempre materiales compatibles de tubos y racores. Nos preguntamos “¿Vale la pena ahorrar, digamos, 50 % en el coste de compra de un racor si luego se debe reemplazar cada año?”

O más importante aún, si un racor 316 falla como resultado de la

corrosión, el impacto en los costes de las lesiones al personal y otras plantas y equipos superará con creces el ahorro inicial realizado.



Figura 1. Estos racores de compresión de doble férula (fabricados a partir de 316) se extrajeron de un recorrido de tubería 6MO que había estado en servicio cerca de la costa durante unos nueve meses e ilustran los problemas potenciales de tomar decisiones sobre racores puramente en términos de coste solamente.

Apéndice 7

Coste de propiedad

En cualquier proyecto importante, siempre hay un conflicto entre mantener el coste inicial de compra del equipo lo más bajo posible y garantizar que el coste a largo plazo de toda la planta se mantenga al mínimo.

En este documento técnico, donde se tomó la decisión de utilizar el tubo 6MO para el sistema de tubo de diámetro pequeño, comparamos a continuación el gasto inicial de todas las soluciones 6MO con el uso del tubo 316 de racores 6MO.

Si los racores 316 duran un tercio que las de 6MO, esto significa que se requerirán dos cambios de ajuste completo en el sistema 316 en comparación con el cambio cero en un sistema todo 6MO.

- Cuando se necesita reemplazar un racor 316, también será necesario reemplazar un gran porcentaje del tubo.
- El tiempo para reemplazar un racor podría ser de alrededor de 5 minutos (probablemente más)
- Los costes de mano de obra en instalaciones marítimas son significativas
- Parker estima que el coste de propiedad de una combinación de tubo 316/6MO es al menos un 40 % superior al de un sistema todo 6MO, consulte la tabla 1

		Racor 316/Tubo 6MO	Coste	Todo 6MO	Coste
Parámetro de diseño		5 años	(\$)	15 años	(\$)
Instalación inicial	Tuberías de 1000 m 1/2" 0,065	23 \$/ m	23 000	23 \$/ m	23 000
	Un racor cada 3 m de tubo	15 \$ cada uno	5000	40 \$ cada uno	13 333
Después de 5 años	Tubo de sustitución (1/3)	23 \$/ m	7667	N/A	0
	Racores de sustitución	15 \$ cada uno	5000	N/A	0
	Mano de obra	80 \$/hora	2222	N/A	0
Después de 10 años	Tubo de sustitución (1/3)	23 \$/ m	7667	N/A	0
	Racores de sustitución	15 \$ cada uno	5000	N/A	0
	Mano de obra	80 \$/hora	2222	N/A	0
		Coste total de propiedad	57 778 \$		36 333 \$
				Ahorro de vida útil	21 445 \$

Parker Hannifin Corporation
División Instrumentation Products, Europa
Riverside Rd, Pottington Business Park
Barnstaple, Devon
Teléfono 0044 (0)1271 313131

parker.com/ipd