



Der Einsatz von Instrumenten- Rohrverschraubungen aus 316 Edelstahl bei 6MO-Rohren

Whitepaper



ENGINEERING YOUR SUCCESS.

Einleitung

Lösungen für den sicheren Anschluss von Rohren an Instrumenten in korrosiven Umgebungen



Graham Johnson

Graham ist Produktmanager bei Parker und verfügt über mehr als 30 Jahre Erfahrung in der Prozessinstrumentierung.

Es werden zunehmend Lösungen für die Instrumentierung der Prozesssteuerung in immer raueren Umgebungen eingesetzt. Infolgedessen kommt es zu einem entsprechenden Anstieg der gemeldeten Fälle äußerer Korrosion von Rohrsystemen aus Edelstahl 316 bei diesen Instrumenten

Die meisten der bisherigen Untersuchungen konzentrieren sich auf Loch- und Spaltkorrosion an Rohren aus 316 Edelstahl in der Nähe von Rohrschellen oder Oberflächenkontaminationen an der Außenseite des Rohrs, wie z. B. Schweißspritzer.

Als Ergebnis dieser Untersuchungen entscheiden sich viele Endverbraucher jetzt für 6MO-Rohre, um 316 Edelstahl

für den Einsatz in korrosiven Offshore-Umgebungen zu ersetzen und somit die Lebensdauer der Geräte zu verlängern und die Sicherheit zu erhöhen.

Viele Ingenieure stellen sich jetzt die Frage: „Wenn ich mein 316 Edelstahl Rohr durch 6MO ersetze, da ich Korrosion festgestellt habe, welches Material sollte ich dann für Rohrverschraubungen und Ventile verwenden?“

Dieses Whitepaper soll Anwendern helfen, die richtige Materialauswahl für ihre jeweilige Anwendung zu treffen.

Materialauswahl

Bei der Auswahl des geeigneten Materials für eine bestimmte Anwendung spielen zahlreiche Faktoren eine Rolle. Um den Anwendern dabei zu helfen, eine fundierte Entscheidung zu treffen, haben wir einige dieser Faktoren in Anhang 1 hervorgehoben. In Anhang 3 haben wir zudem Richtlinien zusammengestellt, die zu berücksichtigen sind.

Kosten

Bei jedem Projekt sind die Auswirkungen auf die Kosten ein wesentlicher Faktor, der berücksichtigt werden sollte. Wie lassen sich diese Kosten berechnen? Weitere Entscheidungshilfen finden Sie in Anhang 6.

Korrosion

Viele Endverbraucher wechseln bei Anwendungen mit kleinen Bohrungen von 316 Edelstahl zum 6MO-Material, um Korrosionsprobleme zu bekämpfen, die in ihren aktuellen Anwendungen auftreten. Die häufigsten Gründe für auftretende Korrosionsproblemen werden in Anhang 4 erläutert.

Nach dem Wechsel von 316 zu 6MO) ist es ebenfalls wichtig, dass ALLE Materialien, die in der Anwendung verwendet werden, die Erwartungen an Korrosionsbeständigkeit erfüllen. Die wichtigsten Methoden für diese Überprüfung finden Sie in Anhang 5.

Sicherheit

Die Sicherheit des Personals und die Integrität der Anlage ist bei der Auswahl des am besten geeigneten Materials die wichtigste Entscheidung. Kosten- und Sicherheitsentscheidungen müssen sorgfältig abgewogen werden. Weitere Hinweise finden Sie in Anhang 6.

Entscheidung

Wenn sich der Endverbraucher nach Prüfung aller oben genannten Punkte für eine Kombination aus 6MO-Rohr und 316-Edelstahl Rohrverschraubungen entscheidet, kann Parker bekräftigen, dass sowohl A-LOK[®] als auch CPI[™] Verschraubungen in Verbindung mit 6MO-Rohre eine hervorragende mechanische Leistung gemäß Anhang 2 erbringen.

Alle obigen Aussagen unterliegen dem ausführlichen Text auf den folgenden Seiten.

Erklärung

Der Einsatz von 316 A-LOK® und CPI™ Rohrverschraubungen bei 6MO-Rohren

Als renommierter Experte auf diesem Gebiet wurde Parker häufig aufgefordert, zu diesem Problem Stellung zu nehmen oder zufriedenstellende Lösungen anzubieten.

Mit den niedrigsten Lebenszykluskosten, der hohen Leistung und dem geringen Risiko ist eine solche Lösung in jeder Hinsicht immer noch die mit Abstand zufriedenstellendste und gehört zur Mindestspezifikation von 6MO-Rohren und Rohrverschraubungen.

Als führender Anbieter dieser Lösung in unserer Branche garantiert Parker ausnahmslos die Installation von A-LOK® and CPI™ Rohrverschraubungen mit ihren 6MO-Rohren in Anwendungen, in denen dies als das am besten geeignete Material bestimmt wurde. Dabei muss die Installation von kompetentem Personal in Übereinstimmung mit den Anweisungen und Richtlinien von Parker durchgeführt werden.

Wenn 6MO-Rohre als die am besten geeignete Korrosionslösung gewählt wurden, empfiehlt Parker dringend, dass alle Verschraubungen und Ventile ebenfalls aus 6MO-Material hergestellt werden (siehe Anhang 1 – Faktoren, die bei der Materialauswahl zu berücksichtigen sind).

Gleichzeitig erkennt Parker die Herausforderung für alle Nutzer, Eigentümer und Betreiber gleichermaßen, Werte zu erkennen und mit weniger mehr zu erreichen.

In diesem Sinne haben wir die Verwendung unserer Rohrverschraubungen aus Edelstahl 316 für das von Parker spezifizierte 6MO-Rohr sorgfältig abgewogen und getestet.

Dies ist das direkte Ergebnis von mehr als 50 Jahren kontinuierlicher Entwicklung, unserer fortschrittlichen Fertigungstechnologien, der

fachmännischen Spezifikation und der Verwendung von Materialien in Kombination mit unserer einzigartigen Supercase™ Oberflächenbehandlung von Klemmrings (siehe Anhang 2 – „Hilfe zur Auswahl von Rohren bei der Kombination von Verschraubungen aus Edelstahl 316 mit 6MO-Rohren“).

Diese Bestätigung liegt im Rahmen unserer veröffentlichten Parameter und Installationsrichtlinien. Natürlich können in diese Tests nicht die Prüfung der Materialverträglichkeit ersetzen (dieser wichtige Faktor muss durch den Anwender oder Systemdesigner festgelegt werden) und sie können keine Simulation oder Validierung für eine bestimmte Anwendung liefern (siehe Anhang 3 – „Materialauswahl“ und Anhang 4 – „Korrosionsbeispiele“).

Unsere Tests wurden durchgeführt, um den möglichen Einsatz dieser Produktkombination nach einer bestimmten Gruppe von veröffentlichten Druck- und Temperaturwerten eines Produkts unter Laborbedingungen zu unterstützen.

Die Ergebnisse dieser Prüfungen, übertragen in die angehängte Kombinationstabelle für Rohre und Verschraubungen, sollten nicht außerhalb der angegebenen Werte oder als gültige Bedingungen angesehen werden. Parker garantiert die mechanische Leistung dieser Kombination unter diesen Bedingungen, wenn sie an Rohren eingesetzt wird, die den Spezifikationen von Parker entsprechen. Der Einsatz muss im Rahmen dieser Erklärung und unter Voraussetzung einer korrekten und ordnungsgemäßen Installation durch fachkundiges Personal erfolgen.

Andere Gewährleistungen/Garantien werden weder ausdrücklich noch stillschweigend übernommen.

Die endgültige Materialauswahl sollte strengen Leistungstests

unterzogen werden, damit sowohl die mechanischen als auch die Korrosionsanforderungen erfüllt werden (siehe Anhang 5 – „Korrosionsprüfung – wie leistungsstarke Materialien sichergestellt werden“).

Schließlich sollte vor allem darauf geachtet werden, ein Höchstmaß an Sicherheit und Integrität aller Anlagen und Geräte zum Schutz von Mitarbeitern und Umwelt zu gewährleisten (siehe Anhang 6 – „Sicherheit und Integrität“).

Natürlich müssen bei allen Projekten die Anfangskosten berücksichtigt und diese mit den langfristigen Betriebskosten in Einklang gebracht werden (siehe Anhang 7 – Betriebskosten).

Es liegt in der Verantwortung des Systemdesigners bzw. Anwenders, dafür zu sorgen, dass das gewählte Material und die Produkte für die vorgesehene Anwendung geeignet sind.

Nützliche Informationen und Richtlinien finden Sie in den folgenden Anhängen:

- **Anhang 1 – Faktoren, die bei der Materialauswahl zu berücksichtigen sind**
- **Anhang 2 – Hilfe zur Auswahl von Rohren bei der Kombination von Verschraubungen aus Edelstahl 316 mit 6MO-Rohren**
- **Anhang 3 – Materialauswahl**
- **Anhang 4 – Korrosionsbeispiele**
- **Anhang 5 – Korrosionsprüfung – wie leistungsstarke Materialien sichergestellt werden**
- **Anhang 6 – Sicherheit und Integrität**
- **Anhang 7 – Betriebskosten**

Anhang 1

Faktoren, die bei der Materialauswahl zu berücksichtigen sind

- Kritische Natur des Systems
- Im System enthaltene Medien (einschließlich Druck und Temperatur)
- Umwelteinflüsse (einschließlich Temperatur)
- Frühere Erfahrungen
- Rat von Experten
- Korrosionsrate
- Häufigkeit des geplanten Materialwechsels
- Produktkosten
- Installationskosten
- Ausfallkosten bei Produktwechsel (z. B. Produktionsausfall)
- Lagerkosten
- Produktqualität
- Unternehmensstandards
- Und natürlich die SICHERHEIT UND INTEGRITÄT der Systeme

Anhang 2

Hilfe zur Auswahl von Rohren bei der Kombination von Verschraubungen aus Edelstahl 316 mit 6MO-Rohren

Diese Drücke basieren auf Berechnungen nach ANSI B31.1 und B31.3 mit einem Sicherheitsfaktor von 4:1 auf die zulässige Spannung im Material. Andere Hersteller können alternative Methoden zur Bestimmung von Rohrdruckwerten einsetzen, z. B. die Verwendung gemessener Testdaten, was nicht den ungünstigsten Fall in Bezug auf die werkstoffmechanischen Eigenschaften darstellt.

Die unten aufgeführten Rohr- und Verschraubungskombinationen und die angegebenen Betriebsdrücke werden durch Tests unter Laborbedingungen unterstützt, um die mechanische Integrität der Kombinationen nachzuweisen. Es wird keine Gewähr für die Eignung der Kombination für bestimmte Anwendungen übernommen.

Verschraubungen aus Edelstahl 316 mit 6MO-Verschraubung – zöllig									
Rohr-AD	Rohrwandstärke								
	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

Betriebsdruck in PSIG

Verschraubungen aus Edelstahl 316 mit 6MO-Verschraubung – Metrisch									
Rohr-AD	Rohrwandstärke								
	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,2	2,5	2,8	3,0
3	720								
6	330	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	330	380		
20			150	190	230	290	330	380	
22			140	170	210	260	300	340	
25					180	230	260	300	320

Betriebsdruck in bar ü

	Keine Daten/keine Empfehlungen/keine Lösung
	Nicht für den Einsatz in Gassystemen empfohlen
	Empfohlen für alle Einsatzarten – Hyferset Vormontagewerkzeug verwenden

	Empfohlen für alle Einsatzarten – Standardmontage
	Empfohlen für alle Einsatzarten – Vormontagewerkzeug verwenden

Parker-Rohrspezifikation:

Hochqualitatives, vollständig geglühtes superaustenitisches Edelstahlrohr gemäß ASTM A269/A213, Güte UNS S31254. Empfohlene Härte 80 HRB. Maximal zulässige Rohrhärte 90 HRB. Parker empfiehlt bei höherer Härte, den Einsatz von Vormontage- oder Hyferset Werkzeugen in Betracht zu ziehen.

Wenn für sämtliche Rohre und Verschraubungen das Material 6MO ausgewählt wird, bietet Parker einen anderen Satz von Rohr-Auswahltabellen mit unterschiedlichen Drücken. Siehe unten:

6MO-Verschraubungen mit 6MO-Rohren – zöllig							
Rohr-AD	Rohrwandstärke						
	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

Betriebsdruck in PSIG

6MO-Verschraubungen mit 6MO-Rohren – metrisch								
Rohr-AD	Rohrwandstärke							
	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	300	380	470			
14			270	340	420			
15			250	320	390			
16			230	300	360			
18			210	260	320	360		
20			180	230	290	320		
22				210	260	290	320	
25					220	250	280	320

Betriebsdruck in bar ü

	Keine Daten/keine Empfehlungen/keine Lösung
	Nicht für den Einsatz in Gassystemen empfohlen
	Empfohlen für alle Einsatzarten – Hyferset Vormontagewerkzeug verwenden

	Empfohlen für alle Einsatzarten – Standardmontage
	Empfohlen für alle Einsatzarten – Vormontagewerkzeug verwenden

Im Rahmen unseres Engagements für alle Anwender unserer A-LOK®, CPI™ und Autoclave Verschraubungen bieten wir ein umfassendes, zertifiziertes Schulungsprogramm namens Small Bore Expert (SBEx) an. Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an Ihren Parker-Vertreter vor Ort oder besuchen Sie solutions.parker.com/SBEx

Anhang 3

Materialauswahl

Aufgrund der Komplexität der Materialverträglichkeit und der Umweltkorrosionsbedingungen ist es unerlässlich, dass der Eigentümer/Betreiber einer Anlage die Materialauswahl anhand der bestmöglichen verfügbaren Informationen trifft.

Dazu gehört in der Regel die Beratung durch Experten auf dem Gebiet der Korrosion. Die endgültige Entscheidung über die Materialauswahl basiert auf einer Reihe von Schlüsselfaktoren:

- **Sicherheit**
- **Lebenserwartung von Geräten**
- **Prozess- und Umweltbedingungen**
- **Kosten**

Im Jahr 2013 veröffentlichte das Energy Institute ein umfassendes Dokument mit dem Titel: Richtlinien für die Konstruktion, Installation und Verwaltung von Rohrleitungen mit geringem Durchmesser. Diese kann online erworben werden:

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

Das Dokument deckt eine breite Palette von Themen ab, doch für die Zwecke dieses Whitepapers konzentrieren wir uns speziell auf die Empfehlungen der Materialauswahl. Zunächst stehen in den Richtlinien klare Aussagen zur Materialauswahl:

- **Im Konstruktionsprozess sollte das am besten geeignete Material für eine bestimmte Rohrinstallation mit geringem Durchmesser untersucht und die neueste Spezifikation verwendet werden.**
- **Die ausgewählten Bauteile sollten materialverträglich sein und sich für die verschiedenen Konstruktionsanwendungen eignen.**
- **Diese Auswahl sollte den Materialanforderungen der Betreiber für das Projekt entsprechen.**

Zweitens gehen diese Richtlinien viel detaillierter in die Materialauswahl ein, nachfolgend finden Sie jedoch eine sehr kurze Zusammenfassung:

- **Die Materialauswahl sollte von einem qualifizierten Metallurgen durchgeführt werden.**
- **Es sollten alle möglichen Korrosionsarten berücksichtigt werden.**
 - o **Verträglichkeit mit internen Fluiden**
 - o Chemischer Angriff
 - o H₂S
 - o HIC
 - o Quecksilber
 - o **Externe/Umweltauswirkungen**
 - o Meerwasser
 - o Temperatur
 - o SCC
 - o Lochkorrosion
 - o Spaltkorrosion
 - o Mikroben
 - o **Galvanisch**
- **Anforderungen Lebensdauer/-zyklus der Konstruktion**
- **Zugehörige Normen zu Prozessleitungen**

Drittens geben diese Richtlinien auch einige grundlegende Hinweise zur Materialauswahl für Rohr- und Verschraubungskombinationen:

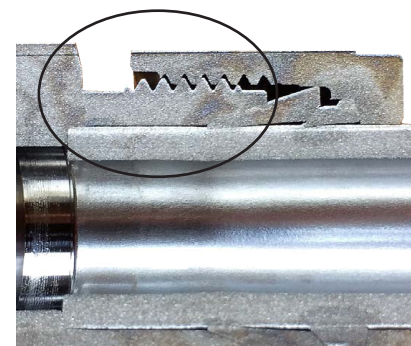
- **Bei Rohren aus Edelstahl 316/316L werden Verschraubungen aus Edelstahl 316 verwendet**
- **Bei 6MO-Rohren (UNS S31254) werden 6MO-Verschraubungen eingesetzt**

Beachten Sie, dass viele Korrosionsprobleme wie Loch-, Spannungsriß- und Spaltkorrosion an Rohren identifiziert werden, bevor sie an Verschraubungen und Ventilen sichtbar sind. Dies ist in erster Linie darauf zurückzuführen, dass Rohre eine viel größere Oberfläche haben, die der korrosiven Atmosphäre ausgesetzt sind, und dass die meisten

Rohre zur Befestigung angeklemt werden müssen, was zu Spaltkorrosion in diesen speziellen Bereichen unter den Schellen führt.

Wenn ein bestimmter Betrieb oder eine bestimmte Anlage Korrosionsprobleme mit den Rohren festgestellt hat, besteht eine sehr hohe Wahrscheinlichkeit, dass die Verschraubungen und Ventile in dieser Anwendung ebenfalls von der gleichen Art von Korrosion betroffen sein werden (auch wenn diese noch nicht erkannt wurde). Wenn dies ein Problem darstellt, dann ist es stets ratsam, Rohre, Verschraubungen und Ventile aus dem gleichen Material zu verwenden.

Einige Anwender geben an, dass sie gerne Rohrverschraubungen aus 316 Edelstahl bei 6MO-Rohren verwenden. Sie sagen, dass die Verschraubungen eine kleinere Oberfläche und eine größere Wandstärke als das Rohr haben. Die folgende Abbildung zeigt, dass bei Verwendung von dickwandigeren Rohren ein sehr enger Zusammenhang zwischen der Rohrwandstärke und den Abmessungen der Verschraubungen besteht. Eine höhere Wandstärke ist nicht gleichbedeutend mit einer höheren Korrosionsbeständigkeit.



Anhang 4

In den letzten 50 Jahren wurde Parker eine große Anzahl von Korrosionsproblemen gemeldet, die unsere Kunden in zahlreichen salzhaltigen (Meerwasser-)Umgebungen festgestellt haben. Einige Beispiele dafür sind unten aufgeführt.

Lochkorrosion

Diese Korrosion tritt nur an ganz bestimmten Stellen auf, wobei es zur Bildung von kleinen Löchern im Material kommt. Sobald Lochkorrosion auftritt, kann sie sich schnell im Material ausbreiten und es vollständig korrodieren. Lochkorrosion ist oft die zerstörerischste Form der Korrosion und am schwierigsten zu erkennen, da die Löcher, die den ersten Angriff verursachen, meist sehr klein sind und dennoch tiefe Schäden verursachen.

Lochkorrosion tritt in der Regel dann auf, wenn es Schwachstellen in der Passivschicht gibt. Sie wird am stärksten durch Säuren, Chloride und hohe Temperaturen beeinflusst. Chlorid ist besonders schädlich für die schützende Passivschicht eines Metalls, sodass Lochkorrosion bei Oxidbrüchen entstehen kann.

Bei Edelstahl 316/316L liegt die Temperatur, bei der es am wahrscheinlichsten zu Lochkorrosion kommt, im Bereich von 0 °C bis 30 °C. Bei 6MO-Material liegt dieser Bereich deutlich höher (70 °C bis 90 °C).

In den Abbildungen 1 und 2 wird Lochkorrosion an einem 316/316L-Rohr gezeigt. Diese Art von Korrosion kann auch bei Rohrverschraubungen aus Edelstahl 316 auftreten (siehe Abbildung unten). Ein derartiges Materialversagen kann katastrophale Auswirkungen auf Mitarbeiter, Anlage und Geräte haben.

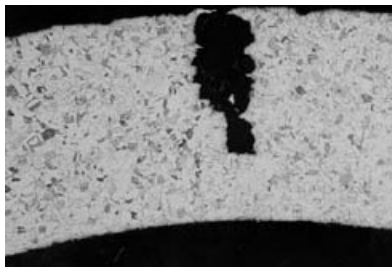


Abbildung 1.

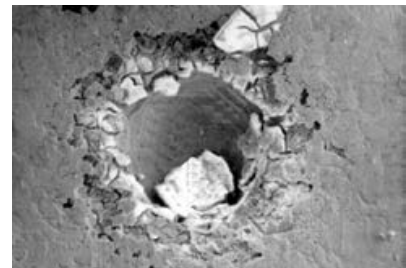


Abbildung 2.

Dieses spezielle Materialversagen (Abbildung 3) trat in der Nordsee zwischen Großbritannien und Norwegen auf. Beachten Sie, dass die Verschraubung aus Edelstahl 316 und das Rohr aus 6MO gefertigt war.



Abbildung 3.

Spannungskorrosionsrisse

Diese entstehen bei Zugbeanspruchung in Kombination mit einer korrosiven Umgebung.

Die Komplexität von Spannungsrisskorrosion (SRK) besteht darin, dass sie in Umgebungen auftreten kann, die in der Regel keine oder nur geringe Auswirkungen auf das Material haben.

Nur die Kombination aus Spannung und korrosiven Medien führt dazu – damit es zu SRK kommen kann, müssen beide Faktoren vorhanden sein. Spannungsrisskorrosion bleibt oft unentdeckt, da die Oberfläche der zugbeanspruchten Teile genauso aussieht wie alle anderen Teile um sie herum.

Der größte Teil der Oberfläche wirkt bis auf wenige feine Risse unbeeinflusst. Die Metalle sind oft weiterhin blank und glänzend – was dazu führt, dass

Spannungsrisskorrosion unentdeckt bleibt, bis es zu einem katastrophalen, unerwarteten Materialversagen kommt.



Spaltkorrosion

Spaltkorrosion ist eine starke lokal auftretende Korrosion, die innerhalb von Spalten oder Lücken zwischen zwei Verbindungsstellen auftritt.

Sie kann im Spalt oder in der Lücke zwischen zwei Metallen oder einem metallischen und nichtmetallischen Werkstoff auftreten.

Außerhalb dieses Bereichs können die Materialien vollständig resistent gegen die korrosive Umgebung sein. Wenn jedoch die korrosive Lösung in diesem Spalt eingeschlossen wird oder nicht abfließt, können chemische Veränderungen in der Lösung auftreten, wodurch die Mikroumgebung sehr korrosiv wird. Siehe Abbildung 4 und 5.

Typische Stellen für Spaltkorrosion sind:

- **Unter Klemmen/Muttern/Unterlegscheiben**
- **Dichtungen**
- **Unter Isolierungen**
- **Oberflächenmängel einschließlich Schweißspritzer**



Abbildung 4.

Die kritische Spalttemperatur für 316/316L kann bis minimal 0 °C betragen. Bei 6MO steigt diese Temperatur auf über 35 °C.

In Rohrsystemen mit geringem Durchmesser gibt es viele Spalten, die bei falscher Materialauswahl zu dieser Art von Korrosion führen können. In Abbildung 6 sehen Sie Bereiche mit potenzieller Spaltkorrosion nur in der Rohrverschraubung. Auch Ventile und Gewinde im System sollten berücksichtigt werden:

Wurde ein 6MO-Rohr gewählt, um gegen Spaltkorrosion vorzugehen, sollte diese Materialauswahl auch bei den Rohrverschraubungen und Ventile im gleichen System in Betracht gezogen werden.

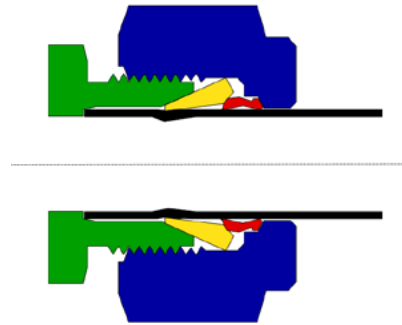


Abbildung 6.

Korrosive Medien werden in und um den Spalt herum eingeschlossen

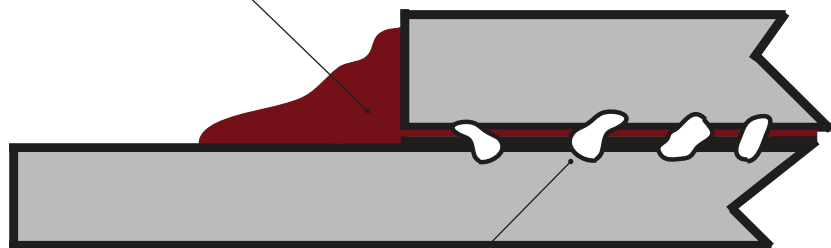


Abbildung 5.

Chemische Veränderungen in der Mikroumgebung verursachen Korrosion

Anhang 5

Korrosionsprüfung – wie leistungsstarke Materialien sichergestellt werden

Damit die Eignung der Materialien, die Sie in Ihrem Betrieb verwenden, gewährleistet ist, empfiehlt Parker die Durchführung geeigneter Materialprüfungen. Dadurch wird sichergestellt, dass alle Elemente des Rohrsystems mit geringem Durchmesser den Anforderungen und Leistungserwartungen entsprechen.

Es gibt viele internationale Normen für die Korrosionsprüfung, von denen einige unten aufgeführt sind. Wir empfehlen, dass bei der Auswahl von 6MO-Rohren, Verschraubungen und Ventilen alle drucktragenden

Teile gemäß diesen Normen geprüft werden, um eine angemessene Systemleistung zu gewährleisten:

- **ASTM B117 – Salzsprühtest**
- **ASTM G48 – Loch- und Spaltkorrosion**

Viele Hersteller von Doppelklemmringverschraubungen geben an, dass ihr Material bei diesen Tests gut abschneidet, jedoch werden in der Regel nur das Gehäuse und die Mutter geprüft. Eine wichtige Komponente, die bei hohem Druck für Halt am Rohr sorgt, ist der hintere Klemmring.

Der Endverbraucher sollte sich davon überzeugen, dass er für ALLE Komponenten der Rohrverschraubung geeignete Materialien verwendet.

Parker ist sich der Notwendigkeit bewusst, ein Höchstmaß an Materialqualität einzusetzen. Damit erfüllen alle A-LOK® und CPI™ Rohrverschraubungen aus 6MO die Materialanforderungen nach NORSOK M650.

Anhang 6

Sicherheit und Integrität

Bei der Konstruktion von Drucksystemen gibt es viele Aspekte, die zur Eliminierung oder Minimierung von Risiken berücksichtigt werden müssen.

Parker fertigt und liefert ein umfangreiches Sortiment an Verschraubungen, Ventilen und Rohren aus einer Vielzahl von Materialien für eine breite Palette von Anwendungen. Die Materialauswahl spielt für die Sicherheit und Integrität der Anlage eine wichtige Rolle.

Es liegt in der Verantwortung des Anwenders, Anlagenplaners oder Anlagenbetreibers, für die richtige Auswahl der Komponenten und Materialien zu sorgen, um die Sicherheit des gesamten Personals innerhalb oder in unmittelbarer Nähe der Anlage zu gewährleisten. Beachten Sie die in Abbildung 1 gezeigten Verschraubungen.

Diese Doppelklemmringverschraubungen – aus Edelstahl 316 – wurden aus einem superaustenitischen 6MO-Edelstahlrohr entfernt, das seit rund neun Monaten offshore im Einsatz war.

Beim Anbringen der Rohre griffen die Verschraubungen das Rohr richtig und sorgten für eine gute mechanische Dichtung, die die normalen Maximaldrücke aufnehmen konnte, die von einer Doppelklemmringverschraubung erwartet werden.

In diesem Fall waren jedoch die Medien, die Umgebungsbedingungen und die Prozesstemperaturen so ungünstig, dass es dennoch zu Korrosion kam.

Edelstahl 316 hat normalerweise eine PREN-Zahl von etwa 23 und 6MO hat eine von 42.

Die kritische Lochkorrosionstemperatur beträgt bei 316 Edelstahl nur 20 °C und bei 6MO etwa 75 °C. Und die kritische Spalttemperatur liegt bei Edelstahl 316 nahe bei 0 °C, während sie bei 6MO 38 °C beträgt. Diese Temperaturen dienen als Richtwerte für die Materialauswahl.

Im Falle von Rohrsystemen, in denen sowohl 6MO als auch Edelstahl 316 eingesetzt werden, auch wenn dies für einige Anwendungen in Ordnung ist, können Sie an den PREN-Nummern erkennen, dass die Betriebsbedingungen vieler Anwendungen – insbesondere unter Offshore-Bedingungen, unter denen 6MO weit verbreitet ist – schnell zu einem Korrosionsproblem führen.

Einige Verschraubungshersteller weisen darauf hin, dass 6MO-Rohre und Verschraubungen aus 316 zusammen verwendet werden können und eine zuverlässige Abdichtung bilden.

Der anfängliche Aufwand für die Auswahl einer Rohrverschraubung aus 6MO/Edelstahl 316 kann durchaus zu geringeren Installationskosten führen. Wir empfehlen jedoch, eine solche Materialkombination nur mit einer gründlichen Analyse der Anwendung in Betracht zu ziehen.

Der sicherere Ansatz ist immer die Verwendung kompatibler Materialien für Rohrverschraubungen und Rohre. Wir stellen die Frage: „Lohnt es sich, z. B. 50 % der Anschaffungskosten einer Verschraubung einzusparen, wenn Sie diese dann jedes Jahr ersetzen müssen?“

Noch wichtiger ist, dass beim Versagen einer Verschraubung aus Edelstahl 316 infolge von Korrosion die Kosten durch Verletzungen von Personen und anderen Anlagen die anfängliche Einsparung bei weitem übersteigen werden.



Abbildung 1. Diese Doppelklemmringverschraubungen – aus Edelstahl 316 – wurden aus einem 6MO-Rohr entfernt, die seit rund neun Monaten im Offshore-Bereich im Einsatz war. Sie verdeutlichen die potenziellen Probleme, wenn die Entscheidung für bestimmte Verschraubungen allein aus Kostengründen getroffen wird.

Anhang 7

Betriebskosten

Bei jedem Großprojekt gibt es immer den Konflikt zwischen möglichst niedrigen Anschaffungskosten und möglichst geringen langfristigen Kosten der gesamten Anlage.

In diesem Whitepaper, in dem die Entscheidung getroffen wurde, ein 6MO-Rohr für das Rohrsystem mit geringem Durchmesser zu verwenden, werden die anfänglichen Ausgaben für alle 6MO-Lösungen mit denen für 6MO-Rohre mit Verschraubungen aus Edelstahl 316 verglichen.

Wenn Verschraubungen aus Edelstahl 316 nur ein Drittel so lang wie 6MO-Rohre halten, bedeutet dies, dass beim System aus Edelstahl 316 zwei komplette Verschraubungswechsel erforderlich sind, während beim 6MO-System kein einziger Wechsel nötig ist.

- Wenn eine Verschraubung aus Edelstahl 316 ersetzt werden muss, dann muss auch ein großer Teil des Rohres ersetzt werden.
- Die Zeit für den Austausch einer Verschraubung könnte etwa 5 Minuten betragen (wahrscheinlich länger).
- Die Arbeitskosten für Offshore-Anlagen sind beträchtlich
- Parker schätzt die Betriebskosten einer Kombination aus Verschraubung aus Edelstahl 316 und 6MO-Rohr auf mindestens 40 % mehr als bei einem System komplett aus 6MO – siehe Tabelle 1

		316 Verschraubung/ 6MO-Rohr	Kosten	Komplett aus 6MO	Kosten
Konstruktionsparameter		5 Jahre	(USD)	15 Jahre	(USD)
Erstinstallation	1000 m 1/2" 0,065 Rohre	23 USD/m	23.000	23 USD/m	23.000
	Alle 3 m Rohr eine Verschraubung	jeweils 15 USD	5000	jeweils 40 USD	13.333
Nach 5 Jahren	Ersatzrohr (1/3)	23 USD/m	7667	n. a.	0
	Ersatzverschraubungen	jeweils 15 USD	5000	n. a.	0
	Arbeit	80 USD/Stunde	2222	n. a.	0
Nach 10 Jahren	Ersatzrohr (1/3)	23 USD/m	7667	n. a.	0
	Ersatzverschraubungen	jeweils 15 USD	5000	n. a.	0
	Arbeit	80 USD/Stunde	2222	n. a.	0
Gesamtbetriebskosten			57.778 USD		36.333 USD
				Einsparungen über die gesamten Lebensdauer	21.445 USD

Parker Hannifin Corporation
Instrumentation Products Division, Europe
Riverside Rd, Pottington Business Park
Barnstaple, Devon (UK)
Tel.: 0044 (0)1271 313131

parker.com/ipd