

### Einführung

Reingraphitringe sind seit vielen Jahren eine bewährte Lösung zur Abdichtung von schwierigen Medien in anspruchsvollen Umgebungen. Neben vielen Vorteilen, die das Graphit von sich aus bietet, gibt es leider auch Eigenschaften, die bei der Verwendung von Graphitdichtungen hinderlich sind.

Neben den hervorragenden Dichteigenschaften bei gleichzeitiger Medienbeständigkeit gegen (fast) alle Medien außer oxidierenden Medien in einem Temperaturbereich von  $-270^{\circ}\text{C}$  bis  $+450^{\circ}\text{C}$  (und darüber hinaus) ist Graphit auch bei hohen Drücken einsetzbar. Der Grund dafür ist ganz simpel darin zu finden, das Graphit reiner Kohlenstoff ist. Leider besitzt Kohlenstoff jedoch die Neigung an Stahl, insbesondere Edelstahl anzuhaften.

### Das Problem

Werden Graphitdichtungen verbaut und längere Zeit nicht bewegt, kommt es zu Anhaftungen an Stahloberflächen. Dies ist bekannt aus Flanschverbindungen wenn Graphitdichtungen nach Jahren des erfolgreichen Einsatzes gewechselt werden müssen. Die teils hartnäckigen Anhaftungen an den Flanschen müssen häufig mechanisch entfernt werden. Dabei besteht die Gefahr der Beschädigung der Flanschoberflächen. Auch in Armaturen ist dieses Verhalten bekannt. Bei Spindelabdichtungen mit Graphitringen kommt es zum „Anbacken“ des Graphites an die Spindel der Armatur. Um diese zu Betätigen muss ein gewisses „Losbrechmoment“ aufgebracht werden, das in Abhängigkeit von Spindeldurchmesser und Anzugsmoment der verwendeten Schrauben unangenehm hoch sein kann. Dieses Verhalten ist auch als „Stick-Slip-Effekt“ bekannt.

### Die Aufgabe

Viele unterschiedliche Versuche wurden bisher unternommen, um das Anhaften des Graphites zu unterbinden. Hierbei wurde häufig mit einem Schmierstoff die Reibung an der Spindel reduziert oder durch eine Beschichtung der Kontakt von Graphit mit dem Stahl (oder Edelstahl) unterbunden. Hieraus entstanden aber weitere Probleme. So ist der Einsatz von Ölen und Fetten nicht zulässig beim Einsatz in Sauerstoffanwendungen oder der Einsatzbereich wurde auf Temperaturen unterhalb von  $300^{\circ}\text{C}$  beschränkt.

Die Aufgabe bestand also darin eine Reduktion des Stick-Slip Effekts zu finden ohne die Eigenschaften des Dichtelementes zu reduzieren.

### Die Lösung

In der Oberflächentechnik wird seit mehreren Jahren eine Beschichtung mit Kohlenstoff unter der Bezeichnung DLC (Diamond Like Carbon) verwendet. Hierbei wird eine Kohlenstoffschicht auf die Oberfläche des Körpers aufgebracht. Bei Wellen angewendet kann eine Reduzierung der Reibung festgestellt werden. Gleichzeitig ist dort die Lebensdauer der Beschichtung durch gute Haftung hoch.

Ein ähnlicher Versuch wurde jetzt auch an Flachdichtungen aus Graphit und Reingraphitringen durchgeführt. Ein Langzeitversuch wurde durch die KLINGER Bartsch GmbH über 15 Monate durchgeführt.

### Versuchsordnung:

Die Versuchsordnung besteht aus einer zylindrischen Kammer mit verschraubtem Boden, einem verschraubten Innendorn und einem Pressstempel, der über 4 Inbusschrauben M10 mit der zylindrischen Kammer verbunden wird.

### Versuchsablauf:

Jeweils drei DLC beschichtete Ringe mit den Abmaßen 46,00 x 30,00 x 8,00mm in Dichte 1,6 g/ccm werden in die Vorrichtung eingebracht und mit dem Pressstempel verpresst. Hierzu werden die Schrauben mit einem Drehmoment von 30 Nm angezogen. Diese Versuchsordnungen werden dann in einem Raum mit Umgebungsbedingungen eingelagert. Der Langzeitversuch startet am 17.07.2019 und endet am 14.10. 2020 mit dem Öffnen der fünften Versuchsvorrichtung.

## Versuchsnotizen 14.10.2020

### Fünftes Zwischenergebnis

Am 14.10.2020 wurde die fünfte Versuchsordnung mit DLC beschichteten Ringen geöffnet. Auf eine Überprüfung der Schraubenkraft wurde verzichtet, da eine Änderung gegenüber dem ersten Versuch nicht erwartet wurde.

### Beobachtungen:

Gegenüber dem vierten Versuche wurden weniger Ablagerungen in der Versuchskammer festgestellt. Die Ablagerungen befanden sich ungefähr auf dem Niveau des zweiten und dritten Versuches. Auch bei diesem Versuch konnten die Ringe ohne Beschädigung entnommen werden. Anhaftungen auf Innendorn und in der Kammer konnten ohne Probleme durch einfaches Wischen entfernt werden.

## Zusammenfassung

Durch einen Langzeitversuch konnte festgestellt werden, das DLC- beschichtete Reingraphitringe auch nach längerer Zeit unter Druckbeanspruchung nicht verstärkt zum Anhaften an Edelstahl neigen. Es ist daher zu Erwarten das kein Stick-Slip Effekt oder „Anbacken“ der Graphitdichtung zu einem höheren Betätigungsmoment nach längerer Zeit der Nichtbetätigung einer Armatur führt.

M. Einfeldt, 09.11.2020