3.2 Verschleißschutz mit Keramik – vom alltäglichen bis zum Extremfall

- Heinz Albert
  Cera System Verschleißschutz GmbH
  Hermsdorf

Die Folien finden Sie ab Seite 179.

Inhalt:

1. Einleitung
2. Keramik in klassischen Verschleißschutzanwendungen
3. Anspruchsvolle Anwendungsfälle von Keramik im Verschleißschutz
4. Extreme Einsatzfälle – Keramik = die Lösung

3.2.1. Einleitung

Keramische oder keramisch ausgekleidete Ausrüstungen werden seit fast 80 Jahren großtechnisch und industriell hergestellt und genutzt. Firmen, wie die HESCHO Hermsdorf, die Friedrichsfeld AG, die KPM Berlin, die Süddeutschen Steinzeugwerke oder die Krauschwitzer Steinzeugwerke entwickelten sich rasch. Die ersten Ausrüstungen waren Behälter, Reaktoren und Rohrleitungen. Später kamen Armaturen in Form von Kükenhähnen und Pumpen hinzu.

Die keramischen Werkstoffe waren vor allem Steinzeug und Hartporzellan. Diese Werkstoffe wurden wegen ihrer guten Korrosionsfestigkeit gegen Säuren verwendet.

Bild 1: Vakuumkolonnen und Säureabscheider

Bild 2: Fertigung von Chemiekeramik

Ende der 70-iger / Anfang der 80-iger Jahre kam Aluminiumoxid als hochverschleißfester Werkstoff bei Auskleidungen, in Küken- und Kugelhähnen, sowie in Rohrleitungen zum Einsatz. Damit entwickelte sich eine ganz neue Richtung, nämlich der Verschleißschutz mit Keramik.

Bild 3: Kükenhahn in keramischer Chemieanlage

Parallel dazu entwickelt sich auch die Keramische Industrie selbst. Werkstoffe, wie Siliziumkarbid und Zirkonoxid fanden großtechnische Anwendungen. Bis heute, d. h. in den letzten 25 Jahren, hat sich die Keramikindustrie überproportional expansiv entwickelt, ganz neue Werkstoffe wurden entwickelt. Die Preise haben sich im Schnitt kräftig nach unten entwickelt. Die Breite und Vielfalt der Anwendungen keramischer Werkstoffe ist inzwischen so groß wie bei keiner anderen Werkstoffgruppe. Denken wir doch von Elektrokeramik (keramische Isolatoren) bis zu Hochleistungskeramik (z.B. keramischen Wärmetauschern oder keramischen Zündelektroden), von Baukeramik (keramischen Bausteinen und Dachziegeln) bis Sanitärkeramik (Waschti-

sche und WC – Becken), von Ingenieurkeramiken in Ausrüstungen bis Keramikwolle in hocheffizienten Isolationsanwendungen.

Bild 4: Hochspannungsisolatoren

Bild 5: Keramische Hochtemperaturisolierwolle

3.2.2. Keramik in klassischen Verschleißschutzanwendungen

Die ersten Verschleißschutzanwendungen mit Aluminiumoxid waren Auskleidungen. Dazu ist im vorherigen Vortrag schon ausführlich eingegangen worden. Es soll deshalb hier von den weiteren Entwicklungen die Rede sein. Rohrleitungen mit keramischen Auskleidungen, zum Beispiel, zur Förderung extrem schleißender Medien entwickelten sich ebenfalls relativ schnell, gab es doch schon lang keramisch gepanzerte Rohrleitungen (z. B. mit Schmelzbasalt und Hartporzellan).

Bei Industriearmaturen liegt der Beginn der heutigen Ära der Keramikarmaturen in den 70-iger Jahren.

Klassische Anwendungen derartiger Keramikarmaturen sind Rauchgasentschweflungsanlagen (REA) in Festbrennstoffkraftwerken.

Bild 6: KW Jänschwalde, Haupteingang

Mit der Einführung der REA-Technologie haben die Kraftwerke ihre berühmt-berüchtigten Schornsteine verloren.

Bild 7: Typisches Bild eines Kraftwerkes

Vor allem beim Handling der Kalksteinsuspension bzw. der Kalkmilch wurden Keramikarmaturen eingesetzt.

Bild 8: Typische Kalkmilchregelarmatur

Heute gibt es europaweit nur noch wenige Kraftwerke, die nicht mit REA – Technik und entsprechend mit Keramikarmaturen ausgerüstet sind.

Bild 9 und 10: KW Pronerov, CR

In den letzten Jahren sind es vor allem die Chinesen, die jedes Jahr eine große Anzahl von Kohlekraftwerken bauen und in Betrieb nehmen.

Bild 11: Lieferung für China

Inzwischen sind in den Kraftwerken eine Reihe anderer Anwendungsfälle, wir die Verarbeitungsstrecken von Gips, die Behandlung bestimmter Prozesswässer oder auch Schwefelverbindungen bei der Schwefeldirektherstellung hinzugekommen.

Bild 12: Prozesswasserstrecke im Kraftwerk

Bild 13: Hydrozyklonanlage Gips

Ein weiterer klassischer Einsatzfall von keramischem Rohrverschleißschutz, einschließlich Armaturen, sind die sogenannten Kohleeinblasungen.

Mittels pneumatischer Systeme werden hier sowohl die Rohstoffe, wie auch die Brenn- und Zuschlagstoffe eingeblasen.

Bild 14: Kohleeinblasung

Bild 15: Einblaslanzen

Bild 16: Ausschleusearmatur unter Sendegefäß

Kalksteinsuspension und Kalkmilch werden inzwischen in den verschiedensten Bereichen, wie z. B. in der Zuckerindustrie eingesetzt, wo natürlich die Keramikarmaturen genauso Einzug gehalten haben.

Bild 17: Zuckerfabrik

Bild 18: Wasseraufbereitungsanlage

Bild 19: Wasseraufbereitungsanlage

Müllverbrennungsanlagen

Die Müllverbrennungsanlagen sind von Anfang an mit entsprechenden REA´ s ausgerüstet worden, d.h. sie waren und sind klassische Anwendungen von keramisch ausgekleideten Ausrüstungen. Hier kam natürlich die chemische Komponente der Belastungen stärker zum tragen als bei den Kraftwerken. Bei der Verbrennung von Müll, noch

extremer bei Sondermüll, entstehen oft auch Stoffe, die einer chemischen Behandlung bedürfen und das mal basisch und mal sauer.

3.2.3. Anspruchsvolle Anwendungsfälle von Keramik im Verschleißschutz

3.2.3.1. Kraftwerke

Zur Erhöhung des Wirkungsgrades eines Kraftwerkes hat die ABB/ALSTOM eine Technologie entwickelt, bei der die Kohle gemahlen, getrocknet und vorgeheizt wird. Den höheren Wirkungsgrad hat man sich mit erheblichen zusätzlichen Verschleißproblemen eingekauft.

Die Kohleförderleitungen sind alle in Druckstufe PN 160 ausgeführt und zusätzlich keramisch ausgekleidet.

Bild 20: Rohre für Hochdruckkohleförderleitung

Bild 21: Hochdruckkohleförderleitung

3.2.3.2. Grund- und Baustoffe

Die positiven Erfahrungen mit keramischem Verschleißschutz haben sich bald auch in der Grund- und Baustoffindustrie herumgesprochen. Sowohl in Zementwerken, beim pneumatischen Transport von Zement und deren Rohstoffen, bei der Befeuerung der Drehrohröfen, wie auch bei der Aufbereitung von Kaolin oder bei der Herstellung von Alpha – Gips wurden Rohrleitungen, Armaturen, Zyklone, Behälter, Schurren und Rutschen voll- oder teilkeramisch ertüchtigt.

Bild 22: Kaolinwerk

In den Jahren 1995/96 wurden an Filterpressen erstmals keramische Kugelhähne für die Druckstufe PN100 (Nennweite DN100) mit Erfolg eingesetzt.

Inzwischen sind dort ganze Batterien von Dosier- Regelstrecken mit keramischen Kugelhähnen ausgerüstet worden.

Bild 23: Regelstrecke mit keramischen KH

Alpha – Gips ist ein begehrter hochfester Baustoff, der allerdings bei der Herstellung erhebliche Probleme bereitet. Sowohl die Förderung als auch das Zentrifugieren sind mit erheblichen Verschleißproblemen behaftet. Hinzu kommt, dass die Suspension zum aushärten neigt. Aus diesem Grunde sind hier keine Kugelhähne, sondern totraumfreie Scheibenschieber im Einsatz.

Bild 24: Gipswerk

Wegen der hohen abrasiven Wirkung sind bei der Planung der Anlagen oft die Rohrleitungen recht groß dimensioniert worden. Die Strömung in einer Rohrleitung ist aber in den seltensten Fällen homogen. In der Regel gibt es Zonen starker Strömung und Zonen von Strömungsschatten. Bei aushärtenden Medien führt das zum systematischen „Zuwachsen“ der Rohrleitungen. Die Strömungsgeschwindigkeit nimmt in den noch offenen Querschnitt ständig zu. Da die Ablagerungen aber nicht gleichmäßig die Wandungen schützen, kommt es letztlich zu erhöhtem und beschleunigtem Verschleiß. Keramische Rohrleitungen verkraften dagegen Strömungsgeschwindigkeiten bis zu 20 m/s, was das Absetzen total verhindert, ohne wesentlichen Verschleiß.

Bild 25: keramischer Regelschieber

Bild 26: keramische Regelschieber

3.2.3.3. Pigmente

In vielen Farben und Werkstoffen ist Titandioxid als Weißmacher enthalten. Titandioxid ist ein sehr abrasiver Stoff

Bild 27: Titanoxidhersteller in Slovenien

Der Weißmacher Titandioxid wird in vielen Materialien als Pigment verarbeitet. Unter anderem wird Titandioxid in der Papierindustrie eingesetzt. In den Farbküchen, wo die Streichfarben angemacht und kontrolliert werden müssen, kommt es auf konstante Verhältnisse an. Dieser Forderung kommen am besten keramische Armaturen nach. Hier kommt oft hinzu, dass sehr kleine Mengen präzise geregelt werden müssen und dass keine Strömungsschatten ein selektives Absetzen der Pigmente möglich machen. Untersuchungen haben gezeigt, dass sich hierfür keramische Scheibenschieber am besten eignen.

Bild 28: Teil einer automatischen Farbküche

3.2.3.4. Salz-Industrie

Bild 29: Untertagebau – Salz-Industrie

Ein breites Einsatzfeld für keramischen Verschleißschutz bieten die Werke in der Salzindustrie. Ob Abstreifer an den Bandfiltern, Begaser in den Flotationsbecken, Rohrleitungen über und unter Tage, Verteilerboxen in der Spülversatzanlage, Armaturen in der Bandfilterbeschickung und Reststaubförderanlage oder einfache Behälterauskleidungen, überall bewährt sich vor allem Aluminiumoxid als hervorragender und effektiver Verschleißschutz. Manchen Rohrleitungen kann man schon von außen ansehen, welcher Belastung sie im Inneren zu bewältigen haben. Keramische Dreischeibedrehschieber eignen sich für gesättigte Salzlösungen besonders gut, weil die Dichtflächen sich gegenseitig abdecken und damit schützen bzw. durch die messerscharfen Kanten ständig frei geschabt werden.

Bild 30: Verteilerknoten

Bild 31: Rohrleitung „eingesalzt“

Bild 31: Drehschieber

3.2.3.5. Fördertechnik / Pneumatik

Interessante Weiterentwicklungen hat es in den letzten Jahren auf dem Gebiet der pneumatischen Förderung gegeben. Nicht nur bei der Förderung offensichtlich schleißender Medien wie keramische Pressgranulate, Flugaschen oder Aluminiumoxidpulver tritt eine enorme Verschleißbelastung auf. Nein selbst bei oft harmlos anmutenden Stoffen, wie Getreideprodukten oder gefüllten Kunststoffgranulaten ist mit starkem Verschleiß zu rechnen.

Bild 32: Auskleidungen

Bild 33: Förderschuh und Keramikeinsatz

Bild 34: Förderschuh und Keramikeinsatz

Besonders exponierte Stellen, wie z. B. Zyklone, Fördereingänge, Förderschuhe, Injektoren Verteiler und Schleusen sind erfolgreich mit entsprechendem keramischem Verschleißschutz versehen worden. Dabei hat sich gezeigt, dass vor allem die „Keramik - gerechten“ Lösungen am effektivsten ausgefallen sind Schleusen sind immer dann erforderlich, wenn mehrere Förderstellen auf eine zentrale Förderleitung arbeiten. Die Schaltzyklen sind oft sehr häufig. Wenn dann noch hohe Temperaturen im Spiel sind, ist Keramik für einen effektiven Betrieb unverzichtbar.

Bild 35: Jet-Verteiler

Bild 36: Jet-Verteiler

Schleusen sind immer dann erforderlich, wenn mehrere Förderstellen auf eine zentrale Förderleitung arbeiten. Die Schaltzyklen sind oft sehr häufig. Wenn dann noch hohe Temperaturen im Spiel sind, ist Keramik für einen effektiven Betrieb unverzichtbar.

Bild 37: Doppelkugelhahnschleuse

3.2.3.6. Tabakindustrie

Bild 38: Zigarettenfabrik, Berlin

Bei der Verarbeitung des Tabaks zu Light-Zigaretten sind Bleichprozesse nötig, die erheblichen Verschleiß an Armaturen verursachen. Durch den Einsatz keramischer Kugelhähne konnten die Funktion und die geforderte Gasdichtheit dauerhaft gewährleistet werden.

3.2.3.7. Probenahme

Bild 38: Probeentnahmeschieber

Bei extremen Prozessen ist aus Sicherheitsgründen eine Probenahme nicht direkt möglich. Es wird gefordert, vor Probeabnahme den Prozessraum, aus dem die Probe gezogen wurde, wieder zu verschließen. Mit einem Probeentnahmeschieber ist diese Vorschrift problemlos einzuhalten. In einer bestimmten Stellung, die durch eine Linearbewegung angefahren wird, kann die zu ziehende Probe in ein Zwischenvolumen (Zwischenraum) gelangen.

Das Probevolumen aus dem Zwischenraum kann erst in die Probeflasche abgegeben werden, wenn nach einer Linearbewegung der Prozessraum verschlossen wurde und eine nachfolgende Schwenkbewegung ausgeführt wird.

3.2.4. Extreme Einsatzfälle – Keramik = die Lösung

Bei der Betrachtung der Extremfälle wird der Begriff des Verschleißschutzes etwas weiter gefasst. Es wird hier nicht nur der mechanische Verschleißschutz betrachtet, sondern auch hohe thermische und extreme chemische Belastung einbezogen.

3.2.4.1. Slurry mit FCC-Katalysatoranteilen, 250 °C

Bild 39: PCH Schwedt, Hauteinfahrt

Nach vielen erfolglosen Versuchen und Tests mit Armaturen verschiedenster Hersteller ist im PCK Schwedt im Bereich Slurry ein keramischer Hochtemperaturkugelhahn eingesetzt worden, der eine Stand-

zeit von mehr als einem Jahr brachte. Vorher sind Standzeiten von 2 bis 10 Wochen erreicht worden.

Bild 40: Slurry - HT – KH

3.2.4.2. FCC-Katalysatoreinspeisung, 750°C

Bei dem FCC – Katalysator (Aluminiumoxid) – Verfahren wird in Raffinerien der Katalysator bei bis zu 750°C in den Kracker eingeblasen. Die Herausforderung besteht neben der hohen Verschleißfestigkeit in der Gasdichtheit der Armatur.

Bild 41: FCC-Katalysatordosierkugelhahn, DN 100

3.2.4.3. Großvolumige Keramikteile

Die Frage nach den möglichen dimensionen keramische Bauteile wird immer wieder gestellt.

Die Fertigungstechniologien entwickeln sich ständig weiter. Erstmals sind Zyklone aus Aluminiuomoxid bis zu einer Länge von 700 mm aus Siliziumkarbid bis zu einer Länge von über 1 m im Schlickerguss-verfahren gefertigt worden.

Bild 42: Zyklon aus Aluminiumoxyd

Bild 43: Zyklon aus SISIC

3.2.4.4. Extreme Genauigkeit

Ein großer Vorteil der Ingenieurkeramiken ist die Möglichkeit, diese mit hoher Präzision zu fertigen. Um gasdichte Schieber bauen zu können, sind Scheiben mit extremer Ebenheit erforderlich. Im dargestellten Messprotokoll ist ersichtlich, dass eine Keramikscheibe mit einem Durchmesser von 60 mm mit einer Ebenheit von unter 50 nm zu fertigen ist.

Bild 44: Messung einer Oberfläche

3.2.4.5. Drehschieber, gasdicht bis 200 bar

Bild 45: Dosiermischkopf

Gemeinsam mit der Firma RAMPF Dosiertechnik sind keramische Dosiermischköpfe etwickelt worden, die montiert am Roboterarm bis zu 4 Komponenten mit Drücken bis 200 bar mischen und doesieren können. Die zu mischen Komponenten reagieren bei Kontakt schnell und heftig. Die Funktion der Mischköpfe ist deshalb nur dann dauerhaft gewährleistet, wenn die Komponenten gasdicht voneinander getrennt bleiben. Hier ist vor allem die im Vorpunkt genannte hohe Ebenheitsforderung zu erfüllen.

Bild 46: Drehschieber, gasdicht bis 200 bar

Bild 47: Drehschieber, gasdicht bis 200 bar

Bild 48: Drehschieber, gasdicht bis 200 bar

3.2.4.6. Hochdruckschieber, DN ½“, PS 250

Bild 49: Hochdruckschieber, DN ½“, PS 250

Für das Dosieren von gefülltem PUR ist ein Hochdruckschieber für 250 bar Arbeitsdruck entwickelt und gebaut worden.

Zur Betätigung ist ein Hydraulikzylinder aufgebaut worden, der eine Kraft von 5 t entwickeln kann.

3.2.4.7. Hochdruckregelschieber, PS 500

Bild 50: Hochdruckregelventil

Für das Regeln des Düsenvordruckes an einer Hochdruckwasch-anlage ist ein Drehschieber für 500 bar entwickelt und erfolgreich getestet worden.

Zur Minimierung der Betätigungkräfte sind spezielle Maßnahmen zur Druckkompensation umgesetzt worden.

Die Betätigung ist somit mit einer Hand möglich (Drehmoment kleiner 4 Nm).

3.2.4.8. Schieber mit Sperrgas für die Fluorchemie

Ein starke organische Säure in der Fluorchemie ist die Trifluoressigsäure (TFA). Obwohl die Leckagen über die Dichtungen als technisch dicht einzustufen waren, kam es nach ca. ½ Jahr im Innenraum des Schiebers zu Korrosionserscheinungen, ersichtlich an der grünen Färbung. Abhilfe konnte dardurch geschaffen werden,

dass der komplette Inennraum, der ja nicht Medien – berührt ist, mit Stickstoff als Sperrgas mit einem leichten Überdruck angelegt wurde.

Bild 51: Korrosion ohne Sperrgas nach ½ Jahr

Bild 52: Schieber

Nach einem Jahr sieht man die Korrosionserscheinungen von außen. Im Innenraum ist der Edelstahl blank.

Bild 53: mit Sperrgas nach einem Jahr

3.2.4.9. Schieber mit Doppelstopfbuchse nach TA – Luft, Sperrgas und Heizung

Bild 54: Schieber DN 25 PN10 mit Heizung, Doppelstopfbuchse und Sperrgas

Mit allen Sicherheitsmaßnahmen und zusätzlich mit Heizung wurden Schieber für die Allessa Chemie in Offenbach gebaut. Die Siliziumkarbidkeramik ist als einzigstes beständiges Material getestet worden. Selbst Hastelloy musste in der „Mutterlauge“ als unbeständig eingestuft werden.

3.2.4.10. Hochkonzentrierte Salpetersäure (HOKO), 230 °C, 64 bar

Viele Jahr hat die gemeinsame Entwicklung mit dem Kunden gedauert, bis ein Kugelhahn mit Keramikinnenleben und zwei metallischen Mänteln in der Praxis eingesetzt werden konnte.
Selbst leichte Leckagen des Mediums können zum Brand der Anlage führen.
Zwischen den einzelnen Mänteln können feinste Leckagen dedektiert werden. Zum Wechseln der Armatur wurde eigens eine spezialle Vorrichtung gebaut.

Bild 55 und 56: HOKO Regelkugelhahn DN 25 und keramisches Innenleben

3.2.4.11. Salzsäure (HCl), 750 °C

Für diese Anwendung ist ein spezieller Siliziumkarbidwerkstoff entwickelt worden.

3.2.4.12. Eisenerz, 750 °C, 7 bar

Für die Eisenreduzierung sind für die Hopper - Entspannung in der Anlage Trinidat Kugelhähne geleifert worden. Die Hopper haben einen

Druck von 7 bar und eine Temperatur von 750 °C. Die Armaturen stehen ständig unter einer Temperatur von 450 °C. Alle 10 Minuten erfolgt eine Entspannung des Medium mit 750 °C über die Armaturen.

Bild 57: Stahlwerk Trinidat

3.2.4.13. Hochtemperaturanwendungen bis 1.550 °C

Bei Rohrleitungen und Armaturen in diesen Temperaturbereichen muss man mit innerenIsolierungen arbeiten. Ein Rohrbogen DN 80 für 1.550 °C erhält so einen Metallmantel DN 600, der eine maximale Temperatur von 550 °C abbekommt. So kann Dichtaufgaben auch mit zugelassenen und zertifizeirten Dichtungen verwirklichen.

Bild 58: Rohr DN 80, Flansch DN 500, 1.250 °C

Bild 59: Rohrbogen DN80, 1.550 °C

Auch bei Armaturen im hohen Temperaturenbereich muss man mit inneren Isolierungen arbeiten. Besonders, wenn die Armaturen mit Antrieben versehen werden, ist Wärmeabschirmung erforderlich, sind doch die Antriebe sehr hitzeempfindlich.

Bild 60: Hochtemperaturschieber 1250 °C bei der Montage

In der Regel werden solche Armaturen zusätzlich mit einer äußeren Isolierung versehen, die einen standardmäßigen Berührungsschutz gewährleistet.

Bild 61: Hochtemperaturschieber 1.250 °C nach Isolierung

3.2.4.14. Hochtemperaturmischventil bis 1.400 °C

Bei der Schwefelherstellung wird in einem sogenannten Mischventil heißes Gas (1.250 bis 1.400 °C), überwiegend Schwefelwasserstoff, mit einem kühlen Gas (ca. 350 °C) gemischt. Gemeinsam mit einem renomierten Armaturenhersteller wurde für diesen Mischprozess eine Armatur DN 500 entwickelt und gebaut

Bild 62: Mischventil bei der Auskleidung

Bild 63: Sitz und Kegel beim Test

Bei dieser Anwedung war vor allem die Frage nach der Temperaturwechselbeständigkeit der Keramik wichtig. Durch den Mischprozess sind ständige Thermoschocks bis zu 1.000 K möglich. Die Praxis hat gezeigt, dass auch diese Schocks mit speziellen keramiken zu beherrschen sind.

Bild 64: Röntgenbild während des Betriebes

3.2.4.15. Flüssigmetall bis 800°C

Leichtmetalle, wie Aluminium, Magnesium, Zinn oder Zink, werden immer öfter in Gießautomaten verarbeitet. Das Handling des flüssigen Metalls wird wesentlich vereinfacht, wenn Armaturen zur Verfügung stehen, die sicher die Schaltfunktion erfüllen und keine oder nur geringe Wärmeverluste verursachen. Bei der Entwicklung eines Kugelhahnes für Flüssigmetall war vor allem das Problem der Wärmeleitung über die Schaltwelle zu lösen.

Bild 65: Flüssigmetallkugelhahn

Bild 66: Flüssigmetallkugelhahn in der Anlage

Bild 67: Flüssigmetallkugelhahn, demontiert

3.2.4.16. Entspannungssysteme bis 200°C und Drücke bis 40 bar

Mit Entspannungensystemen sind Systeme aus Drosseln und Armaturen gemeint, die dazu bestimmt sind, große Drücke abzubauen. Oft treten dabei noch Phasenumwandlungen auf. Wenn technologisch bedingt, Entspannungen von Flüssigkeiten oder Gasen vorgenommen werden müssen, werden bei sauberen Medien standardmäßig mehrstufige Entspannungsventile eingesetzt. Problematisch wird die Geschichte, wenn es sich um Feststoff-beladene Gase oder Flüssigkeiten handelt. Die meisten Hersteller mehrstufiger Entspannungsventile geben vor, bei Beimengungen von Feststoffen, nur einstufige Entspannungsventile einzusetzen. Dies hängt damit zusammen, dass die metallischen Schikanen, die zur Druck- und Strömungsteilung eingebaut werden, mit Feststoffen nicht funktionieren bzw. sehr schnell verschleißen oder verstopfen. Hier, keramische Werkstoffe richtig eingesetzt, kann das Problem gelöst werden.

Beispiele erfolgreicher Lösungen:

- Entspannung von Aluminiumhydroxid/Wasser
  - 220 °C – 250 °C
  - 20 – 25 bar gegen 0 bar
  - Partikelgröße ca. 100 µm

Bild 68: Keramischer Scheibenschieber in Kombination mit einer Festdrossel

- Entspannung von Ruhswasser
  - 220 °C – 240 °C
  - 28 – 32 bar gegen 0 bar
  - Partikelgröße einige mm

Keramischer Kugelhahn in Kombination mit zwei Festdrosseln

Bild 69: Recyclinganlage SVZ Schwarze Pumpe

- Entspannung von Ruhswasser
  - Schlacke / Wasser
  - 220°C – 230°C
  - 32 – 35 bar gegen 0 bar
  - Partikelgröße 0,1 mm

→ Keramischer Entspannungskugelhahn in Kombination mit zwei Festdrosseln

Bild 70: Vergasungsanlage

Entspannungskugelhähne sind Spezialkugelhähne, die von der Idee her die Kombination von zwei Festdrosseln und eines Kugelhahnes darstellen. Durch eine geziehlte mehrfache Druckteilung wird die Strömungsgeschwindigkeit soweit gedrosselt, dass diese dann von den anschließenden keramisch ausgekleideten Rohrstrecken beherrscht uns weiter normalisiert werden.

Bild 71: Entspannungsregelstrecke DN 150

Bild 72: Entspannungskugelhahn DN150/40

Die verwendeten Vortragsfolien (Nr. 1 bis 34) finden sich auf den folgenden Seiten.

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen zum Extremfall - Folie 1

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen zum Extremfall - Folie 2

Einleitung

Keramische Ausrüstungen seit fast 80 Jahren (Chemiekeramik)

Firmen der ersten Stunde

- HESCHO Hermsdorf
- Friedrichsfeld AG
- KPM Berlin
- Süddeutsche Steinzeugwerke
- Krauschwitzer Steinzeugwerke

KPM 18 Jhd.

Erste keramische Anlagenteile

- Behälter
- Reaktoren
- Rohrleitungen
- Armaturen
- Pumpen

Vakuumkolonnen und Säureabscheider

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen zum Extremfall - Folie 4

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen zum Extremfall - Folie 5

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen zum Extremfall - Folie 6

Keramik in klassischen Verschleißschutzanwendungen

think ceramics TECHNISCHE KERAMIK

Weitere Anwendungsfälle in Kraftwerken

- Prozesswasser
- Gips
- Schwefeldirektherstellung

Prozesswasserstrecke im Kraftwerk

Hydrozyklonanlage Gips

Verschleißschutz mit Keramik in der Praxis

7

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen zum Extremfall - Folie 7

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen zum Extremfall - Folie 8

Keramik in klassischen Verschleißschutzanwendungen

think ceramics TECHNISCHE KERAMIK

Andere Anwendungsfälle für Kalkmilch

- Zuckerfabrik
- Wasseraufbereitung

Zuckerfabrik

Wasseraufbereitungsanlage

Verschleißschutz mit Keramik in der Praxis

9

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen zum Extremfall - Folie 9

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen z. Extremfall - Folie 10

Anspruchsvolle Anwendungsfälle

Kraftwerke

- Erhöhung des Wirkungsgrades – Vorheizung
- Kohleförderleitungen PN 160

Hochdruckkohleförderleitung

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen z. Extremfall - Folie 11

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen z. Extremfall - Folie 12

Anspruchsvolle Anwendungsfälle

Alpha-Gips

Gipswerk, Haupteinfahrt

- Alpha – Gips ist ein hochfester Baustoff
- beim Förderern und Zentrifugieren zeigen sich erhebliche Verschleißprobleme
- Suspension neigt zum aushärten
- Keine Kugelhähne, sondern totraumfreie Scheibenschieber

Keramische Regelschieber im Gipswerk

Anspruchsvolle Anwendungsfälle

think ceramics TECHNISCHE KERAMIK

Pigmente

- In Farben und Werkstoffen ist Titandioxid als Weißmacher
- Titandioxid ist ein sehr abrasiver Stoff
- bei Farbküchen
  - präzise Regelung notwendig
  - Kein Absetzen in Strömungsschatten

Titanoxidhersteller in Slovenien

Automatische Farbküche in Papierfabrik

Verschleißschutz mit Keramik in der Praxis

14

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen z. Extremfall - Folie 14

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen z. Extremfall - Folie 15

Anspruchsvolle Anwendungsfälle

think ceramics
TECHNISCHE KERAMIK

Fördertechnik
Pneumatischen Förderung

Typisch schleißende Medien:

- Keramische Pressgranulate
- Flugaschen
- Aluminiumoxidpulver

- Getreideprodukten
- Gefüllten Kunststoffgranulaten

Förderschuh und Keramikeinsatz

Verschleißschutz mit Keramik in der Praxis

16

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen z. Extremfall - Folie 16

Anspruchsvolle Anwendungsfälle

Fördertechnik
Pneumatischen Förderung

Jet-Verteiler

Spezielle Anwendungen:

- Zyklone
- Fördereingänge
- Förderschuhe
- Injektoren
- Verteiler
- Schleusen

Doppelkugelhahnschleuse

Verschleißschutz mit Keramik in der Praxis

17

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen z. Extremfall - Folie 17

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen z. Extremfall - Folie 18

Extreme Einsatzfälle – Keramik = die Lösung

Slurry mit FCC – Katalysatoranteilen, 250 °C

Keramischer Hochtemperaturkugelhahn

Standzeit:

- **Früher** 2 – 10 Wochen
- **Heute** > 1 Jahr

Slurry - HT – KH

FCC – Katalysatoreinspeisung, 750 °C

- **Katalysator (Aluminiumoxid) – Verfahren**
- **Gasdichtheit der Armatur**

FCC – Katalysatordosierkugelhahn, DN 100

Extreme Einsatzfälle – Keramik = die Lösung

think ceramics TECHNISCHE KERAMIK

Großvolumige Keramikteile (Schlickergussverfahren)

- Siliziumkarbid bis zu einer Länge von über 1 m
- Aluminiumoxid bis zu einer Länge von 700 mm

Zyklon aus SiSiC

Zyklon aus Aluminiumoxyd

Verschleißschutz mit Keramik in der Praxis

20

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen z. Extremfall - Folie 20

Extreme Einsatzfälle – Keramik = die Lösung

Extreme Genauigkeit

- Hohe Präzision
- Gasdichte Schieber
- Durchmesser von 60 mm mit einer Ebenheit von unter 50 nm

Verschleißschutz mit Keramik in der Praxis

21

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen z. Extremfall - Folie 21

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen z. Extremfall - Folie 22

Extreme Einsatzfälle – Keramik = die Lösung

Hochdruckschieber, DN ½“, PS 250

- Dosieren von gefülltem PUR
- Hochdruckschieber für 250 bar Arbeitsdruck
- Hydraulikzylinder mit einer Kraft von 5 t

Hochdruckschieber DN ½“, PS 250

Extreme Einsatzfälle – Keramik = die Lösung

think ceramics TECHNISCHE KERAMIK

Hochdruckregelschieber, PS 500

- Regeln des Düsenvordruckes an einer Hochdruckwaschanlage
- Drehschieber für 500 bar
- Betätigung mit Hand möglich (Drehmoment kleiner 4 Nm)

Hochdruckregelventil

Verschleißschutz mit Keramik in der Praxis

24

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen z. Extremfall - Folie 24

Extreme Einsatzfälle – Keramik = die Lösung

Schieber mit Sperrgas für die Fluorchemie

- **Organische Säure, Trifluoressigsäure (TFA)**
- **Innenraum des Schiebers Korrosionserscheinungen**
- **Abhilfe = Innenraum + Sperrgas mit Überdruck**

Korrosion ohne Sperrgas nach ½ Jahr

Mit Sperrgas nach einem Jahr

Extreme Einsatzfälle – Keramik = die Lösung

think ceramics TECHNISCHE KERAMIK

Schieber mit Doppelstopfbuchse nach TA – Luft, Sperrgas und Heizung

- mit allen Sicherheitsmaßnahmen
- Zusätzlich mit Heizung
- Siliziumkarbidkeramik ist als einzig beständiges Material geprüft worden
- Hastelloy musste in der „Mutterlauge“ als unbeständig eingestuft werden

Schieber DN 25 PN10 mit Heizung, Doppelstopfbuchse und Sperrgas

Verschleißschutz mit Keramik in der Praxis

26

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen z. Extremfall - Folie 26

Extreme Einsatzfälle – Keramik = die Lösung

Hochkonzentrierte Salpetersäure (HOKO), 230 °C, 64 bar

- Keramikinnenleben und zwei metallische Mäntel
- Selbst leichte Leckagen des Mediums können zum Brand der Anlage führen
- Zwischen den einzelnen Mänteln können feinste Leckagen detektiert werden

HOKO Regelkugelhahn DN 25

Keramisches Innenleben des HOKO-KH

Extreme Einsatzfälle – Keramik = die Lösung

think ceramics TECHNISCHE KERAMIK

Eisenerzreduzierung, 750 °C, 7 bar

- Kugelhähne für die Hopper - Entspannung
- Hopper haben einen Druck von 7 bar und eine Temperatur von 750 °C
- Ständig unter einer Temperatur von 450 °C
- Alle 10 Minuten erfolgt eine Entspannung des Medium mit 750 °C über die Armaturen

Stahlwerk Trinidat

Verschleißschutz mit Keramik in der Praxis

28

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen z. Extremfall - Folie 28

Extreme Einsatzfälle – Keramik = die Lösung

Hochtemperaturanwendungen bis 1.550 °C

- **Bei solchen extremen Temperaturbereichen muss man mit inneren Isolierungen arbeiten**
- **Ein Rohrbogen DN 80 für 1.550°C erhält so einen Metallmantel DN 600, der eine maximale Temperatur von 550 °C abbekommt**

Rohrbogen DN 80, 1.550 °C

Rohr DN 80, Flansch DN 500, 1.250 °C

Extreme Einsatzfälle – Keramik = die Lösung

think ceramics TECHNISCHE KERAMIK

Hochtemperaturmischventil bis 1.400 °C

- Armatur DN 500
- für Schwefelherstellung
- Mischventil:
  heißes Gas (1.250 bis 1.400 °C),
  überwiegend Schwefelwasserstoff,
  mit einem kühlen Gas (ca. 350 °C) gemischt
- Ständige Thermoschocks bis zu 1.000 K möglich

Mischventil bei der Auskleidung

Röntgenbild während des Betriebes

Verschleißschutz mit Keramik in der Praxis

30

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen z. Extremfall - Folie 30

Extreme Einsatzfälle – Keramik = die Lösung

Flüssigmetall bis 800 °C

Flüssigmetallkugelhahn in der Anlage

Flüssigmetallkugelhahn, demontiert

Flüssigmetallkugelhahn

Leichtmetalle, wie Aluminium, Magnesium, Zinn oder Zink, werden immer öfter in Gießautomaten verarbeitet

Extreme Einsatzfälle – Keramik = die Lösung

think ceramics TECHNISCHE KERAMIK

Entspannungssysteme bis 200 °C und Drücke bis 40 bar

Systeme aus Drosseln und Armaturen gemeint, die dazu bestimmt sind, große Drücke abzubauen

- **Entspannung von Aluminiumhydroxid/Wasser**

  220°C – 250°C,
  20 – 25 bar gegen 0 bar
  Partikelgröße ca. 100 µm

Keramischer Scheibenschieber in Kombination mit einer Festdrossel

Verschleißschutz mit Keramik in der Praxis

32

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen z. Extremfall - Folie 32

Extreme Einsatzfälle – Keramik = die Lösung

- Entspannung von Ruhswasser

220°C – 240°C,
28 – 32 bar gegen 0 bar
Partikelgröße einige mm

Recyclinganlage

Keramischer Kugelhahn in Kombination mit zwei Festdrosseln

- Entspannung von Ruhswasser

Schlacke / Wasser
220°C – 230°C,
32 – 35 bar gegen 0 bar
Partikelgröße 0,1 mm

Vergasungsanlage

Keramischer Entspannungskugelhahn in Kombination mit zwei Festdrosseln

3.2 Verschleißschutz – vom Alltäglichen z. Extremfall - Folie 34