FORTSCHRITT-BERICHTE VDI

Dipl.-Chem. Rainer W. Körber, Speyer

Studien zur Sorption von Quecksilber aus Abluftströmen an beschichteten porösen Sorbenzien mit anschließender Desorption und Wiedergewinnung des Metalls

Reihe **15**: Umwelttechnik Nr. **159**

VDI VERLAG

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung XI

1. Einführung in die Problematik 1

2. Aufgabenstellung 5

3. Quecksilber – ein besonderes Metall 6

3.1 Physikalische Eigenschaften von Quecksilber 6
3.2 Chemische Eigenschaften von Quecksilber 7
3.3 Verwendung 7
3.4 Toxizität und Umweltprobleme durch Quecksilber 8
3.5 Verhalten von Quecksilber in Müllverbrennungsanlagen 10

4. Übersicht über die verschiedenen Rauchgasreinigungstechniken zur Entfernung von Quecksilber aus Abluftströmen 14

4.1 Staubfilter 14
4.2 Trockenreinigungsstufe 14
4.3 Naßreinigungsstufe 15
4.3.1 Fällung der gelösten Quecksilberspezies 15
4.3.2 Aufoxidation des metallischen Quecksilbers 15
4.4 Nachgeschaltete adsorptive Reinigung 16
4.4.1 Kohlefilter 16
4.4.2 Imprägnierte Trägermaterialien 18
4.4.3 Biosorption 19
4.4.4 Abscheidung durch Amalgam-Bildung 19

5. Beschreibung der angewandten Analysenmethoden 20

5.1 Atomabsorptionsspektrometrie 20
5.2 Elektronenspektroskopie zur Chemischen Analyse 21
5.3 Diffraktometrie bei streifendem Einfall 23
5.4 Differenz-Scanning-Kalorimetrie 24
5.5 Charakterisierung der Trägermaterialien mittels Quecksilber-Porosimetrie 26

6. Herstellung von Adsorbenzien für die Sorption von Quecksilber 27

6.1 Auswahl und Herstellung der Trägermaterialien 27
6.2 Tränken mit Metallsalzen 29
6.2.1 Variation der Tränktemperatur 30

6.2.2 Variation der Tränkdauer ... 30
6.2.3 Variation der Konzentration der Tränklösung ... 31
6.2.4 Variation des Drucks über der Tränklösung ... 31
6.2.5 Variation des Trägermaterials ... 32
6.2.6 Zusammenfassung der Tränkversuche ... 32
6.3 Temperung der getränkten Pellets ... 33
6.4 Reduktion zum Metall ... 35
6.5 Die Effektivität der Beladung ... 36

7. Aufbau einer Laborapparatur zur Sorption von Quecksilber ... 39

8. Sorption von Quecksilber an beschichteten Adsorbenzien ... 41

8.1 Charakterisierung der Trägermaterialien ... 41
8.2 Einfluß der Strukturparameter poröser Gläser auf das Sorptionsverhalten von Quecksilber ... 42
8.2.1 Variation des Porenradius ... 43
8.2.2 Variation von spez. Oberfläche und Porenvolumen ... 44
8.3 Variation der Trägermaterialien ... 46
8.4 Einfluß der Aktivkomponente auf die Quecksilbersorption ... 48
8.5 Bestimmung der Adsorptionsisothermen der Quecksilbersorption ... 54
8.6 Abschätzen der Adsorptionswärme ... 58
8.7 Fehlerbetrachtung ... 61
8.7.1 Vergleich von Umsatz/Zeit-Kurven ... 61
8.7.2 Beladung der Pellets und Bestimmung der Quecksilberkonzentration ... 61
8.7.3 Lineare Regression ... 61

9. Verlauf der Sorption von Quecksilber ... 63

9.1 Lichtmikroskopische Untersuchungen an exponierten Goldfolien ... 63
9.2 ESCA-Messungen an exponierten Folien ... 65
9.3 GID-Messungen an exponierten Folien ... 69
9.4 DSC-Messungen an exponierten Folien und Pellets ... 74
9.5 Abschätzung des vorherrschenden Stofftransports ... 76
9.5.1 Theoretische Betrachtung ... 76
9.5.2 Bilanzierung ... 79
9.5.3 Bestimmung der Stoffkonstanten ... 83
9.5.4 Sorptionsversuche und Anpassung der Parameter ... 85

10. Einfluß von Schadgasen auf die Sorption von Quecksilber ... 88

10.1 Sorption von sauren Gasen an beschichteten Trägermaterialien ... 88

10.2 Einfluß von HCl auf die Sorption von Quecksilber 90
10.3 Einfluß von SO_2 auf die Sorption von Quecksilber 92

11. Möglichkeiten der Entfernung von Quecksilber und seinen Verbindungen auf Basis einer reversiblen Chemisorption 94

11.1 Grundüberlegungen 94
11.2 Sorption von Quecksilber an verschiedenen Metallsalzen 95
11.2.1 Experimentelle Ergebnisse 95
11.2.2 DSC und ESCA-Messungen 98
11.3 Sorption von Quecksilberverbindungen an beschichteten Sorbenzien 100

12. Desorption und Recycling von Quecksilber 103

12.1 Grundüberlegungen 103
12.2 Thermische Desorption beladener Sorbenzien 104
12.3 Desorption im Vakuum 105
12.4 Rückgewinnung des desorbierten Quecksilbers 106

13. Pilotanlage 107

14. Anhang 109

14.1 Anhang A 109
14.2 Anhang B 111
14.3 Anhang C 115

15. Literatur 116