

Luftreinhaltung durch Adsorption, Absorption und Oxidation

von

Dipl.-Ing. Harald Menig

Professor an der Fachhochschule Frankfurt am Main
Fachbereich Verfahrenstechnik

DEUTSCHER FACHSCHRIFTEN-VERLAG

Braun & Co. KG

Wiesbaden

Inhaltsübersicht	Seite
Vorwort	5
0. Einleitung	11
1. Adsorption und Adsorptionskatalyse	30
1.1 Grundlagen der Adsorptionstechnik	30
1.1.1 Wesen und Begriffe der Adsorption	30
1.1.2 Gesetze der statischen Adsorption	35
1.1.3 Dynamische Adsorption	44
1.2 Adsorptionsmittel für Gase und Dämpfe	51
1.3 Aktivkohlen	56
1.3.1 Herstellung aktiver Kohlen	58
1.3.2 Qualitätsmerkmale körniger Aktivkohlen	64
1.4 Aktivkohle in der Luftreinhaltung	91
1.4.1 Aktivkohle-Filter gegen Geruchs- und Giftstoffe	94
1.4.2 Aktivkohle-Filter zur Luftkonditionierung	99
1.4.3 Aktivkohle-Filter gegen radioaktive Gase	103
1.4.4 Aktivkohle-Anlagen zur Lösemittel-Wiedergewinnung	107
1.4.5 Projektierungsbeispiel zur Lösemittel-Wiedergewinnung	121
1.4.6 Aktivkohle-Verfahren zur Gasentschwefelung	134
1.4.7 Aktivkohle zur Gasentschwefelung	142
1.5 Literatur	149
2. Absorption	151
2.1 Begriffe und Grundlagen der Absorptionstechnik	152
2.2 Ermittlung der Bodenzahl nach dem statischen Modell	161
2.2.1 Materialbilanz am Absorber	161
2.2.2 Bodenzahl der Absorption	164
2.2.3 Spezifischer Waschflüssigkeitsverbrauch	169
2.2.4 Bodenzahl der Desorption	170
2.2.5 Nichtisotherme Absorption	171
2.2.6 Projektierungsbeispiel	174
2.3 Ermittlung der Übertragungseinheiten nach dem kinetischen Modell	185
2.3.1 Das Modell der unbeweglichen Grenzschichten	186
2.3.2 Stofftransportgleichungen	187
2.3.3 Zahl der Übertragungseinheiten NTU_{og}	193
2.3.4 Projektierungsbeispiel	199
2.3.5 Ermittlung von Stoffübergangs- und HTU -Werten	201

	Seite
2.4 Dimensionierung von Absorptionskolonnen	211
2.4.1 Bodenkolonnen	211
2.4.2 Füllkörper-Kolonnen	215
2.5 Absorbertypen	221
2.5.1 Bodenkolonnen	222
2.5.2 Füllkörper-Kolonnen	233
2.5.3 Freiraumwäscher	252
2.5.4 Absorber mit rotierenden Einbauten	258
2.6 Chemische Absorption	262
2.7 Waschflüssigkeiten	268
2.7.1 Anforderungen an Waschflüssigkeiten	268
2.7.2 Aufarbeitung beladener Waschflüssigkeiten	272
2.8 Literatur	284
3. Thermische Nachverbrennung (TNV)	286
3.1 Grundlagen der Verbrennung	286
3.1.1 Zündbedingungen	286
3.1.2 Brennstoffe und ihre feuerungstechnischen Eigenschaften	294
3.1.3 Verbrennungsgleichungen und Heizwerte	299
3.1.4 Sauerstoff- und Luftbedarf	309
3.1.5 Menge und Zusammensetzung der Verbrennungsprodukte	317
3.1.6 Verbrennungstemperaturen und Taupunkt	322
3.2 Aufgabenstellung und Anwendungsbereiche	332
3.3 Technologie thermischer Nachverbrennungsanlagen	338
3.3.1 Temperatur, Verweilzeit, Ausbrand	340
3.3.2 Aufbau und Betrieb der Anlagen	348
3.4 Bauelemente thermischer Nachverbrennungsanlagen	352
3.4.1 Brenner	352
3.4.2 Brennkammer	362
3.4.3 Wärmetauscher	367
3.5 Betriebskosten und Abhitzeverwertung	373
3.6 Projektierungsbeispiel	382
3.6.1 Projektdaten	383
3.6.2 Brennkammer-Endtemperatur und Verweilzeit in der Brennkammer	383
3.6.3 Temperaturerhöhung durch Abgasheizwert	384
3.6.4 Wärmetauscher zur Abgasvorwärmung	385

	Seite
3.6.5 Dimensionierung der Brennkammer	390
3.6.6 Betriebsmittelkosten	391
3.7 Gemeinsame Verbrennung gasförmiger und flüssiger Rückstände	394
3.8 Literatur	399
4. Katalytische Nachverbrennung (KNV)	401
4.1 Grundbegriffe der technischen Katalyse	401
4.2 Technologie katalytischer Nachverbrennungsanlagen	407
4.2.1 Temperatur, Raumgeschwindigkeit, Umsatz	407
4.2.2 Aufbau und Betrieb der Anlagen	418
4.3 Katalysatorauswahl	427
4.4 Lebensdauer der Katalysatoren	434
4.5 Betriebskosten und Abhitzeverwertung	437
4.6 Projektierungsbeispiel	441
4.6.1 Projektdaten	441
4.6.2 Anspringtemperatur des Katalysators	442
4.6.3 Arbeitstemperatur im Katalysatorbett	444
4.6.4 Abgasvorwärmung auf Anspringtemperatur	448
4.6.5 Dimensionierung der Katalysatorzone	450
4.6.6 Betriebsmittelkosten	452
4.7 Literatur	453
5. Verzeichnis der Abbildungen	454
6. Verzeichnis der Tabellen	462
7. Stichwortverzeichnis	467