

Technische Information

Nr. 5 · Seite 1

Kenndaten für den Katalysator-Einsatz

Volumenbelastung:	Nm ³ Abgas / h / Katalysator-Element
Raumgeschwindigkeit:	Nm ³ Abgas / h / Katalysator-Volumen
Verweilzeit:	Sek.
Eintrittsgeschwindigkeit:	m / Minute oder m / Sekunde

Neben der Zusammensetzung der zu verbrennenden Kohlenwasserstoffverbindungen sowie der Katalysator-Temperatur ist die Abgasvolumenbelastung der Katalysatoren von Bedeutung für die zu erzielenden Verbrennungsausbeuten.

Auch für die Geschwindigkeit, mit welcher die Abgase das Katalysatorbett durchströmen und die Katalysatortiefe ergeben sich in der Praxis bestimmte bevorzugte Grenzen nach oben und unten, innerhalb deren die maximalen Verbrennungsausbeuten erhalten werden.

Die folgenden, mehr detaillierten Erläuterungen geben Aufschluss über die Verhältnisse der Volumenbelastung und der Gasgeschwindigkeit beim Einsatz des metallischen Katalysators. Aus der Volumenbelastung werden die spezifischen Kenndaten für den Katalysator-Einsatz, nämlich Raumgeschwindigkeit und Verweilzeit, ausgerechnet.

1. Katalysator-Volumenbelastung

Die Liste der Standard-Katalysator-Elemente aus der „Technischen Information“ Nr. 1 gibt die Abgasvolumenbelastung pro Element in Nm³/h an. Diese Angaben stellen zugleich die 100%ige Volumenbelastung dar und können verwendet werden für die Verbrennung von reinen, leicht oxidierbaren Lösungsmitteln wie Xylol, Tulol u. a.

Zum Beispiel beträgt die maximale bzw. 100%ige Volumenbelastung für das Element 1–2 800 Nm³/h.

Technische Information

Nr. 5 · Seite 2

Beim Einsatz der Katalysatoren in der Drahtlackier-Industrie sind nicht nur Lösungsmittel, sondern auch flüchtige Bestandteile und Spaltprodukte des Festkörpers der Lacke zu verbrennen. Um gute Verbrennungsausbeuten für Gesamt-Kohlenwasserstoffe zu erzielen, ist es deshalb erforderlich, die Volumenbelastung der Katalysatorelemente abzusenken.

Gemäß unseren Erfahrungen empfehlen wir eine Herabsetzung der in der Liste angegebenen Volumenbelastungen von 100 % auf 65 – 70 %. Unter diesen Umständen werden bei Einhaltung geeigneter Eintrittstemperaturen in den Katalysator gute Verbrennungswirkungsgrade erzielt.

Zum Beispiel ist gemäß obiger Ausführung die maximale Volumenbelastung für das Element 1–2 bei Einsatz in der Drahtlackier-Industrie ca. 500 Nm³/h.

2. Raumgeschwindigkeit

Die Raumgeschwindigkeit ist das Verhältnis von Abgasvolumen pro Stunde zu eingesetztem Katalysatorvolumen.

Raumgeschwindigkeit = Abgas in Nm³/h/Katalysatorvolumen in m³

Für den metallischen Katalysator beträgt die Raumgeschwindigkeit bei Anwendung in der Drahtlackier-Industrie etwa 40.000 Nm³ Abgas/h bezogen auf 1 m³ Katalysatorvolumen.

Die Raumgeschwindigkeit ist eine spezifische Katalysator-Kennzahl. Bei hohen Werten, wie dies für den metallischen Katalysator der Fall ist, wird zum Ausdruck gebracht, dass man gute Verbrennungswirkungsgrade schon bei Verwendung relativ niedriger Katalysatorvolumen erhält.

Beispiel: Es sollen 1.000 Nm³ Abgas/h katalytisch behandelt werden.

Hierfür muss etwa folgendes Volumen des metallischen Katalysators zur Anwendung kommen:

$$\text{Katalysatorvolumen: } \frac{\text{Abgasvolumen / h}}{\text{Raumgeschwindigkeit}} = \frac{1.000}{40.000} = 0,025 \text{ m}^3$$

Technische Information

Nr. 5 · Seite 3

Für andere Katalysator-Typen sind diese Werte niedriger und betragen etwa 20.000 Nm³ Abgas/h/1 m³ Katalysator. Bei einer Raumgeschwindigkeit von 20.000 ergibt sich der Katalysatoraufwand wie folgt:

$$\text{Katalysatorvolumen} = \frac{1.000 \text{ Nm}^3 \text{ Abgas / h}}{20.000 \text{ Raumgeschwindigkeit}} = 0,05 \text{ m}^3$$

Das heißt, dass bei Verwendung von wenig aktiven Katalysatoren für das gleiche Abgasvolumen der Aufwand an Katalysatorvolumen viel größer ist und ein entsprechend höherer Platzbedarf bei der Unterbringung des Katalysators notwendig ist.

3. Verweilzeit

Wie die Raumgeschwindigkeit, ist auch die Verweilzeit eine spezifische Katalysator-Kennzahl. Die Verweilzeit sagt aus, wie lange sich das Abgasvolumen (Volumen/ Sekunde) bzw. die einzelnen Moleküle im Katalysator aufhalten.

Für den metallischen Katalysator beträgt die Verweilzeit etwa 0,08 – 0,12 Sek. unter Normalbedingungen des Abgases (0 °C, 760 Torr).

Die Verweilzeit ergibt sich aus folgender Beziehung:

$$\text{Verweilzeit} = \frac{\text{Katalysatorvolumen}}{\text{Abgasvolumen / Sek.}}$$

Beispiel: Die empfohlene Volumenbelastung in der Drahtlackier-Industrie beträgt gemäß 65 – 70 % des Listenbetrages für das Element 1–2 ca. 550 Nm³ Abgas/h.

Das effektive Volumen dieses Katalysator-Elements beträgt 17,6 Liter bzw. 0,0176 m³.

$$\text{Abgasvolumen / Sek.} = \frac{550 \text{ Nm}^3 / \text{h}}{3.600} = 0,153 \text{ Nm}^3 / \text{Sek.}$$

$$\text{Verweilzeit} = \frac{0,0176 \text{ m}^3 \text{ Katalysator}}{0,153 \text{ Nm}^3 \text{ Abgas / Sek.}} = 0,115 \text{ Sek.}$$

Technische Information

Nr. 5 · Seite 4

Diese Rechnung bezieht sich auf 0 °C und 760 mm Hg-Säule, d. h. auf Standard-Auslegungsbedingungen.

Die Verweilzeit ist von Temperatur und Druck des Abgases abhängig. Bei Betriebsverhältnissen müssen meist höhere Temperaturen für die Berechnung der Verweilzeit berücksichtigt werden.

Beispiel: Aus einer Anlage werden 550 Nm³ Abgas/h abgeführt und mit einem Katalysator-Element Type 1–2 behandelt. Die Temperatur des Abgases beträgt 400 °C.

Die Verweilzeit wird nun wie folgt berechnet:

$$\text{Betriebsvolumen m}^3/\text{h} = \frac{550 \text{ Nm}^3 \times (273 + 400)}{273} = 1.356 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Betriebsvolumen m}^3/\text{Sek.} = \frac{1.356 \text{ m}^3/\text{h}}{3.600} = 0,38 \text{ m}^3/\text{Sek.}$$

$$\text{Verweilzeit} = \frac{0,0176 \text{ m}^3 \text{ Katalysator}}{0,38 \text{ Nm}^3 \text{ Abgas} / \text{Sek.}} = 0,046 \text{ Sek.}$$

Infolge der höheren Abgastemperaturen ist die tatsächliche Verweilzeit am Katalysator geringer als unter Normalbedingungen.

4. Eintrittsgeschwindigkeit

Bei Einsatz des KATEC GM-Katalysators ist die Eintrittsgeschwindigkeit durch die Katalysator-Volumenbelastung fixiert. Beachtet man die angegebenen maximalen Volumenbelastungen der Elemente, so entsprechen die Gasgeschwindigkeiten im Katalysatorbett immer jenen Bereichen, in welchen hohe Umsätze bei der Verbrennung der Kohlenwasserstoffe erhalten werden.

Die Abgas-Eintrittsgeschwindigkeiten in den Katalysator in m/Minute ergeben sich aus dem Quotienten.

Technische Information

Nr. 5 · Seite 5

$$\text{Eintrittsgeschwindigkeit, m/Minute} = \frac{\text{Nm}^3 \text{ Abgas / Minute}}{\text{Kat. Eintrittsfläche m}^2}$$

Bei den empfohlenen Volumenbelastungen für die Drahtlackier-Industrie beträgt die Eintrittsgeschwindigkeit für die Bautiefe 2 = 67 mm ca. 50 m / Minute und für Bautiefe 3 = 99 mm ca. 75 m / Min. Dabei sind die Bautiefen der Elemente gekennzeichnet durch die 2. Ziffer der Typenbezeichnung, z. B. Type 1-2.

Die empfohlenen maximalen Katalysator-Volumenbelastungen und die damit fixierten maximalen Eintrittsgeschwindigkeiten sind auf die Bautiefe der Katalysatorelemente abgestimmt. Jede Katalysatorstruktur erfordert gemäß ihrer Trägerform, Oberfläche etc. gewisse Mindestbautiefen bzw. einen Mindestdruckabfall, so dass die Verteilung des Abgases über die Katalysator-Oberfläche gleichmäßig ist und die katalytische Verbrennungsreaktion mit hohen Umsätzen verläuft.

Die Mindestbautiefe für den technischen Einsatz des KATEC-GM-Katalysators beträgt 67 mm entsprechend Bautiefe 2. Auch wenn man die Eintrittsgeschwindigkeit noch weiter absenken würde, so empfiehlt sich nicht, geringere Bautiefen als 67 mm einzusetzen. Mit einer Verringerung der Bautiefe auf unter 67 mm kann aufgrund des nunmehr sehr geringen Druckabfalles und möglicherweise der ungleichmäßigen Verteilung des Gasstromes über den Katalysator die Verbrennungsausbeute geringer werden als für die angewendete Raumgeschwindigkeit erwartet wird.

Für ein bestimmtes Abgasvolumen kann man durch die Auswahl von Elementen verschiedener Bautiefen wie 2, 3 oder 4 die Verhältnisse wie Druckabfall oder Einbauquerschnitte beeinflussen, sofern sich hierbei die Eintrittsgeschwindigkeiten nur in den empfohlenen Grenzen verändern.

Wird z. B. niedriger Druckabfall über den Katalysator verlangt, so wählt man die Bautiefe 2 (oder 2E). Wünscht man aus Platzgründen geringe Einbauquerschnitte, so ist hierfür die Bautiefe 3 oder gar 4 geeignet, wenn es – wegen des höheren Druckabfalles – die Gebläseleistung zulässt.