

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Mechanische Fest-Flüssig-Trennung durch
Kuchenfiltration

Mechanische Entfeuchtung von inkompressiblen
Filterkuchen durch Gasdifferenzdruck

Mechanical solid-liquid separation by cake filtration

Mechanical deliquoring of incompressible filter cakes by
undersaturation using a gas pressure difference

VDI 2762
Blatt 3 / Part 3Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.**The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.*

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	2	Preliminary note	2
Einleitung	2	Introduction	2
1 Anwendungsbereich	2	1 Scope	2
2 Normative Verweise	3	2 Normative references	3
3 Begriffe	3	3 Terms and definitions	3
4 Formelzeichen	3	4 Symbols	3
5 Physikalische Grundlagen wesentlicher Begriffe	5	5 Physical principles of key terms	5
5.1 Sättigungsgrad <i>S</i>	5	5.1 Saturation <i>S</i>	5
5.2 Restfeuchte <i>RF</i>	6	5.2 Residual moisture <i>RF</i>	6
5.3 Trockensubstanz <i>TS</i>	6	5.3 Total solids <i>TS</i>	6
5.4 Volumenbeladung <i>B_v</i>	7	5.4 Liquid load <i>B_v</i>	7
6 Grundlagen des Verfahrens	7	6 Basic principles of the method	7
6.1 Prinzip des Messverfahrens	7	6.1 Principle of the measurement method	7
6.2 Grenzen der mechanischen Entfeuchtung von Filterkuchen mit Gasdifferenzdruck	9	6.2 Limitations to the mechanical deliquoring of filter cakes by means of gas pressure difference	9
6.3 Kinetik der mechanischen Entfeuchtung von Filterkuchen mit Gasdifferenzdruck	12	6.3 Kinetics of mechanical deliquoring of filter cakes by means of gas differential pressure	12
7 Experimentelle Ermittlung des Entfeuchtungsverhaltens von gesättigten Filterkuchen mittels Gasdifferenzdruck	14	7 Experimental determination of the deliquoring behaviour of saturated filter cakes by means of gas differential pressure	14
7.1 Versuchsaapparatur	14	7.1 Test equipment	14
7.2 Versuchsdurchführung	20	7.2 Test procedure	20
7.3 Versuchsauswertung	24	7.3 Test evaluation	24
7.4 Abweichungen vom idealen Entfeuchtungsverhalten	27	7.4 Deviations from the ideal deliquoring behaviour	27
8 Zusammenfassende Hinweise	30	8 Summary	30
Schrifttum	30	Bibliography	30

VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (GVC)

Fachbereich Verfahrenstechnische Prozesse

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2762.

Einleitung

Die mechanische Entfeuchtung durch Gasdifferenzdruck wird bei Vakuum- und Druckfiltern nach der Kuchenbildung (oder Kuchenwäsche) mit hauptsächlich folgenden Zielsetzungen angewendet:

- Reduzierung der Restfeuchte im Filterkuchen
- Reduzierung des Energieaufwands für eine nachfolgende thermische Trocknung
- Erhöhung der Reinheit eines Feststoffs durch Verringerung der im Filterkuchen verbleibenden Flüssigkeitsmenge, die Verunreinigungen in gelöster Form enthalten kann
- Erhöhung der Produktausbeute, wenn die Suspensionsflüssigkeit oder in ihr gelöste Stoffe das Wertprodukt darstellen
- Einstellen eines Schüttgutverhaltens, das für nachfolgende Prozessschritte wie Fördern, Dosieren, Zerkleinern und Trocknen vorteilhaft ist

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie beschreibt ein Messverfahren zur Bestimmung der Entfeuchtungskinetik und der Grenzen der mechanischen Entfeuchtung (Entfeuchtungsgleichgewicht) durch Gasdifferenzdruck eines Filterkuchens. Sie dient als Grundlage für quantitative Aussagen über die mechanische Entfeuchtbarkeit weitgehend inkompressibler Filterkuchen mittels Gasdifferenzdruck. Sie setzt die Richtlinie VDI 2762 Blatt 2 fort, in der die Bildung derartiger Filterkuchen aus einer Suspension beschrieben wird.

Entsprechend dem Bereich typischer technischer Anwendungen wird die Gasdruckdifferenz nach oben auf ca. 0,6 MPa (6 bar) begrenzt.

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at www.vdi.de/2762.

Introduction

Mechanical deliquoring by gas differential pressure is used in vacuum and pressure filters after cake formation (or cake washing) mainly for the following purposes:

- to reduce residual moisture in the filter cake
- to reduce energy consumption during subsequent thermal drying
- to increase the purity of a solid by reducing the amount of liquid remaining in the filter cake which can contain impurities in soluble form
- to increase the product yield if the suspension liquid or substances dissolved in it are valuable products
- to obtain a bulk material behaviour which is beneficial for subsequent process steps such as conveying, dosing, grinding or drying

1 Scope

This standard describes a measurement procedure to determine the deliquoring kinetics and limits of mechanical deliquoring (deliquoring equilibrium) of a filter cake by a gas pressure difference. It provides the basis for quantitative statements about the mechanical deliquorability of largely incompressible filter cakes by means of gas differential pressure. It is a continuation of Standard VDI 2762 Part 2, which describes the formation of these types of filter cake from a suspension.

The maximum gas pressure difference is limited to approximately 0,6 MPa (6 bar) for the typical range of technical applications.

2 Normative Verweise

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich:

VDI 2762 Blatt 1:2006-09 Mechanische Fest-Flüssig-Trennung durch Kuchenfiltration; Übersicht

VDI 2762 Blatt 2:2010-12 Filtrierbarkeit von Suspensionen; Bestimmung des Filterkuchenwiderstands

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Richtlinie gelten die Begriffe nach VDI 2762 Blatt 1 und Blatt 2 sowie die folgenden Begriffe:

Porosität (Porosität des Filterkuchens, Kuchenporosität, ε)
Hohlraumvolumenanteil des Filterkuchens

Restfeuchte (RF)
Verhältnis der im Filterkuchen verbliebenen Flüssigkeitsmasse zur gesamten Masse des feuchten Kuchens

Sättigungsgrad (S)
Verhältnis des mit Flüssigkeit gefüllten Porenraums V_L zum insgesamt durch die Poren im Filterkuchen gegebenen Hohlraumvolumen V_H

Trockensubstanz (TS)
Verhältnis der im Filterkuchen verbliebenen Trockenmasse zur gesamten Masse des feuchten Kuchens

Volumenbeladung (B_V)
Verhältnis des im feuchten Filterkuchen verbliebenen Flüssigkeitsvolumens zum Feststoffvolumen des Kuchens

4 Formelzeichen

In dieser Richtlinie werden die nachfolgend aufgeführten Formelzeichen verwendet:

Formelzeichen	Bezeichnung	Einheit
A	Filterfläche	m ²
a, b	Anpassungsparameter	–
B_V	Volumenbeladung	–
c_E	Eindampfdruckstand	g/g
h_{St}	kapillare Steighöhe	m
H_e	Kuchenhöhe am Ende der Filtration	m
K	Entfeuchtungskennzahl	–
M_L	Masse der Flüssigkeit im Filterkuchen	kg

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this standard:

VDI 2762 Part 1:2006-09 Mechanical solid-liquid-separation by cake filtration; Overview

VDI 2762 Part 2:2010-12 Mechanical solid-liquid separation by cake filtration; Determination of filter cake resistance

3 Terms and definitions

For the purposes of this standard, the terms and definitions as per VDI 2762 Part 1 and Part 2 and the following terms and definitions apply:

porosity (porosity of the filter cake, cake porosity, ε)
volume of pores in the filter cake

residual moisture (RF)
ratio of mass of liquid remaining in the filter cake to total mass of the moist cake

saturation (S)
ratio of liquid-filled pores V_L to total void volume V_H in the filter cake

total solids (TS)
ratio of dry mass remaining in the filter cake to total mass of the moist cake

liquid load (B_V)
ratio of volume of liquid remaining in the moist filter cake to volume of solids

4 Symbols

The following symbols are used throughout this standard:

Symbol	Designation	Unit
A	filter area	m ²
a, b	fitting parameters	–
B_V	liquid load ratio by volume	–
c_E	total dissolved solids	g/g
h_{St}	capillary height	m
H_e	cake thickness at the end of the filtration process	m
K	characteristic deliquoring number	–
M_L	liquid mass remaining in the filter cake	kg