



Doctoral Thesis

Scherfiltration im Ringspalt

Author(s):

Lieberherr, Jürg

Publication Date:

1978

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000125473> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 6144

Scherfiltration im Ringspalt

A B H A N D L U N G

zur Erlangung

des Titels eines Doktors der Technischen Wissenschaften

der

E I D G E N O E S S I S C H E N T E C H N I S C H E N

H O C H S C H U L E Z U E R I C H

vorgelegt von

J U E R G L I E B E R H E R R

Dipl. Masch. Ing. ETH

geboren am 23. Mai 1946

von Nesslau (Kt. St. Gallen)

angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. F. Widmer, Referent

Prof. A. Buck, Korreferent

1978

Z u s a m m e n f a s s u n g

Die wirkungsvolle Entwässerung von zahlreichen Schlämmen, Pigmenten oder Bentonit-Suspensionen bereitet in der industriellen Filtrationstechnik Schwierigkeiten, weil durch den Aufbau eines kompressiblen, statischen Kuchens auf dem Filtermittel die Filtratleistung sehr rasch absinkt.

Eine Alternativlösung zu diskontinuierlichen und absatzweise-kontinuierlichen Apparaten sind Filter, die den Kuchen im stationären Scherfeld vollkontinuierlich entwässern und nachbehandeln können; der kontinuierliche Betrieb gestattet zudem eine hermetisch geschlossene Bauart.

Anhand eines speziellen Apparatekonzeptes mit der unten aufgeführten Spezifikation wird die Scherfiltration im konzentrischen Ringspalt experimentell untersucht, wobei eine Kaolin-Wasser-Suspension mit der Feststoff-Konzentration $w = 0.09$ kg Kaolin/kg Suspension verwendet wird.

Als unabhängige Variablen sind der Betriebsdruck, die Innenzylinderdrehzahl, die Spaltbreite und der Feedvolumenstrom eingesetzt. Die Beeinflussung des Drehmomentes, der Filtratleistung der einzelnen Zylinderzonen und des Feststoffgehaltes im Kuchenaustrag wird gemessen. Die systematische Untersuchung der Zusammenhänge gestattet eine Korrelation mit den grundlegenden Arbei-

ten von Taylor und Chandrasekhar.

Die Messung der flächenspezifischen Filtratleistung f von Innen- und Aussenzyylinder in Abhängigkeit von Betriebsdruck p und Innenzyylinderdrehzahl n ergibt ein Optimum der Funktion $f = f(p,n)$, die spezifische Filtratleistung durchläuft also sowohl als Funktion des Druckes allein als auch der Zylinderdrehzahl allein ein Maximum, welches sich bei Steigerung von p und n zu grösseren Drehzahlen und Drücken verschiebt.

Wegen der zentripetalen Zunahme des Geschwindigkeitsgradienten im Ringspalt erbringt der Innenzyylinder eine durchwegs grössere spezifische Filtratleistung als der Aussenzyylinder. Bei einem maximalen Betriebsdruck von 5.5 bar werden eine Filtratleistung von etwa $8 \text{ kg/m}^2\text{min}$ und eine Endkonzentration von $w = 0.39 \text{ kg Kaolin/kg Suspension}$ erzielt.

Die Messung der erforderlichen Antriebsleistung zur Aufrechterhaltung der Scherströmung zeigt, dass diese im Vergleich zum Aufwand bei der Erzeugung der Förderleistung unter Betriebsdruck von untergeordneter Bedeutung ist.

Die lückenlose, photographische Erfassung der Kuchenbeladung auf den Filtertüchern ergibt, dass ein bezüglich Filtratleistung optimaler Betrieb gewährleistet ist, wenn ein Strömungszustand im Grenzbereich zwischen Turbulenz und ersten auftretenden In-

Stabilitäten (Taylorsche Ringwirbel) aufrechterhalten wird. In diesem Zustand beginnt gerade - vorzugsweise am Aussenzyylinder - die Bildung einer dünnen, statischen Kuchenschicht mit Rippenstruktur. Die dynamische Schicht dagegen wird unter intensiver Scherwirkung und fortschreitender Aufkonzentrierung in axialer Richtung zur Austragsseite gefördert.

Filterspezifikation:

gesamte Filterfläche, variabel	0.0602 m ² ; 0.0651 m ² ; 0.0699 m ²
<u>Aussenzyylinder</u> Durchmesser 79 mm p _{max} : 6 bar	fixiert, dreigeschossiger Filterzyl. mit je 0.0121 m ² effizienter Fläche, drei Filtratmessstellen
<u>Innenzyylinder</u> p _{max} : 6 bar	Drehzahlbereich 0 bis 42 s ⁻¹ , variabler Durchmesser: 51/61/71mm Effiziente Fläche: 0.0238 m ² ; 0.0287 m ² ; 0.0335 m ² kann auch als Konus eingesetzt werden
Ringspalthöhe	315 mm

S u m m a r y

Industrial filtration of sewage sludge, pigments, and nearly all slurries, which show pseudoplastic or even thixotropic behaviour, can be improved by shearing the thickened suspensions during dewatering.

By means of a special type of filtering apparatus with two concentric cylinders, of which the inner one rotates with $\omega = 42 \text{ s}^{-1}$, the dewatering progress through both cylinders and the cake build-up along the annular gap have been studied.

Experiments with a suspension of caolin/water and the changing parameters

- velocity of the inner cylinder
- gap width
- filtration pressure
- shape of annular gap (cylindrical or conical inner boundary)

have been carried out.

Measurements of torque, rate of filtrate accumulation, and concentrations allow the optimization of capacity and a correlation with Taylor's original work on instabilities of tangential fluid flow between concentric cylinders.