

Polymers

THERMISCHE HOCHVISKOS-PROZESSTECHNIK FÜR TEMPERATUREMPFINDLICHE PRODUKTE

Autoren: A. Diener, P.-A. Fleury

Vortrag auf der DECHEMA Tagung "Handhabung hochviskoser Medien" vom 15.-17.Juni 2005 in Schkopau

EINLEITUNG

Die heute im Einsatz befindlichen Prozesse verarbeiten oft Stoffe und Stoffgemische, die zur besseren Handhabung der Roh-, Zwischen- und Endprodukte sowie zur Verhinderung von Temperaturschädigungen mit großen Mengen Lösungsmittel verdünnt werden. Dabei ist der technische, technologische und ökonomische Aufwand für die nachfolgend notwendige Entfernung des Lösungsmittels sehr hoch. Die Einhaltung der umwelttechnischen Anforderungen macht dabei einen hohen Anteil des Endprodukterlöses aus.

Einen möglichen Lösungsansatz stellt dabei die Umstellung auf einen Hochviskosprozess dar, in dem durch geschickte Kombination von Variablen die Stoffe und Stoffgemische handhabbar bleiben und dabei thermisch nicht geschädigt werden.

VORTRAG

Thermische Prozesse sind von der Art des Energieeintrages und der Einwirkzeit auf das Produkt bestimmt. Die eingesetzte Technologie gibt die Art des thermischen und des mechanischen Energieeintrages sowie die mögliche Verweilzeit vor. Das angewendete Verfahren passt den Prozess innerhalb der technischen Möglichkeiten durch Veränderung der Parameter an. Die optimalen Parameter für thermische Prozessschritte liegen oft im Vakuum oder im Überdruck, wodurch die Dichtigkeit der Apparate und die Wärmeübertragung an das Produkt als Forderungen hinzukommen. Bild 1 zeigt die für thermische Prozesse einsetzbare Technik.

Bei nicht fließenden hochviskosen Medien muss im Vergleich zu Flüssigkeiten zusätzlich zum Produktaustausch an der Wärmeübertragungsfläche auch der Zwangstransport durch das Aggregat realisiert werden.

Die höchste Forderung von temperatur-empfindlichen hochviskosen Produkten ist eine genaue Prozesstemperaturkontrolle. Die für den Prozess notwendige Energie kann aber oft nicht direkt über den Wärmeübergang zugeführt oder entzogen werden, weil das treibende Gefälle der möglichen Temperaturdifferenzen nicht ausreicht, sodass kontrolliert Energie über Friktion zugeführt oder über Verdampfungskühlung und Rückflusskondensation abgeführt werden muss.

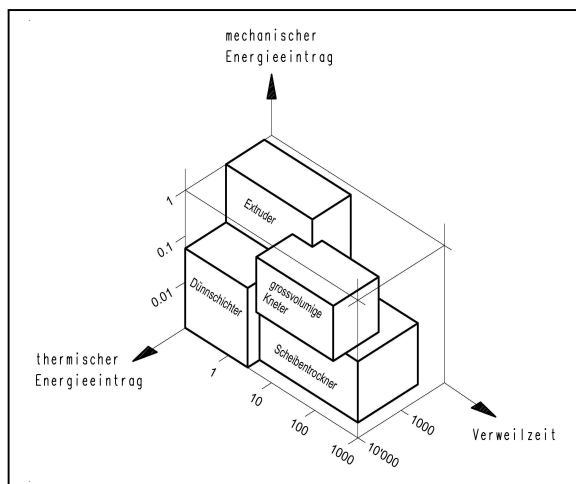


Bild 1: Vergleich der einsetzbaren Technologie für thermische Prozesse



Der Scheibentrockner und der Dünnschichtverdampfer sind für thermische Prozesse sehr interessant, sind aber aufgrund ihrer konstruktiven Gestaltung für viskose, nicht selbst fließende Produkte limitiert. Für Hochviskosprozesse sind heute vorwiegend Extruder und großvolumige Knetter im Einsatz.

Die Gegenüberstellung der Merkmale von Extruder und großvolumigem Knetter in der Tafel 1 soll beim Vergleich und der optimalen Auswahl der Technik helfen.

	Extruder	Großvolumige Knetter
Wärmeübertragung durch Heiz- oder Kühlfläche	Geringe spezifische Heiz- und Kühlfläche	Große spezifische Heiz- und Kühlfläche
Mechanischer Energie-Eintrag (Friktion)	Hohe, produktviskositätsabhängige Friktion, direkt verknüpft mit Drehzahl und Produktdurchsatz	Einstellbare, durchsatzunabhängige Friktion durch Drehzahlentkopplung
Verweilzeitspektrum Einwirkzeit	1 – 5 min Direkte Verknüpfung von Verweilzeit, Durchsatz und mechanischen Energieeintrag	5 min bis mehrere Stunden für langsame diffusive Stoffbildungs- und Entgasungsprozesse mit hohen Mischgüten
Gasabführung	Sehr enge Querschnitte in mehreren Zonen möglich	Große freie Querschnitte für große Brüdenmengen auch bei niedrigen Vakua
Hold up und freies Volumen	Geringer Hold up und geringes freies Volumen zur Vermischung von gleichwertigen Komponenten	Großer Hold up und große freie Volumen für das Einmischen von voluminösen Füllstoffen und Fasern
Prozessphilosophie	Kontinuierliche Pfropfenströmung über L:D konstruktiv einstellbar	Kontinuierliche Pfropfenströmung oder totale Rückmischung über Wellenkonfiguration konstruktiv einstellbar
Prozesskontrolle, -regelbarkeit und Variablenverknüpfung	Drehzahl als Hauptvariable mit direktem Einfluss auf Durchsatz, Verweilzeit und Friktion	Durchsatz, Drehzahl und Verweilzeit sind nicht direkt verknüpft und in weiten Bereichen frei wählbar
Produktbeanspruchung bei temperatur- oder scherempfindlichen Produkten	Produktschädigung von empfindlichen Produkten durch Scherung, nur ungenügende Kühlung möglich	Schonende Behandlung durch Entkopplung von Drehzahl und Durchsatz sowie regelbarem Verhältnis zw. Wärmeübertragung und Friktion

Tafel 1: Gegenüberstellung der Merkmale von Extruder und großvolumigen Knetter



Die Extrudertechnologie hat ihre Vorteile bei hohem spezifischen mechanischen Energieeintrag, bei kurzen Verweilzeiten und bei der Entgasung von mittlerem volatilen Anteilen.

Für temperaturempfindliche Produkte ist die Umstellung auf einen Hochviskosprozess mit Extrudern eher ungeeignet, weil die konstruktiv bedingten Friktionsenergieeinträge zu hoch sind und leicht zu Produktschädigungen führen können. Der mechanische Energieeintrag korreliert direkt mit der Drehzahl und damit mit dem Produktdurchsatz und die spezifischen Heiz- und Kühlflächen reichen für die Abfuhr der überschüssigen Energie oft nicht aus.

Alternativ zum Extruder werden immer öfter großvolumige Kneten in Hochviskosprozessen eingesetzt, in denen temperaturempfindliche Produkte bei genauerer Temperaturkontrolle thermisch verarbeitet werden. Großvolumige, kontinuierlich arbeitende Kneten bieten niedrigere spezifische Energieeinträge zur schonenden Verarbeitung von temperaturempfindlichen Produkten bei gleichzeitiger Entgasung von hohen volatilen Anteilen und langen, drehzahl-unabhängig einstellbaren Verweilzeiten. Aufgrund des besseren Raum/Fläche-Verhältnisses kann die überschüssige Friktionsenergie einfacher über die Wärmeaustauschflächen abgeleitet werden.

Beispiele für den Einsatz von großvolumigen Knetern als Hochviskos-Prozesstechnik sind:

- Direkte Eindampfung von Polymerlösungen oder Polymersuspensionen (EPDM, Rubber)
- Direkte Eindampfung von Lösungen oder Trocknung von Suspensionen (TDI, TDA, SAP)
- Kontinuierliche Masse-Polymerisation / Polykondensation (PMMA, POM, PVAc, Silikon)
- Entmonomerisierung und Finishen von Polymerschmelzen (Polyamide, Polyester)
- Kontinuierliche Kombination von Entmonomerisierung, Post-Polykondensation und Compoundierung von Polymerschmelzen in einer Prozessstufe (Polyamide)
- Kontinuierliche Einmischung von Füllstoffen in Polymerlösungen bei gleichzeitiger Entmonomerisierung bzw. direkter Eindampfung
- Kontinuierliche Reaktion in der pastösen Phase (Melamin, Herbizid, Antioxydanten, Crumb)
- Kristallisationen (Zuckeralkohole)
- Compoundieren und Reagieren (ABS, Silikon)
- Lösen von natürlichen und synthetischen Polymeren (ARAMID, LYOCELL)
- Lösen und chemisches Recycling von Polymeren (Polyurethan, Polyole)

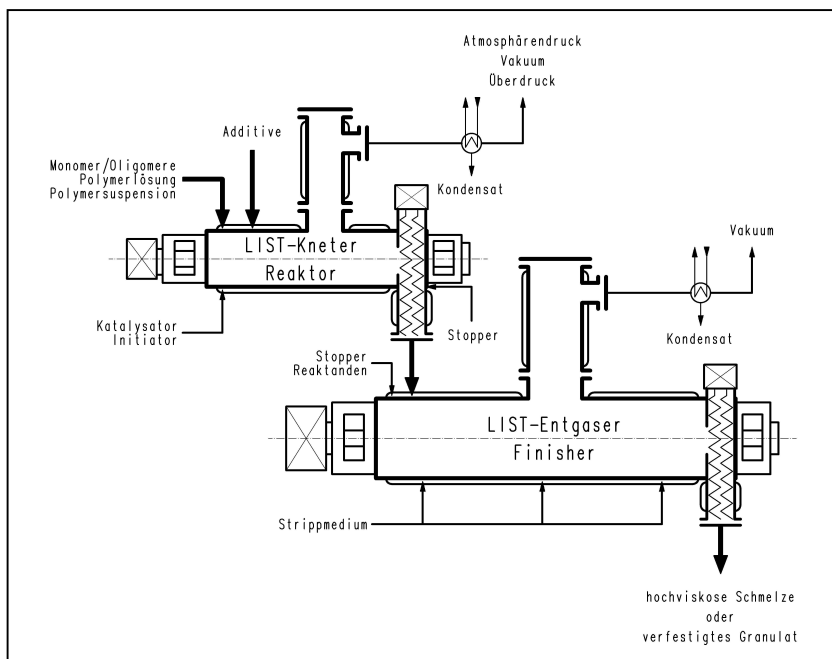
Für die notwendigen Entwicklungen entsteht in Schkopau ein **Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese**, in dem im Labor entwickelte Prozesse bis zur Produktionsreife weiterentwickelt werden können. Das Pilotanlagenzentrum vereint dabei Theorie und Praxis und stellt das Verbindungselement zwischen den Entwicklungen im Labor und der Produktion dar. Die umfangreiche Ausstattung deckt prinzipiell alle Bedürfnisse von thermischen Prozessen von der Polymerisation in Lösung bis zum Anwendungstest der Produkte ab. Neben der herkömmlichen Rührkesseltechnologie wurde für perspektivische Entwicklungen auch die Hochviskos-Prozesstechnik implementiert. Die



potentiellen Interessenten schätzen die entstehende Anlage und die prognostizierten Möglichkeiten als weltweit einzigartig ein.

Die Trägerschaft aus unabhängiger Forschungsvereinigung und Universität bietet den Vorteil der Kombination von Grundlagenforschung und anwendungstechnisch orientierter Prozessentwicklung. Das Hauptziel der Anlage ist mit den Partnern aus der Industrie in kurzer Zeit und mit überschaubarem Aufwand potentielle Laborentwicklungen in einer größeren Stufe zu testen, um Klarheit über die Machbarkeit und die Produktqualität über einen längeren Zeitraum zu erhalten sowie Muster für die Anwendungstests zur Verfügung zu stellen.

LIST ist aufgrund der umfangreichen Referenzen in der Polymerindustrie der Hauptaus-rüster für Hochviskostechnik in dieser Polymerforschungsanlage und bietet mit einer multifunktionell einsetzbaren zwei-stufigen Konzeption den idealen Ansatzpunkt für die Entwicklung von Hochviskosprozessen. Die gewählte Konfiguration wurde mit sehr vielen Freiheitsgraden und Umbaumöglichkeiten aus-gestattet, um auch in Zukunft den Wünschen der Prozessent-wicklung für hochviskose Produkte zu genügen.



LIST AG

CH-4422 Arisdorf
Switzerland

Phone +41 61 815 30 00
Fax +41 61 815 30 01

www.list.ch
info@list.ch

LIST USA INC.

1629 Cross Beam Drive
Charlotte, NC 28217
USA

Phone +1 704 423 54 78
Fax +1 704 423 02 10

www.list.us
info@list.us

LIST AG

(SINGAPORE BRANCH)
122 Middle Road
#06-03 Midlink Plaza
SGP-Singapore 188973

Phone +65 63 38 78 76
Fax +65 63 38 37 71

www.list.sg
info@list.sg

For service please contact:

- [Europe and South America](#)
Phone +41 61 815 30 30
- [North America](#)
Phone +1 704 423 54 78
- [Asia](#)
Phone +65 63 38 78 76
- [Rest of World](#)
Phone +41 61 815 30 30

We develop and industrialize advanced and customized solutions for processing of viscous, sticky and crust forming products for the polymer, chemical, fiber, food and environmental industries.