

Fluitec Druckvorlage Nr. 11.127 Rev. 2

mikromakro technology für die

Herstellung von Chemiefasern

Eine homogene Schmelze vor den Spinn­düsen ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Herstellung von qualitativ hochstehenden Chemiefasern. Dafür wurden die neuartigen mikromakro® Fasermodule entwickelt. Sie zeichnen sich durch eine hohe Mischleistung bei minimalem Druckverlust aus. Ziel ist es, dass die CSE-X mikromakro® Fasermodule die verbreiteten Wendelmischer, eine Technologie aus den 60er Jahren, definitiv ablösen.

mikromakro® Technologie

Der CSE-X mikromakro® Mischer besteht aus einem Gerüst gegeneinander geneigter Stege. Das neuartige mikromakro® Konzept verändert nun je nach Misch­aufgabe die Anzahl der Stege. Damit wird bewirkt, dass das Medium am Mischereintritt erst grob radial verteilt wird (makro mischen: global) und danach das grob vorverteilte Gut äusserst fein eingemischt wird (mikro mischen: lokal). Beispielsweise werden am Mischereintritt Mischelemente mit 4 Stegen eingesetzt (makro mischen) und danach wird die Stegzahl kontinuierlich erhöht (mikro mischen). Eine Stegzahl von > 8 Stegen ist dabei keine Seltenheit.

Das Fasermodul

Eine homogene Schmelze vor den Spinn­düsen ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Herstellung von qualitativ hochstehenden Chemiefasern. Zum radialen Ausgleichen der Polymerschichten mit unterschiedlicher Verweilzeit, Temperatur und infolgedessen auch unterschiedlicher Viskosität werden seit Jahren statische Mischer eingebaut.

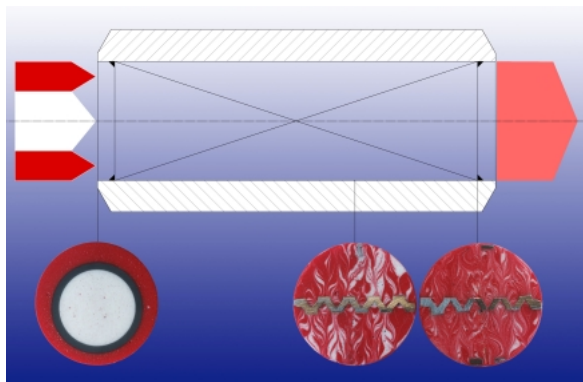


Abb. 1 Mischleistung des CSE-X mikromakro® Fasermoduls nach der Länge $L/D = 2$ (2D-Modul) und der Länge $L/D = 3$ (3D-Modul)

Die statischen Mischer, einschlägig auch als Fasermodule bezeichnet, homogenisieren die Schmelze vor der Verteilung auf die Spinn­schächte. Weitere Mischer werden in der Regel unmittelbar vor den Spinn­düsen angeordnet, weil jede Spinn­düse die Schmelze auf mehrere Einzelbohrungen verteilt. Verwendet werden heute vorwiegend die statischen X-Mischer (CSE-X, Abb.2) und die Wendelmischer (CSE-W, Abb. 3).



Abb. 2 CSE-X/8 Fasermodul 3D, gelötet

Der CSE-X® Mischer

CSE-X® Mischer weisen eine hohe Mischleistung auf. Sie bewähren sich sowohl als 4-Steg wie auch als 8-Steg Mischer in der Faserindustrie. Ihr Verweilzeitspektrum ist eng (siehe Druckvorlagen 11.102) und sie eignen sich für Misch­aufgaben mit hohen Viskositätsverhältnissen. Sie gehören unbestritten zu den zuverlässigsten Statikmischern und können problemlos für das Einmischen von Mattierungsmitteln, Flammschutzmitteln, Farbstoffen,

und Antistatikas eingesetzt werden.

Der CSE-W® Wendelmischer

Beim Wendelmischer besteht ein Fasermodul in der Regel aus 6 Elementen. Es weist einen sehr kleinen Widerstandsfaktor auf und erzeugt eine Mischung, die auf der Basis der exponentiellen Schichtenbildung basiert. Er ist vergleichsmässig lang und seine Mikro-Mischleistung ist mässig. Die Technologie der Wendelmischer wurde in den 60er Jahren entwickelt.

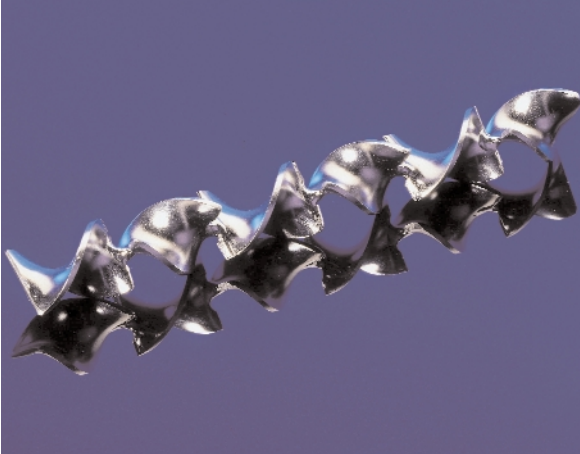


Abb. 3 CSE-W Wendelmischer

Die 3 Mischprinzipien im Vergleich

Werden statische Mischer verglichen, so müssen folgende Parameter verglichen werden:

- die Mischleistung
- der Druckverlust
- das Preis- / Leistungsverhältnis.

Abbildung 4 zeigt drei Schnittbilder von Epoxydharz-Mischungen, welche bei vergleichbaren Bedingungen hergestellt wurden. Der Schnitt links zeigt einen CSE-X/8 Mischer nach einem L/D = 3. Der Schnitt in der Mitte zeigt einen Wendelmischer nach 6 Mischelementen (L/D = 9.6). Das Schnittbild rechts zeigt eine CSE-X mikromakro® Mischung nach einem L/D = 3. Die Mischung des CSE-X® mikromakro® Mixers (Bild rechts) weist eindeutig die beste Mischung auf. Vergleicht man das Schnittbild vom CSE-X/8 Mischer mit dem Schnittbild des Wendelmischers, so kann die Verteilung mehr oder weniger verglichen werden. Die Scherung des CSE-X/8 Mixers ist jedoch höher. Zusammenfassend kann man sagen, dass eine

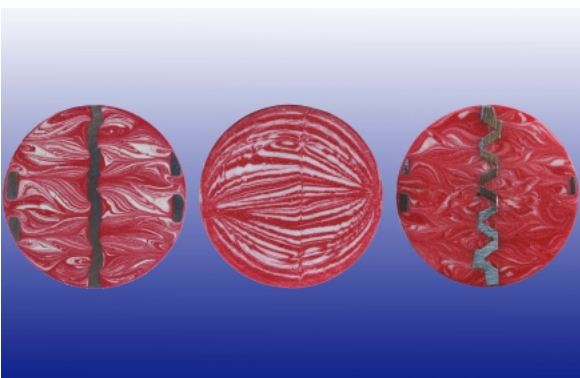


Abb. 4 Mischbilder im Vergleich

thermische Homogenisierung vergleichbar ist, der CSE-X/8 Mischer vermag jedoch Viskositätsunterschiede besser auszugleichen.

Der Druckverlust im laminaren Strömungsbereich lässt sich wie folgt bestimmen:

$$\Delta p_l = (NeRe \cdot L) \cdot \frac{w \cdot \eta}{D^2} \quad \text{Gl. 1}$$

Vergleicht man nun die Mischer bei gleicher Viskosität η , gleichem Durchmesser D und bei gleicher Leerrohrströmungsgeschwindigkeit w , so kann das Produkt aus der NeRe-Zahl und der Länge L direkt als laminarer Widerstandsfaktor verglichen werden. Die laminaren Widerstandsfaktoren werden wie folgt dargestellt:

CSE-X/8 Fasermodul $NeRe \times L = 3600$ (3D)

CSE-X/4 Fasermodul $NeRe \times L = 2400$ (3D)

CSE-W Wendelmischer $NeRe \times L = 2200$ (9.6 D)

mikromakro® Modul $NeRe \times L = 3200$ (3 D)

mikromakro® Modul $NeRe \times L = 1990$ (2 D)

Der CSE-W Wendelmischer weist mit $NeRe \times L = 2200$ im Vergleich einen geringen Widerstandsfaktor auf. Beim mikromakro® Mischer mit einem $L/D = 2$ beträgt der Widerstandsfaktor $NeRe \times L = 1990$, was eine Druckverlustreduktion von ca. 10% bedeutet. Geht man davon aus, dass das Polymer strukturviskos ist, so müsste der Druckverlust aufgrund der höheren Schergeschwindigkeit im CSE-X mikromakro® Mischer noch geringer sein. Die Mischgüte kann bei einem $L/D = 2$ im Vergleich zum Wendelmischer als gleichwertig betrachtet werden, da die Mikromischung im mikromakro® Mischer wesentlich besser ist.

Vorteile des CSE-X mikromakro® Mixers (2D)

Die Vorteile des CSE-X mikromakro® Moduls (2D) können wie folgt beschrieben werden:

- geringer Druckverlust bei hoher Mischleistung
- das enge Verweilzeitspektrum bedeutet ein sehr gutes Selbstreinungsverhalten
- der Mischer ist dank kurzer Bauform preisgünstig
- die kurze Bauform ermöglicht kontrollierbare Lötstellen, was bedeutet, dass die Mischer erstmals Lötverbindungen von praktisch 100% erreichen.



Abb. 5 CSE-X Fasermodule zur Compoundierung