

Про тонкощі диспергування. Частина 1

дата публікації: 2022.10.31



Дисольвер та диспергування

Дисольвер (або промисловий міксер) – це обладнання, що застосовується для інтенсивного перемішування рідких та пастоподібних сумішей. Найчастіше використовуються у виробництві таких продуктів як: фарби, лаки та інші покриття; клеї та будівельна хімія; ПВХ пасти; косметика та кондитерські суміші.

Основне застосування високошвидкісного диспергування полягає у введенні надзвичайно дрібних твердих частинок рідини для подальшого отримання колоїдних суспензій.

Особливість колоїдних суспензій полягає в тому, що дрібнодисперсні частинки не осідають під дією сили тяжіння, а залишаються в суміші у завислому стані.



Процес диспергування можна поділити на такі етапи:

1. змочування поверхні твердих частинок розчинником (рідкою фазою);
2. механічне руйнування та розділення зв'язаних частинок (агломератів та агрегатів) з подальшим утворенням більш дрібних частинок;
3. стабілізація отриманих у процесі диспергування дрібніших частинок, що запобігає їх подальшій повторній асоціації (флоккуляції).

Ефект пончика (Ефект Doughnut)

Найбільша ефективність диспергування досягається за мови узгодженості між собою основних параметрів процесу: форми та розміру робочої ємності, діаметра розмольного диска (фрези) та глибини його занурення у суміш, кутової швидкості обертання диска та реологічних властивостей продукту.

В результаті плавного збільшення частоти обертів валу після введення в суміш твердих і рідких компонентів, вона повинна перебувати в рівномірному обертальному русі. Важливою є повна відсутність «мертвих» нерухомих зон. Якщо всі параметри підібрані правильно, то продукт утворює вирву, всередині якої є порожнеча, і ми можемо бачити верхню частину фрези. Форма такого потоку рідини схожа на пончик, що і дає трохи кумедну назву даного ефекту.

Утворення потоком «пончика» є сигналом того, що до суміші прикладається максимально можлива механічна потужність. Як наслідок, відсутні «мертві зони» і всі агломерати частинок активно циркулюють і, зрештою, руйнуються, потрапляючи на зубці фрези.

Ефект Doughnut виникає у ламінарній течії, коли потік з досить високою швидкістю прямує від країв диспергуючого диска до стінок ємності і там розбивається на дві частини.

Нижній потік суміші рухається вздовж по стінці до центру дна ємності під обертальний вал, а потім знову піднімається вгору до зубчастої фрези. Верхня частина потоку утворює вирву, яку

добре видно збоку.

На характер потоку великий вплив має кількість пігменту та інших твердих наповнювачів у диспергованому продукті. Якщо вміст твердих речовин недостатньо високий, в'язкість суміші може бути занадто низькою. Це призводить до розбризкування та утворення піни. Також зменшується кількість споживаної механічної енергії, що обумовлює погіршення деагломеруючої здатності фрези.

Однак, якщо вміст твердих речовин занадто великий, висока в'язкість перешкоджатиме досягненню необхідної плинності та формуванню потоку у вигляді пончика. У цьому випадку досягається так звана межа плинності, коли суміш стає практично нерухомою і диспергуючий диск просто прослизає в об'ємі продукту.

Механізм руйнування агломератів фрезою дисольвера

За високих швидкостей обертання диспергуючого диска, перед його зубцями утворюється область з підвищеним тиском, а за ними відповідно область зниженого тиску. Дія високого перепаду тисків на межі областей надає розривну дію на агломерати, що потрапили в цю зону. У цей же час і самі зубці фрези, стикаючись з великими частинками суміші, активно їх розбивають.

Проте значна частина диспергування відбувається біля поверхонь диска дисольвера. Завдяки швидкому обертанню на поверхнях утворюється градієнт зсуву та потужні вихрові потоки, що інтенсивно руйнують агломерати.

Напряга утвореного зсуву, особливо між нижньою поверхнею диска і дном ємності, значною мірою залежить від відстані між ними. Ефективність зсувного градієнта може підвищуватися за рахунок зменшення цієї відстані. Одночасно з цим швидкість потоку в зазорі збільшується, і з'являється можливість збільшити швидкість обертання фрези, оскільки подальший перехід від ламінарної до турбулентної течії відбувається за більш високих швидкостей.

Використання високих швидкостей перемішування сприяє збільшенню механічної енергії суміші. Найкращі ж результати диспергування досягаються за максимально можливої механічної енергії, за умови, що зберігається структура потоку у формі пончика (ламінарний потік).

Механічна енергія P (W) є похідною частоти обертання n ($1/c$) та імпульсу (обертального моменту) валу M (Nm):

$$P = 2 \pi n M$$

Стадії процесу диспергування

Нижче представлена проста та ефективна технологічна послідовність диспергування:

- Першими в робочу ємність вводять рідкі компоненти. Далі за невисоких швидкостей обертання валу порціями додають сипкі добавки та наповнювачі, після чого поступово збільшують кількість обертів до досягнення кутової швидкості 18-25 м/с, що характеризується утворення воронки у формі пончика.
- Після первинного перемішування рекомендується очистити стінки робочої ємності та вал дисольвера від налиплої маси.
- Далі проводиться безпосередньо сам процес диспергування попередньо перемішаної маси, під час якого важливо весь час стежити за формою вирви, яку утворює суміш, щоб

підтримувати оптимальну кутову швидкість обертання фрези.

- Остаточний результат диспергування зазвичай досягається через 10-15 хвилин. Більш тривалий період перемішування, як правило, не є доцільним, оскільки аналіз зразків показує, що після зазначеного часового інтервалу подальша деагломерація частинок більше не відбувається.
- Якщо необхідно досягти більшої гомогенності та меншого розміру частинок, ніж вдається отримати після диспергування на дисольвері, рекомендується використовувати бісерний млин.

На етапі основного диспергування не слід боятися використовувати високі швидкості обертання. Наприклад, якщо використовується диск діаметром 25 мм для досягнення ідеальної периферійної швидкостей 20 м/с, вал дисольвера повинен обертатися близько 15 000 об/хв.

У [наступній частині](#) ми розглянемо детальніше методи підвищення ефективності диспергування та деякі аспекти масштабування даного процесу від лабораторних проб до виробничих партій.

Компанія Текса представляє в Україні як виробника лабораторних та пілотних дисольверів (ATP Engineering, Нідерланди), так і повноцінних промислових установок (Oliver y Batlle, Іспанія).

З питань придбання лабораторних та промислових дисольверів - звертайтеся до офіційного представника Олівер+Батлі та ATP Engineering в Україні - компанії Текса!

Джерело: <http://www.coatings.net.ua/drukujpdf/artykul/1321>