Anton Paar

Реология порошков на примере немолочных сливок

1 Введение

Немолочные сливки - это заменитель сухого молока для кофе и чая. Из-за продленного срока годности его часто используют в торговых автоматах для горячих напитков. Дополнительным преимуществом немолочных сливок является то, что они не разбавляют горячий напиток. В отличие от сухого молока, немолочные сливки для кофе обычно производятся из растительных жиров. Доступны различные сорта, такие как безлактозные немолочные сливки или чистый овощной вариант (без казеина). Немолочные сливки изготавливаются с использованием различных технологий сушки, и, таким образом, обычно требуется количественная оценка процесса. Кроме того, продукт часто транспортируется и дозируется пневматическими средствами, которые можно оптимизировать, применяя измерения порошковой реологии.

Порошковый реометр Антон Паар предоставляет быстрые и надежные методы для анализа и оценки качества сливок для кофе (и других сыпучих материалов), а также оптимизации процесса.

2 Условия эксперимента

2.1 Образцы

Два образца немолочных сливок (A и B) от разных производителей были куплены в местном магазине и хранились в темном и сухом месте. Согласно этикетке, образцы содержали идентичные ингредиенты: глюкозный сироп, кокосовое масло, молочный белок, стабилизатор, эмульгатор, бета-каротин в качестве красителя и диоксид кремния в качестве разделяющего агента (никаких подробностей относительно пропорций предоставлено не было).

2.2 Измерения

Измерения проводились с помощью реометра MCR от Антон Паар, оборудованного порошковой ячейкой (рис. 1), порошковым псевдоожижителем с регулятором массового расхода (Fluidization Set Scientific) и двухлопастной мешалкой. Используемые методы доступны в качестве шаблонов для измерения порошка в программном обеспечении RheoCompass.

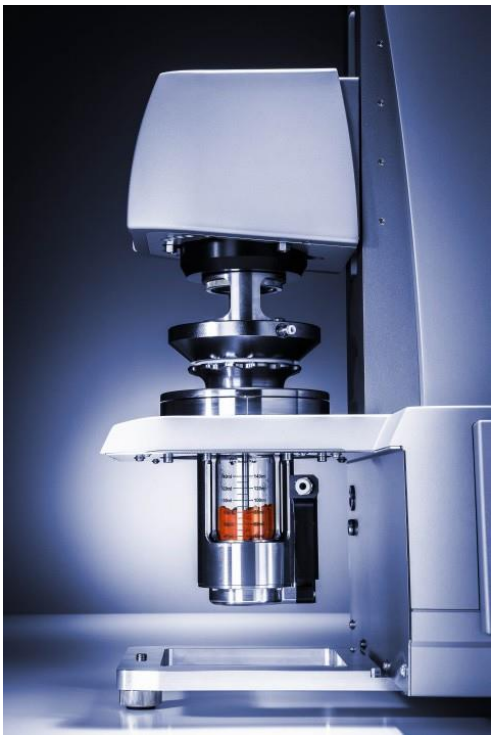

Рис. 1 Реометр MCR с порошковой ячейкой

2.3 Метод падения давления

Метод падения давления используется для определения объемного расхода, необходимого для полного псевдоожижения образца порошка. В течение первого интервала сжатый воздух вводился в образец с уменьшающейся скоростью, чтобы

стереть любые эффекты наполнения. Во втором интервале скорость увеличивалась до 5 л/мин. Двухлопастная мешалка вращалась со скоростью 8 об/мин. Максимальный объемный расход, который может выдерживать образец, используется во время дальнейших измерений для подготовки образца. Таким образом, память о порошке стирается, а это означает, что каждая частица полностью окружена воздухом и создается гомогенный слой порошка.

2.4 Сила когезии

Сила когезии описывает внутреннее сопротивление потока порошка, которое зависит от адгезионных сил между частицами. Сила когезии определяется с помощью двухлопастной мешалки по крутящему моменту, зарегистрированному во время измерения, и коэффициенту, зависящему от геометрии. Метод состоит из двух этапов. В течение первого интервала остаточные воздействия от предыдущей обработки порошка стираются (см. 2.3, «Метод падения давления»). В нашем случае это было достигнуто путем полного псевдоожижения образца в течение 60 с. Во время второго интервала была установлена постоянная скорость вращения n = 8 об/мин, а объемный расход был равен нулю. Сила когезии S в Па была рассчитана с использованием линейной регрессии по последним 20 точкам данных.

3 Результаты и Выводы

3.1 Измерения падения давления

Сила когезии описывает внутреннее сопротивление потока порошка, которое зависит от адгезионных сил между частицами. Сила когезии определяется с помощью двухлопастной мешалки по крутящему моменту, зарегистрированному во время измерения, и коэффициенту, зависящему от геометрии. Метод состоит из двух этапов. В течение первого интервала остаточные воздействия от предыдущей обработки порошка стираются (см. 2.3, «Метод падения давления»). В нашем случае это было достигнуто путем полного псевдоожижения образца в течение 60 с. Во время второго интервала была установлена постоянная скорость вращения n = 8 об / мин, а объемный расход был равен нулю. Сила когезии S в Па была рассчитана с использованием линейной регрессии по последним 20 точкам данных.

3.2 Сила когезии

Сила когезии образцов A и B немолочных сливок показана на рис. 3. Результаты измерений (три прогона) суммированы в таблице 1. Сила когезии у образца A была значительно ниже, чем у образца B, хотя образцы содержали идентичные ингредиенты (хотя, возможно, в разных пропорциях). Более высокие значения образца B указывают на более высокие силы когезии между частицами. Это может быть связано с разными пропорциями компонентов,

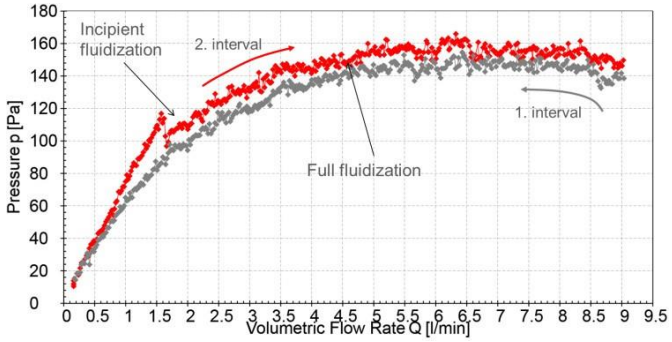

Рис. 2 Начальное и полное псевдоожижение образца A для немолочных сливок, определенное путем измерения падения давления (серая кривая: 1. интервал; красная кривая: 2. интервал)

Таблица 1: Сила когезии для образцов сливок A и B

Образец	Сила когезии [Па] (среднее ± стандартное отклонение)
Немолочные сливки A	146.3 ± 1.2
Немолочные сливки B	173.7 ± 1.2

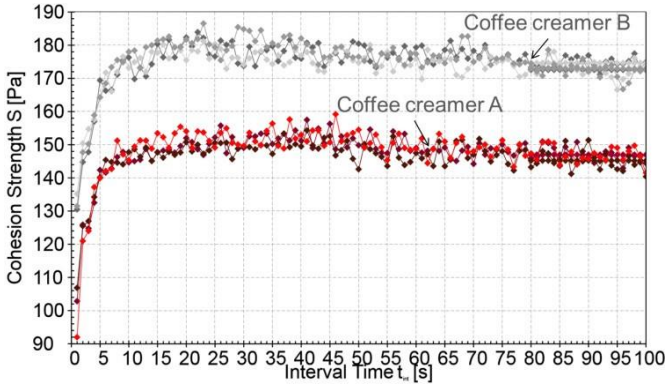

Рис. 3 Сила когезии образцов сливок A и B

что приводит к разным размерам частиц и разному распределению частиц по размерам, и, следовательно, к разным силам когезии.

4 Заключение

Измерение силы когезии порошковых образцов дает ценную информацию, особенно когда оцениваются и сравниваются аналогичные образцы. Анализируемые здесь образцы немолочных сливок содержали тот же список ингредиентов, и их нельзя было визуально дифференцировать. Тем не менее, два образца могут быть четко различены на основе их силы когезии. Это стало возможным благодаря чувствительным измерениям, которые достигнуты с помощью реометра MCR; способствующими факторами также было стирание памяти порошка во время подготовки образца и создание однородного слоя порошка.