

Реология рисовых зерен



1 Введение

Целью данного отчета является введение метода контроля качества, который позволяет прогнозировать обрабатываемость рисовых зерен с использованием порошковой ячейки Антон Паар как с помощью механического теста, так и теста с флюидизацией, дающего значение силы когезии или кривую падения давления соответственно.

Рис как частица неправильной формы биологического происхождения представляет интересную проблему для изучения его поведения в потоке. Наряду со сложным влиянием текстуры поверхности различные урожаи риса будут демонстрировать различную химию поверхности, которая оказывает влияние на сложные белки, которые действуют как клей и влияют на поведение потока^[1]. Это сложное взаимодействие требует непосредственного измерения его поведения потока^[2], а не косвенного определения его характеристик с использованием, например, методов распределения зерен по размерам и/или характеристик поверхности. Наконец, поскольку флюидизация используется в качестве стадии обработки^[3], например, для сушки риса в промышленных масштабах, то ее измерения дают представление о других полезных применениях, связанных с рисом.

2 Образцы

Были проанализированы две партии измельченных рисовых зерен. В зависимости от партии в процессах потока возникают проблемы. Как видно из рис. 1 и рис. 2, размер зерен и распределение по размерам обоих образцов одинаковы. Образцы нельзя различить ни визуальным осмотром, ни тактильными ощущениями. Следовательно, необходима надежная методика испытаний, чтобы можно было предсказать обрабатываемость партии. Обе партии содержали лишь незначительное количество брака. Чтобы сохранить состояние образцов и из-за их общей

хрупкости к температуре, рис измеряли «как есть» и не высушивали, и не просеивали перед измерением.



Рис. 1 Образец В: меньше подходит запросам клиента



Рис. 2 Образец А: лучше подходит запросам клиента

3 Методика теста

Все измерения проводились с использованием реометра MCR 302, оснащенного порошковой ячейкой, двухлопастной мешалкой ST36-2V-10 / PC и набором для флюидизации Scientific. В иллюстративных целях пример для этой установки показан на рис. 3. Несмотря на то, что измерение было выполнено на MCR 302, также можно использовать любое устройство MCR xx2 (все измерения).

3.1 Методика порошковой ячейки

Для измерений были использованы стандартные шаблоны для характеристики порошка, которые включены в программное обеспечение реометра.

Приблизительно 100 мл риса было введено в порошковую камеру для обеспечения определенной высоты слоя. Затем образцы взвешивали, чтобы понять приблизительную объемную плотность. Для последующих испытаний в ячейку вводили точную массу 82,1 г материала, поскольку измерение объема в гранулированных средах является очень неточным^[2].

Затем был проведен тест флюидизации. Во время этого теста мешалка вращается с фиксированной скоростью 8 об / мин, в то время как объемная скорость непрерывно увеличивается от нуля до 80 л/мин, а затем уменьшается до нуля, что позволяет распознавать возможное поведение гистерезиса флюидизации-дефлюидизации. На первом этапе этого теста записывается базовая линия, другими словами, тест выполняется с пустой ячейкой. Затем ячейка заполняется материалом, и испытание проводится снова. Две полученные кривые давления вычитаются впоследствии, получая кривую падения давления.

Впоследствии был проведен тест на силу когезии. Эта предварительной подготовки для очистки предыдущей истории деформации зерен осуществляли путем флюидизации зерен с объемной скоростью воздушного потока, достаточно высокой для полной флюидизации слоя частиц, и непрерывного перемешивания со скоростью 8 об/мин в течение 60 секунд. Требуемая объемная скорость потока может быть получена из испытания падения давления флюидизации, начиная с точки, в которой падение давления остается постоянным (это означает, что оно колеблется вокруг постоянного среднего падения давления). Эта процедура обеспечивает нейтральную начальную точку для последовательного измерения.

Затем измеряли прочность когезии, перемешивая образец в течение 100 с, записывая 1 точку данных в секунду. Среднее значение последних 20 точек данных было использовано для определения значения силы когезии. Это гарантирует, что поток

установившегося состояния будет достигнут до того, как будет определено значение силы когезии, а линейная регрессия показывает качество усадки. Эту процедуру повторяли три раза, каждый раз со «свежим» заполнением ячейки.

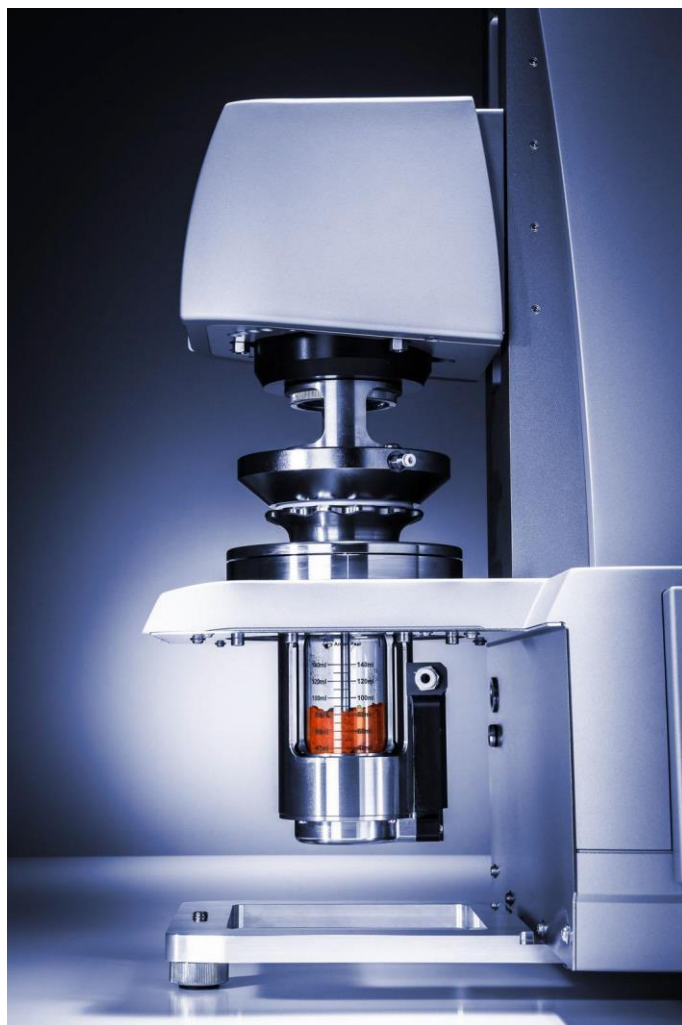


Рис. 3 Примерная установка MCR 302 WESP с порошковой ячейкой

3.2 Измерения падения давления флюидизации

На рис. 4 представлены результаты измерения перепада давления флюидизации образца А. Красная линия отражает приблизительное среднее значение осцилляции и служит только для иллюстративных целей. Как и ожидалось, зерна нелегко флюидизировать, поэтому для достижения постоянного перепада давления необходим большой объемный расход около 65 л/мин. Таким образом, была выбрана объемная скорость воздушного потока 80 л / мин для подготовки образца последовательного теста на силу когезии, чтобы быть на безопасном расстоянии. Приблизительное значение плато падения давления при высоких объемных расходах воздуха составляет около 325 Па.

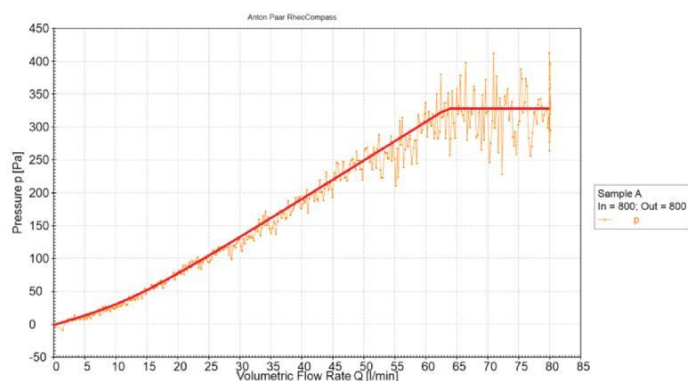


Рис. 4 Измерение падения давления флюидизации образца А

На рис. 5 показаны результаты измерения перепада давления флюидизации образца В. Наблюдаемое качественное поведение аналогично образцу А. Однако значение плато падения давления составляет примерно 375 Па, что выше, чем у образца А.

Также постоянный перепад давления и, следовательно, точка флюидизации достигается при 67 л / мин, примерно на 4 л / мин позже, чем у образца А. Наряду с более высоким перепадом давления это показывает, что образец В является более когезивным.

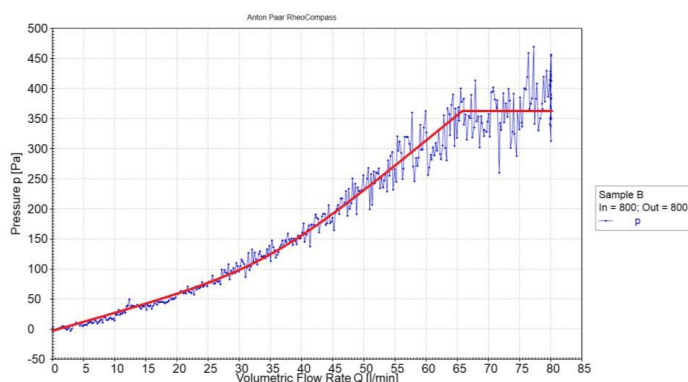


Рис. 5 Измерение падения давления флюидизации образца В

4 Результаты и Выводы

4.1 Измерения силы когезии

На рис. 6 показаны измерения силы когезии образцов А и В. Колебания силы когезии возникают из-за грубого размера частиц рисовых зерен, что следует ожидать при использовании таких крупных частиц. Однако очевидно, что образцы можно различать по их значениям силы когезии с высоким уровнем воспроизводимости. Образец А имеет силу когезии 150,83 Па с отклонением $\pm 2,41\%$, в то время как образец В имеет 166,17 Па с отклонением $\pm 1,21\%$.

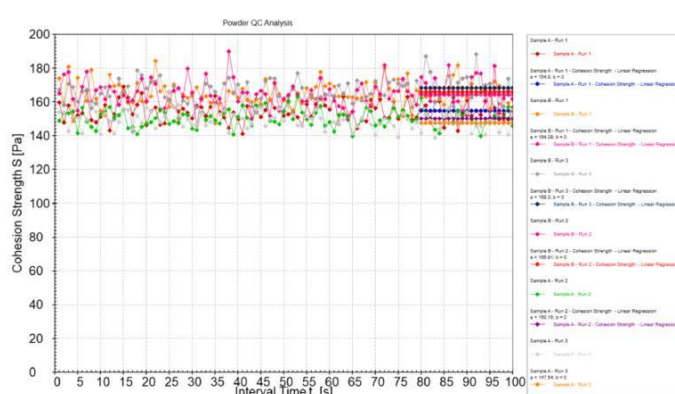


Рис. 6 Измерения силы когезии образца А (значения около 150 Па) и образца В (значения около 165 Па)

Для сравнительных целей значение силы когезии было также определено для коммерчески доступного риса. Процедура измерения проводилась точно так же, как описано ранее. С одной стороны, рис круглозернистый, с другой - рис "Тай-Жасмин". Рис с круглыми зернами, как следует из названия, примерно сферический, в то время как зерна риса Thai-Jasmin более вытянуты, а это означает, что соотношение сторон намного больше 1. Результаты измерения представлены на рис. 7. Значения силы когезии около 195 или 225 Па, соответственно. Таким образом, оба типа являются более когезивными, чем образцы заказчика.

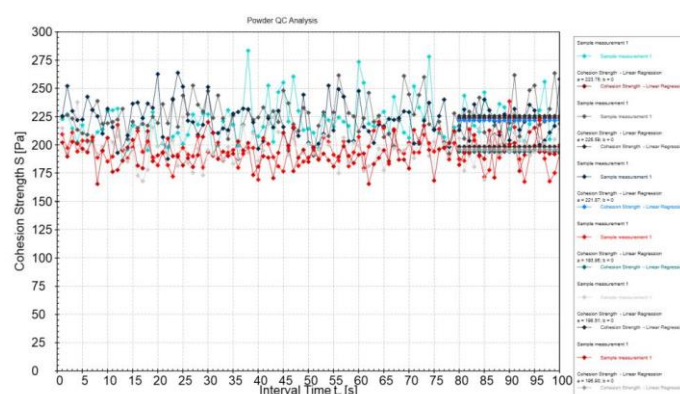


Рис. 7 Измерения силы когезии круглозернистого риса (значения около 195 Па) и риса «Thai-Jasmin» (значения около 225 Па)

На рис. 8 показаны регрессионные усадки всех измерений. По-видимому, различные типы риса довольно сильно различаются по значению их силы когезии. Образцы заказчика отличаются меньше, но все же в значительной степени. Таким образом, можно сделать вывод, что с высоким уровнем достоверности можно различать не только типы риса, которые демонстрируют явные расхождения, но и образцы риса, которые демонстрируют лишь незначительные различия (например, образцы клиента).

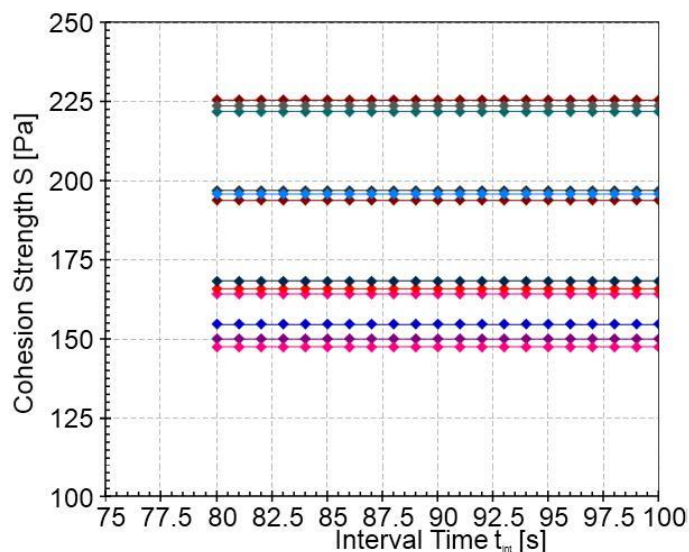


Рис. 8 Результирующая линейная регрессия подходит для определения силы когезии образца А (значения около 150 Па) и образца В (значения около 165 Па), круглозернистого риса (значения около 195 Па) и риса «Thai-Jasmin» (Значения около 225 Па))

Образец	Сила когезии
Образец клиента А	150.83 Па $\pm$ 2.41 %
Образец клиента В	166.17 Па $\pm$ 1.21 %
Круглозернистый рис	195.60 Па $\pm$ 0.76 %
Рис "Thai Jasmin"	223.74 Па $\pm$ 0.83 %

5 Заключение

Образцы риса А и В можно было четко различить с использованием порошковой ячейки, несмотря на то, что они очень похожи по внешнему виду и консистенции. Как механическое измерение, так и

измерение флюидизации указывают в направлении, что образец В является более устойчивым к течению и, следовательно, более когезивным.

Конечно, этот метод также может быть применен к образцам, которые показывают большие различия в поведении потока, такие как различные виды риса.

Интересным применением также было бы отслеживание этапов сушки во время сушки в флюидизированном слое, например, определить необходимое время, пока партия риса не будет достаточно высушена для хранения, так как влага будет влиять на рис в гораздо большей степени.

6 Источники

- [1] RICE: Chemistry and Technology
Author: Juliano B.O. 1985, St Paul, MN: American Association of Cereal Chemists
ISBN 0913-250414
- [2] Powders and Bulk Solids: Behavior, Characterization, Storage and Flow
Author: Schulze, Springer Science & Business Media, 2007. D. 2011
ISBN 978-3-540-73768
- [3] Applications of Fluidization to Food Processing
Author: Peter Smith, John Wiley & Sons,
ISBN: 978-0-632-06456-4

Контакты:

ООО «АВРОРА» - эксклюзивный дистрибьютор Anton Paar в России
paar@avroara-lab.com
www.paar.ru
+7-(495)-258-83-05/-06/-07