

<sup>1</sup>Земсков Ю.П., канд. техн. наук, доц.  
<sup>2</sup>Афанасьев А.А., д-р техн. наук, проф.,  
<sup>1</sup>Пегина А.Н., канд. техн. наук, доц.

<sup>1</sup>Воронежский государственный университет инженерных технологий,  
<sup>2</sup>Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ НАСЫПНОЙ ПЛОТНОСТИ САХАРА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ ГАЗИРОВАННЫХ НАПИТКОВ

alexaf-42@mail.ru

Результаты выполненной работы могут быть применены в пищевой промышленности, а также в других отраслях, где используются технологии с использованием таблетированной продукции. Представлены результаты аналитической зависимости таблетированной плотности сахарной массы от насыпной плотности при производстве безалкогольных газированных напитков.

**Ключевые слова:** насыпная плотность, таблетированная плотность, плотномер, мерный объем, сахарная масса.

**Введение.** Метод прессования сухих веществ нашел широкое применение в кондитерской, фармацевтической, химической и других промышленности. Трудность дозирования сыпучих материалов заключается в необходимом учете его насыпной плотности при постоянной влажности. Одним из известных решений данной задачи является прессование сыпучего материала при условиях высокой точности по массе. В таком случае является возможным перейти от дозы сыпучего материала к дозе прессованного материала по массе или непосредственному количеству. Это приводит к упрощению технологического процесса дозирования, когда, например, 100 г сыпучего вещества вводится в качестве ингредиента в виде гранул или таблеток по  $5_{-0,01}$  г каждая в количестве 20 штук. Такой подход был применен на одном из предприятий Воронежской области, занимающееся изготовлением безалкогольных газированных напитков.

Широкий ассортимент газированных напитков определяется большим количеством различных видов сырья, которое входит в состав купажа напитков. Одним из компонентов является сахар-песок (по ГОСТ 21-94), который при внесении в напиток изначально определяют насыпную плотность. Из-за различной насыпной плотности происходит несоответствие по массе, особенно в малых дозах. Это приводит к нарушению рецептуры безалкогольных напитков по показателю «массовая доля сахара». Для того чтобы привести в соответствие данный показатель к НД, необходимо выполнить переход на прессованную (таблетированную) массу сахарного песка с разработкой методического обеспечения.

**Методология.** Настоящая методика распространяется на сахар для приготовления безалкогольных напитков, который поставляется

производителем в исходном состоянии с последующим его таблетированием.

**Аппаратура.** Для определения насыпной плотности применяется следующая аппаратура: плотномер типа ПС-1; весы аналитические с точностью 0,0001 г; банки и бюксы стеклянные с притертыми пробками для хранения проб емкостью 100...150 см<sup>3</sup>; влагомер; устройство для таблетирования.

**Подготовка к испытанию.** Сахарную массу подвергают высушиванию при температуре 150 °С в течение 2 ч. Для определения насыпной плотности берут пробу объемом 120...140 см<sup>3</sup>, которую получают однократным разделением общей пробы на восемь частных проб на универсальном механическом делителе (по ГОСТ 16189-70). Если отдельную пробу не используют сразу для испытаний, то ее хранят в стеклянной посуде с притертой пробкой.

**Основная часть.** Плотномер (рис. 1) располагают на горизонтальной устойчивой поверхности.

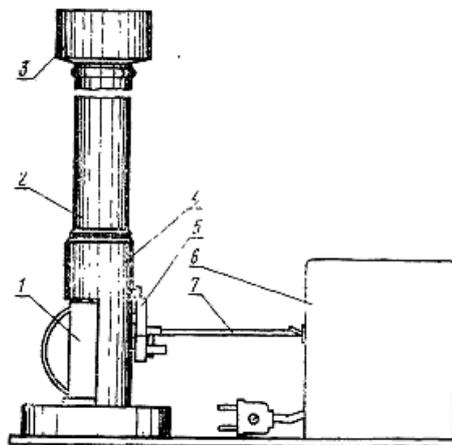


Рис. 1. Плотномер для измерения насыпной плотности:

- 1 – мерная емкость; 2 – держатель; 3 – бункер;  
 4 – корпус; 5 – кулачок; 6 – электрический привод;  
 7 – гибкий вал

**Проведение испытаний.** Берут среднюю пробу объемом 120...140 см<sup>3</sup> и заполняют бункер 3 до краев. С помощью электрического привода 6 или вручную вдавливают кулачок 5 со скоростью 100...200 мин<sup>-1</sup>, пока сахарная масса (песок) высыплется из бункера 3. Извлекают мерную емкость 1 из держателя 2. Определяют массу сахарного песка с точностью до 0,0001 г с помощью взвешивания на аналитических весах. Очищают мерную емкость и основание от остатков сахарного песка. Мерную емкость вставляют в держатель 2. Определение насыпной плотности проводят 3 раза, используя приготовленные пробы. Для определения влажности  $W$  сахарного песка после его просушки используют влагомер.

**Обработка результатов.** Насыпная плотность есть отношение массы сахарного песка к занимаемому объему при нормальном уплотнении. Насыпную плотность сахарного песка, высушенного до постоянной массы, вычисляют по формуле (1):

$$\rho_n = 10\rho_0(100 - W), \quad (1)$$

где  $\rho_0$  – насыпная плотность воздушно-сухого сахарного песка, г/дм<sup>3</sup>;  $W$  – влажность сахарного песка до постоянной массы, %.

В качестве окончательного результата определения принимают среднее арифметическое трех полученных значений. Допускаемое расхождение (рассеяние) между определениями не должно превышать 1,5 абс. % от среднего арифметического полученных результатов.

Для обеспечения стабильности процесса приготовления сиропа, в случае изготовления безалкогольного газированного напитка, когда допускаемое расхождение будет превышать указанную величину, необходимо прибегнуть к таблетированию мерного объема сахарной массы и использовать в технологическом процессе уже уплотненную массу сахарной пудры. В этом

случае в количественной оценке значения насыпной плотности сахара следует сделать корректировку по значению плотности прессованной пудры из расчета отношения плотности до прессования и плотности после прессования сахара.

В результате насыпная плотность будет иметь вид (2):

$$\rho_n = 10 \frac{\rho_n}{\rho_0} (100 - W), \quad (2)$$

где  $\rho_n$  – плотность вещества после прессования (таблетирования). Ее значение принято равной 0,93 г/см<sup>3</sup> на основании экспериментальных данных.

Полученная зависимость характеризуется коэффициентом

$$K = 10\rho_n(100 - W)/\rho_0. \quad (3)$$

При использовании сахарного песка, который подвергся таблетированию с учетом исходной насыпной плотности 0,76 г/см<sup>3</sup> и плотности после таблетирования, равной 0,93 г/см<sup>3</sup>, поправочный коэффициент, который есть отношение плотностей сахара в двух состояниях (прессованном и насыпном), равен 1,27. В этом случае формула (2) примет вид

$$\rho_n = 12,76(100 - W). \quad (4)$$

В качестве таблетки принимался плоский цилиндр диаметром 10 мм и массой 5<sub>-0,01</sub> г.

Данная методика позволяет производить инженерные расчеты насыпной плотности сыпучих сухих веществ с учетом их последующего таблетирования (прессования), что способствует более точному дозированию и строгому соблюдению рецептуры выпускаемой продукции. С учетом коэффициента пропорциональности принят дозатор-таблетер, для регулировки которого разработан тарировочный график, представленный на рис.2



Рис. 2. Тарировочный график зависимости зазора прессования от коэффициента прессования  $K$

Дозирование и таблетирование сыпучих веществ, например, сахарного песка в зависимости от его влажности, может быть осуществлено простым устройством, представленном на рис. 3.

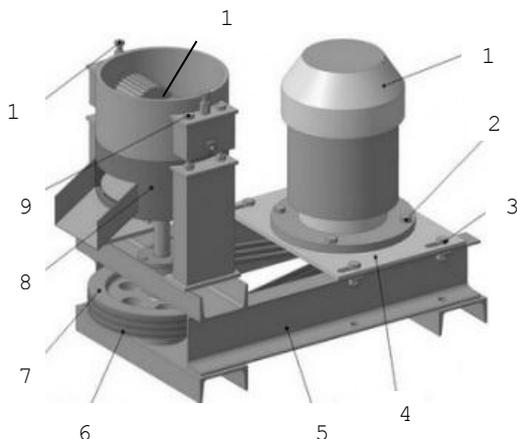


Рис. 3. Конструкция дозирочно-таблетировочного устройства для сахарной массы

1 – электродвигатель; 2 – фланец крепления электродвигателя; 3 – болт крепления; 4 – плита; 5 – корпус; 6 – ремень; 7 – шкив; 8 – диспергатор; 9 – устройство контроля дозирования; 10 – устройство контроля диспергирования в порошок; 11 – корпус

Устройство для таблетирования сахарной массы состоит из корпуса 5, привода, включающего электродвигатель 1, ременной передачи 6, 7 и блока дозирования и таблетирования. Блок дозирования и таблетирования состоит из диспергатора 8 и устройства контроля 9. Конструкция работает следующим образом: сахар-песок поступает в корпус 11, где попадает под зубчатые колеса и диспергируется до пудры. Пудра проходит через калибровочные отверстия и прессуется в диспергаторе 8. После чего в виде таблеток определенной массы  $5_{-0,1}^{\pm 0,1}$  г отсекается отрезным диском и сыпается по направляющей в накопитель. Регулирование размола и прессо-

вания осуществляется устройствами контроля 9 и 10.

**Вывод:** предложенная методика оценки насыпной плотности сыпучих веществ при производстве безалкогольных газированных напитков позволяет рассматривать насыпную плотность сахарной массы во взаимной связи с этой же характеристикой сахара в таблетированной (прессованной) форме. Использование такой методики улучшает технологический процесс подготовки ингредиентов, а также способствует осуществлению регулировочных работ дозатора-таблетера при изготовлении точных по массе доз (мер) при наличии исходных сыпучих веществ с различной насыпной плотностью.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- ГОСТ 16189-70 Сорбенты. Метод сокращения и усреднения проб. [Текст]. – Введ.1971. –07-01- М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1971. 5 с.
- ГОСТ 28188-89 Напитки безалкогольные. Общие технические условия. [Текст]. – Введ.1991-07-01. М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1991. 16 с.
- Гаврилов А.С., Жуйкова Н.Н., Саблина О.С., Штокарева Е.А. Комплексный наполнитель на основе лактозы и микрокристаллической целлюлозы для прямого прессования таблеток // Химико-фармацевтический журнал. 2009. № 8. С.50–52.
- Афанасьев А.А., Глаголев С.Н. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие. Белгород: изд-во БГТУ, 2012. 290 с.
- Баранникова, А.Н. Повышение качества очистки сахаросодержащих растворов с применением алюминийсодержащих сорбентов: дис. канд. техн. наук: 05.02.23: защищена 31.05.2007:/ А.Н. Баранникова. М., 2007. 234 с.