

Автоматический колориметр для экспресс-контроля цветности сахара-песка

В.В. ПЛАТОНОВ, Л.И. ДАДЕКО, А.В. КОВАЛЬЧУК, А.В. ТИХОНЮК
Институт технической теплофизики Национальной академии наук Украины
Л.И. ЧЕРНЯВСКАЯ
Украинский НИИ сахарной промышленности
Л.С. КЛИМЕНКО
Национальный университет пищевых технологий

При вступлении стран СНГ в ВТО значительно повысятся требования к качеству и методам контроля продукции, в том числе и к сахару.

Так, в странах ЕС применяют комплексную обобщенную оценку качества сахара*. Критерии качества, кроме показателей в абсолютных единицах, содержат показатели в баллах [2, 3], сумма которых состоит из трех основных слагаемых:

- цветности сахара в растворе, определяемой в соответствии с официальным методом ICUMSA GS 2/3-9, 1994 г.;
- цветности сахара в кристаллическом виде относительно стандартных Брауншвейгских образцов сахара, определяемой в соответствии с официальным методом ICUMSA GS 2-11, 1994 г.;
- содержания кондуктометрической золы, определяемого официальным методом ICUMSA GS 2/3-17, 1994 г.

Цветность сахара в кристаллическом виде можно определить визуально по Брауншвейгским стандартным образцам (официальная методика ICUMSA GS 2-11) и приборам – специализированным фотометрам отражения (экспериментальная методика ICUMSA GS 2-13).

Брауншвейгские стандартные образцы типов цветности представляют собой шкалу из 7 сахаров, которые должны быть тщательно очищены от

несахаров и красящих веществ, лишены всякого оттенка и имеют низкий показатель отражения. Размер кристаллов сахара должен находиться в диапазоне 0,5–1 мм и окрашиваться они должны по специальной методике несколькими красителями. Такие образцы изготавливают лишь в Брауншвейгском институте углеводов (Германия).

Цветность сахара на сахарных заводах стран СНГ определяют преимущественно в растворах. К сожалению, заводы не имеют эталонных образцов и приборов-фотометров отражения, а приборы, предлагаемые зарубежными производителями (Sucroflex, Saccharoflex 2000), не всем доступны из-за высокой стоимости [1]. Цветность сахара определяют, анализируя его растворы обычно в средних пробах, отобранных в течение смены, приборами КФК-3, которыми укомплектованы сахарные заводы сегодня. Контроль качества партии сахара определением цветности в растворе и сравнение со стандартными образцами – достаточно

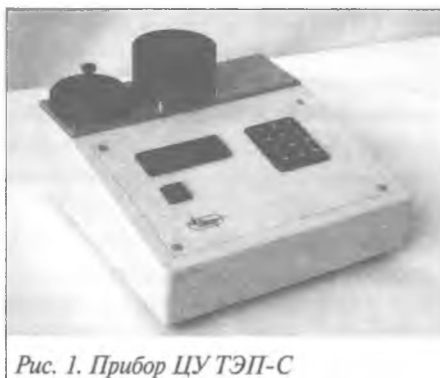


Рис. 1. Прибор ЦУ ТЭП-С

трудоемкий процесс и требует значительных затрат времени, а также соответствующего оснащения лаборатории сахарных заводов. В то же время, для текущего контроля показателя цветности сахара-песка при центрифугировании утфеля каждого сваренного аппарата важен экспресс-метод на соответствующем оборудовании.

В Институте технической теплофизики Национальной академии наук Украины совместно с УкрНИИСПом и кафедрой технологии сахаристых веществ НУПТА разработан и изготовлен прибор для экспресс-определения цветности сахара-песка в кристаллическом виде – автоматический программируемый колориметр ЦУ ТЭП-С, предназначенный для измерения цветности кристаллического сахара-песка без растворения.

Принцип действия прибора основан на зависимости интенсивностей отраженного от образца кристаллического сахара-песка излучения выбранных спектральных диапазонов от его цветности.

Внешний вид прибора показан на рис. 1, а функциональная схема – на рис. 2.

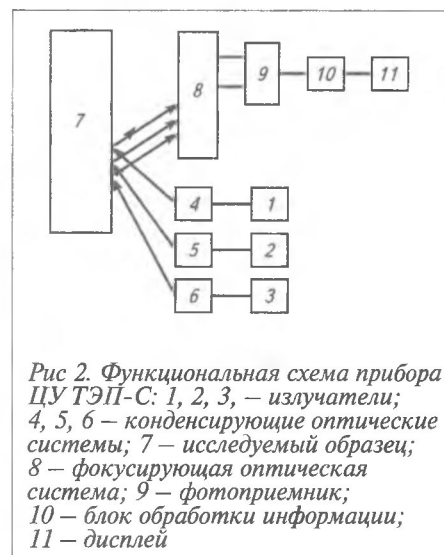


Рис. 2. Функциональная схема прибора ЦУ ТЭП-С: 1, 2, 3, – излучатели; 4, 5, 6 – конденсирующие оптические системы; 7 – исследуемый образец; 8 – фокусирующая оптическая система; 9 – фотоприемник; 10 – блок обработки информации; 11 – дисплей

* См. таблицу 3 “Сравнительные показатели качества сахара, получаемого в странах ЕС и по ГОСТ 21–94” на с. 10.

Показатели цветности образцов сахара-песка по результатам измерений на КФК-3 и колориметре ЦУ ТЭП-С

| Сухие вещества, % | Оптическая плотность, D_{420} | Цветность, определенная на приборе | | | |
|-------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------|------------|----------|
| | | КФК-3 | ЦУ ТЭП-С | КФК-3 | ЦУ ТЭП-С |
| | | усл. ед. Шт. | | ед. ICUMSA | |
| 52,03 | 0,065 | 0,154 | 0,154 | 20,12 | 20,05 |
| 53,68 | 0,077 | 0,180 | 0,180 | 23,4 | 23,40 |
| 53,29 | 0,124 | 0,289 | 0,261 | 37,1 | 33,93 |
| 53,56 | 0,148 | 0,339 | 0,310 | 44,28 | 40,25 |
| 48,60 | 0,116 | 0,307 | 0,327 | 39,33 | 42,45 |
| 54,41 | 0,148 | 0,332 | 0,336 | 43,37 | 43,63 |
| 54,06 | 0,183 | 0,416 | 0,446 | 54,12 | 57,98 |
| 53,25 | 0,312 | 0,723 | 0,736 | 94,35 | 95,68 |
| 53,84 | 0,363 | 0,829 | 0,810 | 107,6 | 105,35 |
| 54,57 | 0,331 | 0,734 | 0,713 | 96,58 | 92,68 |
| 52,95 | 0,351 | 0,816 | 0,773 | 106,3 | 100,45 |

Предлагаемый автоматический анализатор действует следующим образом. Излучение от излучателей 1, 2, 3 – спектральных линий λ_1 , λ_2 , λ_3 последовательно подают через конденсирующие оптические системы 4, 5, 6 со светофильтрами на исследуемый образец 7 кристаллического сахара-песка. Отраженное от исследуемого образца 7 излучение после взаимодействия с исследуемым образцом направляют на фокусирующую оптическую систему 8 и фотоприемник 9. Полезный сигнал после фотоприемника 9 обрабатывают в блоке обработки информации 10 и результат считывают на дисплее 11 в единицах цветности для выбранной шкалы.

Колориметр ЦУ ТЭП-С может быть откалиброван в единицах ICUMSA, в условных единицах Штаммера и в Брауншвейгских стандартных единицах цветности кристаллического сахара-песка. Для калибровки колориметра отбирали образцы сахара-песка и измеряли их цветность на приборе ЦУ ТЭП-С в кристаллическом виде без разбавления. Параллельно цветность этих же образцов сахара измеряли стандартным методом в разбавленном состоянии в единицах ICUMSA и условных единицах на фотоэлектроколориметре КФК-3 в центральной испытательной лаборатории УкрНИИСПа. Сравнительные данные представлены в таблице.

На рис. 3 приведено корреляционное поле значений Z^* цветности кристаллического сахара-песка в единицах ICUMSA, определенных стандартным методом (ГОСТ 21–94), от соответствующих значений Z , определенных колориметром ЦУ ТЭП-С. Коэффициенты корреляции для свекловичного сахара изменялись в диапазоне $K_1 = 0,97–0,98$.

Зависимости значений цветности сахара-песка от значений интенсивностей x , y , отраженных от образца кристаллического сахара-песка, аналитически определяются уравнениями типа:

$$Z = a + b \cdot x^n + c/y^m,$$

где a , b , c , n , m – коэффициенты, зависящие от типа исследуемого образца и оптической схемы прибора.

Колориметр аттестован Госстандартом и имеет следующие технические характеристики:

| | |
|------------------------|------------|
| Диапазон измерений: | |
| – ед. ICUMSA | 0–250 |
| – усл. ед. Шт. | 0–1,92 |
| Габаритные размеры, мм | 220x220x70 |
| Масса прибора, кг | 0,9 |
| Гарантийный срок, мес | 12. |



Рис. 3. Корреляционное поле значений цветности Z , определенных прибором ЦУ ТЭП-С и соответствующих Z^* , согласно ГОСТ 21–94

Прибор надежен, прост в эксплуатации и наряду с высокими техническими характеристиками доступен по цене.

Таким образом, разработанный автоматический колориметр может быть рекомендован для экспресс-контроля цветности сахара-песка каждой вари вакуум-аппаратов, что важно с точки зрения получения стабильного качества продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рамirez З., Братусь В.В. Контроль качества и управление технологическими процессами в производстве сахара/Сахар. – 2003. – № 2. – С. 52–55.
2. Book Methods. ICUMSA. England, – 1994. – P.45–53.
3. Schneider F. Sugar Analysis. ICUMSA Methods. – ICUMSA. Peterborough – England, 1979. – P.125–129, 182.