

664.141.71.002.6:536.2

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА САХАРА-РАФИНАДА ДОРОЖНОГО

Ю. П. ЛУЦИК, А. Ф. БУЛЯНДРА

Киевский технологический институт пищевой промышленности

Тепловые свойства прессованного сахара-рафинада исследованы крайне мало [1, 2]. Сведения по определению $TФХ$ в зависимости от влажности сахара-рафинада приводятся для температур, не превышающих 35°C [3].

Цель нашей работы — определить коэффициенты теплопроводности λ , температуропроводности a сахара-рафинада дорожного в зависимости от влагосодержания U и температуры T .

Для определения $TФХ$ влажных материалов наиболее приемлемы методы, основанные на закономерностях нестационарного температур-

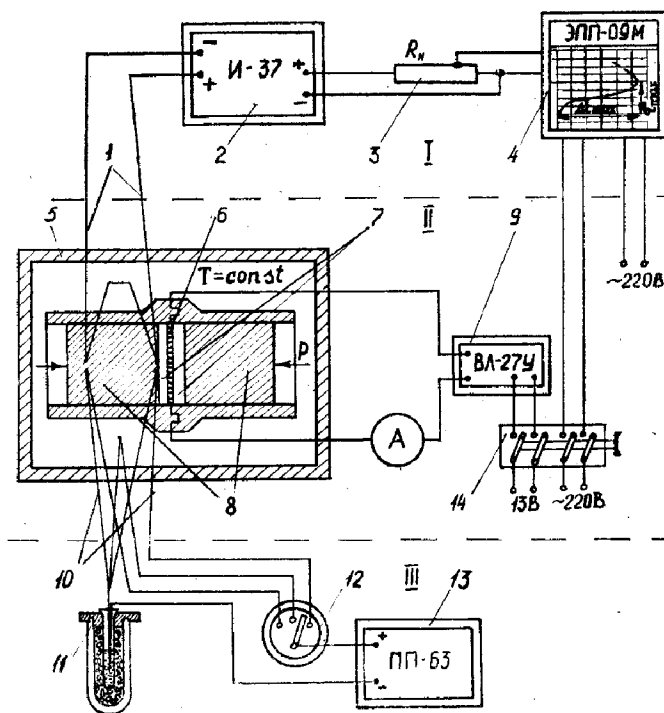


Рис. 1.

ного поля. Поэтому выбран метод мгновенного источника тепла. Предлагаемая [1] схема установки значительно изменена и модернизирована, что упростило технику проведения эксперимента, позволило сократить длительность опыта до 30 с, исключить субъективные ошибки измерения.

На рис. 1 приведена схема данной установки, которая состоит из трех блоков. Блок I — измерения и записи максимальной разности температур Δt_{max} и времени ее наступления τ_{max} . Высокая чувствительность записи $\Delta t(\tau)$ на диаграммной ленте прибора ЭПП-09 обеспечивает четко выраженный максимум на кривой. Это позволяет точ-

но измерять Δt_{max} и τ_{max} , от погрешностей измерения которых, как показано [2], зависит точность определения $T\Phi X$ исследуемых объектов. Блок II — термостатирования исследуемого образца 7, находящегося в калориметре 8 и подвода питания к плоскому мгновенному источнику тепла 6. Для осуществления надежного теплового контакта нагревателя 6 с образцом 7 и последнего с эталонными стержнями 8 вся сборка зажимается с одинаковым усилием в специальной струбцине. Блок III предназначен для измерения и контроля постоянства температуры образца, эталонных стержней и среды, в которой они находятся.

Серией контрольных опытов на стандартных телах, зарегистрированных в Госреестре измерительных средств, подтвердились высокая стабильность и точность работы установки. Погрешности при определении $T\Phi X$ этих материалов на установке составляют для a не более 1,5%, для λ около 6%. Данный метод является прямым для измерения a и сравнительным для определения λ , которые находим из одного опыта.

Кратковременное воздействие источника тепла ($\tau_{нагр} = 4$ с) не вызывает значительных температурных перепадов в продукте ($\Delta t_{max} < 1^\circ\text{C}$) и тем позволяет отнести полученные значения $T\Phi X$ к начальной T образца. Соблюдение этого условия существенно для материалов, $T\Phi X$ которых зависят от T . Кроме того, незначительный температурный перепад позволил практически исключить массоперенос в образце.

При определении $T\Phi X$ влагосодержание образцов было несколько выше, чем начальное U дорожного рафинада, поступающего на сушку. Известно, что с увеличением U рафинадной кашки плотность ρ исследуемых образцов будет увеличиваться. Поэтому при исследовании зависимости $T\Phi X$ от U в наших опытах плотность сухого продукта ρ_0 поддерживалась постоянной. Объемная масса рафинадной кашки при заданном U рассчитывалась при $\rho_0 = 1150 \text{ кг/м}^3$, что соответствует ρ прессованного сухого кусочка дорожного сахара-рафинада. Затем расчетную массу рафинадной кашки загружали в пресс-форму и производили прессование при постоянном давлении.

Опыты показали (рис. 2 и 3), что для прессованного рафинада дорожное увеличение его U и T существенно влияет на изменение λ и a .

Из рис. 2 (кривые 2—4) видно, что с увеличением U рафинада при постоянной T наблюдается рост коэффициента λ по линейному закону. В пределах исследуемого диапазона U рафинада дорожное линейную зависимость $\lambda(U)$ можно представить в виде эмпирических формул (для крайних T):

$$\text{при } T = 293 \text{ К} \quad \lambda = 0,300 + 0,0385 U \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}, \quad (1)$$

$$\text{при } T = 348 \text{ К} \quad \lambda = 0,180 + 0,0250 U \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}. \quad (2)$$

Полученная зависимость $a(U)$ при различных T представлена кривыми 5—8 на рис. 2. При изменении U рафинада от 0,17 до 1,0% резко возрастает a , причем в этом интервале U значение a увеличивается почти в 2 раза. Рост коэффициента a объясняется тем, что при повышении U улучшается тепловой контакт в местах соприкосновения кристаллов в кусочке сахара за счет образования пленки сахарного раствора. При дальнейшем увеличении U темп возрастания a замедляется и зависимость $a(U)$ становится почти линейной. Такое изменение кривых $a(U)_T$, на наш взгляд, объясняется тем, что повышение U приводит к увеличению теплоемкости сахара, что замедляет темп роста коэффициента a .

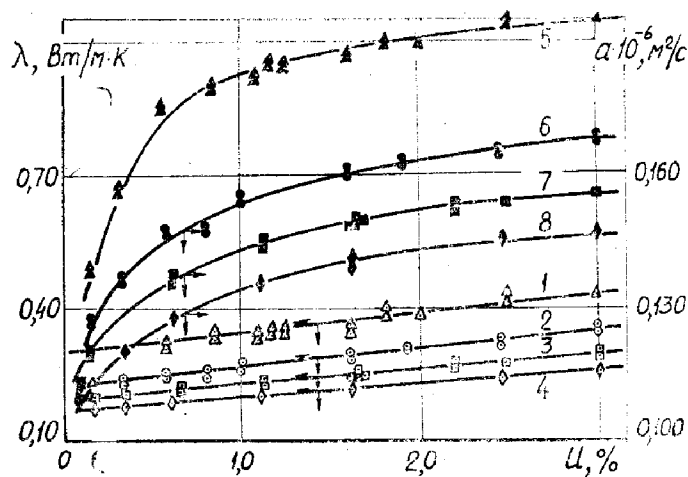


Рис. 2. Зависимость λ (кривые 1—4) и a (кривые 5—8) от U при T соответственно 293, 313, 333, 348 К.

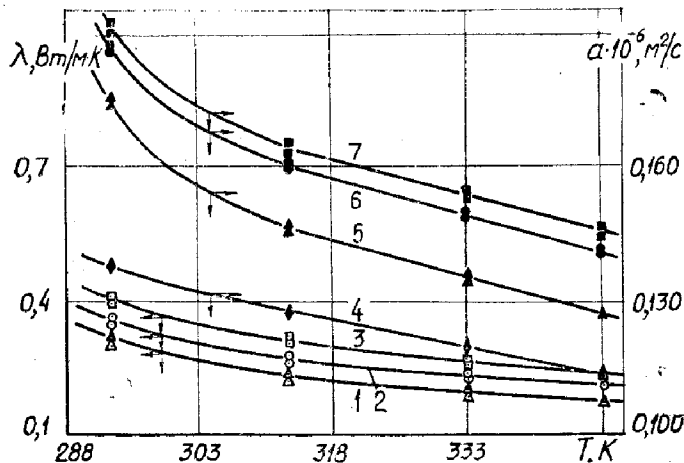


Рис. 3. Зависимость λ (кривые 1—3) и a (кривые 4—7) от T при U соответственно 0,60; 1,61; 2,46 % и 0,17; 0,60; 1,61; 2,46 %.

$$a = 0,1400 \cdot 10^{-9} + 0,2426 \cdot 10^{-8} T - 0,6138 \cdot 10^{-11} T^2. \quad (3)$$

ВЫВОД

Теплофизические характеристики прессованного сахара-рафинада находятся в сложной зависимости от температуры и влагосодержания сахара. С увеличением температуры значения коэффициентов тепло- и теплопроводности уменьшаются, а при повышении влажности — возрастают.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов И. С. Тр. Киевск. технол. ин-та пищ. пром-сти, 1952, вып. 12, с. 189.
2. Рудзичкий А. А. В сб.: Сушка в пищевой промышленности, Профтехиздат, 1958, № 1, с. 14.
3. Гинзбург А. С., Громов М. А., Красовская Г. И., Уколов В. С. Теплофизические характеристики пищевых продуктов и материалов. М., Пищевая пром-сть, 1975, 224 с.
4. Кантер К. Р. Ж. техн. физики, 1955, 25, вып. 3, с. 472.
5. Бровкин Л. А. Инж.-физ. ж., 1961, 4, № 3, с. 127.