

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР**

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

ISSN 0579—3009

ПИЩЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК

СУШКА САХАРА-ПЕСКА ИНФРАКРАСНЫМИ ЛУЧАМИ**ЛЕ ЧАН БИНЬ, А. Ф. БУЛЯНДРА, Б. И. ВЕРБИЦКИЙ**Киевский ордена Трудового Красного Знамени технологический институт
пищевой промышленности

Сушка сахара-песка осуществляется различными способами при конвективном, кондуктивном и конвективно-кондуктивном методах подвода тепла [1]. Наиболее распространен способ сушки псевдоожигением [2].

Задача данной работы — изучение кинетики сушки сахара-песка с помощью ИК-лучей — нового прогрессивного метода подвода тепла.

Как показали наши исследования, наиболее эффективными для сушки сахара являются «темные» генераторы [3].

Сушку сахара-песка проводили в лабораторной терморadiационной установке при одностороннем нагреве в условиях естественной конвекции воздуха. Сахар-песок размещался на поддоне, прикрепленном к одному из рычагов фотовесов [4]. Толщина слоя сахара в опытах 14—20 мм, начальное влагосодержание u_n 1,1—1,6%. Облученность продукта E изменялась от 3000 до 5000 Вт/м².

В процессе сушки при помощи фотовесов и потенциометра ЭПП-09М1 регистрировались убыль влаги и температура. Температура измерялась в 4—7 точках по толщине слоя сахара-песка медно-константановыми термopарами.

Наилучшим режимом ИК-сушки сахара-песка следует считать режим при одностороннем нагреве с $E=4500$ Вт/м². Длительность сушки при этом составляет около 10 мин, что примерно в 1,5 раза меньше, чем в барабанных сушилках. Дальнейшее увеличение E приводит к карамелизации сахара. Длительность сушки можно значительно уменьшить, если применять разрыхление и перемешивание слоев влажного сахара в процессе сушки. Это может быть достигнуто в туннельной конвейерной ИК-сушилке при пересыпке слоя сахара-песка с одной ленты на другую либо другим методом.

Для теплотехнического расчета сушильных установок необходимо знание воспринимаемого материалом в процессе сушки теплового потока. Его расчет связан с определенными трудностями. По данным кинетики сушки и методики [5] мы рассчитали тепловой поток, воспринимаемый сахаром-песком в процессе его ИК-сушки. Сначала рассчитывается среднеобъемная температура продукта T , затем критерий Ребиндера Rb , а уже по ним — воспринимаемый продуктом тепловой поток $q(\tau)$. Нахождение этих величин с использованием данных по кинетике сушки описано в [6].

Зависимости $T=f(u)$, $Rb=f(u)$ и $q(\tau)$ при сушке сахара-песка ИК-лучами для двух опытов при u_n 1,1 и 1,6%, толщине слоя сахара 16 мм и $E=4500$ Вт/м² показаны на рисунке.

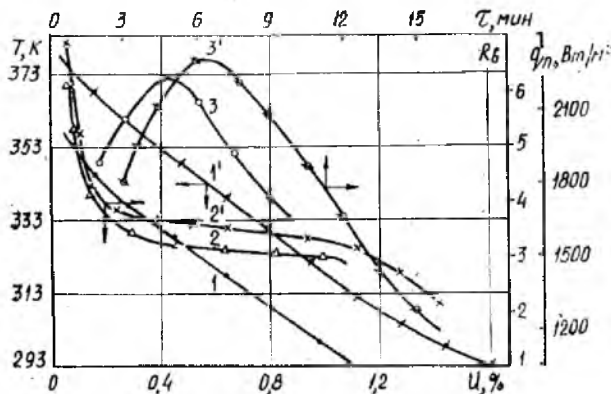
Как видно, T сахара-песка в периоде постоянной скорости сушки линейно увеличивается, что характерно для интенсивных методов подвода тепла. В начале сушки резкий рост T объясняется интенсивным объемным прогревом сахара вследствие значительного поглощения ИК-лучей и проникновением их на некоторую глубину внутрь сахара. В конце сушки резкий рост T наблюдается только для тех опытов, в которых сушка проводилась до влагосодержаний ниже стандартного

($u < 0,1\%$). В конце сушки удаляется влага адсорбционной связи и количество тепла, идущее на прогрев сахара, резко увеличивается.

Критерий R_b в периоде постоянной скорости сушки сахара-песка примерно постоянен (кривые 2 и 2'), что указывает на равенство количеств тепла, идущего на прогрев сахара и на испарение влаги из сахара. Небольшое возрастание R_b в периоде постоянной скорости сушки можно объяснить интенсивным подводом тепла к поверхности сахара. Величины критерия R_b в этот период сравнительно небольшие.

При дальнейшей сушке сахара-песка одновременно с его прогревом идет объемное испарение

влаги. Поскольку $T=f(u)$ имеет приблизительно линейный характер (кривые 1 и 1'), критерий R_b остается постоянным примерно до значения $u_{кр} = 0,2-0,25\%$. После $u_{кр}$ удаляется наиболее прочно связанная влага. Это приводит к более интенсивному нагреву сахара-песка и увеличению критерия R_b , величина которого незначительно зависит от E .



Из графика зависимостей $q=f(\tau)$ (кривые 3 и 3') видно, что рост воспринимаемого сахаром теплового потока приходится на период прогрева сахара. После достижения сахаром-песком T порядка 323 K наблюдается уменьшение величины воспринимаемого теплового потока. Это объясняется объемным испарением влаги из сахара, т. е. испарением ее из капилляров, образовавшихся между слипшимися кристаллами, в то время как в начале сушки влага испаряется из раствора-сиропа, находящегося на поверхностях кристаллов. В конце сушки удаляется наиболее прочно связанная влага, что приводит к увеличению температуры поверхности сахара. Это и обуславливает тенденцию к уменьшению $q(\tau)$ в процессе сушки сахара-песка.

Анализ данных о $q(\tau)$ свидетельствует, что в период прогрева сахара-песка E можно увеличить до значения 6000 Вт/м^2 и более без ущерба для качества конечного продукта и тем самым несколько уменьшить общую продолжительность сушки.

ВЫВОДЫ

1. Применение ИК-излучения приводит к сокращению продолжительности процесса сушки по сравнению с барабанными сушилками примерно в 1,5 раза.

2. С целью уменьшения длительности ИК-сушки сахара-песка можно рекомендовать увеличение его облученности в начале процесса до 6000 Вт/м^2 . Воспринимаемый сахаром тепловой поток в этом периоде минимален.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кармазин В. Д. Сушка и сушильные установки в сахарной промышленности. — М.: ЦИНТИпищепром, 1977. — 60 с.
2. Заборсин А. Ф., Дмитрюк А. А. Сушка и охлаждение сахара-песка в псевдооживленном слое. — М.: Пищ. пром-сть, 1979. — 104 с.

3. Дущенко В. П., Буляндра А. Ф., Кучерук И. М. Оптические характеристики пищевых продуктов. — Изв. вузов СССР, Пищевая технология, 1967, № 4, с. 122.
4. Лисовенко А. Т., Михелев А. А. Автоматическая установка для одновременной регистрации веса и температур. — Инж.-физ. ж., 1961, 4, № 9, с. 98.
5. Лыков А. В. Теория сушки. — М.: Энергия, 1968, с. 472.
6. Дущенко В. П., Вербицкий Б. И., Буляндра А. Ф., Сиднев П. П. О кинетике поглощаемого теплового потока при терморadiационной сушке сухарей. — Изв. вузов СССР, Пищевая технология, 1973, № 5, с. 113.