

ISSN 0554-2081. Пищ. пром-сть. 1990. Вып. 36.

УДК 664.691.7

Ю. Н. ЕВЕНКО, В. Н. ИСАЙ, инж.

Б. И. ВЕРБИЦКИЙ, Ю. П. ЛУЦИК, канд. техн. наук

В. С. ЗУБЧЕНКО, канд. физ.-мат. наук

О. А. КОПАЧ, студент

Киев. технол. ин-т пищ. пром-сти

О ВЫБОРЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ СУШКИ КОРОТКОРЕЗАННЫХ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Рассмотрены вопросы выбора рациональных режимов сушки короткорезанных макаронных изделий при сушке их в пятиярусных конвейерных сушилках типа Т4-КСК-45 и Т4-КСК-90.

В макаронном производстве для сушки короткорезанных макаронных изделий используют сушилки типа Т4-КСК-45 и Т4-КСК-90 Шебекинского машиностроительного завода. Условия сушки макаронных изделий на каждой ленте сушилки практически изотермические. Время прогрева на ленте сушилки гораздо меньше времени пребывания изделий на этой ленте. Процесс сушки осуществляется от начальной влажности 30—32 % до конечной 13 %, температурах сушильного агента над лентами сушилок в интервале 50—80 °С и при незначительной конвекции воздуха [1].

Рациональный режим предполагает получение продукта с заданной конечной влажностью W_k при обеспечении устойчивости процесса по отношению к изменению внешних параметров и минимальных затратах тепла и длительности процесса. При сушке изделий в сушилках типа Т4-КСК-45 и Т4-КСК-90 конечная влажность продукта является функцией начальной влажности W_0 , числа изотермических зон N , температуры зон T_i и времени пребывания продукта в зоне t_i :

$$W_k = f(W_0, N, T_i, t_i). \quad (1)$$

Устойчивость процесса может быть определена из условия:

$$\frac{\partial W_k}{\partial W_0} = 0 \quad (2)$$

© Евенко Ю. Н., Исая В. Н., Вербицкий Б. И., Луцки Ю. П., Зубченко В. С., Копач О. А., 1990.

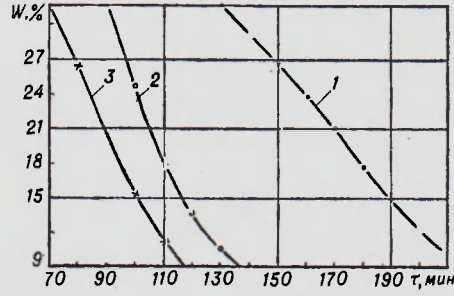
или

$$\frac{\partial^2 W_k}{\partial W_c^2} > 0. \quad (3)$$

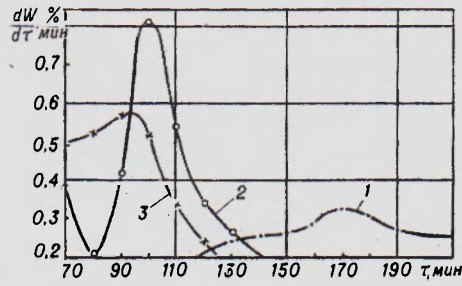
В результате исследований установлено менее жесткое условие устойчивости процесса, заключающееся в том, что

$$\left| \frac{\partial W_k}{\partial W_0} \right| < 1. \quad (4)$$

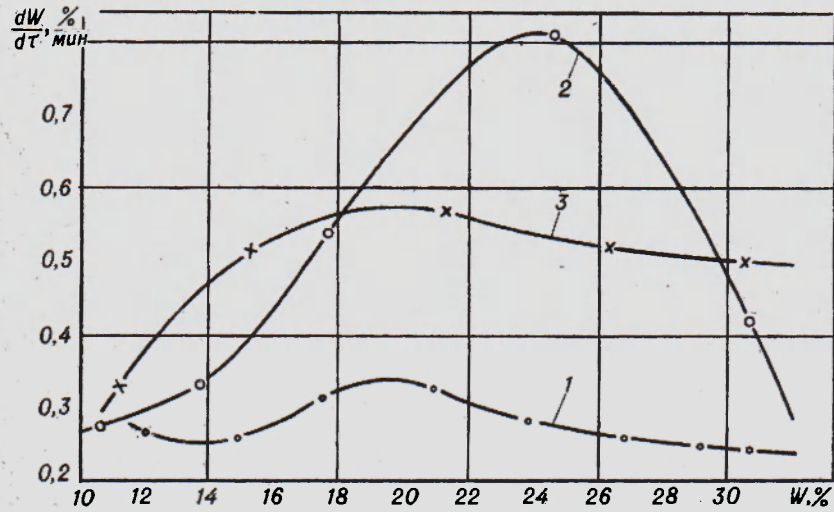
Таким образом, задача решается, если известны условия (1) и (4). Аналитический вид функции (1) может быть найден путем решения соответствующей системы нелинейных дифференциальных уравнений теплопереноса. Однако это связано со значительными трудностями. Для решения поставленной задачи предложен более рациональный метод нахождения функции (1). Опытным путем снимают изотермы сушки макарон в рабочей области температур сушильного агента сушилок Г4-КСК-45 и Г4-КСК-90 (50—80 °С). Значения функции для промежуточных температур находят из экспериментальных изотерм как опорных методом сплайн-интерполяции, отличающимся высокой точностью, надежностью и простотой. Метод позволяет провести и числовое дифференцирование функции [2].



1. Изотермы сушки макарон из муки макаронной высшего сорта: 1-Т-333К; 2-Т-343К; 3-Т-358К



2. Зависимость скорости от длительности сушки макарон из муки макаронной высшего сорта



3. Зависимость скорости сушки макарон из муки макаронной высшего сорта от влагосодержания

Экспериментально снятые изотермы сушки макаронного теста при температурах 60, 70 и 80 °С представлены на рисунке 1, а полученные кривые скорости сушки $\frac{\partial W}{\partial \tau} = f(W)$ и $\frac{\partial W}{\partial \tau} = f(W)$ — соответственно на рисунках 2 и 3*.

Полученные методом сплайн-интерполяции кривые сушки (отрезки изотерм, соответствующие температурам сушильного агента по зонам сушки в сушилках Г4-КСК-45 и Г4-КСК-90) и кривые скорости сушки используют для моделирования процесса сушки.

Рассмотрим алгоритм определения рациональных режимов процесса сушки короткорезанных макаронных изделий на сушилках типа Г4-КСК-45 и Г4-КСК-90. Для составления программы задают начальную влажность W_0 ; интервал изменения начальной влажности ΔW_0 ; конечную влажность W_k ; интервал изменения конечной влажности ΔW_k ; температуру i той зоны сушки T_i ; интервал изменения температуры i -той зоны сушки ΔT_i ; время нахождения изделий в i -той зоне сушки t_i ; интервал изменения времени нахождения изделий в i -той зоне сушки, Δt_i ; число зон сушки N . При этом учитывают, исходя из общих условий сушки, критерий устойчивости (4) и то, что

$$W_k^p \in W_k \pm \Delta W_k, \quad (5)$$

где W_k^p — рассчитанные значения влажности, а также

$$T_1 > T_2 > T_3 > \dots > T_N. \quad (6)$$

При заданных значениях исходных данных вычисляют значение w_k^p и сравнивают с заданным W_k . Если w_k^p не лежит в интервале $W_k \pm \Delta W_k$, то, начиная с температуры T_1 и времени t_1 , происходит перебор всех температур с шагом ΔT и времени с шагом Δt до тех пор, пока это условие не будет выполнено. Все параметры таких режимов запоминают. При переборах режимов подбирают значения W_0 в интервале $W \pm \Delta W_0$ и проверяют условие устойчивости (4). Если условие (4) выполнено, параметры такого режима выводят на печать, а другие не учитывают. Таким образом, анализ устойчивости процесса сушки относительно изменений ΔT ; температуры в отдельных зонах происходит автоматически. Определение режима, при котором длительность процесса и расход тепла минимальны, производят путем сравнения суммарного времени и суммарной температуры во всех зонах сушки для каждого режима. Выбор рационального режима сушки короткорезанных макаронных изделий в сушилках Г4-КСК-45 и Г4-КСК-90 реализован в программе, написанной на алгоритмическом языке Фортран. Программу считали на ЭВМ ЕС 1022.

Выводы. Имея экспериментально полученные изотермы сушки изделий при различных температурах в сушилках Г4-КСК-45 и Г4-КСК-90, можно разработать алгоритм выбора рациональных режимов сушки с помощью ЭВМ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Буров Л. А., Медведев Г. М. Технологическое оборудование макаронных производств. — М.: Пищ. пром-сть, 1980. — 248 с.
2. Форсайт Дж., Мальком М., Моулер К. Машинные методы математических вычислений. — М.: Мир, 1980. — 280 с.

Поступила в редколлегию 31.02.88.

* Условные обозначения к рисункам 1, 2, 3 аналогичны.