

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНТИАДГЕЗИОННОГО КАРТОНА ПРИ ВЫПЕЧКЕ БИСКВИТНОГО ПОЛУФАБРИКАТА

А. И. ДОРОХОВИЧ, Е. Г. БОНДАРЕНКО

Киевский технологический институт пищевой промышленности

Применение антиадгезионного картона [1] для выпечки мучных кондитерских изделий позволит исключить трудоемкие операции по чистке, смазке и мойке форм и выборке из них изделий; сэкономить масло на смазку форм; улучшить санитарно-гигиенические условия производства, а также условия реализации изделий в магазинах-автоматах. По предварительным данным, стоимость 1 т антиадгезионного картона 2500 р.

Для рационального использования антиадгезионного картона необходимо разработать оптимальные габариты формы, чтобы при определенных размерах листового картона объем их был наибольшим. Размер формы существенно влияет на процесс и время выпечки, на затраты количества тепла, пошедшего на выпечку 1 кг готовой продукции, на упек.

При расчетах оптимальных габаритов форм из квадратного листового картона длиной A исходили из того, что форма, габариты которой $A - 2h$ — длина, $A - 2h$ — ширина, h — высота, будет иметь наибольший объем.

$$\text{Объем } V = h(A - 2h)^2 = 4h^2 - 4Ah^2 + A^2h. \quad (1)$$

Дифференцируя многочлен (1) и приравнявая производную к нулю, находим значение $h = A/6$.

В промышленности h отливаемого слоя теста для бисквитного полуфабриката равна 25—30 мм. При выпечке заготовка растет в 2—2,5 раза. Следовательно, если принять за основу толщину отливаемого слоя, как принято в промышленности, то высота форм должна быть около 60 мм.

Для наиболее экономного использования антиадгезионного картона форму необходимо готовить из листа размером $A = 6h$, объем формы будет оптимальным и равен

$$V = \frac{2A^3}{27} = 3456 \text{ см}^3.$$

В таких формах можно выпекать бисквит развесом около 800 г. На выпечку 1 т бисквита в формах такого объема потребуется 55 кг антиадгезионного картона.

Задача промышленности — расширить выпуск изделий в мелкой расфасовке, пользующихся повышенным спросом у населения. Применение антиадгезионного картона и бумаги поможет решить эту задачу, устранив многие непроизводительные операции.

Мы исследовали процессы выпечки бисквитного полуфабриката развесом 50, 200 и 800 г. Для этого изготавливали формы из антиадгезионного картона следующих габаритов: $70 \times 70 \times 60$ мм — развес 50 г; $150 \times 100 \times 60$ мм — развес 200 г; $240 \times 240 \times 60$ мм — развес 800 г (оптимальный размер). Высота отливаемого слоя бисквитного теста была принята, как и в промышленности, 30 мм.

Следовало также изучить процессы выпечки бисквита различного развеса, установить конец выпечки и определить количество требуемого тепла. В тесто помещали медь-константановые термодатчики диаметром 0,15 мм, чтобы контролировать изменение температуры среды печарной камеры, греющей поверхности, верхней, нижней и боковых поверхностей изделия, а также центральных слоев.

Кинетику теплового потока к тесту-бисквиту исследовали с помощью слоистых датчиков теплового потока [2]. Выпекали полуфабрикат в лабораторной печи с электрообогревом и независимым регулированием температуры с помощью программного управления и автоматическим регулированием температуры среды печарной камеры.

На рисунках представлены кривые изменения температуры верхней (1), нижней (2), боковых (3) поверхностей и центральных слоев (4, 5), а также тепловых потоков (6, 7, 8), полученные при выпечке бисквита развесом 50 г (рис. 1), 200 г (рис. 2), 800 г (рис. 3).

Анализ показал, что скорость прогрева центральных и подкорковых слоев различна в зависимости от развеса. В формах меньшего габарита эти слои прогреваются интенсивнее: так, при развесе 50 г скорость прогрева центральных слоев на 8-й минуте — $10^{\circ}\text{C}/\text{мин}$, 200 г — $5,5^{\circ}\text{C}/\text{мин}$, 800 г — $4,5^{\circ}\text{C}/\text{мин}$, что, несомненно, сказывается и на окончании выпечки.

Прогрев подкоркового слоя при выпечке бисквитного полуфабриката к концу процесса отстает от прогрева центральных слоев. Так, при развесе 50 г температура подкоркового слоя к концу выпечки достигает $94-95^{\circ}\text{C}$, а при развесе 200 и 800 г — только 90°C . Увеличение температуры к концу выпечки при развесе 50 г объясняется, вероятно, влиянием подвода тепла со стороны боковых поверхностей. Конец выпечки при развесе 50 г наступает через 18 мин, 200 г — через 24 мин, 800 г — через 32 мин.

Кинетические кривые тепло-

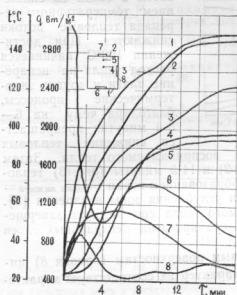


Рис. 1

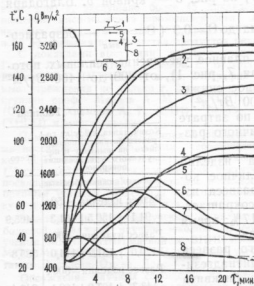


Рис. 2

вых потоков через боковые и нижнюю поверхности имеют характерные перегибы. Своеобразие этих линий вызывается сложным характером тепломассообмена.

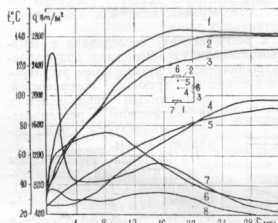


Рис. 3

Анализ тепловых потоков через нижнюю поверхность показывает, что максимальное количество воспринимаемого тепла наблюдается на первой минуте выпечки, затем в связи со снижением температурного перепада тепловые потоки снижаются. При достижении 100°C начинается расход тепла на испарение влаги и другие эндотермические процессы, благодаря чему на 6—8-й минутах прекращается снижение тепловых потоков и наблюдается увеличение воспринимаемого тепла. Затем после 10-й минуты выпечки (рис. 1, 2) и 14-й минуты (рис. 3) тепловые потоки плавно падают в связи с образованием корки ($k_{корки} \text{ нижняя} = 0,12 \text{ Вт/м}^2$, $\gamma_{тепла} = 0,21 \text{ Вт/м}^2$) и углубления зоны испарения [3]. Кроме того, снижению воспринимаемого тепла способствует завершение эндотермических процессов по мере прогрева центральных слоев до 90°C.

Уровень тепловых потоков к боковым поверхностям (кривая 8) ниже, чем к нижним (рис. 1, 2, 3), но характер их соответствует характеру прогрева нижней поверхности.

Кинетические кривые тепловых потоков через верхнюю поверхность (рис. 1, 2) представлены кривой 7, на рис. 3 — кривой 6. Благодаря переменному режиму подвода тепла до $\Theta = 0,3$ ($\Theta = \frac{\tau}{\tau_{гма}}$ — безразмерное время выпечки), наблюдается плавное увеличение тепловых потоков от 600 до 1100 Вт/м^2 (кривая 7, рис. 1), от 800 до 1400 Вт/м^2 (кривая 6, рис. 3), а затем плавное снижение соответственно до 500, 600, 800 Вт/м^2 .

В таблице приведены данные по затрате тепла при выпечке бисквита различного развеса.

Опыты показали, что выпечка изделий различного развеса потребует различное количество тепла. При увеличении развеса изделий с 50 до 200 г расход тепла сокращается на 5—6%, а до 800 г — на 16—17%; время выпечки увеличивается в 1,3—2 раза.

При выпечке бисквита различного развеса требуется различное количество антиадгезионного картона: для выпечки 1 г бисквита развесом 50 г — 240—250 кг, развесом 200 г — 110 кг, при развесе 800 г — 55 кг,

Таблица

Колич. тепла, кДж/кг готового бисквита, полученного на выпечку и полученного через границы поверхности	Всего
Верхнюю/нижнюю/боковую	
Развес изделия — 50 г	
94,1 150,5 161,3	407,9
Развес изделия — 200 г	
120,6 151,2 114,0	385,8
Развес изделия — 800 г	
143,3 127,9 169,1	340,4