

— по показаниям амперметров, включенных в сеть питания электродвигателя, давление на выходе — по показаниям манометра, установленного перед запорным краном в стенке выгрузочного патрубка.

Для проверки адекватности математической модели реальному процессу была разработана программа расчета мощности и производительности. Сложность расчетов состояла в том, что при обработке материала в пластикаторе непрерывно изменяется его структура и, следовательно, физико-механические характеристики, что было учтено в программе.

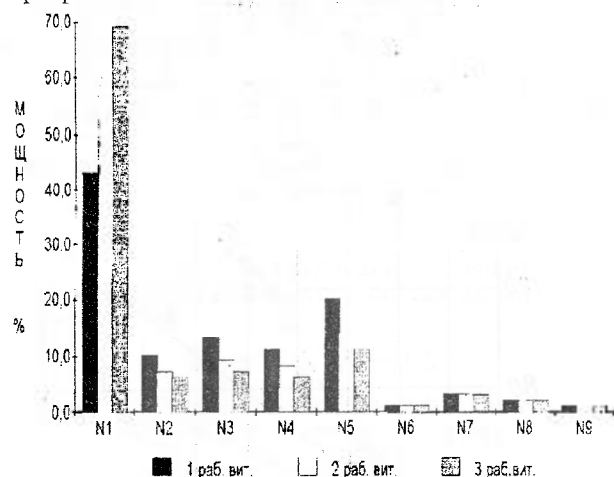


Рис. 2

Из диаграммы относительного расхода мощности при пластикации жира ИЛЛЕКСАО-30-97 (рис. 2), построенной по результатам расчетов, видно, что от 40 до 70% мощности требуется на резание материала винтами. Это объясняется тем, что жир находится в твердом состоянии, предельное напряжение сдвига имеет максимальное значение. При обработке блока жира режущими винтами его объем уменьшается, вследствие чего в работе одновременно могут находиться от 1 до 3 режущих винтов.

По мере уменьшения объемов отделенных кусков материала происходит повышение температуры вследствие механических воздействий в винтах противодавления и пластицирующих шестернях, что значительно уменьшает уровни реологических характеристик. Поэтому потребление мощности в этих зонах меньше и составляет от 27 до 50%.

Потребление мощности пластицирующими винтами составляет не более 5%, что входит в ошибку ее экспериментального определения и при расчетах может не учитываться.

Сравнение экспериментальных данных для различных жиров с расчетными показало, что расходование составляет от 14 до 26% по потребной мощности и от 7 до 15% по производительности. При этом расчетные данные по мощности были выше, чем экспериментальные. Это можно объяснить тем, что при расчетах величины предельного напряжения сдвига, эффективной вязкости, перепадов давлений принимали максимально возможными.

ВЫВОДЫ

1. Математическая модель адекватно описывает механические процессы, протекающие при пластикации твердых жиров.

2. При расчете пластикатора мощностью, потребной на обработку материала пластицирующими винтами, можно пренебречь ввиду незначимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Драгилев А.И., Скобельская З.Г., Сорокин И.М. Применение жиров СЕБАО-38 и СЕБАО-65 для производства глазурей // Информ.-ан. бюл. / МГАПП. — М., 1995. — Вып. 1. — 16 с.
2. Скобельская З.Г., Драгилев А.И., Сорокин И.М. Исследование физико-химических свойств жиров ИЛЛЕКСАО-97, КОНФАО-5, КОЛЗАВАР и качества изделий, приготовленных на их основе // Информ.-ан. бюл. / МГАПП. — М., 1995. — Вып. 2. — 41 с.
3. Технология кондитерских изделий / Г.А. Маршалкин, И.С. Лурье, А.В. Зубченко и др. — М.: Пищевая пром-сть, 1978. — 446 с.
4. Конфеты / М.М. Истомина, Т.А. Соколовская, М.А. Талейский и др. — М.: Пищевая пром-сть, 1979. — 293 с.
5. Чувахин С.В. Научно-практические основы интенсификации механических процессов при образовании высоковязких кондитерских масс: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. — М.: МТИП, 1990. — 50 с.
6. Суски Д., Чувахин С.В. Применение пластицированных жиров при приготовлении кондитерских масс // Пищевая пром-сть. — ЭИ/АгроНИИТЭИПП. — 1988. — Вып. 5. — С. 6-7.
7. Соколовский В.В. Теория пластичности. — М.: Высш. школа, 1969. — 390 с.
8. Зуев Ф.Г., Левачев Н.А., Лотков Н.А. Механизация погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ. — М.: Агропромиздат, 1988. — 447 с.
9. Качанов Л.М. Основы теории пластичности. — М.: Наука, 1974. — 311 с.
10. Слезкин Н.А. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. — М.: ГИИЛ, 1955. — 519 с.
11. Пластикатор твердых жиров / С.А. Мачихин, С.В. Чувахин, С.М. Носенко и др. // Сер. 4, Хлебопек., макар., дрож. и кондит. пром-сть. — ЭИ/ЦИНИТЭИПП. — 1986. — Вып. 3. — С. 18-19.

Кафедра сопротивления материалов и прикладной механики

Поступила 10.11.97

664.1.038.3.05.001.24

РАСЧЕТ САТУРАТОРОВ

С.Г. ТАРАСОВ

Кубанский государственный технологический университет

При проектировании сахарных заводов и реконструкции действующих предприятий с целью увеличения их суточной производительности одной из задач является правильное определение размеров 1-го и 2-го сатураторов, с тем чтобы полная и полезная вместимость аппаратов соответствовала

теоретическому значению, а время обработки сока — нормативному времени.

Используя данные технических характеристик [1], построили графики зависимости вместимости существующих аппаратов 1С и 2С от производительности сахарного завода (соответственно рис. 1, 2: кривая 1 — полная вместимость сатуратора; кривая 2 — полезная вместимость).

Применяя формулу технической нормы производительности сатураторов [1]

$$A = \frac{1440 \cdot 100 V \varphi \rho}{\tau} \text{ т/сут,} \quad (1)$$

где V — полная вместимость сатуратора, м³;
 φ — коэффициент заполнения, $\varphi = 0,3$ для аппаратов 1-й сатурации с технической нормой производительности до 3,0 тыс. т свеклы в сутки, $\varphi = 0,4$ для аппаратов 1-й сатурации с технической нормой производительности свыше 3,0 тыс. т свеклы в сутки и 2-й сатурации с технической нормой производительности до 3,0 тыс. т свеклы в сутки, $\varphi = 0,55$ для аппаратов 2-й сатурации с технической нормой производительности свыше 3,0 тыс. т в сутки;
 ρ — плотность нефilterованного сатурированного сока, т/м³;
 ρ — количество сатурированного сока без учета возвращаемого сока на преддефекацию для аппаратов 1-й сатурации, количество сатурированного сока для аппаратов 2-й сатурации, % к массе свеклы;
 τ — продолжительность сатурации, мин,

вычислили теоретические значения полной V и полезной V_n вместимости аппаратов — кривые 3 и 4 на рис. 1 и 2.

Видно, что полные и полезные вместимости существующих аппаратов не соответствуют теоретическим, поэтому время пребывания сока в них не соответствует нормативному времени, что нарушает технологический режим.

Сделана попытка технологического расчета сатураторов с целью определения основных размеров аппаратов в зависимости от заданной производительности сахарного завода. На рис. 3 введены следующие обозначения:

H_o — полная высота аппарата, соответствующая полной вместимости;

H_n — высота, соответствующая полезной вместимости и определяющая уровень сока в аппарате;

D — диаметр корпуса;

D_1 — диаметр расширенной части аппарата 1-й сатурации;

$H_{ц}$ — высота цилиндрической части;

H_k — высота конической части;

$H_{\text{ин}}$ — высота цилиндрической части аппарата без конуса, соответствующая полезной вместимости;

α — угол конуса между образующей и вертикальной осью.

На основе данных технических характеристик существующих аппаратов 1С = 1,5; 1С = 2,0; 1С = 2,5; 1С = 3,0; 1С = 4,5; 1С = 6,0; 2С = 1,5; 2С = 2,0; 2С = 2,5; 2С = 3,0; 2С = 4,5; 2С = 6,0 вычислили симплекс геометрического подобия по формуле

$$\Gamma = \frac{H_{\text{ин}}}{D}, \quad (2)$$

для дальнейших расчетов приняли среднее значение симплекса $\Gamma = 1,1$.

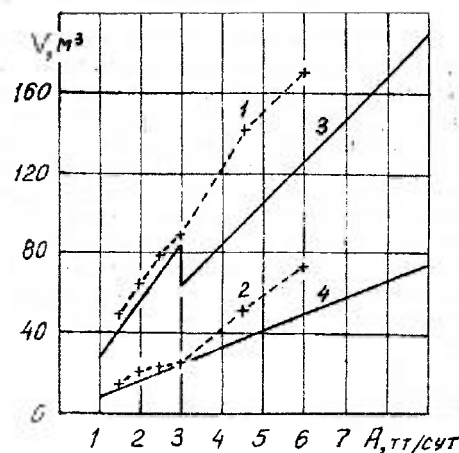


Рис. 1

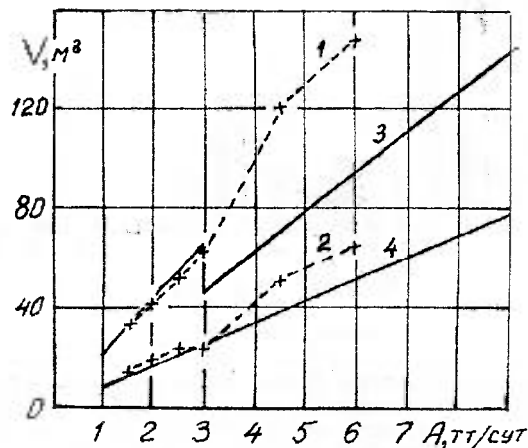


Рис. 2

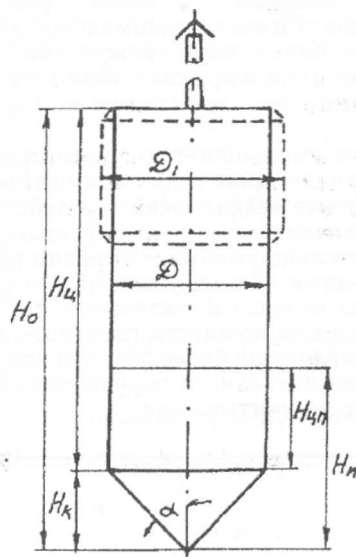


Рис. 3

Используя геометрическую формулу полезной вместимости аппарата

$$V_n = \frac{\pi D^2}{4} \left(H_{\text{ин}} + \frac{H_k}{3} \right) \quad (3)$$

и подставляя в нее выражения

$$H_{\text{ин}} = 1,1D, \quad (4)$$

определили

$$H_k = D/2 \operatorname{tg} \alpha \quad (5)$$

$$D = \sqrt[3]{V_p} \quad (6)$$

Для аппаратов 1-й сатурации производительностью до 3,0 тыс. т свеклы в сутки, имеющих расширенную верхнюю часть, ее диаметр принимается

$$D_1 = D + 0,6. \quad (7)$$

Используя геометрическую формулу полной вместимости аппарата

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \left(H_{\text{ц}} + \frac{H_k}{3} \right) \quad (8)$$

и подставив в нее значение $H_{\text{ц}}$ из выражения

$$H_{\text{ц}} = H_0 - H_k, \quad (9)$$

определили H_0 .

Для аппаратов 1-й сатурации с расширенной верхней частью производительностью до 3,0 тыс. т в сутки

$$H_0 = 3,05 \sqrt[3]{V} - 1,5; \quad (10)$$

без расширенной верхней части производительностью свыше 3,0 тыс. т свеклы в сутки

$$H_0 = 2,58 \sqrt[3]{V}. \quad (11)$$

Для аппаратов 2-й сатурации производительностью до 3,0 тыс. т свеклы в сутки

$$H_0 = 2,61 \sqrt[3]{V}; \quad (12)$$

а свыше 3,0 тыс. т свеклы в сутки

$$H_0 = 2,17 \sqrt[3]{V}. \quad (13)$$

Высота, соответствующая полезной вместимости, определится по формуле

$$H_{\text{п}} = H_{\text{цп}} + H_{\text{к}}. \quad (14)$$

Таким образом, расчет геометрических размеров аппаратов 1-й сатурации для сахарного завода заданной производительности начинаем с определения V и $V_{\text{п}}$ по формуле (1), после чего определяем D и D_1 по формулам (6) и (7) при производительности до 3,0 тыс. т свеклы в сутки. Затем определяем H_0 по формуле (10) при производительности до 3,0 тыс. т свеклы в сутки и по формуле (11) при производительности свыше 3,0 тыс. т свеклы в сутки. По формулам (4), (5), (9) и (14) находим $H_{\text{цп}}$, $H_{\text{к}}$, $H_{\text{ц}}$ и $H_{\text{п}}$.

При расчете аппаратов 2-й сатурации определяем V и $V_{\text{п}}$ по формуле (1), затем D по формуле (6), H_0 по формуле (12) при производительности до 3,0 тыс. т свеклы в сутки. По формулам (4), (5), (9) и (14) находим $H_{\text{цп}}$, $H_{\text{к}}$, $H_{\text{ц}}$ и $H_{\text{п}}$.

При выборе другой величины симплекса геометрического подобия формулы (4), (6), (10)–(13) будут иметь иной вид.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азрилевич М.Я. Технологическое оборудование свекло-сахарных заводов. — М.: Агропромиздат, 1986. — 320 с.

Кафедра машин и аппаратов пищевых производств
Поступила 06.12.97

664.863.036.2.001.573

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СТЕРИЛИЗАЦИИ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ТОМАТОВ

К.О. ДОДАЕВ, А.А. АРТИКОВ, А.Х. АКБАРОВ

Ташкентский химико-технологический институт

Заключительной стадией производства томато-продуктов, как и других консервов, является их стерилизация (пастеризация) [1]. Технологические регламенты на стерилизацию того или иного вида продукции разработаны довольно давно и основаны на экспериментальных данных.

Нами рассмотрена задача оптимизации технологического процесса, направленная на экономию энергии, затрачиваемой при стерилизации с максимальным сохранением биологически ценных компонентов готовой продукции путем изучения распределения тепла по времени по радиусу отдельно взятого томата и в томатном соке, расфасованном в литровую банку.

Математическое описание распределения температуры по радиусу томатов в момент времени t представлено в виде:

$$t_{i+1} = t_i + \left[\lambda \frac{t_i - t_{i+1}}{\Delta R} \Delta S_i + \lambda \frac{t_i - t_{i+1}}{\Delta R} \Delta S_{i-1} \right] \times \frac{\Delta \tau}{V_{\text{ш}} \rho c}, \quad (1)$$

где

$$V_{\text{ш}} = \frac{4}{3} \pi \left[\left(R_i + \frac{\Delta R}{2} \right)^3 - \left(R_i - \frac{\Delta R}{2} \right)^3 \right] \quad (2)$$

— объем шарового кольца с наружным радиусом $R_i + \frac{\Delta R}{2}$ и внутренним $R_i - \frac{\Delta R}{2}$ i -го подслоя, выделенного в томате (томат по радиусу разделен на 10 подслоев); λ , ρ , c — соответственно теплопроводность, плотность и теплоемкость томатов.

Поверхности шаров с радиусами наружным и внутренним определяются выражениями

$$\Delta S_i = 4\pi \left(R_i + \frac{\Delta R}{2} \right)^2 \text{ и } \Delta S_{i-1} = 4\pi \left(R_i - \frac{\Delta R}{2} \right)^2. \quad (3)$$

Система уравнений (1–3) представляет собой математическое описание процесса распределения тепла по радиусу шара (томатов).

Разработан алгоритм расчета данной математической модели, составлена программа исследования на языке Турбо Паскаль для IBM PC и выполнен вычислительный процесс для реальных значений параметров.