

## **Формирование параметра влажности в процессе производства творога**

В.А. Балюбаш, В.А. Добряков

Санкт Петербургский государственный университет  
низкотемпературных и пищевых технологий

*Формирование параметра влажности в процессе производства творога характерно тем, что количественных изменений по содержанию влаги в перерабатываемом молоке и далее в сгустке не происходит до последнего этапа — обезвоживания. На предшествующих этапах происходит изменение форм связи влаги. На основе результатов исследований были получены графически трансформированные зависимости конечной влажности творога от температуры нагрева сгустка, по которым с использованием программ «MAPLE» было получено математическое описание изменения влажности, вносимые при тепловой обработке сгустка. Применение дополнительного канала регулирования влажности творога позволяет расширить возможность оптимизации управления процессом производства.*

**Ключевые слова:** производство творога, формирование параметров влажности, температура нагрева сгустка, оптимизация управления.

Для достижения нормированного содержания влаги в готовом продукте необходимо учитывать особенности используемой технологической схемы при производстве творога.

Процесс производства творога можно рассматривать как результат направленного воздействия на исходное сырье ряда последовательных технологических операций, способствующих формированию конечной влажности готового продукта.

Если представить технологический процесс как систему, то под этим термином должна пониматься совокупность происходящих в ней процессов и средств для их реализации. В этом случае система производства творога включает технологический процесс и аппараты, в которых он реализуется, а так же все средства контроля и управления процессом.

Моделируемый процесс производства творога, с точки зрения формирования параметра влажности, имеет особенность, заключающуюся в том, что количественных изменений по содержанию влаги в перерабатываемом молоке и далее в сгустке, не происходит до последнего этапа стадии обработки сгустка — обезвоживания, а структурно его можно представить в виде следующих стадий:

- а) пастеризация молока с последующим охлаждением до температуры сквашивания;

- б) сквашивание молока с использованием катализаторов и получение творожного сгустка;
- в) обработка сгустка, проходящая в три этапа: механическая обработка сгустка, тепловая обработка сгустка и обезвоживание.

На первой стадии моделируется процесс теплообмена без потерь влаги в исходном сырье с незначительным изменением форм связи влаги за счет частичной коагуляции сывороточных белков. На второй стадии моделируется процесс ферментации молока с учетом биохимических и биофизических изменений гетерогенного сырья.

На первом этапе третьей стадии моделируется процесс диспергирования гелеобразного творожного сгустка, в результате которого образуется дисперсная масса со значительным сокращением объема капиллярной влаги в сгустке. На втором этапе третьей стадии моделируется процесс, представляющий собой взаимосвязанные подпроцессы гидродинамики и теплообмена, который обеспечивает дополнительное сокращение объема капиллярной влаги при нагреве и стабилизацию соотношения форм связи влаги при охлаждении творожного сгустка. На третьем этапе третьей стадии моделируется гидромеханический процесс отжима творожного сгустка.

Параметрическая схема процесса формирования влажности творога традиционной консистенции на стадии обработки сгустка представлена на рис.1.

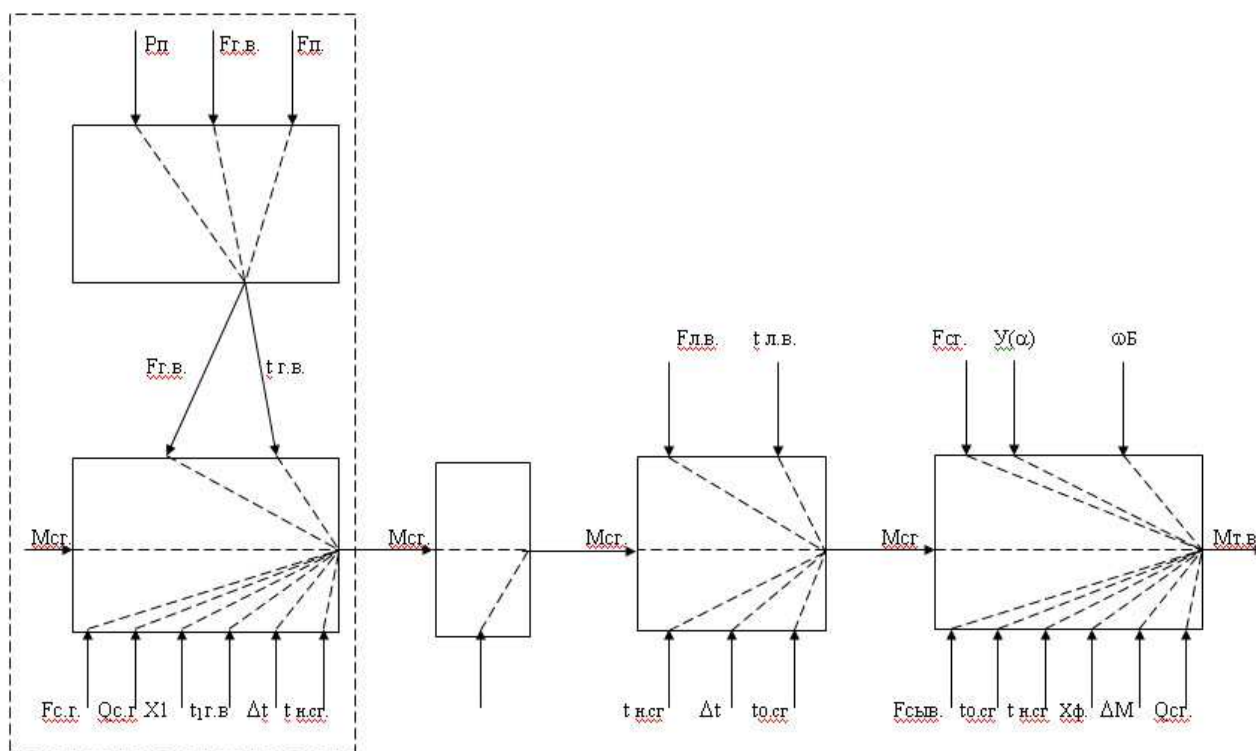


Рис. 1.

С целью получения функциональной зависимости, связывающей формирование влажности творога с технологическими параметрами тепловой

обработки сгустка и механическим обезвоживанием, были использованы результаты исследований, связанные с выбором диапазона температуры нагрева сгустка  $T$  от его кислотности  $Q$  и структурно-механических характеристик [1].

На основе результатов этих исследований были получены графически трансформированные зависимости влажности  $M_{тв}$  от температуры нагрева  $T_{н.сг}$  и кислотности сгустка  $Q_{сг}$ , представленные на рис.2.

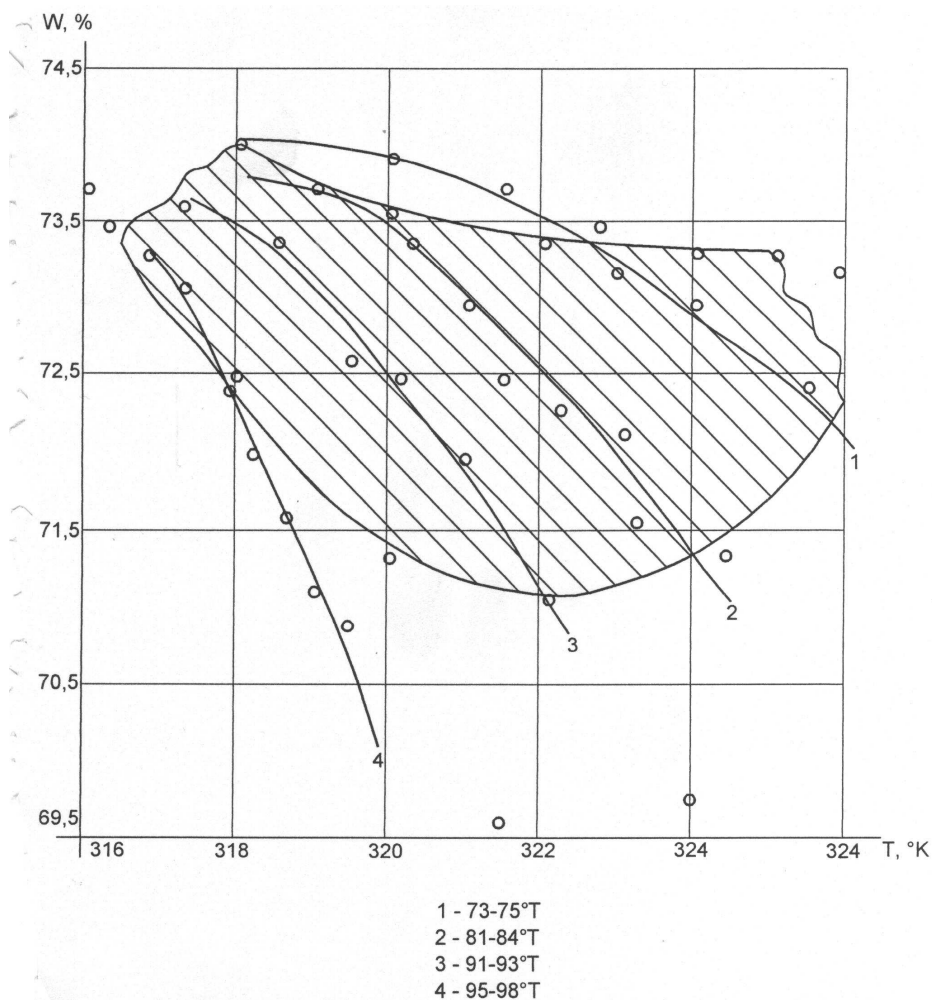


Рис. 2.

Конечная влажности творога с учетом стадий формирования влажности может быть представлена:

$$M_{тв} = M_o - \delta_m \quad (1)$$

где  $M_o$  — влажность творога, полученного при обезвоживании без предварительной тепловой обработки;  $\delta_m$  — изменение влажности, вносимое тепловой обработкой сгустка.

Математическое описание  $\delta_m$  было получено с использованием пакета программ «Maple» и в окончательной форме уравнение (1) получено в виде:

$$M_{me} = 75,5 - e^{8,03+0,21T-0,142Q+0,004TQ-0,005T^2+0,001Q^2} \quad (2)$$

Анализ модели показывает, что повышение температуры нагрева сгустка  $T$  и кислотности сгустка  $Q$  интенсифицируют процесс обезвоживания сгустка.

Таким образом, результаты исследований установили возможность использовать, кроме механического обезвоживания, технологический канал тепловой обработки творожного сгустка для задач управления параметром влажности готового продукта. Применение дополнительного канала регулирования влажности готового продукта позволяет расширить возможность оптимизации управления процессом производства творога, применительно к задачам синхронизации процесса по производительности и показателям качества стабилизации влажности.

### **Список литературы**

1. Зимин А.Ф., Фриденберг Г.В. «Режимы тепловой обработки творожного сгустка на линиях Я9-ОПТ»: Молочная промышленность, 1998, №2, 41–42с.