

# ЕМКОСТНОЙ АППАРАТ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТВОРОЖНОГО СГУСТКА

*В. М. Русских, к. т. н., главный конструктор*

**Т**радиционная технология получения творога предусматривает получение и обработку сгустка в теплообменном резервуаре с дальнейшим самопрессованием или прессованием и охлаждением. Обычно для получения сгустка применяются пароводяные творожные ванны открытого типа. На сегодняшний день это оборудование не удовлетворяет современным требованиям по следующим причинам:

- открытый процесс;
- большая доля ручного труда;
- значительное энергопотребление;
- невозможность автоматизировать технологические операции.

При разработке технического задания для аппарата выработки творожного сгустка специалистами ОКБ «Молочные Машины Русских» проведен анализ научно-технической литературы и патентных источников, что позволило определить условия проведения технологических операций в емкостном аппарате, влияющие на качественные показатели творога по традиционной технологии (табл. 1).

Требования были учтены при разработке конструкции «Творогоизготовителя» (рис. 1). Основные конструктивные особенности нового аппарата:

- относительно малая глубина;
- два или несколько валов;
- один независимый привод на несколько валов;
- управление частотой вращения валов;
- универсальная конструкция мешалок, позволяющая при реверсе производить разрезку сгустка;
- высокоэффективная универсальная рубашка нагрева/охлаждения;
- система автоматизированного управления.

Особая форма корпуса (рис. 2) явилась определяющей по основным конструктивным особенностям привода, вымешивающего инструмента и теплообменной рубашки.

Низкий, вытянутый в ширину корпус, имеющий в вертикальном сечении эллипсообразную форму, не только позволил, но и потребовал применить, не один приводной вал, а как минимум два. В процессе производственных испытаний конструкция привода совершенствовалась и в настоящее время представляет один электродвигатель, соединенный стандартными редукторами с несколькими валами. В этом случае достаточно жесткая конструкция стала значительно проще и позволила надежно осуществить синхронизацию вращения валов в различных заданных направлениях.

Относительно малая глубина заполнения определила малую длину мешалки, что повлияло на общее гидросопротивление. Таким образом, была снижена мощность привода.

Конструкция мешалок представляет собой установленные под углом к валу вогнутые лопасти. В режиме разрезки лопасть работает как нож, причем как в продольном, так и в поперечном направлении. При обратном движении за счет радиуса формы лопасти и угла на-



Рис. 1. Творогоизготовитель 6,3 м<sup>3</sup>



Рис. 2. Общий вид творогоизготовителя

клона поперечин обеспечивается интенсивное и в то же время бережное перемешивание (рис. 3, 4).

Профиль, размеры и количество лопастей были определены исходя из обеспечения разрезки сгустка по всему объему при минимальной частоте вращения и получении оптимальных размеров частиц сгустка. Проведенные испытания и опыт эксплуатации выпускаемых творогоизготовителей позволили доработать конструкцию и определить следующие оптимальные геометрические размеры:

- угол захода режущей кромки;
- угол выхода лопасти;
- радиус, задающий форму лопасти для эффективной работы мешалки во время реверса;
- углы расположения лопастей в секции;
- углы расположения секций относительно друг друга на каждом валу (рис. 5).

Внесенные в конструкцию изменения позволили уменьшить скорость разрезки до минимального значения – 1 мин<sup>-1</sup>, что сокращает повреждение сгустка и образование мелких частиц.

Примененная конструкция рубашки нагрева/охлаждения благодаря форме резервуара имеет большую те-



Рис. 3. ПЕРЕМЕШИВАНИЕ СМЕСИ

Таблица 1.

**Требования к качеству проведения технологических операций**

Операции	Требуемые условия	Последствия несоблюдения условий
Перемешивание смеси	Интенсивное перемешивание во всем объеме	Неравномерное и неэффективное перемешивание ведет к образованию неоднородного по свойствам (нестандартного) продукта
Разрезка сгустка	Бережное обращение со сгустком. Равномерная разрезка как в продольном, так и в поперечном направлении	Неравномерная разрезка сгустка ведет к неполному или длительному процессу синерезиса. Высокая скорость разрезки ведет к образованию мелких частиц белка, которые теряются с сывороткой
Перемешивание сгустка	Бережное обращение со сгустком	Сильное перемешивание может привести к превращению сгустка обратно в жидкообразное состояние
Подогрев или охлаждение	Плавный нагрев. Равномерная термообработка во всем объеме	При быстром и высокотемпературном нагреве творог получается грубым, недостаточно влажным, крошливым. Неравномерная по всему объему термообработка ведет к получению неоднородного (нестандартного) продукта. В случае медленного и недостаточного охлаждения происходит дальнейшее нарастание кислотности, неэффективное удаление сыворотки



Рис. 4. Сгусток после разрезки

Таблица 2.

**Результаты сравнительных испытаний вертикального и горизонтального аппаратов**

Показатели	Горизонтальный аппарат	Вертикальный аппарат
Конструктивные параметры:		
Длина мешалки, мм	750	1380
Мощность привода, кВт	2,2	4,0
Показатели готового продукта:		
Массовая доля жира, %	9	9
Массовая доля влаги, %	72 – 73	72 – 73
Удельные показатели:		
Удельный расход смеси, кг на 1 кг творога	8,0	8,33
Удельный выход творога, кг/1000 кг смеси	125	120
Удельная установленная мощность, кВт/1000 кг творога	2,9	3,3

плообменную площадь, что способствует качественному теплообмену всего объема продукта.

Особенности конструкции теплообменной рубашки и системы подготовки теплоносителя позволяют как нагревать сгусток, так и охлаждать его после разрезки и выдержки в автоматизированном режиме. Согласно результатам исследований, пониже-

ние температуры сгустка сразу после разрезания рекомендуется для более эффективного выделения сыворотки. Повышение активности синерезиса позволяет сократить производственный процесс на заключительных операциях – в процессе самопрессования и прессования.

Конструкция мешалок и конструкция емкостного аппарата защищены патентами.

Надо отметить, что на молокоперерабатывающих предприятиях для выработки творога нередко используется приспособленное из сыроделия оборудование. Чаще всего это вертикальные сыроизготовители с консольной мешалкой, большой глубиной заполнения и со специфической для получения сырного зерна конструкцией вымешивающего инструмента.

Проведенные сравнительные испытания аппаратов двух типов – вертикального сыроизготовителя, приспособленного для производства творога,

и горизонтального творогоизготовителя – подтвердили преимущества разработанной конструкции. Испытания проводились при выработке классического творога из одинаковой нормализованной молочной смеси (табл. 2).

Эффективная конструкция мешалок горизонтального аппарата позволила, в отличие от вертикального аппарата, отказаться от необходимости постоянного перемешивания. Оказалось вполне достаточно периодического включения мешалок. Продолжительность разрезки сократилась на 5 мин.

Таким образом, при практически одинаковых физико-химических показателях готового продукта удельный расход смеси в горизонтальном творогоизготовителе на 4 % меньше, чем в вертикальном аппарате. Это дает возможность получать на каждую тонну готового продукта дополнительно до 40 кг творога. 💧

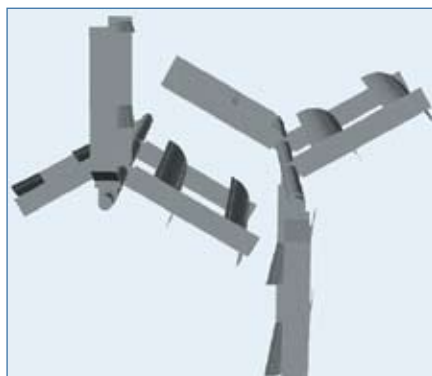


Рис. 5. СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ВАЛОВ С МЕШАЛКАМИ