

Конструктивные особенности емкостного оборудования при производстве вязких и маловязких пищевых продуктов

Николаев Б.Л. Денисенко А.Ф. Николаев Л.К.

Санкт-Петербургский Государственный университет
низкотемпературных и пищевых технологий

Приведено описание емкостного оборудования для обработки вязких и маловязких продуктов. Отражены конструктивные особенности перемешивающих устройств.

Ключевые слова: емкость, вязкость, пищевые продукты, перемешивающие устройства.

Емкостное оборудование находит широкое применение во многих отраслях пищевой промышленности при производстве различных продуктов. Приводим некоторые технологические линии производства пищевых продуктов, в которых используют емкостное оборудование для производства следующих вязких и маловязких продуктов: питьевого молока; творога; сметаны; кисломолочных напитков — кефира, простокваши, ряженки, ацидофильного молока, ацидофилина, йогурта, сливок различной жирности, мороженого, сгущенных молочных продуктов, сливочного масла, животного масла, сыра, виноматериалов, фруктовых и овощных соков и напитков, майонезов, маргаринов, кулинарных и кондитерских жиров и др.

Емкостное оборудование бывает технологического и межоперационного назначения. Емкости технологического назначения применяются для осуществления в них биохимических, физико-технических, тепловых и гидродинамических процессов. К емкостям межоперационного (вспомогательного) назначения относятся емкости накопительные и уравнивающие [1,7].

Создание высокоэффективного емкостного оборудования невозможно без интенсификации гидродинамических и тепловых процессов с применением перемешивающих устройств.

Известный ученый в области интенсификации технологических процессов Федоткин И.М. отмечает, что изыскание новых способов интенсификации процессов и разработка эффективных технологических аппаратов представляет собой весьма актуальную народохозяйственную проблему [2].

О необходимости создания высокоэффективного оборудования для пищевой промышленности, известные ученые в области процессов и аппаратов пищевых производств-Панфилов В.А., Антипов С.Т., Кретов И.Т., Остриков А.Н., Ураков О.А. отмечают следующее: «Одной из основных задач стоящих

перед пищевой промышленностью и пищевым машиностроением, является создание высокоэффективного технологического оборудования, которое на основе использования прогрессивной технологии значительно повышает производительность труда, сокращает негативное воздействие на окружающую среду и способствует экономии сырья» [3].

Эффективность гидродинамических и тепловых процессов в емкостном оборудовании в значительной степени обусловлена конструкцией перемешивающих устройств, обеспечивающих в емкостном оборудовании эффективное протекание гидродинамических и тепловых процессов. При этом нередко в процессе перемешивания обрабатываемого продукта необходимо осуществлять щадящее воздействие рабочих органов на обрабатываемый продукт с целью максимально возможного сохранения структуры его.

Особое внимание необходимо уделять к конструкциям перемешивающих устройств, применяемых в емкостном оборудовании для производства вязких пищевых продуктов, когда в процессе работы оборудования на теплообменной поверхности его образуется пристенный слой сравнительно большой толщины. Этот слой оказывает значительное термическое сопротивление протеканию тепловых процессов. Поэтому применение перемешивающих устройств, обеспечивающих счищение пристенных слоёв или разрушение их гидродинамическим способом имеет большое значение для интенсификации тепловых и гидродинамических процессов.

Другая особенность использования перемешивающих устройств в емкостном оборудовании заключается в том, что при обработке вязких пищевых продуктов их эффективная вязкость значительно изменяется, в результате чего существенно изменяется как расходуемая энергия на перемешивание продукта, так и протекание тепловых процессов в емкостном оборудовании.

Для интенсификации гидродинамических и тепловых процессов в емкостном оборудовании целесообразно использовать в нём перемешивающие устройства очищающего и шиберного типа. В связи с отмеченным, как нам представляется, целесообразно рассмотреть некоторые конструктивные решения емкостного оборудования с отмеченными перемешивающими устройствами.

Согласно [4] внутри емкости по её оси установлен вал, на котором размещены многоконтактная скребковая мешалка рамного типа и лопасти, размещенные по траектории винтовой линии. Многоконтактная скребковая мешалка рамного типа состоит из каркаса и эластичного материала — например из нержавеющей стали. По всей длине скребковой пластины имеются прорезы с шагом 50-100 мм. Прорезы одной скребковой пластины смещены по всей высоте ёмкости относительно прорезей другой скребковой пластины. До начала установки в ёмкость вала с многоконтактной скребковой мешалкой рамного типа расстояние по наружным кромкам скребковых пластин в радиальном направлении больше внутреннего диаметра цилиндра ёмкости на 20-30 мм. В результате отмеченного, после установки вала с многоконтактной скребковой мешалкой скребковые пластины имеют вид загнутых назад (по ходу

вращения) лопастей, рабочие кромки которых прижимаются к рабочей поверхности цилиндра благодаря упругим свойствам материала. При этом исключаются «задиры» рабочей поверхности цилиндра. Имеющиеся на скребковой пластине прорезы обеспечивают более полное прилегание каждого элемента скребковой лопасти к контактируемой поверхности цилиндра ёмкости даже при наличии деформации цилиндра и при недостаточно точной обработке его поверхности.

Помимо скребковых пластин, на валу имеются лопасти, размещенные по траектории винтовой линии и установленные по всей высоте вала, которые обеспечивают более полное перемешивание счищенных многоконтakтной скребковой мешалкой пристенных слоёв с основной массой обрабатываемого в ёмкости продукта. Каждая последующая винтовая лопасть установлена по периметру относительно предыдущей на 180°, а относительно скребковой пластины — на 90°. При этом траектория движения наружных кромок винтовых лопастей и траектория движения внутренних кромок многоконтakтной скребковой мешалки осуществляется по радиусу одной величины, а ширина винтовых лопастей равна 1-1,5 ширины скребковой мешалки. Такое расположение лопастей относительно многоконтakтной скребковой мешалки обеспечивает направление счищаемых слоёв к центру ёмкости и движение их по вертикали, что способствует более интенсивному теплообмену.

Тепловая обработка вязких продуктов в рассматриваемой ёмкости осуществляется следующим образом. При вращении многоконтakтной скребковой мешалки её скребковые элементы счищают с рабочей поверхности цилиндра пристенные слои продукта, которые поступают на лопасти и, двигаясь к центру и по вертикали, перемешиваются с основной массой продукта, тем самым охлаждая его. Непрерывное счищение пристенных слоёв продукта, оказывающих значительное термическое сопротивление теплообмену, а также эффективное перемешивание их с основной массой продукта в ёмкости обеспечивают более интенсивную тепловую обработку, что способствует сокращению длительности процесса обработки продукта.

Ёмкостное оборудование с перемешивающим устройством шибера типа [5] состоит из резервуара, снаружи которого имеется рубашка с изоляцией и защитным кожухом. В середине ёмкости размещен вал, на котором установлено перемешивающее устройство с несущими лопастями для заборников, выполненных в виде плоских пустотелых форм трапециевидной конструкции. Заборники размещены широким основанием к валу, а узкой стенкой вершиной — к стенке ёмкости. Заборник состоит из горизонтальных пластин — верхней и нижней, продольных боковых стенок — правой и левой, поперечных стенок — передней и задней. Каждый заборник имеет окно и лопасть. На поперечной задней стенке — вершине заборника — сделаны отверстия. Перемешивание продукта во всём объеме ёмкости осуществляется боковыми поверхностями несущих лопастей и заборников.

Вытекающие из заборника струи продукта продвигают перед собой ту часть продукта, которая находится перед выходными отверстиями заборника. При этом в заборнике одновременно создаётся разряжение, в результате чего происходит подсасывание продукта, размещённого в зоне выходных отверстий. Наиболее целесообразно размещать заднюю поперечную стенку заборника с отверстиями в непосредственной близости от стенки ёмкости, то есть на расстоянии 3–10 мм. Благодаря размещению отверстий в непосредственной близости от теплопередающей поверхности ёмкости, выходящие из заборника потоки продукта создают турбулентные вихри, которые проникают в пристенный слой и частично разрушают его, что обуславливает возрастание интенсивности теплообмена между обрабатываемым продуктом и теплопередающей поверхностью ёмкости. Несущие лопасти с заборниками, размещённые на одной стороне резервуара, смещены на 30–50 мм относительно несущих лопастей с заборниками, размещёнными на противоположной стороне резервуара. Это способствует более эффективному гидродинамическому воздействию на пристенный слой продукта по высоте ёмкости. Во время вращения перемешивающего устройства продукт движется от основания заборника к его вершине, при этом площадь живого сечения заборника по ходу движения продукта уменьшается в 6–10 раз. Такое уменьшение живого сечения приводит к тому, что продукт вытекает из выходных отверстий заборника с большой скоростью.

В процессе работы обрабатываемый продукт поступает в заборник через его окно. Этому способствует лопасть заборника. Ёмкости с перемешивающими устройствами шибберного типа целесообразно использовать при обработке маловязких пищевых продуктов. При выработке вязких продуктов, когда необходимо свести до минимума разрушение структуры продукта, целесообразно использовать ёмкость [6], в которой в центре на валу установлено механогидродинамическое перемешивающее устройство. Оно состоит из верхней и нижней траверсы, размещённых на кронштейнах. Кронштейны закреплены на валу. На траверсах установлены оси для скребков, высота которых 300–400 мм. Такое значение высоты скребков позволяет достаточно полно счищать пристенные слои с неровной внутренней поверхности цилиндра при относительно небольшом количестве скребков. Также на траверсах установлены направляющие лопасти. По высоте они простираются от нижнего края нижней траверсы до верхнего края верхней траверсы. Количество направляющих лопастей равно количеству вертикальных рядов скребков.

Периферийные участки направляющих лопастей расположены от вала на расстоянии 50–100 мм. Обработка продукта в ёмкости осуществляется следующим путём. Ёмкость заполняется продуктом, включается привод вала и в рубашку подаётся хладоноситель. Под действием центробежных сил и сил сопротивления вращающемуся потоку скребки прижимаются к охлаждаемой поверхности цилиндра и счищают с неё охлаждённые пристенные слои. Счищенные пристенные слои движутся по внутренней поверхности скребков, затем плавно переходят на внутреннюю поверхность направляющих лопастей.

Далее по внутренней поверхности направляющих лопастей продукт движется в центральную часть резервуара и перемешивается с находящимся там продуктом. Такой характер движения приводит к тому, что осуществляется эффективное перемешивание пристенных слоёв с основной массой продукта в резервуаре. Отсутствие резких поворотов и плавный переход движущегося продукта с одного рабочего органа на другой создают условия для максимального сохранения структуры продукта. Это имеет большое значение при производстве кисломолочных продуктов, таких как — кефир, ряженка, йогурт и др. поскольку значительное механическое воздействие на сгусток является одной из главных причин выделения сыворотки из сгустка, что нежелательно.

Список литературы

1. Сурков В.Д., Липатов Н.Н., Золотин Ю.П. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. – М.: Легкая и пищевая промышленность. – 1983. – 432 с.
2. Федоткин И.М. Интенсификация технологических процессов. – Киев: Высшая школа. – 1979. – 344 с.
3. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 книгах. Книга 1: Учебник для вузов // Антипов И.Т., Кретов И.Т., Остриков А.Н., Остриков А.Н., Панфилов В.А., Ураков О.А. Под ред. Академика РАСХН Панфилова В.А. – М.: Высшая школа. – 2001. – 703 с.
4. Николаев Б.Л. Ёмкость с многоконтактным очищающим устройством. Авторское свидетельство № 30062. Р Ф 7А23С $\frac{3}{4}$ Роспатент, опубл. 20.06.2003, Бюл. № 17.
5. Николаев Б.Л. Ёмкость с гидродинамическими интенсификаторами теплообмена. Патент № 33483 Р Ф, 7 А23С $\frac{3}{4}$, опубл. 27.10.2003, Бюл. № 30.
6. Николаев Б.Л. Резервуар с механогидродинамическим перемешивающим устройством. Патент № 43439, 7А23С $\frac{3}{4}$, Роспатент, опубл. 27.01.2005,
7. Арет В.А., Николаев Б.Л., Забровский Г.П., Николаева Л.К. Реологические основы расчета оборудования производства жиросодержащих пищевых продуктов: Учеб.пособие/ 2-е изд., перераб. и доп. \ \ Учебное пособие с грифом Учебно-методического объединения по университетскому политехническому образованию, в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений.-СПб.:СПбГУНиПТ, 2006.-435 с.

Design features of equipment for manufacture of viscous and low-viscosity foods

B.L. Nicolayev, A.F. Denisenko, L.K.Nicolayev

Saint-Petersburg State University of Refrigeration & Food
Engineering

Presented is the description of an equipment for manufacture of viscous foods and those of low viscosity, design features of mixers being talked over.

Key words: capacity, viscosity, foods, mixers.