

УДК 637.1.02:621.642(103)

Емкостное оборудование для охлаждения вязких пищевых продуктов с щадящим воздействием на их структуру

Канд. техн. наук Б.Л. НИКОЛАЕВ
СПбГУН и ПТ

In article features of cooling of viscous sour-milk foodstuff in the capacitor equipment are considered. Also features of cooling of other viscous products which thermal characteristics are close to thermal characteristics of viscous milk food are considered. The description of the device offered by the author of article, for cooling the viscous structured foodstuff is resulted. In the offered device the quick chilling of a product is provided rather, thus there is a sparing influence on its framework.

Удовлетворение потребностей населения в высококачественных продуктах питания имеет большое значение. Среди разнообразных пищевых продуктов молочные продукты являются одними из основных в питании человека. Особенно они необходимы детям и больным. Важное место в питании человека отводится кисломолочным продуктам: простокваше (обыкновенной, мечниковской, южной), ряженке, кефиру, йогурту, кумысу, ацидофилину, ацидофильному молоку, сметане, творогу и др. Для всех кисломолочных продуктов характерно наличие молочнокислого брожения, связного сгустка и кислого вкуса.

При производстве кисломолочных продуктов применяют два метода – термостатный и резервуарный.

При термостатном методе производство молочных продуктов осуществляется в следующей последовательности: приемка и оценка качества молока; его очистка; нормализация молока по жиру; пастеризация; гомогенизация; охлаждение; заквашивание; розлив заквашенного молока; сквашивание в термостате; охлаждение и созревание продукта; определение его качества [1, 2].

Первые семь операций применяются при обоих способах производства. Среди перечисленных операций значимое место занимает процесс охлаждения продукта после его сквашивания, так как при этом происходит созревание продукта. Как отмечено в [2], быстрое охлаждение продукта помогает приостановить молочнокислое брожение, которое прекращается при температуре около 8 °С. При этом, если процесс охлаждения продукта осуществляется несвоевременно, то ухудшается его качество, так как нарастает кислотность и выделяется сыворотка.

Важное значение имеет процесс охлаждения и при производстве такого кисломолочного продукта, как

сметана. Сметану вырабатывают из сливок, сквашенных чистыми культурами молочнокислых бактерий. Процесс ее изготовления включает следующие операции: нормализацию сливок по жиру; пастеризацию; гомогенизацию; охлаждение до температуры заквашивания; внесение закваски; сквашивание сливок; определение конца сквашивания; охлаждение; созревание; расфасовка сметаны и ее хранение.

Когда рассматривается процесс охлаждения, среди перечисленных операций необходимо обратить внимание на то, что по окончании сквашивания сметану требуется немедленно охладить до 5...8 °С.

Важное значение при производстве сметаны и других вязких кисломолочных продуктов имеет их структура. В связи с этим необходимо иметь в виду, что механическое воздействие на сливки при производстве сметаны отрицательно влияет на структуру и консистенцию готового продукта. Поэтому не следует интенсивно перемешивать, а также перекачивать сливки, сметану и другие вязкие кисломолочные продукты центробежными насосами, поскольку их использование существенно разрушает структуру перекачиваемого продукта.

Рассматривая вопрос о структуре молочнокислых продуктов в процессе производства и в особенности в процессе охлаждения после сквашивания, невозможно говорить о полном сохранении структуры продукта, что объясняется следующими обстоятельствами. Согласно техническим условиям производства кисломолочных продуктов продолжительность их охлаждения после сквашивания до температуры 10...12 °С не должна превышать 4...5 ч. При более длительном охлаждении кислотность продукта превысит допустимое значение, а также уменьшится оборачиваемость оборудования.

Охлаждение кисломолочных продуктов, имеющих сравнительно высокую вязкость и малую теплопроводность, за указанный отрезок времени в емкостном оборудовании осуществлять трудно, так как в силу отмеченных особенностей вязких молочных продуктов процесс их охлаждения осуществляется медленно.

Нередко для ускорения процесса охлаждения увеличивают частоту вращения рабочих органов емкостного оборудования, что ведет к возрастанию величины градиента скорости, а следовательно, к существенному разрушению структуры продукта и уменьшению его эффективной вязкости. Как отмечает профессор А.В. Горбатов [3], зависимость эффективной вязкости от скорости сдвига считается основной характеристикой структурно-механических свойств дисперсных систем, так как эффективная вязкость является итоговой характеристикой, описывающей равновесное состояние между процессами восстановления и разрушения структуры в установившемся потоке. Что же касается вязких молочных продуктов, то все они относятся к дисперсным системам.

Как показывают результаты исследований реологических характеристик кисломолочных продуктов [3, 5, 6], с возрастанием градиента скорости при их постоянной температуре эффективная вязкость заметно уменьшается. Это обстоятельство необходимо учитывать при рассмотрении интенсификации процессов охлаждения. Следует также иметь в виду, что при любой, даже самой незначительной, частоте вращения рабочего органа будет разрушаться структура продукта. То же происходит при движении продукта по трубопроводам, при истечении его из дозирующих устройств и в других случаях.

В связи с отмеченным справедливо рассматривать вопрос не о полном сохранении структуры продукта, а о максимально возможном, уделяя при этом должное внимание вопросам интенсификации тепловых процессов.

С учетом сказанного нами предложен аппарат для быстрого охлаждения вязких структурированных пищевых продуктов [4], одновременно оказывающего щадящее воздействие на их структуру.

Аппарат состоит из корпуса с охлаждающей рубашкой и патрубками (для подачи и отвода хладоносителя) и размещенного внутри него неподвижного теплообменного устройства. Аппарат снабжен грибовидным клапаном для спуска продукта и наполнения аппарата.

Теплообменное устройство выполнено в виде двустенных пластинчатых теплообменных элементов, соединенных между собой верхними и нижними втулками с шайбами. Это позволяет регулировать зазор между теплообменными элементами.

В связи с тем что теплопередающие пластинчатые элементы размещены равномерно по всему объему аппарата, имеют большую площадь и расположены

близко друг от друга (на расстоянии 6...30 мм), охлаждение продукта в нем происходит быстро и без перемешивания, что позволяет сохранить его структуру.

Теплообменное устройство можно легко вынимать из аппарата, например для мойки.

Для определения продолжительности охлаждения продукта τ от начальной температуры t_n до конечной t_k (8 °С) при различных температурах стенки охлаждающей поверхности $t_{ст}$ и расстояниях между пластинчатыми теплообменными элементами δ были выполнены расчеты, результаты которых приведены в таблице.

t_n , °С	$t_{ст}$, °С	Продолжительность охлаждения τ , мин вязких молочных продуктов до $t_k = 8$ °С				
		$\delta = 0,006$ м	$\delta = 0,010$ м	$\delta = 0,016$ м	$\delta = 0,020$ м	$\delta = 0,030$ м
32	6	1,87	4,41	10,2	15,4	32,0
	4	1,41	3,29	7,6	11,5	23,7
	0	0,98	2,29	5,25	7,94	16,2
	-4	0,77	1,77	4,03	6,07	12,4
26	6	1,68	3,94	9,07	13,8	28,5
	4	1,22	2,86	6,55	9,92	20,5
	0	0,83	1,91	4,37	6,59	23,4
	-4	0,63	1,44	3,28	4,93	9,92
20	6	1,41	3,29	7,60	11,5	23,7
	4	0,98	2,29	5,25	7,96	16,2
	0	0,63	1,44	3,28	4,93	9,92
	-4	0,46	1,04	2,31	3,46	6,97

Используя данные таблицы, можно рассчитать продолжительность охлаждения вязких структурированных молочных продуктов, а также тех вязких пищевых продуктов, теплофизические свойства которых близки к теплофизическим характеристикам молочных продуктов.

Анализ табличных данных показывает, что продолжительность охлаждения продукта существенно зависит от расстояния между теплообменными элементами и температуры охлаждающей поверхности стенки. Габаритные размеры – ширина и длина теплообменных элементов, а также их количество зависят от габаритных размеров емкости аппарата.

Список литературы

1. Богданова Г.И., Богданова Е.А., Милютин Л.А. Производство цельномолочных продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1970.
2. Глазачев В.В. Технология кисломолочных продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1968.
3. Горбатов А.В. Реология мясных и молочных продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1979.
4. Николаев Б.Л. Аппарат для охлаждения вязких структурированных пищевых продуктов. Патент 5004960/13 РФ.
5. Николаев Б.Л. Вязкостно-скоростные характеристики кисломолочных напитков «Бифидок» и «Ряженка» // Межвуз. сб. науч. тр. – СПб: СПбГУНиПТ, 2002.
6. Николаев Б.Л. Исследование эффективной вязкости кисломолочных напитков – кефира «Фруктовый» и «Детский» // Известия СПбГУНиПТ. 2002. № 1 (4).