

В результате проведенных исследований установлено, что замораживание овощей медленным способом приводит к ухудшению органолептических показателей после размораживания, а также приводит к ухудшению качества бульонов, приготовленных с их использованием, а именно уменьшение насыщенности цвета, вкуса и запаха.

Литература

1. Щеглов Н.Г. Технология консервирования плодов и овощей [Текст] : уч.-практ. пособие / Н.Г.Щеглов. – М.: Палеотип; Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2002.–380 с.
2. Сязин И.Е. Перспективные способы замораживания продуктов [Текст] / И.Е. Сязин, Г.И. Касьянов, М.И. Лугинин // Электронный научный журнал КубГТУ «Управление качеством», 2011. – вып. 9. – С. 4.
3. Эрлихман В.Н. Консервирование и переработка пищевых продуктов при отрицательных температурах : монография [Текст] / В.Н. Эрлихман, Ю.А. Фатыхов. – Калининград : КГТУ, 2004. – 248 с.
4. Шарковський Є. К. Сенсорний аналіз [Текст] / Є. К. Шарковський. – Мн.: БГЕУ, 1993.

УДК 621.798

ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И ИНТЕНСИФИКАЦИЯ МАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ГАЗОЖИДКОСТНЫХ СРЕДАХ

Соколенко А.И., д-р техн. наук, профессор, Максименко И.Ф., Бойко А.О.

(Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина)

В пищевых и микробиологических технологиях используются режимы анаэробных и аэробных процессов, в основание которых положены различные закономерности создания диспергированной газовой фазы в жидкостной. Самогенерирование диоксида углерода в анаэробном процессе изначально приводит к почти идеально распределенной дискретной системе CO_2 . Аэробные процессы сопровождаются более жесткой системой образования газовой фазы.

При известной и программируемой скорости сбраживания среды возможно определить скорость синтеза CO_2

dc_n/dt , $\text{кг}/(\text{м}^3 \cdot \text{с})$. Тогда при условии стабильной концентрации микроорганизмов и других параметров брожения записываем для элементарного слоя толщиной dx на высоте x (рис. 1) условие:

$$\left(\frac{dc_n}{dt}\right)_{\tau(x)} = k_r(P_0 + \rho g x),$$

где $\tau(x)$ – время достижения полного насыщения слоя на высоте x ; P_0 – внешнее давление; ρ – удельная масса жидкой фазы.

Эффект образования набухшего слоя свидетельствует, что определенная часть газожидкостной смеси переместилась в гравитационном поле против сил тяжести. Это означает, что

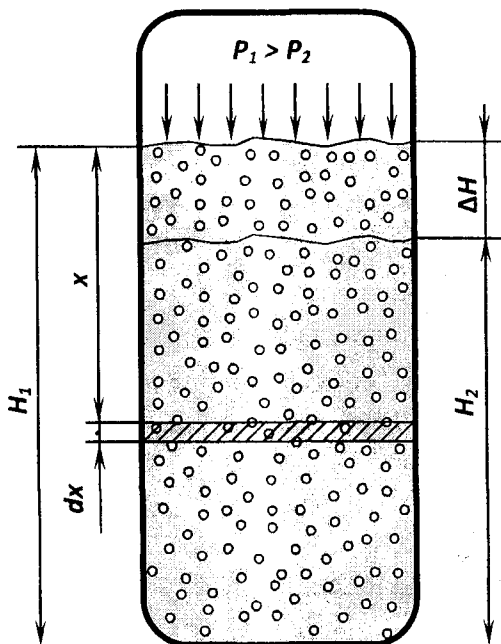


Рисунок 1 – Схема по определению параметров квазиупругой газожидкостной системы

проделана определенная работа, величина которой равна потенциальной энергии $m_{\text{наб.}} g \Delta H / 2$, где $m_{\text{наб.}}$ – масса жидкой фазы, входящей в набухшую часть слоя. С определенным приближением будем считать, что объем жидкой фазы на участке ΔH равен удерживающей способности. Это предположение позволяет вычислить:

$$m_{\text{наб.}} = \nu \rho,$$

Если следующим предположением считать, что распределение жидкой фазы в набухшей части является изотропным, то потенциальная энергия набухшей части системы:

$$E_{\text{наб.}} = m_{\text{наб.}} g \frac{\Delta H}{2} = \nu \rho g \frac{\Delta H}{2}.$$

Растворенный CO_2 имеет высотное распределение, определяющее возможность использования соответствующего градиента в качестве энергетического потенциала.

Определим общее количество диоксида углерода, находящегося в растворенном состоянии. Элементарный по высоте dx участок на уровне x (рис. 1) содержит в себе CO_2 в количестве:

$$dM_{\text{CO}_2} = c_n dV = c_n F_{\text{ап.}} dx.$$

Подстановкой c_n получаем

$$dM_{\text{CO}_2} = k_r (P + \rho g x) F_{\text{ап.}} dx,$$

а интегрирование этого выражения позволяет определить количество CO_2 для всей среды:

$$M_{\text{CO}_2} = \int_0^H k_r (P + \rho g x) F_{\text{ап.}} dx = k_r F_{\text{ап.}} H (P + 0,5 \rho g H),$$

Найденные энергетический и материальный потенциалы и соответствующая им структура среды в динамическом состоянии сохраняются в установившийся период процесса брожения. Очевидно, что изменения скорости синтеза CO_2 должны отобразиться на определенных параметрах, а также на геометрических размерах бродильных аппаратов.

В-третьих, образование динамической газожидкостной среды означает присутствие циркуляционных контуров. Поскольку скорость всплывания газовых пузырьков определяется разницей движущих Архимедовых сил и сил сопротивления среды, и Архимедовы силы пропорциональны кубу главного размера, а силы сопротивления – квадрату последнего, то это указывает на нелинейность зависимости скорости относительного движения от размеров газовой фазы. Однако, в наших исследованиях следует отметить лишь то положение, что в отношении среды с фиксированными параметрами скорость газовой фазы также приближенно фиксирована. Вместе с тем, в условиях газонасыщенных сред абсолютные скорости превышают относительные в 2...3 раза и более, что соответствует зависимости:

$$w_{\text{абс.}} = w_{\text{отн.}} + w_{\text{жид.}},$$

где $w_{\text{жид.}}$ – средняя скорость газовой фазы в жидкостных циркуляционных контурах.

Наличие восходящих потоков циркуляционных контуров означает присутствие опускных и то, что они являются замкнутыми и срабатывают на повышение однородности сред. Одновременно укажем на связь между удерживающей способностью среды по газовой фазе и абсолютной скоростью, что отображается формулой [1]:

$$\tau_u = \int_0^{H_{\text{обш.}}} \frac{M' RT}{P + H_{\text{жид.}} - (H - x)} \cdot \frac{dx}{w_{\text{абс.}}},$$

где M' – масса синтезированного CO_2 .

Потенциальная энергия газожидкостной системы определяется суммой энергий набухшего слоя и сжатой газовой фазы. При этом в поисках возможностей силовых воздействий на газожидкостную систему следует обратиться к ее квазиупругим свойствам

[1, 2]. Распределенная в полном объеме диспергированная газовая фаза выполняет роль упругой составляющей и отзывается, например, на изменение давления. При этом реакция каждой составляющей независимо от ее координат в среде является полноценным откликом на изменение давления в форме изменений размеров и объема.

Если силовые воздействия не достигают значений, при которых происходит коллапс газовых пузырьков, система превращается в квазиупругую в форме распределенной по вертикальной координате массы. Вместе с тем, при наличии данных по удерживающей способности становится возможной оценка уровня деформации среды по высоте. Это позволяет оценить упругие свойства системы на уровне приведенной жесткости (рис. 2). Поскольку в соответствии с рисунком квазиупругая среда подлежит силовому действию в направлении деформации, то понятие жесткости и приведенной жесткости совпадают и определяются отношением силового воздействия деформации ΔH :

$$c = \frac{PF_{\text{ап.}}}{\Delta H} = \frac{(P_2 - P_1)F_{\text{ап.}}}{H_1 - H_2}.$$

Очевидно, что значение ΔH зависит от степени деформации газовой фазы, а количественной характеристикой последней, как было показано, есть газодерживающая способность. При этом в зависимости от скорости изменения давления dP/dt процесс сжатия может быть близок изотермическому или адиабатному. Медленное сжатие соответствует приближению к изотермическому процессу, а ускоренное – к адиабатному. В работе [1] определена квазижесткость газожидкостной среды для изотермического процесса:

$$c_{\text{из.}} = \frac{P_2^2 F_{\text{ап.}}^2}{u_1 (P_2 - P_1)}, \text{ Н/м.}$$

Изменим последнее условие и перейдем к адиабатному процессу, при котором

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{u_1}{u_2} \right)^{k_a},$$

где k_a – показатель адиабаты, откуда

$$u_2 = u_1 \sqrt[k_a]{P_1/P_2},$$

Тогда деформация среды составит:

$$\Delta H = \frac{V_{\text{рлд.}} + u_1}{F_{\text{ап.}}} - \frac{V_{\text{рлд.}} + u_1 \sqrt[k_a]{P_1/P_2}}{F_{\text{ап.}}} = \frac{u_1}{F} \left(1 - \sqrt[k_a]{P_1/P_2} \right).$$

Последнее выражение с учетом уравнения (8) позволяет записать квазижесткость для адиабатного процесса:

$$c_{\text{ад.}} = \frac{(P_2 - P_1)F_{\text{ап.}}^2}{u_1 \left(1 - \sqrt[k_a]{P_1/P_2} \right)}.$$

Выведенные формулы позволяют отметить, что квазижесткости газожидкостных сред в обоих случаях обратно пропорциональны начальной удерживающей способности и прямо пропорциональны квадрату площади поперечного сечения аппарата (среды). Влияние конечного давления является более сложным, что отображается обобщением этого показателя с начальным давлением в различных комбинациях (рис. 2). Нелинейность изотермической жесткости подтверждена графиками рисунка 3 при различных значениях газодерживающей способности u_1 . Вместе с тем, увеличение u_1 заметно ограничивает обе формы квазижесткости.

Полученные результаты по определению гидродинамических параметров и энергетических потенциалов газожидкостных сред открывают перспективы для

интенсификации массообменных процессов. Переход к понятию квазижесткости газожидкостной системы дает возможность определения частоты собственных колебаний такой системы и перехода к резонансному режиму с высоким уровнем гидродинамических и массообменных процессов.

Литература

1. Піддубний В.А. Наукові основи і апаратурне оформлення перехідних процесів харчових і мікробіологічних виробництв: дис. ... докт. техн. наук: 05.18.12 / Піддубний Володимир Антонович; НУХТ. – К., 2007. – 421 с.
2. Соколенко А.І., Мазаракі А.А., Піддубний В.А. Енергетичні трансформації і енергозбереження в харчових технологіях. – К.: Фенікс, 2012. – 484 с.

УДК 637.131

ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ В ЛИНИЯХ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА

Цубанова И. А.

(Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск)

Охлаждение молока является основной технологической операцией первичной обработки. Своевременное охлаждение позволяет увеличить срок бактерицидной фазы и сохранить качество сырого молока длительное время.

В зависимости от органолептических, физико-химических и микробиологических показателей молоко подразделяют на четыре сорта. Молоко сорта «экстра» является наиболее ценным сырьевым продуктом и принимается молокоперерабатывающими организациями по самой высокой закупочной цене.

Однако использование традиционных технологических схем с танками-охладителями приводит к снижению сортности молока из-за увеличения времени охлаждения (более 2,5 часов). Это приводит к экономическим потерям в размере 10-15 % от реализуемого объема молока [1].

В концепции развития молочного скотоводства в 2015-2020 годах планируется продолжить модернизацию технологической базы производства и переработки молока с целью увеличения выпуска конкурентноспособной молочной продукции. В связи с этим особое значение приобретает внедрение высокоэффективных технологических схем первичной обработки для повышения сохранности молока и снижения энергозатрат.

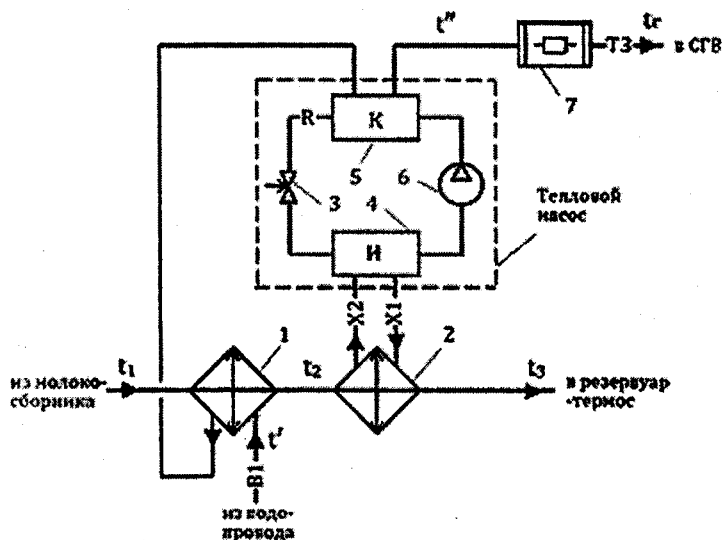


Рисунок 1 – Схема линии первичной обработки молока с тепловым насосом

1 – секция охлаждения холодной водой; 2 – секция охлаждения ледяной водой; 3 – терморегулирующий вентиль; 4 – испаритель; 5 – конденсатор; 6 – компрессор; 7 – электроводонагреватель