УДК/UDC 519.25:637:664 DOI: 10.21323/978-5-6041190-3-7-2018-2-162-165

Семипятный В.К.[1], к. т. н., с.н.с., Туровская С.Н.[2], с.н.с., Иразиханов А.Б.[3], к.т.н.
[1] ВНИИПБиВП – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН (Россия, Москва)
[2] Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности (Россия, г. Москва)
[3] ООО «Научно-производственное предприятие «Виски России» (Россия, Республика Дагестан, с. Мирное)

К ВОПРОСУ РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ПРОЦЕССОВ РАСТВОРЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЯХ НАПИТКОВ

Аннотация. Известно, что множество технологий напитков предполагается наличие предварительного процесса их растворения в водной фазе тех или иных компонентов. С позиции химии процесс «растворение» - это гетерогенная химическая реакция, которая протекает между твердым веществом и жидкостью и сопровождается переходом вещества в раствор. Физика явлений массопереноса при растворении, кинетика процесса, а также математические модели растворения достаточно глубоко исследовались применительно к химически чистым веществам. Что касается многокомпонентных систем, то современное состояние теории растворения не позволяет дать полного описания процесса. Это в полной мере относится и к процессам производства напитков. В связи с этим актуально обобщение имеющихся теоретических основ растворения и нахождения путей их дальнейшего совершенствования с целью развития теории и практики технологии. В статье рассматривается метод расчета энергозатрат процесса растворения, используемого на производстве; приводится номограмма теплового баланса и программный продукт для вычисления рациональности технологических решений.

Ключевые слова: энергозатраты, номограмма, процесс растворения.

V.K. Semipyatny[1], Candidate of Technical Science, Senior Researcher, S.N. Turovskaya[2], Senior Researcher, A.B. Irazikhanov[3], Candidate of Technical Science
[1] All-Russian Scientific Research Institute of the Brewing, Non-Alcoholic and Wine Industry - Branch of the V.M. Gorbatov Federal Research Center of Food Systems of RAS, Moscow, Russia
[2] All-Russian Research Institute of Dairy Industry, Moscow, Russia
[3] OJSC "Research and Production Enterprise "Whiskey of Russia", Mirnoe, Dagestan Republic, Russia

TO THE QUESTION OF THE OPTIMUM ENERGY COSTS OF THE DISSOLUTION PROCESSES CALCULATION IN DRINKS TECHNOLOGIES

Annotation. It is known that a variety of drink technologies assume the presence of a preliminary process of their dissolution in the aqueous phase of these or other components. From the chemistry standpoint, the process of "dissolution" is a heterogeneous chemical reaction, that takes place between a solid and a liquid and is accompanied by a transition of substance into solution. The physics of mass transfer phenomena during dissolution, the kinetics of the process, and dissolution mathematical models have been extensively studied with respect to chemically pure substances. As for multicomponent systems, the current state of the dissolution theory does not allow us to give a complete description of the process. This fully applies to the processes of drinks production. In this regard, it is important to generalize the available theoretical bases of dissolution and find ways to further improve them with a view to developing theory and practice of technology. The

method for calculating the energy consumption of the dissolution process used in production is considered in the article; a nomogram of heat balance and a software product for calculating the rationality of technological solutions.

Key words: energy consumption, nomogram, dissolution process.

Математические методы имеют основополагающее значение при создании моделей пищевых продуктов, в проектировании их новых видов, обработке результатов испытаний [1,2,3]. Современное научное сообщество при построении новых рецептур напитков идет путем оцифровки материала с получением оптимальных сочетаний компонентов рецептуры, выведенных с помощью обработки множества процессов, протекающих в продукте [4,5,6,7,8]

Традиционно в процессах растворения сухих продуктов в воде на производстве, даже на дорогостоящем оборудовании применяются кустарные методы, связанные с излишним нагреванием или охлаждением воды, а также с применением избыточного механического воздействия [2,3,4]. Состояние современной теории растворения не позволяет дать точных оптимальных значений энерговоздействия на продукт, однако, даже существующие модели растворения, демонстрирующие границы субоптимальности, указывают на наличие существенных энергопотерь на производстве [2,3,4].

В технических характеристиках проанализированного типового оборудования нет разделения по производительности в зависимости от вида сырья, не указаны оптимальные температурные и концентрационные параметры воды и продукта, в связи с этим технологи на производстве самостоятельно выбирают технологические режимы восстановления, опираясь на собственный опыт. В данной статье мы дадим общие базисные термины энергоэффективности процессов восстановления, применимые в индустрии напитков.

Энергозатраты процесса E_p восстановления в первом приближении можно представить как (см. рис. 1):

$$E_p = E_t + E_h$$

где E_t – энергия затрат на технологическую обработку, E_h – энергия на подогрев и охлаждение системы (воды и сухого продукта). Здесь мы не учитываем потери тепла, связанные с его диссипацией во внешнюю среду в связи с разнообразием аппаратурно-технологического оформления процесса.

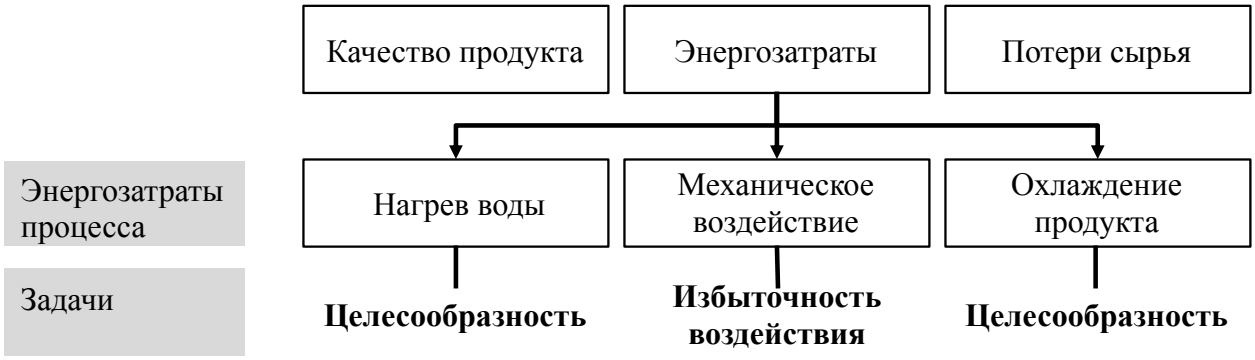

Рис. 1. Идентификация энергопотерь в производстве напитков

Базовым уравнением для составления рецептур и определения температурных технологических режимов восстановления является уравнение теплового баланса:

$$\left(\sum_{i=1}^{n} c_i Q_i\right) T = \sum_{i=1}^{n} c_i (Q_i T_i + E_i)$$

где c_i – массовая доля компонента в восстановленной композиции; Q_i – удельная теплоемкость компонента, Дж/(кг·°С); T – требуемая температура восстановленной композиции, °С; T_i – температура компонента на момент восстановления, °С; E_i – количество тепла, необходимого для фазового перехода компонента, Дж/кг.

Так как в прикладном смысле механические затраты сводятся к подаче электроэнергии на мешалку, то задача технолога сводится к поиску эвристического оптимума между энергопотреблением оборудования и затратами на подогрев продукта. Для упрощения расчетов был разработан программный продукт, в который заложен автоматический расчет номограммы теплового баланса (см. рис. 2). Программа распространяется бесплатно по запросу, к ней прилагается подробная документация для производственного использования.

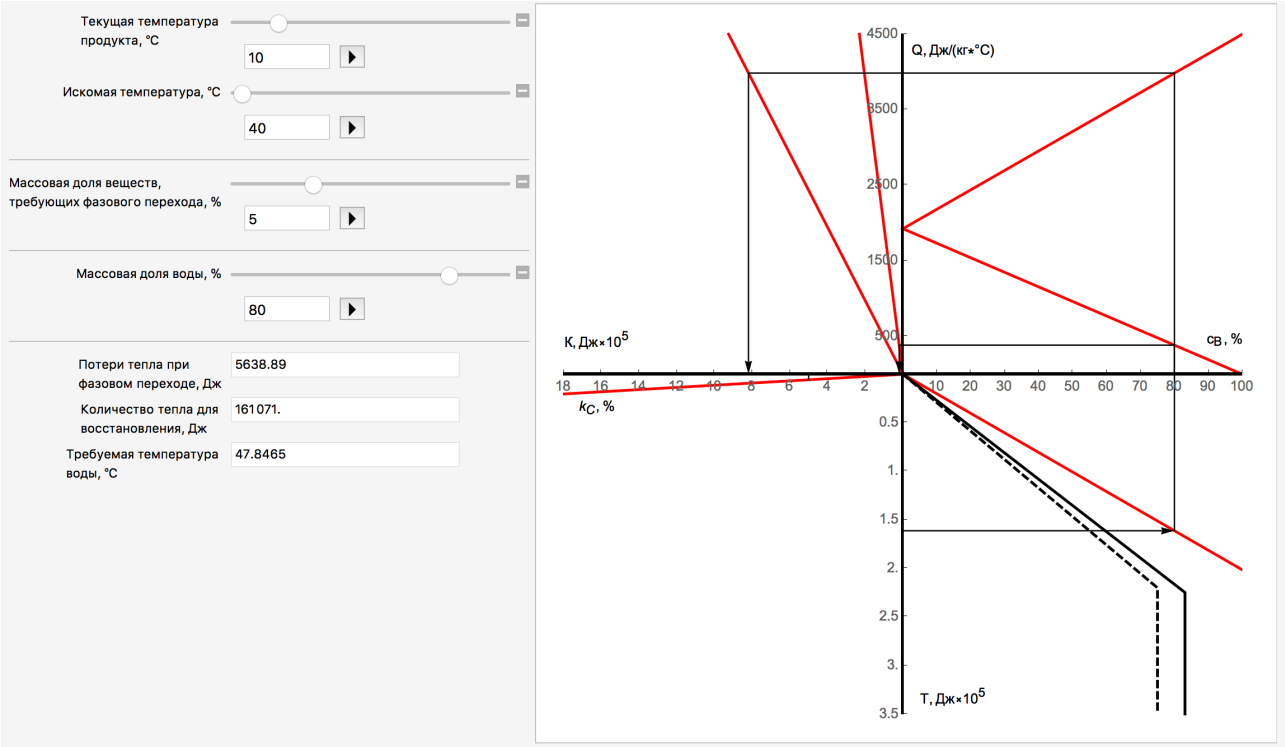

Рис. 2. Программный интерфейс расчета номограммы теплового баланса

Для примера расчетов было взято сухое цельное молоко температуры 10°С, в котором молочный жир должен осуществить фазовый переход для достижения технологически заданной температуры в 40°С. Результат программы показывает, что удельные затраты энергии на восстановление составят 161 кДж на килограмм продукта, при этом вода при смешивании должна иметь температуру в 48°С. Эти значения можно использовать в технической документации к процессу, а также сравнивать с механическими затратами на восстановление.

Список литературы

1. Фетисов, Е. А. Планирование и анализ результатов технологических экспериментов / Е.А. Фетисов, В.К. Семипятный, А.Н. Петров, А.Г. Галстян. -М.: Изд. дом «Сталинград», 2015. - 98 с.
2. Семипятный В.К. Совершенствование технологии восстановления сухих молочных продуктов: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.04 / Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. Кемеровов, 2014. – 18с.
3. Галстян, А.Г. Алгоритм расчета теплового баланса процесса восстановления сухого молока / А.Г. Галстян, В.К. Семипятный, С.Н. Туровская // В сборнике: Современные достижения

биотехнологии. Актуальные проблемы молочного дела. Материалы V Международной научно-практической конференции. Северо-Кавказский федеральный университет. 2015. С. 74-76.
4. Семипятный В.К. Совершенствование процесса растворения сухого молока: математическое моделирование системы «множество частиц -жидкость» / В.К. Семипятный, М.Н. Стрижко, А.Г. Галстян // Молочная промышленность. 2013. № 12.
5. Галстян А.Г. К вопросу об усовершенствовании математического аппарата оценки коэффициента однородности кристаллов лактозы / А.Г. Галстян, С.Н. Туровская, И.А. Радаева, В.В. Карапетян, А.Е. Рябова, В.К. Семипятный // В сборнике: Научное обеспечение молочной промышленности микробиология, биотехнология, технология, контроль качества и безопасности. Учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности (ФГБНУ «ВНИМИ»). Москва. 2015. С. 30-35.
6. Хуршудян, С.А. Качество сырья и потребительские качества пищевого продукта / С.А. Хуршудян, А.В. Орещенко // Пищевая промышленность, 2013, №6, с.40-41.
Хуршудян С. А. Матрица маркеров - основа идентификации натуральных продуктов // Пищевая промышленность. 2008. № 5. С. 13-14.
7. Точилина, Р. П. Особенности минерального состава донских вин и виноматериалов как идентификационный показатель места происхождения / Р. П. Точилина, С. А. Гончарова, Е. В. Хорошева, В. К. Семипятный // Виноделие и виноградарство. -2016. -№3. -С. 14-16