

**Моделювання парової бульбашки в системі кристал цукру меншої комірки–розчин сахарози меншої комірки–парова бульбашка–розчин сахарози більшої комірки–кристал цукру більшої комірки в трьохвимірному випадку при масовому уварюванні цукрового утфелю**

**Т. М. Погорілий**

*Національний університет харчових технологій, Київ*

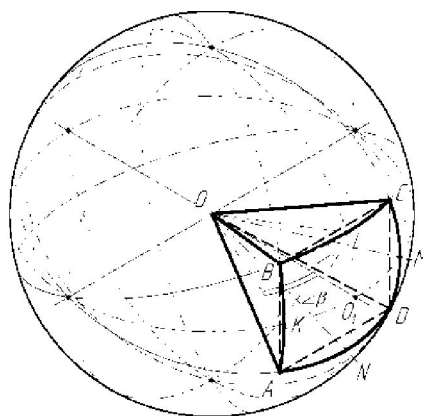
**Постановка проблеми.** Однією з основних проблем в харчовій або хімічній промисловості,— є математичне моделювання того чи іншого процесу, з метою покращення його проходження та зниження енерговитрат на його проведення. В цукровій промисловості найскладнішим, найбільш енергетично ємнісним та таким, що найважче піддається описанню, є процес кристалізації цукру з розчину сахарози при масовому уварюванні утфелів в промислових умовах. Для створення математичної моделі процесу кристалізації сахарози, яка в найповнішій мірі описувала б цей процес, передус створення геометричної моделі розглядуваної системи. Цукровий утфель представляє собою складну багатофазну дисперсну систему, яку будемо розглядати з точки зору коміркової моделі в наступному вигляді: *кристал цукру меншої комірки–розчин сахарози меншої комірки–парова бульбашка–розчин сахарози більшої комірки–кристал цукру більшої комірки*. Заключним етапом при створенні математичної моделі тепло- та масообміну в комірках цукрового утфелю розглядуваної системи в трьохвимірному випадку,— є моделювання парової бульбашки.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Останні дослідження ряду авторів [1, 2, 3] в створенні математичних моделей процесу масової кристалізації сахарози вказують на те, що, в силу складності протікання даного процесу, і особливо в промислових умовах, на сьогоднішній день не існує єдиного підходу та не вироблено єдиної загальноприйнятої теорії, яка б дала відповіді в повній мірі на всі питання стосовно процесу кристалізації сахарози. Необхідно створити математичну модель, яка б описувала в повній мірі цей процес в промислових умовах.

**Мета.** Таким чином, з метою подальшого створення математичної моделі [4] нестационарного процесу тепло- та масообміну між комірками сахарози при масовому уварюванні цукрового утфелю, необхідно розглянути питання створення геометричної моделі парової бульбашки в трьохвимірному випадку.

**Матеріали і результати дослідження.** На основі експериментальних даних уварювання цукрових утфелів [3], приймаємо спрощену модель парової бульбашки у формі кулі (сфери) (рис. 1). Оскільки при масовому уварюванні цукрових утфелів розміри парової бульбашки в десятки разів перевищують розміри комірок міжкристальних розчинів, приходимо до висновку, що не вся частина парової бульбашки буде приймати участь в процесі теплообміну з комірками міжкристального розчину. Тому, виділимо в кулі (сфері), що являє

собою модель парової бульбашки, саме ту область (рис. 1), яка приймає участь в процесі теплообміну з комірками розчину сахарози вказаної вище моделі дисперсної системи.



*Рис. 1.* Трьохвимірна модель парової бульбашки з виділеною областю контакту.

Ця область представляє собою прямокутну піраміду, вирізану в кулі (сфері). Кути при гранях при вершині піраміди приймаємо  $2\beta$  (проти середньої сторони комірки міжкристального розчину) та  $2\gamma$  (проти меншої сторони комірки міжкристального розчину).

**Висновки.** Створено об’ємну геометричну модель парової бульбашки. На основі створеної трьохвимірної геометричної моделі парової бульбашки в комірчастій моделі системи: кристал цукру меншої комірки–розчин сахарози меншої комірки–парава бульбашка–розчин сахарози більшої комірки–кристал цукру більшої комірки, а також на основі попередньо створених об’ємних моделей кристалів цукру та комірок міжкристальних розчинів, стає можливим моделювання трьохвимірної геометричної моделі всієї комірчастої системи.

#### **Література**

1. Современные технологии и оборудование свеклосахарного производства: В 2-х ч. / В. О. Штангеев, В. Т. Кобер, Л. Г. Белостоцкий и др.; Под. ред. В. О. Штангеева – К.: «Цукор України», 2004. – Ч. 2. – 320 с.

2. *Тужилкин В. И.* Кристаллизация сахара: Монография. – М.: – Издательский комплекс МГУПП, 2007. – 336 с.

3. *Кулинченко В. Р., Мирончук В. Г.* Промышленная кристаллизация сахаристых веществ: Монография. – К.: НУПТ, 2012. – 426 с.

4. Погорелый Т. М. Мирончук В. Г. Математическое моделирование процесса рекристаллизации на основании аналитических решений нестационарных задач теплопроводности в двухмерном случае для прямоугольных областей с неоднородными (непрерывными и разрывными на одной из сторон) граничными условиями и неоднородными начальными условиями // Тезисы докладов и сообщений XIV Минского международного форума по тепло- и массообмену, 10–13 сентября 2012 г. – Том 1, Часть 2. – Минск.: Институт тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси, 2012. – С. 761–764.