

ОЦІНКА СХИЛЬНОСТІ МОЛЕКУЛ САХАРОЗИ У ВОДНОМУ РОЗЧИНІ ДО АСОЦІАЦІЇ

Д.Є. Сінат-Радченко

Український державний університет харчових технологій

О.І. Жуковін, Г.І. Чугурова

СЕС ЛОО ІМ України

У кристала сахарози з природною огранкою співвідношення між його поверхнею F і об'ємом V складає в середньому $k = F/V^{2/3} = 5,7415$. У елементарної структурної комірки цього кристала, яка складається з двох молекул $k = 6,114$. Форма асоціату (кластера) сахарози в її водному розчині невідома, і автори для спрощення розрахунків прийняли її кубічною (для куба $k = 6,0$).

При середній для цукрового виробництва температурі 60°C густина кристалічної сахарози $1581,8$, а аморфної $1527,8 \text{ кг/м}^3$. Середня між ними густина сахарози в асоціаті молекул складає $1554,8 \text{ кг/м}^3$. Співвідношення між об'ємом елементарної структурної комірки і об'ємом молекули води $24,0$, а співвідношення між ребрами кубів, що відповідають цим об'ємам $24^{1/3} = 2,885$. Ці співвідношення майже не змінюються із зміною температури.

Число елементарних комірок у ребрі куба, що відповідає асоціату з N молекул сахарози $\varepsilon = (N/2)^{1/3}$. Кількість молекул води на одну молекулу сахарози в кубічній комірці з одним асоціатом молекул сахарози та x прилеглими до нього шарами молекул води при масовому відсотковому вмісті сахарози в розчині Sx

$$\sqrt[3]{(2,885\varepsilon + 2x)^3 - (2,885\varepsilon)^3} / (2\varepsilon)^3 = 1900/Sx - 19.$$

Після розкриття дужок одержуємо кубічне рівняння

$$y^3 + 4,33y^2 + 6,24y - 4,75(100/Sx - 1) = 0, \text{ де } y = x/\varepsilon.$$

Це рівняння має один дійсний і два спряжених комплексних кореня. Наприклад, при $Sx = 80\%$ знайдемо, що $y = 0,16957$ і для $x = 0,5$ $N = 2\varepsilon^3 = 2(x/y)^3 = 2(0,5/0,16957)^3 = 51,3$.

При $Sx < 8\%$ $x > 2,0$, і молекули сахарози практично не взаємодіють між собою, при $Sx = 22\%$ $x = 1,0$, при $Sx = 45\%$ $x = 0,5$. В разі подальшого збільшення Sx починається колективний процес утворення асоціатів молекул сахарози, зростає N , зменшується кількість асоціатів, але весь час між сусідніми асоціатами залишається один шар молекул води ($x = 0,5$). У насиченому розчині при температурах $20, 40, 60$ і 80°C середня кількість молекул сахарози в одному асоціаті складає відповідно $8,5, 12,8, 21,7$ та $41,7$, а при $\Pi = 1,2$ - відповідно $13,5, 20,5, 35,1$ та $68,2$.