

О.В. Подобій, канд. техн. наук

О.М. Мірошников, канд. хім. наук

Podobiy O., Miroshnykov O.

**ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНИХ ЗМІН У  
ВОДНИХ РОЗЧИНАХ ЦУКРОЗИ В ПРИСУТНОСТІ ТРЕТ-БУТАНОЛУ  
INVESTIGATION ON THE STRUCTURE SUCROSE SOLUTION WITH  
ADDITIVE TRET-BUTANOL WERE STUDIED**

*Проведено дослідження впливу трет-бутанолу на структурні зміни у водних розчинах цукрози із використанням сталагмометричного методу.*

**Ключові слова:** *цукроза, гідратація, структура, концентрація.*

*Investigations of effect with additive tret-butanol in the structure water sucrose solution were studied using of the method of stalogrammetry.*

**Key words:** *sucrose, hydratation, structure, concentration.*

Уявлення про механізм гідратації неелектролітів та структуру утворених ними сполук ґрунтуються на вченні про водневі зв'язки, які утворюються між гідрофільними полярними групами молекул розчиненої речовини і молекулами води внаслідок донорно-акцепторних взаємодій. Виникнення різних складних структур у водних розчинах цукрози зумовлено саме такими взаємодіями.

Додавання неелектроліту до води може приводити до руйнування або стабілізації її структури. З одного боку, молекули неелектроліту, попадаючи в воду, зменшують її ажурність та сповільнюють трансляційний рух, що призводить до відновлення водневих зв'язків між молекулами води, підвищенню структурованості води.

Цей ефект може бути описаний як наслідок заповнення молекулами неелектроліту її структурних полостей. Ажурність є основною особливістю універсальності структури води, що є наслідком існування тетраедричного оточення її молекул [1].

З іншого боку, безсумнівно, завжди має вплив невідповідність форми і розміру молекули неелектроліту і води, а також відмінність взаємодій між молекулами води і між молекулами неелектроліту. Це призводить до зменшення впорядкованості води, тобто до руйнування її структури.

Сумарний ефект дії молекул неелектроліту на структуру води визначається тим вкладом, який переважає. Дослідження концентраційної залежності ефекту, що спостерігається, має велике значення для з'ясування механізму дії добавок, оскільки дія добавки залежить від її концентрації. При малих концентраціях домішок визначаються два чинники – стабілізація та руйнування, причому привалюючий ефект залежить від природи добавки: гідрофільна або гідрофобна. При збільшенні концентрації неелектроліту, в основному, відбувається руйнування структури води.

У водних розчинах неелектроліту можна виділити взаємодію їх гідрофобної та гідрофільної частини з водою. Вплив молекул розчиненої речовини на структуру водного розчину приводить до утворення в розчинах гідратів (“ефект близької гідратації”) та до змін, зумовлених зміщенням структурної рівноваги у вільній воді (“ефект дальньої гідратації”). Сумарний ефект у розчинах зумовлюється відносним вкладом обох ефектів – “близької та дальньої гідратації”[1].

Зміцнення водневого зв'язку між молекули неелектроліту та води веде до сповільнення теплового руху молекули води (зменшення її рухливості). Ця дія передається сусіднім молекулам і таким чином може призводити до стабілізації структури води.

Питання очищення, випарювання, кристалізації та утворення меляси мають тісний зв'язок з однією із фундаментальних проблем фізико-хімії розчинів – проблемою зв'язаної та вільної води. При дослідженні структур водних розчинів, використовується метод вимірювання поверхневого натягу. В даній роботі досліджено вплив трет-бутанолу на поверхневий натяг водних цукрових розчинів. Вибір саме цього спирту зумовлено його структуруючою дією на водні розчини, що підтверджено спектроскопічними та калориметричними дослідженнями розчинів цукрози з різними добавками трет-бутанолу [2, 3].

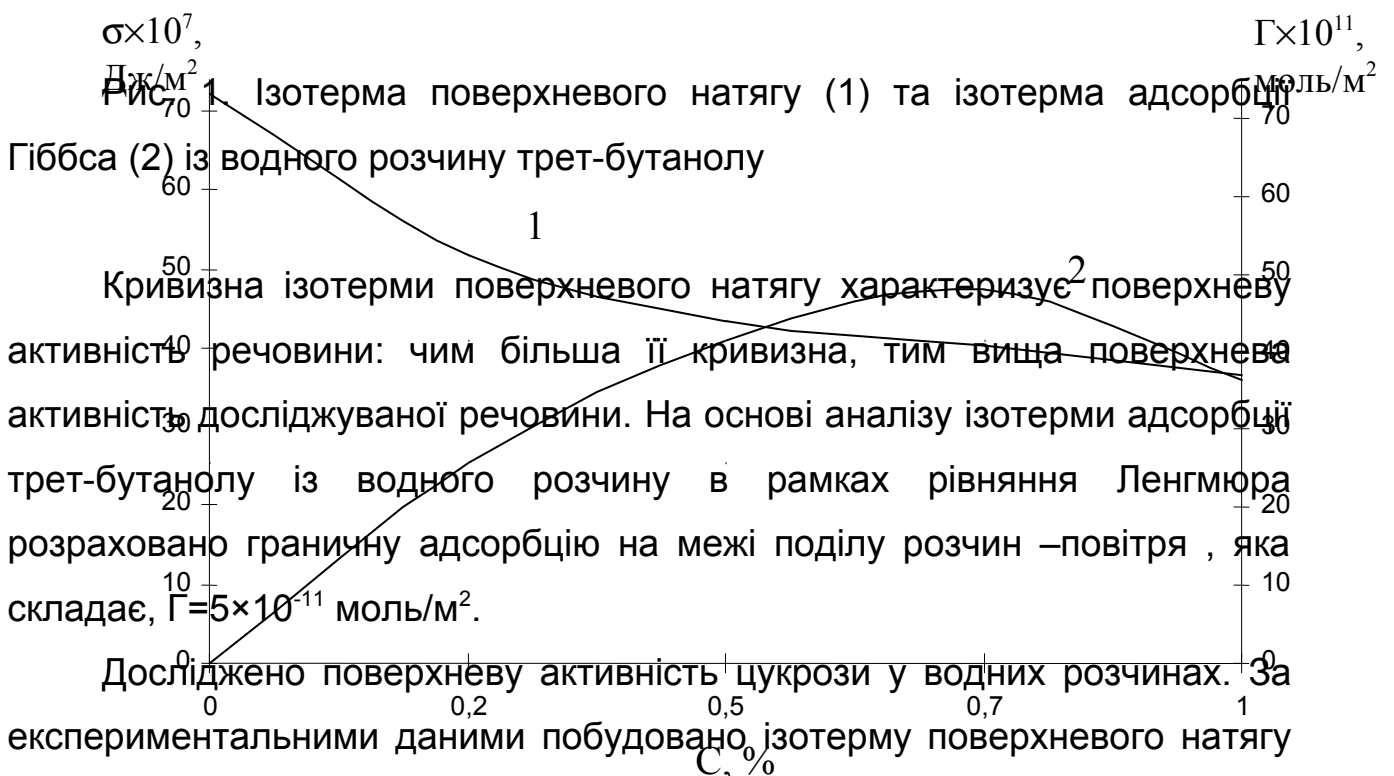
В цукровому виробництві поверхнево-активні речовини використовуються в основному в продуктовому відділенні при уварюванні та кристалізації утфелів. Кристалізація цукру із розчинів є одним із основних процесів цукрового виробництва, який визначає вихід кристалічного цукру. Враховуючи важливість цього процесу і вивчається вплив ПАР на процес розчинення та кристалізації цукрози.

Поверхнево-активні речовини суттєво впливають на швидкість кристалізації [4, 5], причому ефективність впливу ПАР на кінетику процесу кристалізації визначається не лише величиною добавки, але і природою речовини. Крім вище вказаної властивості, ПАР справляють вплив на реологічні властивості утфелів і меляси, гідродинамічні і теплофізичні процеси кристалізації цукру у вакуум-апаратах.

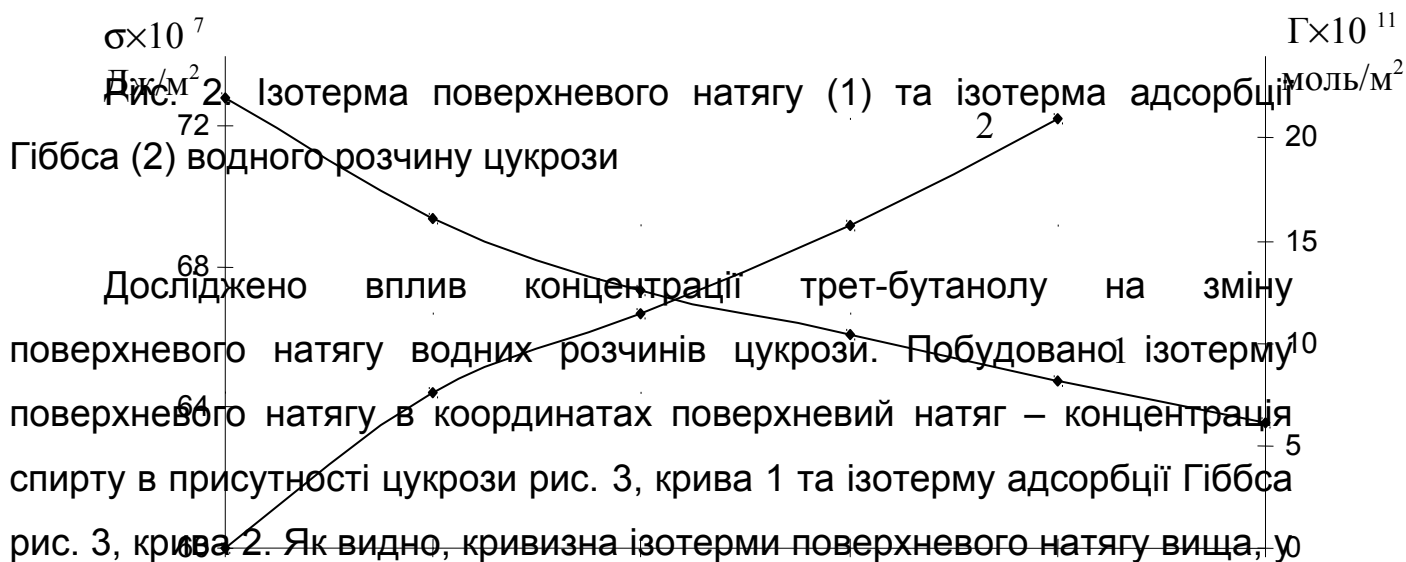
*Об'єктами досліджень* обрано водні розчини цукрози з концентрацією 50 % до маси розчину, що характерно для мелясних систем, з домішками трет-бутанолу у діапазоні концентрацій 0,1...2% до маси розчину.

Для визначення поверхневого натягу розчинів при кімнатній температурі в системі цукроза – вода – трет-бутанол обрано сталагмометричний метод [6]. Використано цукрозу марки ХЧ, бідистилювану воду та трет-бутанол.

За експериментальними даними побудовано ізотеру поверхневого натягу в координатах поверхневий натяг – концентрація спирту рис. 1, крива 1, та ізотеру адсорбції Гіббса рис. 1, крива 2.

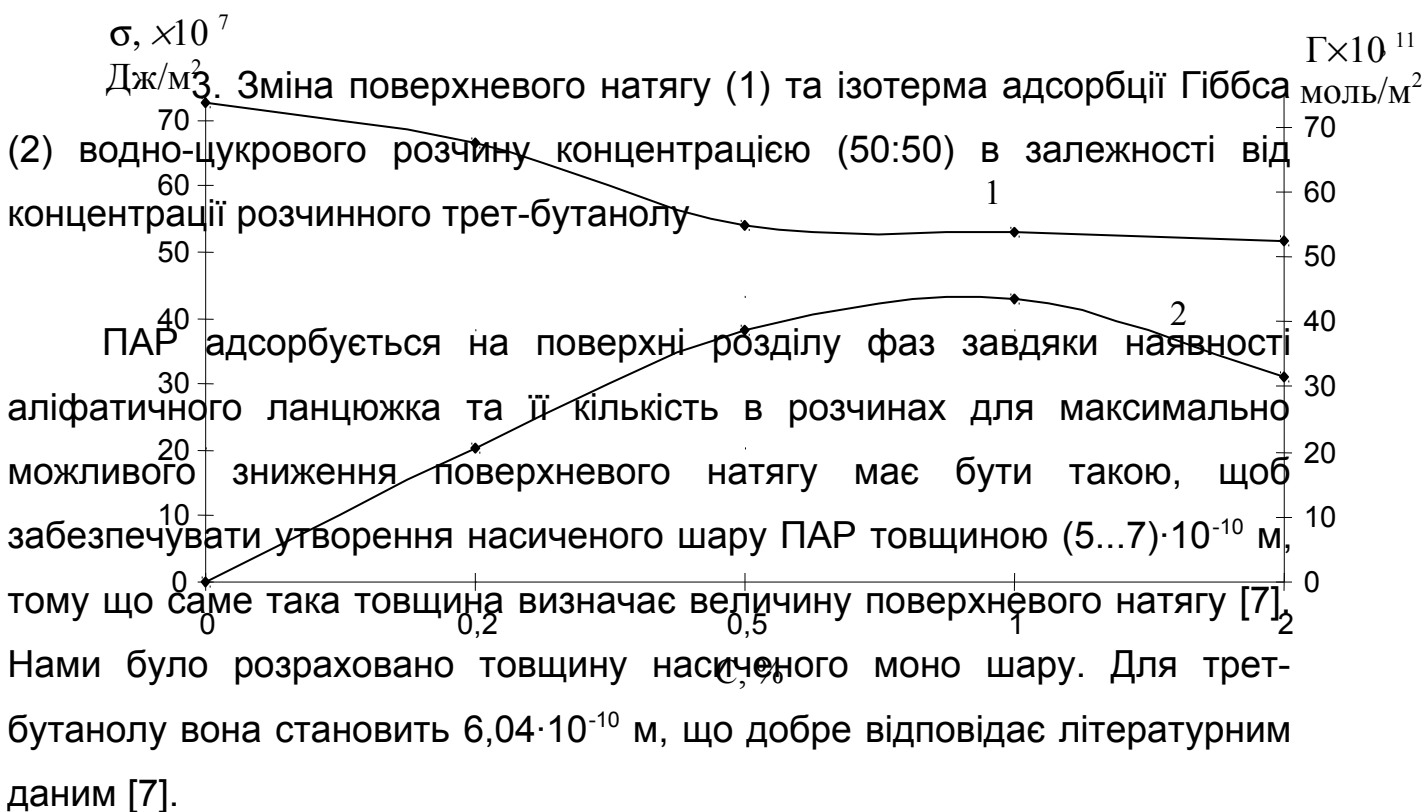


поводить себе як речовина з невисокою поверхневою активністю, але все ж таки знижує поверхневий натяг на межі поділу фаз. Дана властивість може в значній мірі змінити існуючі уявлення щодо відсутності здатності цукрози змінювати поверхневу активність водних розчинів.



Досліджено вплив концентрації трет-бутанолу на зміну поверхневого натягу водних розчинів цукрози. Побудовано ізотерму поверхневого натягу в координатах поверхневий натяг – концентрація спирту в присутності цукрози рис. 3, крива 1 та ізотерму адсорбції Гіббса рис. 3, крива 2. Як видно, кривизна ізотерми поверхневого натягу вища, у порівнянні із чистим цукровим розчином (рис. 2), але дещо нижча порівняно із системою з чистим трет-бутанолом (рис. 1). В рамках рівняння Ленгмюра розраховано граничну адсорбцію на межі поділу системи(цукроза-вода-трет-бутанол) – повітря, яка складає,  $\Gamma = 3 \times 10^{-11}$  моль/м<sup>2</sup>. Слід відзначити, що використано невеликі концентрації трет-бутанолу. Таким чином, дані дослідження підтверджують високу

поверхневу активність даного спирту, що зумовлено його природою - великим гідрофобним залишком.



Трет-бутанол добре розчинний у водних розчинах цукрози і тому, поверхневий натяг такої системи залежить також від кількості його розчинених молекул. Механізм впливу взаємо розчинності компонентів системи на поверхневий натяг можна пояснити з точки зору безперервного обміну між молекулами, які знаходяться в об'ємі розчину і

на його поверхні. Якщо молекула переходить з поверхні в об'єм, то вона залишає вакансію, яка на деякий час не встигає заповнитись іншою молекулою. Це призводить до зниження густини поверхневого шару. При цьому зі збільшенням взаєморозчинності компонентів фаз, збільшується інтенсивність обміну молекул, міжмолекулярна відстань і знижується поверхневий натяг.

Цю властивість трет-бутанолу можна використовувати у практичних умовах для удосконалення процесу кристалізації цукру та при приготуванні кормів для тварин. Введення в розчини меляс поверхнево-активних речовин дозволяє в значній мірі знизити їх поверхневий натяг. Цей факт можна використати при приготуванні кормів з використанням меляси, оскільки в цьому випадку значно краще відбувається проникнення компонентів меляси всередину сухих кормів в процесі їх грануляції.

**Висновки.** Більша маса води приймає участь у побудові клатратних структур, у середині яких можливе розміщення молекул трет-бутанолу. Передозування трет-бутанолу сприяє збільшенню ближньої гідратації, що виникає за диполь-дипольним механізмом між ОН-групою спирту та молекулами води. Встановлено, що добавки трет-бутанолу призводять до зменшення величини поверхневого натягу. Розраховано величину граничної адсорбції трет-бутанолу, яка складає  $5 \times 10^{-11}$  моль/м<sup>2</sup>, товщину насиченого моношару, яка складає  $6,04 \times 10^{-10}$  м та площу, яку займає одна молекула в насиченому адсорбційному моношарі, що становить  $3,32 \times 10^{-14}$  м<sup>2</sup>.

Одержані результати експериментів надають підстави рекомендувати трет-бутанолу для зниження розчинності цукрози у міжкристальних розчинах та покращення процесу кристалізації цукру, враховуючи його високу поверхневу активність та структуруючу здатність.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Билобров В. М. Водородная связь. Межмолекулярные взаимодействия. – Киев: Наукова думка, 1993. – 595 с.
2. Bobrivnyk L., Klimovich V., Myroshnikov O. and Podobiy O. Spectroscopic study of the influence of some inorganic and organic substances on the character of hydration in sucrose solutions // Proceeding of 21-th General Assembly C. I. T. S. – Antwerpen, Belgium, 24-29 may 1999. – P. 421–426.
3. Дослідження впливу трет-бутанолу на стан води в цукровому розчині / Мірошников О.М., Михайлик В.А., Подобій О.В. // Наукові праці НУХТ, - 2006. – №18. – С.25-27.
4. Дибенко В.М. Применение пищевых ПАВ в производстве сахара // Сборник научных трудов VI ежегодной международной научно-практической конференции „Сахар – 2006. Повышение эффективности работы сахарной промышленности” / Под ред. Оргкомитета конференции. – М.: Издательский комплекс МГУПП, 2006. – С.88 – 92.
5. Ропотенко Я. Г. Применение поверхностно-активных веществ для интенсификации процесса кристаллизации сахарозы. – М.: ЦИНТИПищепром, 1973. – 18 с.
6. *Практикум* по коллоидной химии / В.И. Баранова, Е.Е. Бибик, Н.М. Кожевникова и др. – М.: Высшая шк., 1983. – 216 с.
7. Амбранзон А.А. Поверхностно-активные вещества. Свойства и применение. – Л.: Химия, 1975. – 248 с.

*Надійшла до редколегії 26.01.09 р.*

**Подобій Олена Валеріївна** – доцент кафедри фізичної та колоїдної хімії, НУХТ

03028, Київ-28, проспект Науки, 21, к 106/2

Тел. 287-93-04 (р.)

**Мірошников Олег Миколайович** – канд. хім. наук, професор кафедри фізичної та колоїдної хімії, НУХТ.

02232, Київ-232, вул. Оноре де Бальзака, буд. 77, кв. 367

Тел. 530-51-25 (д.)

287-93-04 (р.).