

Представлено підхід до моделювання транспортних потоків, який дозволяє оцінити результати заходів щодо удосконалення транспортної мережі міста.

**Ключові слова:** транспортна мережа, транспортні потоки, інтенсивність руху, рівень автомобілізації.

**Transport network simulation of functioning after changing its settings / O. Lobashov** //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2014.-№ 7 (1050).- P.88-92. Bibliogr.:8. ISSN 2079-5459

An approach to modeling traffic flows, allowing to evaluate the results of measures to improve transport network.

**Keywords:** transport network, traffic flows, traffic intensity, the level of motorization.

**УДК 544.022.82:664**

**О. Ю. НАГОРНИЙ**, асистент, ХДУХТ, Харків

## **ТЕОРЕТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КАПСУЛЬОВАНИХ МОДЕЛЬНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ NaKMЦ**

В даній роботі встановлено закономірності зміни фізичних властивостей капсульованих систем а саме втрати маси капсул залежно від їх лінійних розмірів, встановлено вплив фізичної модифікації на ці характеристики, обґрунтовано раціональні параметри одержання капсул на основі іонотропного полісахариду з метою використання їх в технології одержання харчової продукції з капсульною структурою.

**Ключові слова:**капсула, питома поверхня, втрата вологи, геометрична форма.

**Вступ.** На сьогоднішній день відсутні науково-практичні принципи капсульованих соусів, виробництво яких може бути реалізоване на основі екструзійного формування іонотропних полісахаридів.

Наукове обґрунтування технології та апаратурного супроводження цих процесів дозволило б створити принципово новий сегмент нової продукції та дало б поштовх до розвитку технологій та нових принципів організації виробництва, обслуговування та споживання кулінарної та харчової продукції з використанням капсульованих соусів.

За цих передумов наукове обґрунтування технології капсульованих соусів є актуальною проблемою, а впровадження нової технології дозволить розширити асортимент харчової продукції і покращити структуру харчування з одночасним задоволенням їх споживчих запитів.

**Мета роботи.** Вивчення закономірностей особливостей формування оболонки капсул з заданими властивостями. Встановлення закономірностей фізичних властивостей одержаних капсул залежно від їх лінійних розмірів з метою використання їх в технології одержання напівфабрикату капсульованих соусів.

**Методика експерименту.** Фізичну модифікацію розчинів NaKMЦ проводили шляхом оброки розчинів в полі УЗ-хвиль в стаціонарному режимі робочої камери ультразвукового диспергатора УЗДН-1 за частоти 22 кГц. В'язкість розчинів NaKMЦ та систем, що підлягають капсулюванню, досліджували на віскозиметрі ВПН-0,2М. Значення приросту маси капсул та кількості відділеної вологи з капсул визначали ваговим методом. Здійснювали зважування суміші для капсулювання та сформованих капсул, за відношенням різниці визначених мас до маси капсул визначали приріст маси капсул у відсотках. Кількість відділеної вологи з капсул визначали після їх витримання протягом певного терміну.

© О. Ю. НАГОРНИЙ, 2014

**Обговорення результатів.** Головними термодинамічними і технологічними проблемами капсулювання соусів, є співіснування рідкої фази інкапсулянта та оболонки. Складність вирішення проблеми співіснування виходить з того, що оболонка утворюється за рахунок зміни хімічних потенціалів «донора» (інкапсулянта) – «акцептора» (розчину AlgNa) в результаті дифузії, складової інкапсулянта, іонів  $Ca^{2+}$ , в середовище альгінату натрію з керованим виникненням гелеподібної фази. Саме виникнення тіла оболонки з певною товщиною пов'язане з дифузиею іонів  $Ca^{2+}$  через внутрішні шари  $Alg_2Ca$  в середовище AlgNa. Факт можливості регулювання товщини оболонки за рахунок дифузії свідчить про можливу проникність оболонки для інших низькомолекулярних речовин інкапсулянту в тому числі води, яка виконує роль безперервного дисперсійного середовища соусу. Така проникність води може призвести до зміни початкового рецептурного складу продукту і, в кінцевому плані, впливати як на органолептичні показники НСТК так і його фізико-хімічні характеристики. Це прогнозоване припущення диктує необхідність визначення закономірностей стабілізації властивостей «н/ф соусу капсульованого» через визначення вологовиділяючої здатності технологічної системи «інкапсулянт – оболонка».

Оскільки сам процес іонотропного гелеутворення зв'язаний з змінами ступеню гідрофільності AlgNa за рахунок фазових перетворень розчину AlgNa в гель  $Alg_2Ca$  під дією іонів  $Ca^{2+}$  можна стверджувати, що зі зростанням ступеня заміщення  $Ca^{2+}$  на  $2Na^+$  буде зростати колоїдна індиферентність оболонки до інкапсулянта, що виникає за рахунок збільшення ступеня гідрофобності в процесі іонотропного гелеутворення. Результатом є утворення гідрофобних пористих систем, що є природою утворення хелатних сполук. За цих умов об'єктивним є той факт, що ступень спорідненості інкапсулянт – оболонка буде падати. Враховуючи, що з технологічної точки зору втрата інкапсулянта за рахунок проникнення скрізь оболонку є негативним фактором, ймовірно в технологічному процесі приготування інкапсулянту (соусів) необхідно передбачити параметри (заходи) які знижують цей фактор. Перш за все найбільш значущими будуть властивості згущувача соусу. З цих міркувань загусник соусу повинен бути іоногенним полісахаридом, бажано з вмістом карбоксильних груп, який здатний через присутній в системі блокуючий іон металу частково взаємодіяти з оболонкою, за схемою  $R - COO^-_{инкапс.} - Ca^{2+}_{обол.} - OOC - R_1$ . Таким вимогам відповідає певний ряд полісахаридів, але по загущувальної здатності, стабільності поведінки в інтервалі рН 4,5...8, та температурі 0...100°C нами вибраний харчовий загусник – полісахарид целюлозної природи NaКМЦ –  $-[NaOOC(CH_2)_n(OH)_m - COC - (OH)_m(CH_2)_n - COONa]_n -$ .

Одночасно, з технологічної точки зору, необхідно передбачити, щоб завершаючи стадії технологічного процесу виробництва соусів які пов'язані з формуванням органолептичних показників за рахунок введення в соус розчинних низькомолекулярних сполук співпадали за стадіями та параметрами з оптимальними умовами капсулювання не перешкоджали іонообмінній реакції між AlgNa та іоном  $Ca^{2+}$ , не виводили в окрему фазу полімери (учасники процесу), знижуючи їх розчинність та забезпечили умови іонообмінної реакції при прояві властивостей колігативними речовинами. Згідно з поставлених задач, продукт повинен мати правильну кулясту форму капсули з діаметром 2...8 мм., та характеризуватися мінімальними масовими втратами внутрішнього вмісту при зберіганні.

Екструдкування складних рідин, до яких відноситься соус, є складним гідродинамічним та технологічним процесами. Складність процесу з гідродинамічної точки пов'язана як з забезпеченням зсувних характеристик що забезпечують екструзії, так і технологічними обмеженнями а саме, необхідністю виконання фази технологічного процесу – екструдкування через «повітря» з одночасним забезпеченням входу краплі в прийомне середовище без руйнування.

Особливістю неньютонівських рідин, до яких відносяться розчин NaKMЦ, є виражена залежність в'язкості від швидкості зсуву. Для екструзії та для забезпечення входу в прийомну рідину не можливе застосування високих швидкостей зсуву при екструзії, тому практична реалізація екструзії іде до умов фактично співпадаючими з самочинним розпадом, який характерний для швидкостей зсуву  $0...50 \text{ c}^{-1}$ . Але, за цих умов для складних рідин характерні значення ефективної в'язкості є найбільшими та можуть стати обмежувачими параметрами.

Оскільки, з хімічної точки зору, утворення оболонки капсул є суттю хімічної реакції, то за сталих і прийнятих параметрів процесу – концентрації речовин, часу, температури та ін. фізичні властивості одержаних оболонок капсул будуть постійні та характеризуватися певною величиною пористості за рахунок наявності на поверхні оболонки гідрофобних ділянок. Це є передумовою для втрат маси капсул за рахунок витікання інкапсулянту в інтеркапсулярний простір, що погіршує органолептичні властивості готового продукту і робить процес не керованим.

За цих умов визначення гравіметричних показників капсульованих соусів є першочерговим завданням, оскільки, за встановленими даними, розмірні характеристики капсул при самочинному розпаді залежать від в'язкості розчину інкапсулянту. На рис. 1 наведено залежність в'язкості розчину NaKMЦ від концентрації з зазначенням зон раціональної в'язкості які відповідають лінійним розмірам капсул одержаних при екструзії цього розчину відповідної концентрації.

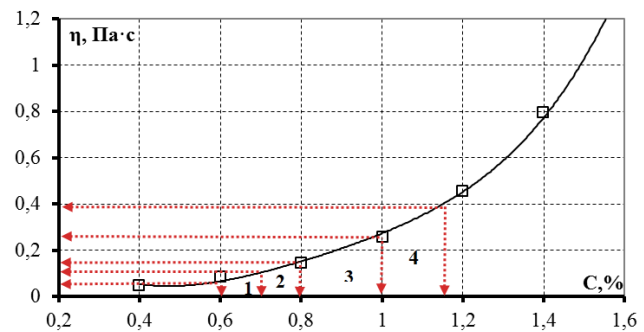


Рис. – 1 Закономірності розподілу лінійних розмірів капсул ( $\gamma=50 \text{ c}^{-1}$ ), через залежність ефективної в'язкості розчину NaKMЦ від концентрації

Експериментально визначено, що в зоні 1 (рис. 1) лінійні розміри капсул, одержані при екструзії, становлять 2...3 мм., в зонах 2, 3, 4 – 3...6, 6...8, >8 мм. відповідно. Зони в'язкості 1...4 відповідають задовільному коефіцієнту форми капсул ( $K_f=1$ ); в інтервалах в'язкості інкапсулянта  $\eta \leq 0,05 \text{ Па}\cdot\text{с}$  та  $\eta \geq 0,4 \text{ Па}\cdot\text{с}$   $K_f \neq 1$ . Нами було визначено ВВЗ капсул для дискретних значень діаметрів. В табл. 1 наведені дані гравіметричних характеристик капсул технологічної системи «інкапсулянт – оболонка», в перерахунку на питому проникність оболонки капсул.

Із аналізу даних табл. 1 видно, що зі зростання розмірних характеристик капсул з 2 до 8 мм втрати маси, за значень  $24\cdot60^2 \text{ c}$ . зменшуються з  $18 \pm 1,2$  до  $31 \pm 1,5\%$ .

Таблиця 1 – Характеристика капсульованих технологічних систем «інкапсулянт – оболонка»

	Діаметр капсул, мм.			
	2...3 мм	3...6 мм	6...8 мм	<8 мм
Втрати маси, %	$31 \pm 1,5$	$26 \pm 1,4$	$22 \pm 1,4$	$18 \pm 1,2$
Масова доля оболонок, %	$35,8 \pm 0,4$	$30,2 \pm 0,3$	$25,8 \pm 0,2$	$21,4 \pm 0,2$
Питома проникність оболонок капсул, % маси/одиниці площі оболонки	$0,87 \pm 0,05$	$0,86 \pm 0,05$	$0,85 \pm 0,05$	$0,84 \pm 0,05$

Є очевидним, що для кожного розміру капсул залежності питомої площі поверхні капсул, яка виходячи з формули (1) для сферичних тіл є:

$$S_0 = \frac{4 \pi r^2}{4/3 \cdot \pi r^3} = \frac{3}{r} = \frac{6}{d}, \quad (1)$$

де  $S_0$  – питома площа поверхні сферичного тіла;

$d$  – діаметр сферичного тіла

Встановлено (табл.1), що масова доля оболонок зі зростанням розміру капсул з 2...3 до 8 мм падає в 1,67 а питома поверхня на одиницю об'єму інкапсулянта зростає в 4 рази. Оскільки втрати маси капсули будуть лінійно залежати від площі фільтрації то логічним є, що зі зменшенням діаметру капсул з 8 до 2,5 мм спостерігається збільшення втрат маси капсул в 1,72 рази (крива – □). Так втрати вологи капсулами діаметром 8 мм становлять  $18 \pm 1,5\%$ , а капсули діаметром 2,5 мм втрачають вологи  $31 \pm 1,5\%$  за тих же самих умов. Це пояснюється більшою площею фільтрації оболонок, які в свою чергу

виконують роль проникних мембран, скрізь які по гідрофобним ділянкам гелю  $\text{Alg}_2\text{Ca}$  витікає (втрачається) інкапсулянт. Аналіз даних без врахування масової долі оболонок капсул в залежності від їх діаметру – за питомою проникністю (крива –  $\Delta$ ) свідчить, про сталість цієї величини на рівні 0,87 % на одиницю площі оболонок, це є підґрунтям для висновку, що питома проникність оболонок не залежить від діаметру капсул а за сталості властивостей оболонок для всього ти порядку діаметрів і може бути

пов'язана лише з властивостями інкапсулянта.

Оскільки стабільність капсули до виділення вологи є однією із основних характеристик готового продукту, то стає актуальним визначення технологічних параметрів одержання капсул з мінімальними вологовиділяючими властивостями. Аналізуючи дані рис. 2 (крива  $\Delta$ ) та табл. 1 видно, що питома проникність оболонок не залежить від діаметру капсул. Стає очевидним, що для зменшення втрат маси капсул необхідно модифікувати властивості інкапсулянта за рахунок підвищення концентрації  $\text{NaKMЦ}$  в інкапсулянті. Але, підвищення в'язкості за одночасного підвищення концентрації  $\text{NaKMЦ}$  в інкапсулянті є стримуючим фактором, оскільки суттєво зміщує раціональні зони в'язкості для капсулювання і може повністю унеможливити процес екструзії інкапсулянта з параметрами капсул відповідаючих умовам  $K_f = 1$ .

Експериментально встановлено, що застосування інтенсивної фізичної дії [1...3] на розчини полісахаридів приводить до зміни реологічних характеристик розчинів зі зменшенням значень його ефективної в'язкості що, вірогідно, пов'язано зі зменшенням фізичних розмірів ланцюгів молекули полімеру, молекулярних мас. На основі цих даних було вивчено закономірності зміни в'язкості нативного розчину  $\text{NaKMЦ}$  та розчину попередньо обробленого в полі УЗ-хвиль (частота обробки 22 кГц, об'єм розчину 100 мл., час обробки 10 хв., що відповідає потужності що підводиться 0,9 кВт/л), (рис. 3).

З експериментальних даних (рис. 1, 3) видно, що попередня обробка розчину  $\text{NaKMЦ}$  в полі УЗ-хвиль значно розширює раціональну зону концентрацій розчину для капсулювання. Встановлено, що раціональна зона в'язкості 1, яка відповідає діаметру 2...3 мм зміщується в інтервал концентрацій з 0,6...0,7% в інтервал 1,14...1,25% розчину  $\text{NaKMЦ}$ .

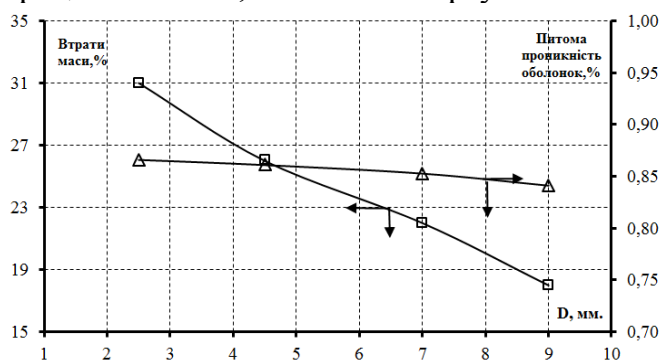


Рис. 2 – Залежність втрати маси капсул від діаметру, (крива □ – втрати маси капсул, крива  $\Delta$  – питома проникність оболонок капсул)

Зона в'язкості 4, яка відповідає діаметру капсул >8 мм зміщується в інтервал концентрацій 1,48...1,6 % з інтервалу 1,0...1,17% розчину NaКМЦ.

Аналізуючи порівняльні втрати маси капсул одержаних на обробленому (модифікованому) в полі УЗ-хвиль розчині NaКМЦ (табл. 2, рис. 4та дані табл. 3), можна констатувати про зміну всіх табличних величин в більш оптимальну для технології зону. Так, абсолютні значення втрат маси зменшуються в 2,3 разів для всього ти порядку розмірів, а проникність оболонок зменшується в 2,4 рази відповідно. Це є експериментальною передумовою стабілізації технологічних властивостей капсульованих соусів.

Таблиця 2 – Характеристика капсульованих технологічних систем «інкапсулянт – оболонка» системи одержані на модифікованому розчині NaКМЦ

	Діаметр капсул, мм.			
	2...3 мм	3...6 мм	6...8 мм	<8 мм
Втрати маси, %	13,5±1,3	11,2±1,2	9,2±1,2	7,5±1,3
Масова доля оболонок, %	35,8±0,3	30,2±0,4	25,8±0,3	21,4±0,4
Питома проникність оболонок капсул, % маси/одиниці площі оболонки	0,38±0,02	0,37±0,01	0,36±0,02	0,35±0,02

Так, аналізуючи значення зміни втрати маси капсули на 1 мм діаметру, можна констатувати зменшення втрати інкапсулянта більше ніж у 2 рази у капсул одержаних на інкапсулянті у складі якому NaКМЦ після обробки в полі УЗ-хвиль. Так темп виділення вологи на 1 мм капсул одержаних на нативному розчині NaКМЦ складає 1,86, а на розчині після обробки в полі УЗ-хвиль 0,85 відповідно.

Аналізуючи результати (рис. 2...4) можна зробити висновок, що питома проникність капсул одержаних на нативному розчині NaКМЦ та розчині NaКМЦ

тиксотропновідновленому після обробки в полі УЗ-хвиль, є функцією від концентрації NaКМЦ в інкапсулянті. Встановлено, що для капсул з діаметром 9 мм одержаних на нативному розчині NaКМЦ ( $C_{\text{NaКМЦ}}=1,12\%$ ) питома проникність оболонок складає 0,84, а для капсул з діаметром 9 мм одержаних на модифікованому розчині NaКМЦ ( $C_{\text{NaКМЦ}}=1,55\%$ ) питома проникність оболонок складає 0,35.

**Висновок.** З експериментальних даних витікає технологічний висновок, що для одержання напівфабрикату капсульованих соусів, з заданими характеристиками, необхідно зафіксувати в технологічному процесі стадії механічної модифікації загусника за концентрацій для кожного ти порядку розмірів згідно з даними табл. 3.

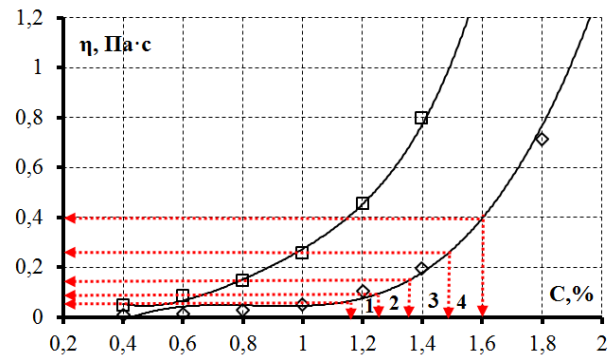


Рис. 3 – Закономірності розподілу лінійних розмірів капсул ( $\gamma=50 \text{ c}^{-1}$ ), через залежність ефективної в'язкості розчину NaКМЦ від концентрації, (крива  $\square$  – нативний розчин  $\diamond$  – розчин модифікований в полі УЗ-хвиль за раціональних параметрів)

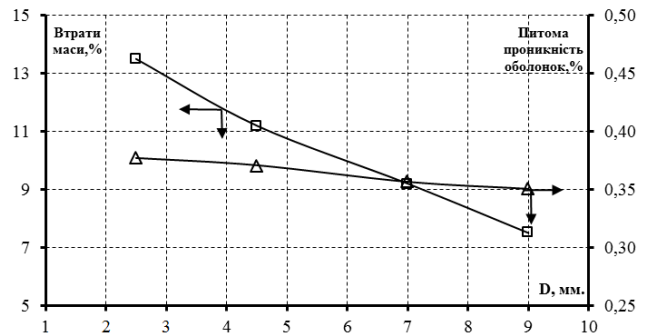


Рис. 4 – Залежність втрати маси капсул одержаних на модифікованому розчині від діаметру, (крива  $\square$  – втрати маси капсул, крива  $\Delta$  – питома проникність оболонок капсул)

Таблиця 3 – Оптимальні параметри одержання капсул з мінімальними параметрами виділення вологи та заданими лінійними розмірами

	Діаметр капсул, мм.			
	2...3 мм	3...6 мм	6...8 мм	<8 мм
Масова доля оболонки, %	35,8±0,4	30,2±0,4	25,8±0,4	21,4±0,4
Питома проникність оболонки капсул	0,38±0,02	0,37±0,02	0,36±0,02	0,35±0,02
Концентрація NaKMЦ, %	1,14...1,25	1,25...1,35	1,35...1,48	1,48...1,6

**Список літератури:** 1. *Нагорний О. Ю.* Дослідження фізико-хімічних змін наповнених гелів на основі натрію альгінату та натрійкарбоксиметилцелюлози [Текст] / *О. Ю. Нагорний, Є. П. Пивоваров, П. П. Пивоваров* // прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі ; [редкол. : О.І. Черевко (відпов. ред.) та ін.]. – Харків, 2010. – Вип. 1 (11). – 503 с. : іл., табл. 2. *Пивоваров Є. П.* Закономірності формування маси оболонки капсул, одержаних шляхом іонотропного гелеутворення [Текст] / *Є. П. Пивоваров, О. Ю. Нагорний* // наукові праці Одеської національної академії харчових технологій: зб. наук. пр. – Одеса: 2010. – Вип. 38. – Том. 2. – 466 с. 3. *Пивоваров П. П.* Инновационные технологии производства капсулированных продуктов [Текст] / *П. П. Пивоваров, О. П. Неклеса, А. Ю. Нагорный* // научно-практический журнал «Продукты и ингредиенты» /2013. № 3(12). С. 24-25. *Поступила в редколлегию 25.01.2014*

УДК 544.022.82:664

**Теоретичні властивості капсульованих модельних систем на основі NaKMЦ/ Нагорний О. Ю.** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2014. - № 7 (1050). – С.92-97. – Бібліогр.: назв.3 ISSN 2079-5459

В данной работе установлены закономерности изменения физических свойств капсулированных систем а именно потери массы капсул в зависимости от их линейных размеров, установлено влияние физической модификации на эти характеристики, обоснованы рациональные параметры получения капсул на основе ионотропного полисахарида с целью использования их в технологии получения пищевой продукции с капсулированной структурой.

**Ключевые слова:** капсула, удельная поверхность, потери влаги, геометрическая форма.

**Theoretical properties of kapsulevvanikh of model systems on basis of NaKMЦ О. Y. Nagornij**//Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New desicions of modern technologies.: NTU “KhPI”, 2014.-№ 7 (1050).- P.92-97. Bibliogr.:3 . ISSN 2079-5459

In this work conformities to law of change of physical properties of the kapsulirovannykh systems are set namely losses of mass of capsules depending on their linear sizes, influence of physical modification is set on these descriptions, the rational parameters of receipt of capsules are grounded on the basis of ionotropnogo polisakharida with the purpose of the use them in technology of receipt of food products with a kapsulirovannoy structure .

**Keywords:** kapsula, specific surface, losses

УДК 656.135

**І. Е. ЛИННИК**, д-р техн. наук, проф., ХНУМГ, Харків;

**А. М. СОСПАТРОВ**, ст. викл., ХНУМГ, Харків;

**Ю. В. НИКИТЕНКО**, студентка, ХНУМГ, Харків

## КОНЦЕПЦІЯ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ СХЕМИ М. ЧУГУЄВА

Висвітлюються основні проблеми, що існують у транспортній сфері м. Чугуєва, окреслені глобальні стратегічні цілі розвитку транспортної схеми і намічені першочергові заходи її розвитку.

**Ключові слова:** концепція, транспортна схема, міжнародний транспортний коридор, регіональний логістичний центр.

© І. Е. ЛИННИК, А. М. СОСПАТРОВ, Ю. В. НИКИТЕНКО, 2014