

7. Беляев, Н. М. Системы наддува топливных баков ракет [Текст] / Н. М. Беляев. — М. : Машиностроение, 1976. — 335 с.
8. Ring, Elliot. Rocket Propellant and Pressurization Systems [Text] / Elliot Ring. — PrenticeHall, Inc., Englewood-Cliffs, N. J. — 1964. — 404 p.
9. А. с. № 112091 СССР, МКИ F 02k 11/00, B64D 37/24. Способ наддува топливного бака [Текст] / Шевченко Б. А., Митиков Ю. А. Заявник та патентовладелец ДП «КБ «Південне». — № 2216292/23; заявл. 09.03.77; опубл. 05.01.78. — 4 с.
10. МПК В 64 D 37/00. Способ и система газобаллонного наддува баку з висококиплячим паливом установки [Текст] : заявка № а 201309167 Україна / Митіков Ю. О., Андрієвський М. В. Заявник та патентовладелец Митіков Ю. О. — заявл. 22.11.13. — 5 с.
11. Митиков, Ю. А. Расчетно-экспериментальное исследование системы сверххолодного наддува [Текст] / Ю. А. Митиков // Системне проектування та аналіз характеристик аерокосмічної техніки. — 2012. — т. XIII. — С. 61–69.

#### МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ НАДДУВАННЯ БАКУ УПРИСКУВАННЯМ ГАРЯЧОГО ГАСУ

Проведено математичне моделювання параметрів нової системи наддування баку з газом ракети-носія. Дизайн системи: тиск в баку підтримується гелієвою надхолодною системою. У вільний об'єм бака впорскується гарячий гас. Визначено

поведінку основних параметрів системи. Виявлено впливові фактори. Оцінена ефективність системи на прикладі I ступеня носія середнього класу (~ 10 кг корисного навантаження).

**Ключові слова:** бак з газом, наддування гелієм, упорскування гарячого гасу.

**Митиков Юрій Алексеевич**, кандидат технічних наук, професор, кафедра двигателестроєння, Дніпропетровський національний університет ім. Олесь Гончара, Україна, e-mail: mitikov@ya.ru.

**Андрієвський Михайло Віталійович**, кафедра двигателестроєння, Дніпропетровський національний університет ім. Олесь Гончара, Україна, e-mail: guitarrock@meta.ua.

**Мітіков Юрій Олексійович**, кандидат технічних наук, професор, кафедра двигунобудування, Дніпропетровський національний університет ім. Олесь Гончара, Україна.

**Андрієвський Михайло Віталійович**, кафедра двигунобудування, Дніпропетровський національний університет ім. Олесь Гончара, Україна.

**Mitikov Yuriy**, Oles Honchar Dnipropetrovsk National University, Ukraine, e-mail: mitikov@ya.ru.

**Andriyevskiy Mykhailo**, Oles Honchar Dnipropetrovsk National University, Ukraine, e-mail: guitarrock@meta.ua

УДК 65.012.14:637.523.2.004.12

**Нечепуренко К. Б.,  
Пивоваров П. П.**

## ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА СІЧЕНИХ ВИРОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СТРУКТУРОВАНИХ ЕМУЛЬСІЙ

Одним із найважливіших завдань сучасної науки є одержання матеріалів із заданими механічними властивостями та структурою. Перспективною сировиною для виробництва структурованих продуктів є використання емульсій альгінатів із залишками кальцію. На даному етапі розвитку харчової технології використовується широкий спектр нових технологій, до яких належить емульгування різної сировини, а саме полісахариди, для отримання принципово нових продуктів.

**Ключові слова:** емульсія, структуроутворення, натрію альгінат, емульгуюча властивість.

### 1. Вступ

Сучасні тенденції розвитку науки про харчування пов'язані зі створенням наукових принципів підвищення харчової цінності добових раціонів. На сьогоднішній день вітчизняні харчові і переробні підприємства шляхом використання інтелектуальних та фінансових інвестицій прагнуть впроваджувати нові прогресивні технології і на їх базі реалізувати сучасні процеси отримання харчової продукції. Удосконалення технології кулінарних виробів у зв'язку з вимогами сьогодення є актуальною задачею.

### 2. Постановка проблеми

В традиційних технологіях продукції ресторанного господарства дуже часто використовується емпіричний підхід до підбору інгредієнтів, без урахування широких

можливостей технологічних систем. При виробництві сичених м'ясних виробів в якості жировмішуючої сировини використовують свинячий шпик, свинячу грудинку, жир-сирець яловичий, свинячий, баранячий, кінський, харчові топлени жири [1]. Серед інших підходів технології, що описується, є використання жирів не тваринного, а рослинного походження, насамперед олії рослинної з соняшника. Також можливе використання і інших аерованих та дезодорованих олій (кукурудзяної, оливкової, кунжутної, горіхової та ін.).

Сутність інноваційної складової полягає в промисловій переробці м'ясної сировини з отриманням гетерогенних харчових систем, які за своїм хімічним складом максимально наближені до натурального продукту. Це пов'язано з тим, що використання сичених виробів не є новим для харчової галузі, але на цей час вона не має достатнього розповсюдження як в нашій країні так і у світі.

### 3. Літературний огляд

Наукове обґрунтування технологічних процесів дозволить суттєво підняти конкурентоспроможність нової продукції. До таких технологій можна віднести використання Натрію альгінату в технологіях січених виробів. Альгінова кислота являє собою полімерний ланцюг, що складається з двох мономерів — залишків поліуронових кислот (*D*-маннуровою і *L*-гулууроною) в різних пропорціях, що варіюються залежно від конкретного виду водоростей. Альгінова кислота і альгінати мають можливість широко застосовуватися в медицині і харчовій промисловості, т.ч. вони здатні виводити з організму важкі метали (свинець, ртуть та інші) і радіонукліди [2–5]. Певна перспектива є використання натрію альгінату в харчових продуктах з емульгуючою структурою, де вони послідовно можуть виконувати роль емульгатора і структуроутворювача.

Особлива просторова структура молекули альгінату натрію обумовлює емульгуючу здатність [6]. Важливою технологічною характеристикою емульгуючих властивостей рідин є точка інверсії фаз, яка показує в якому діапазоні співвідношення полярної і неполярної фаз можливо отримати пряму емульсію за даних умов. Точка інверсії фаз системи залежить окрім концентрації емульгатора (натрію альгінату), а також від технологічних факторів отримання емульсії, природи неполярної фази, геометрії осередків, в котрій відбувається диспергування та ін., однак вона дозволяє порівняти емульгуючі властивості об'єктів за одних і тих самих умов [7].

Необхідною умовою створення структурованої продукції на основі м'ясної сировини є надання готовим виробам пружної структури з заданими структурно-механічними властивостями. Аналіз літературних джерел [8–14] дозволяє стверджувати, що технологія виробництва структурованих продуктів базується на реалізації функціонально-технологічних властивостей сировини та/чи харчових інгредієнтів білкової або вуглеводної природи, які в технологічному потоці, внаслідок впливу факторів, здатні до утворення структури.

Основу структури такої продукції складають переважно термотропні, ліотропні та іонотропні гелі, яким притаманні певні функціональні властивості.

Отже, сутність технологічної складової полягає в застосуванні в технології напівфабрикатів структурованої термостабільної емульсії у структурованих харчових системах, а в останніх, як реакційні компоненти, використовують гідрофільний полісахарид — альгінат натрію та малорозчинну сіль — сульфат кальцію [13].

### 4. Основна частина

Нами досліджена емульгуюча властивість 0,2–3,0 % альгінату натрію. На рис. 1. приведена залежність точки інверсії фаз від концентрації натрію альгінату та в'язкості суспензії. Встановлено, що в'язкість натрію альгінату за вибраний інтервал концентрацій 0,5–3,0 %, збільшується. Так, в'язкість 0,5 %-го розчину натрію альгінату складала 0,1 Па · с, а для 3,0 %-вих розчинів складала 0,3 Па · с. Слід зазначити, що в інтервалі концентрацій розчинів 0,1–1,5 % в'язкість зростає незначно (у 1,1–1,4 рази) і лежить у межах 0,15–0,20 Па · с. Починаючи з концентрації 1,6...2,0 в'язкість збільшується (більш ніж у 3 рази), і для 1,8 %-них розчинів складає 0,28 Па · с.

Аналізуючи отримані експериментальні данні, слід зазначити, що для альгінату натрію характерна екстремальна залежність точки інверсії фаз від концентрації. Видно, що за збільшення концентрації натрію альгінату до 1,2 % і вище спостерігається досягнення межі емульгування, при цьому значення точок інверсії складають 55–58 об. од. Подальше збільшення концентрації супроводжується зниженням точки інверсії. Так, значення точки інверсії для розчину (суспензії) з вмістом 2,0 % натрію альгінату складає 51–50 об. од., що у 1,2 рази менше в порівнянні з максимальним значенням.

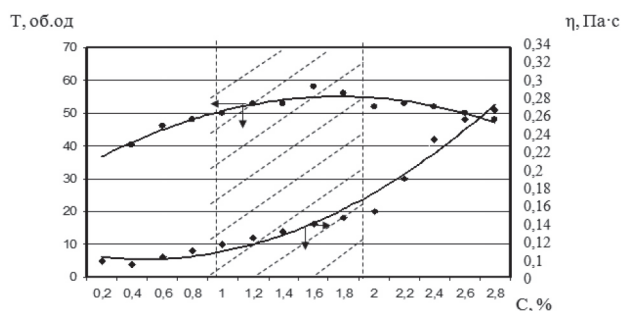


Рис. 1. Залежність точки інверсії фаз емульсії (T) і в'язкості розчину альгінату натрію (η) від концентрації натрію альгінату

Із вищезазначеного видно, що екстремальні значення точки інверсії і зниження емульгуючої здатності спостерігається на фоні підвищення в'язкості. Імовірно, починаючи з концентрації 2,0 % для натрію альгінату починає проявлятися нестача вільної вологи у системі, що ускладнює емульгування.

Для максимальної реалізації властивостей натрію альгінату як емульгатора, отримання емульсії необхідно здійснювати при концентрації його в системі 0,6–2,0 %; при цьому 2,0 %-ному розчину відповідає максимальна жиромісткість, що складає 63,5 %.

Аналіз отриманих експериментальних даних дозволяє зробити висновок, що більш висока емульгуюча здатність натрію альгінату пояснюється збільшенням питомої поверхні для емульгування за рахунок набухання молекул натрію альгінату, які і виступають у якості емульгатора.

В ході експериментальних досліджень емульгуючої здатності натрію альгінату було встановлено, що при додаванні в середовище іонів кальцію ( $Ca^{2+}$ ) система через деякий час починала виділяти вільну вологу (але без видимого розподілу фаз). Дослідження, що проводилися показали, що у якості агентів, що виконують роль додаткового структуроутворювача здатного підвищити здатність утримувати вологу доцільно використовувати йота-карагінан та капа-карагінан. На рис. 2 наведена емульгуюча здатність досліджень.

Із даних рис. 2 видно, що досліджені полісахариди не володіють вираженою функцією емульгування. Але нами встановлено, що вони здатні стабілізувати емульсії на основі натрію альгінату, в т.ч. структуровані емульсії, які виникають при введенні в технологічну систему іонів кальцію ( $Ca^{2+}$ ).

Отримання технологій стабільних структурованих емульсій дозволить суттєво поліпшити органолептичні властивості та фізико-хімічні показники січених м'ясних виробів.

Нами висунута робоча гіпотеза, що надання січеним м'ясним виробам стану емульсії та використання

у якості жирової фази рослинних олій дозволить значно підвищити харчову цінність, корисність і засвоюваність нової продукції. А здатність натрію альгінату розчинятися та рівномірно розподілятися у водній фазі подрібненого м'яса, та за наявності бівалентних металів здійснювати золь-гель перехід, дозволяє об'єднати в єдиному технологічному потоці отримання емульсійних пластичних систем та структурованих емульсій.

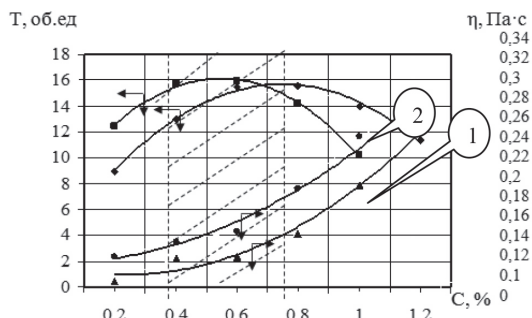


Рис. 2. Залежність точки інверсії фаз емульсії ( $T$ ) і в'язкості розчину ( $\eta$ ) від концентрації ( $C$ ): 1 — йота-карагінану; 2 — капа-карагінану

Головною особливістю всіх рослинних олій є вміст у них незамінних жирних кислот, які при споживанні здатні знижувати рівень холестерину, зміцнюють серцево-судинну та імунну системи, беруть участь у ліпідному обміні і так далі. Рослинні олії багаті вітамінами і мінералами. Особливо багато в них вітамінів-антиоксидантів — А, В, Е, які запобігають передчасному старінню клітин, зберігаючи тим самим здоров'я і молодість.

Нами, у ході експериментальних досліджень, визначена стійкість емульсії. На основі вибраних систем натрію альгінат — карагінан (рис. 3).

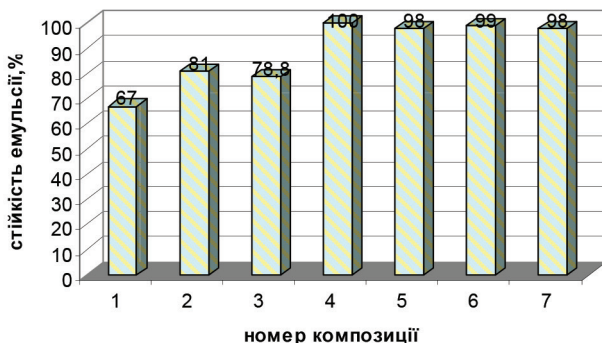


Рис. 3. Стійкість жирової емульсії (%) від складу композицій натрію альгінат — карагінан:

1 — суміш йота карагінану та капа карагінану; 2 — капа карагінан; 3 — йота карагінан; 4 — натрію альгінат; 5 — суміш йота карагінану та натрію альгінату; 6 — суміш капа карагінану та натрію альгінату; 7 — суміш йота карагінану, капа карагінану та натрію альгінату

Підтверджено, що за концентрації альгінату натрію  $\geq 1,2 \%$  і вище спостерігається досягнення межі емульгування, при цьому значення точок інверсії складають 55–58 об. од., а стійкість складає 100 %. Використання композицій з додаванням суміші йота карагінану та капа карагінану забезпечують 100 % стійкість з відносно великою вологоутримуючою здатністю емульсії.

Можливість зміни колоїдного стану емульсій на основі альгінатів, додавання в систему іонів кальцію дозволяє спрогнозувати технологію нових фаршевих виробів за

двома напрямками. Згідно першому напрямку є можливість наповненням січених м'ясних мас та котлетного фаршу термостабільною попередньо структурованою емульсією, де термостабільна структурована емульсія додається до системи у якості подрібнених шматочків, що за органолептичними показниками імітує сало-сирець.

Друга технологія передбачає отримання більш гомогенних систем, де м'ясний фарш і емульсія являють собою однорідну систему, у якій полісахарид структурується одночасно з утворенням технологічної попередньо утвореної структурованої емульсії. На рис. 4. наведено модель технології січених виробів з використанням попередньо структурованої емульсії (введення солі кальцію через рецептурний вміст олії).



Рис. 4. Модель технологічної схеми виробництва м'ясних січених виробів з використанням попередньо структурованої емульсії

За таких умов перехід іонів  $\text{Ca}^{2+}$  із жирової фази у водне дисперсійне середовище фаршу затруднене і іонний перехід характеризується низькою швидкістю його структуроутворення. Це дозволяє спланувати та розглянути технологічний процес в часі, що є доцільним за даних умов виробництва.

За другою схемою на рис. 5. наведено модель технології процесу отримання січених виробів на основі емульсії з використанням безпосередньо структурованого альгінату натрію в середині фаршевого виробу.

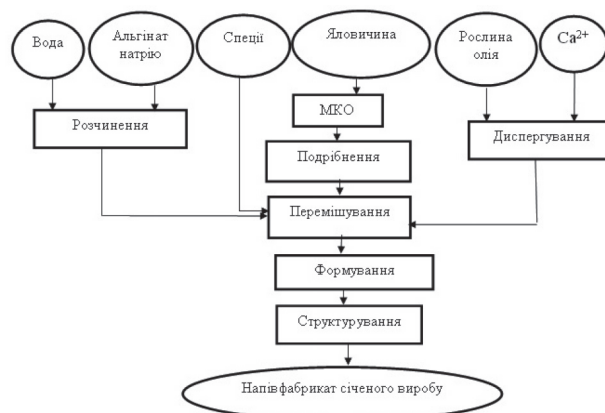


Рис. 5. Модель технологічної схеми виробництва м'ясних січених виробів з емульсійною структурою за введення живлячої солі через дисперсійне середовище

Для порівняльної характеристики двох вищезазначених технологій доцільно навести порівняльну харак-

теристика швидкості структуроутворення у технології виробництва січених виробів з емульсійною структурою за введенням зшиваючої солі через жирову фазу (1) та у технології виробництва січених виробів з емульсійною структурою за введення зшиваючої солі через дисперсійне середовище (2). Як видно (рис. 6), за технології введенням зшиваючої солі через жирову фазу (1) швидкість структуроутворення значно нижче, ніж за технології виробництва січених виробів з емульсійною структурою (де введення зшиваючої солі через дисперсійне середовище) (2):

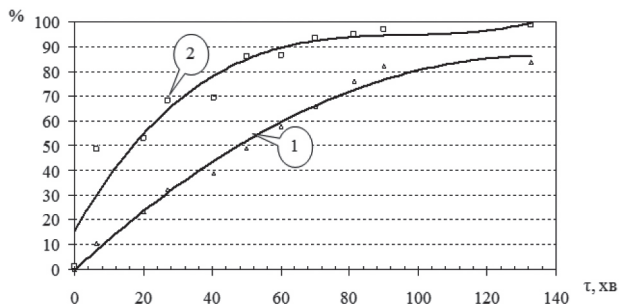


Рис. 6. Залежність швидкості структуроутворення фаршевих систем введенням зшиваючої солі через жирову фазу (1) та через дисперсійне середовище (2)

Розробка нових харчових продуктів вимагають використання функціональних інгредієнтів, які можуть забезпечити стабільність, потрібну текстуру та консистенцію. Даний напрям технології є дуже перспективним, адже створення структурованих термостабільних продуктів на основі жирових емульсій з альгіновим структуроутворювачем дозволить їх використовувати в технології м'ясних січених виробів з подальшою термообробкою.

## 5. Апробація результатів

Апробація результатів досліджень у якості нових видів продукції демонструвалися на 3-й спеціалізованій виставці «Освіта Слобожанщини-2012» 11–13 квітня 2012 р.; у спеціалізованій виставці «Освіта Слобожанщини-2012». 3–5 жовтня 2012 р.; у виставці наукових розробок в межах науково-практичного Форуму «Наука і бізнес – основа розвитку економіки». 11–12 жовтня 2012 р.; у міжнародній виставці «Продукти питания», «Фестиваль напитков», «Ресторанный бизнес», «Технологии и оборудование». 14–17 вересня 2012 р.; у спеціалізованій виставці з міжнародною участю «Освіта Слобожанщини та кіберпростір-2013». 4–6 квітня 2013 р.; у пілотному проєкті «Ніч науки» під патронатом Харківського міського голови Геннадія Кернеса 28 вересня 2013 р.

## 6. Висновки

Таким чином можна зробити висновки, що розробка, створення та дизайн нових харчових продуктів вимагають використання функціональних інгредієнтів, які можуть забезпечити стабільність, потрібну текстуру та консистенцію.

Особливо це стосується наповнювачів, які часто стають основою інновацій, задовольняючи новим смаком перевагам споживчого ринку.

Створення структурованих термостабільних продуктів на основі жирових емульсій з альгіновим структуро-

утворювачем дозволить їх використовувати в технології кулінарної продукції з високою термостійкістю. Це можливо завдяки науковому обґрунтуванню технології структурованих термостабільних емульсій на основі іонотропних полісахаридів, за визначення закономірності емульсієутворення та золь-гель переходу під впливом солей кальцію.

На підставі встановлення закономірностей впливу харчових інгредієнтів на властивості харчових систем доведено доцільність уведення цих компонентів у певному відсотковому співвідношенні у фаршеві вироби. Шляхом дослідження стійкості та стабільності емульсій та вологостримуючої здатності розробляються рекомендації з використання структурованої емульсії. Нами спрогнозована модель технологічного процесу січених м'ясних виробів з покращеними органолептичними та фізико-хімічними показниками на основі структурованих емульсій.

## Література

1. Бутко, М. П. Руководство по ветеринарно-санитарной экспертизе и гигиене производства мяса и мясопродуктов [Текст] : вибр. твори / под ред. М. П. Бутко, Ю. Г. Костенко. — М., Антиква. 1994. — 525 с.
2. Кудряшева, А. А. Пицца XXI века и особенности ее создания [Текст] / А. А. Кудряшева // Пищевая пром-сть. — 2000. — № 1. — С. 66–68.
3. Кочеткова, А. П. Современная теория позитивного питания и функциональные продукты [Текст] / А. П. Кочеткова, А. Ю. Колесников // Пищевая пром-сть. — 1999. — № 4. — С. 7–10.
4. Козин, И. И. Применение эмульсий в пищевой промышленности [Текст] / И. И. Козин. — М.: Пищевая пром-сть, 1966. — 251 с.
5. Culture of the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) in the Republic of Korea [Text] / Training manual. — № 2. — 64 p.
6. Angelo Allen, J. St. A brief introduction to food emulsions and mulsifiers [Text] / Angelo Allen // Food Emulsifiers: Chem., Technol., Funct, Prop. And Appl. Amsterdam etc. — 1989. — P. 1–8.
7. Blenford, D. Water binding agents [Text] / Don Blenford // Food Ingredients and Process. — 1992, June. — P. 8–9.
8. Thickening and Gelling Agents for food [Text] / Editer by Alan Imeson. — Academie & Profeccional, UK. — 1994. — P. 343–389.
9. De Conick, V. Maltodextrin as partial fat replacement in salad dressings and margarine [Text] / V. De Conick, J. Vanhemelrick // Food Ingredients Eur. Conf. Proc. — 1991. — № 5. — P. 512–516.
10. Lawsan, P. Use of carbohydrates as fat replacers [Text] / P. Lawsan // Food Ingredients and Process. — June 1992. — P. 150–157.
11. Sudhacar, V. Starch-galactomannan interactions — functionality and rheological aspects [Text] / V. Sudhacar, R. S. Singal, P. R. Kulkarni // Food Chem. — 1996. — Vol. 55, № 3. — P. 259–264.
12. Fat absorbtion method centrifuge [Text] / Analitical Metods. — Central Soya Co. Inc. — 1973. — 3 p.
13. Fuknshima, M. Use of phosphates in cheese processing. Phosphates in model systems Milchwissenschaft [Text] / M. Fuknshima, F. M. De Man. — 1972. — Bd. 27. — № 8. — P. 473–477.
14. Edwards, B. Products and applications for emulsifying and gelling agents [Text] / Bill Edwards // Confections (Gr. Brit). — May 1998. — P. 26–28.



**ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РУБЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРУКТУРИРОВАННЫХ ЭМУЛЬСИЙ**

Одной из важнейших задач современной науки является получение материалов с заданными механическими свойствами и структурой. Перспективным сырьем для производства структурированных продуктов является использование эмульсий альгинатов с остатками кальция. На данном этапе развития пищевой технологии используется широкий спектр новых технологий, к которым относится эмульгирование различного сырья, а именно полисахаридов, для получения принципиально новых продуктов.

**Ключевые слова:** эмульсия, структурообразование, натрия альгинат, эмульгирующая способность.

*Нечепуренко Кристина Борисовна, аспирант, кафедра технологий харчування, Харківський державний університет харчування та торгівлі, Україна, e-mail: Klyntik@yandex.ru.*

*Пивоваров Павло Петрович, доктор технічних наук, професор, кафедра технології харчування, Харківський державний університет харчування та торгівлі, Україна, e-mail: psub@ukr.net.*

*Нечепуренко Кристина Борисовна, аспірант, кафедра технології питанія, Харківський державний університет питанія і торгівлі, Україна.*

*Пивоваров Павел Петрович, доктор технических наук, профессор, кафедра технологии питания, Харьковский государственный университет питания и торговли, Украина.*

*Nechepurenko Krystyna, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Ukraine, e-mail: Klyntik@yandex.ru.*

*Pivovarov Pavlo, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Ukraine, e-mail: psub@ukr.net*

УДК 665+665.761/765

**Ал-Хаддад Амир Т. Джасим,  
Киселёва-Логина Е. В.,  
Ижак А. В.,  
Исак А. Д.,  
Попов Е. В.**

## НОВАЯ ДОБАВКА К АВТОМОБИЛЬНЫМ БЕНЗИНАМ

*Разработана многофункциональная кислородсодержащая добавка к автомобильным бензинам и к дизельному топливу. Присадка сочетает устойчивость к термическим воздействиям, обладает высокими поверхностно-активными свойствами, позволяет гомогенизировать систему бензин — вода — спирт. Доказано межмолекулярное взаимодействие спиртов с этаноламинами в присутствии неионогенного поверхностно-активного вещества, с образованием устойчивой системы. Такая система повышает класс опасности (умеренно-опасные вещества), является безопасной для человека и биоразлагаемой.*

**Ключевые слова:** кислородсодержащие добавки, алифатические спирты, поверхностно-активные вещества, система бензин — вода — спирт.

### 1. Введение

Среди проблем, связанных с антропогенным воздействием технического прогресса на окружающую среду, проблема сокращения вредных выбросов в атмосферу автомобильным транспортом занимает первое место. Автомобильный транспорт вносит самый большой вклад в выбросы в атмосферный воздух. Основными загрязняющими компонентами являются окись углерода, несгоревшие углеводороды и окислы азота, количество которых зависит от состава и полноты сгорания топлива.

### 2. Анализ литературы

Зарубежный опыт свидетельствует о том, что улучшение экологии городов связано в большой мере с переходом на эксплуатацию автомобилей, оборудованных каталитическими нейтрализаторами и применением топлив с улучшенными экологическими свойствами и, в частности — с использованием кислородсодержащих добавок, — в основном, на основе алифатических спиртов C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub>.

Результаты испытаний, проведенных Европейской ассоциацией производителей кислородсодержащих добавок к топливам, показывают, что автомобили, работающие

на топливе, содержащем до 30 % кислородсодержащих добавок, по эксплуатационным характеристикам не уступают машинам, потребляющим чисто углеводородное топливо. При этом отмечено снижение выбросов оксида углерода более чем на 30 %, несгоревших углеводородов на 15 %; позволяет вывести из состава бензина канцерогенный бензол. Многолетний опыт эксплуатации автомобильных бензиновых двигателей, использующих спиртосодержащие бензины, позволил существенно оздоровить экологическую обстановку, с одной стороны, и сократить потребность в нефти с другой. Учитывая, что запасы нефти на планете крайне ограничены, а спирты фракции C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub> могут быть получены из постоянно возобновляемых источников — растительного сырья, биомассы, а также угля, бытовых отходов, производство бензинов с использованием кислородсодержащих добавок является перспективным.

Положительные свойства спиртовых топлив полностью проявляются при использовании их в чистом виде. Благодаря высокой степени сжатия и работе на бедной смеси достигается высокая эффективность работы двигателя и низкое содержание NO<sub>x</sub> в отработавших газах при эксплуатации двигателей с искровым зажиганием. Однако для этого требуется разработка специального