

## DEPARTMENT OF PROCESSES AND APPARATUS OF FOOD PRODUCTIONS OF NUFT. ACHIEVING OF SCIENTIFIC SCHOOL OF PROFESSOR V.N. STABNIKOV

A. Martsenyuk, A. Shevchenko, I. Malezhik, V. Zav'yalov  
National university of food technologies

Key words:	ABSTRACT
Scientific school Faculty «Processes and apparatus of food productions» the textbook Contact devices Mass transfer Updating of phases contact surface	The important role of faculty, followers of scientific school of professor V.N. Stabnikov «Theory and practice of processes of mass transfer in food productions» in creation and development of science «Processes and apparatus of food productions», as theoretical basis of food technologies is shown. The information on the basic directions of the scientific researches which are carried out on faculty is submitted. Theoretical basis of scientific development of faculty became offered to V.N.Stabnikov the concept about updating of a phases contact surface at mass transfer in gas-liquid systems. According to this conception deciding influence on an intensification of mass transfer is rendered pulsing jets of streams which will penetrate from depth to an phases interface. Pulsations destroy inactive a film near an interface, update this surface, involve in process of diffusion fresh elements of a stream and considerably accelerate interphase mass transfer.
<b>Article history:</b> Received 10.02.2014 Received in revised form 27.03.2014 Accepted 1.04.2014	
<b>Corresponding author:</b> tmjpt_xp@ukr.net	

## КАФЕДРА ПРОЦЕСІВ І АПАРАТІВ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ НУХТ. ДОСЯГНЕННЯ НАУКОВОЇ ШКОЛИ ПРОФЕСОРА В.М. СТАБНІКОВА

О.С. Марценюк, О.Ю. Шевченко, І.Ф. Малежик, В.Л. Зав'ялов  
Національний університет харчових технологій

Показано важливу роль співробітників кафедри, послідовників наукової школи професора В.М. Стабнікова «Теорія і практика процесів масообміну в харчових виробництвах» у створенні і розвитку науки «Процеси і апарати харчових виробництв», як теоретичної основи харчових технологій.

**Ключові слова:** наукова школа, кафедра, підручник «Процеси і апарати харчових виробництв», контактні пристрої, масообмін, оновлення поверхні контакту фаз.

© О.С. Марценюк, О.Ю. Шевченко, І.Ф. Малежик, В.Л. Зав'ялов, 2014

Кафедра процесів і апаратів харчових виробництв створена в Київському технологічному інституті харчової промисловості у вересні 1951 р. З часу створення і до 1988 р. кафедрою завідував Всеволод Миколайович Стабніков. З 1988 р. кафедрою очолював учень В.М. Стабнікова Іван Федорович Малежик, а з 2008 р. — Олександр Юхимович Шевченко. Усі завідувачі кафедри — доктори технічних наук, професори, лауреати Державних премій України, внесли значний вклад у розвиток і впровадження у виробництво досягнень науки «Процеси і апарати харчових виробництв».

*У 1993р. навчальній лабораторії з процесів і апаратів присвоєно ім'я професора В.М. Стабнікова та визнано наукову школу професора В.М. Стабнікова «Теорія і практика процесів масообміну в харчових виробництвах».*

Нині на кафедрі працюють викладачі: професори, доктори технічних наук: І.Ф. Малежик, В.Р. Кулінченко, О.С. Марценюк, Л.М. Мельник, професори, кандидати технічних наук, В.Л. Зав'ялов, В.С. Бодров, кандидати технічних наук, доценти Л.В. Зоткіна, А.В. Копиленко, І.В. Дубковецький, Ю.В. Запорожець, Т.Г. Мисюра, Н.А. Ткачук, М.М. Масліков.

За роки існування кафедрою підготовлено 18 докторів і більше 100 кандидатів технічних наук. Головним напрямом навчальної роботи кафедри є підготовка фахівців з високим професійним рівнем, виховання та закріплення у них активної життєвої позиції.

*Перший у світовій практиці підручник «Процессы и аппараты пищевых производств», який ознаменував створення нової однойменної науки, був написаний у 1959 р. колективом авторів кафедри процесів і апаратів КТХП у складі професорів В.М. Стабнікова, В.Д. Попова, асистента Ф.А. Редько. Він перевидавався чотири рази. При цьому колектив авторів поповнився професором В.М. Лисянським. Третє видання підручника відмічено Державною премією України. Підручник перекладено і видано польською (двічі), німецькою і китайською мовами. Крім цього підручника, колективом кафедри за редакцією В.М. Стабнікова видано підручник українською мовою «Процеси і апарати харчових виробництв» (1975 р.).*

Із навчальних посібників, підготовлених колективом кафедри за редакцією В.М. Стабнікова, слід назвати лабораторний практикум «Процессы и аппараты пищевых производств», збірник задач «Процеси і апарати харчових виробництв», посібник з проектування.

Викладання всіх дисциплін за напрямом «Процеси і апарати харчових виробництв» повністю забезпечене навчальною та науково-методичною літературою, створеною викладачами кафедри. Підручниками і навчальними посібниками, підготовленими кафедрою, користувались студенти НУХТ та інших навчальних закладів України, Росії, Молдови і Білорусії.

*Основними напрямками наукових розробок кафедри з перших років її створення стали дослідження масотеплообміну при ректифікації, абсорбції, кристалізації і сушінні, застосування вібрації і перемішування для інтенсифікації цих процесів, моделювання та оптимізація процесів з метою створення високоефективного обладнання для різних галузей харчових виробництв, які згодом переросли у всесвітньо відому наукову школу, теоретичною базою якої стала запропонована В.М. Стабніковим теорія оновлення поверхні контакту фаз.*

В.М. Стабніков вважав, що подібні умови контакту у міжтарілковій зоні ректифікаційних колон досягаються лише тоді, коли створені умови подібності для оновлення поверхні міжфазного контакту. Він писав *«Саме ця, заново утворювана поверхня має вирішальну роль у процесі дифузії, а не загальна поверхня контакту між фазами, як це вважається звичайно. Це стане зрозумілим, якщо ми врахуємо, що при оголенні нових шарів рідини приводимо в контакт свіжі, які ще не приймали участі в дифузії, елементи».* Ця нова поверхня у запропонованому критеріальному рівнянні була виражена в  $\text{м}^2/(\text{с}\cdot\text{кг})$ , тобто кількістю нової поверхні, яка утворюється за секунду на кожний кілограм взаємодіючої парової фази і враховувала часову характеристику процесу.

У той час у світовій науці відбувався перехід від статичної до вивчення кінетики процесів. *Введення часової характеристики оновлення поверхні стосувалось уже подальших ідей розвитку технологічної науки від кінетики до динаміки, випереджаючи на півстоліття перехід до активного вивчення динаміки процесів у 1970-1980р.р.*

*Важливим науковим аспектом теорії «оновлення» було введення в характеристику процесу масообміну коефіцієнта поверхневого натягу на границі між рідкою і газовою фазами, а також фактора «стійкості піни». На статистику процесів ці величини не впливали і тому раніше не враховувались. При вивченні кінетики на поверхневий натяг зверталось мало уваги, оскільки більшість науковців досліджували свою конкретну систему у межах мало відчутної зміни величини коефіцієнта поверхневого натягу.*

Лише в 1960–1970 р.р. при узагальненні значень кінетичних коефіцієнтів масопередачі в системах з різним поверхневим натягом зіткнулись з необхідністю врахувати цю величину.

*Професором В.М. Стабніковим вперше у світовій практиці були запропоновані і під його керівництвом дослідженні, виготовлені і впроваджені доцентами М.І. Штромило і А.Д. Сергєєвим провальні тарілки для переробки у бражних колонах біохімічних і спиртових заводів зернових і м'ясних бражок, які містять тверді частинки і швидко забивають осадами тарілки інших типів.*

Для створення методів розрахунку брагоректифікаційних установок, колони яких з метою повторного використання теплоти нагрівної пари працюють під різним тиском, О.Г. Муравською, Т.Б. Процюк, та Н.М. Ющенко під керівництвом В.М. Стабнікова були вперше експериментально встановлені дані рівноважного складу системи етанол-вода при кипінні за атмосферного та за інших тисків.

*Вперше у промисловій практиці ректифікації етанолу в 1973 році на Лужанському спиртовому заводі застосовано дослідженні І.Ф.Малежиком, П.М. Нимировичем та П.В.Наришковым, клапанні тарілки, які поєднують переваги ситчастих і ковпачкових тарілок.*

Доцільність роботи ректифікаційних колон у контрольованих циклічних режимах під керівництвом професора В.М. Тарана досліджували А.В. Копиленко і В.М. Малета. Контактні пристрої, розроблені в останні роки В.М. Малетою, запатентовані в Європі і США. *Впроваджена вперше у світовій практиці у 2012 р. у промисловість бражна колона з такими контактними пристроями забезпечує ідеальне перемішування рідини на тарілках і ідеальне витіснення рідини при перетіканні з тарілки на тарілку, має вдвічі меншу кількість тарілок і на чверть меншу витрату пари.*

Перші дослідження колонних апаратів з плівковою течією рідини виконували професори П.С. Циганков і О.П. Ніколаєв. Досліджуючи плівкову течію у вертикальних круглих трубах, професор О.П. Ніколаєв вперше запропонував для інтенсифікації процесів масообміну застосувати спіральні вставки, які закручують газорідний потік. Ефективність перфорованих плоскопаралельних регулярних насадок, які мають низький гідравлічний опір і невисокі енергетичні витрати на прокачування газової фази вивчав доцент О.С. Марценюк. Він розробив і дослідив принципово нові для світової практики процесів масообміну при ректифікації і абсорбції різновиди насадок із зубчастими отворами і зубчастими просіченими пелюстками, при використанні яких реалізується краплинно-плівкова течія рідини. Проведенні дослідження показали суттєвий вплив поверхневих явищ на характер краплинно-плівкової течії та на ефективність масообміну.

Один з перших учнів В.М. Стабнікова професор П.С. Циганков вважався неперевершеним фахівцем в Україні та за її межами у вирішенні питань теорії і практики роботи брагоректифікаційних установок. Він розробив ряд схем установок для розгонки головної фракції, займався питанням використання відходів спиртового виробництва, зокрема використання головної фракції, як домішки до пального двигунів внутрішнього згорання, та ін.

З метою повторного використання теплоти нагрівної пари під керівництвом професора П.С. Циганкова вперше створено брагоректифікаційну установку непрямої дії, в якій спиртова колона працює при розрідженні, обігріваючись теплотою пари, що виходить з бражної колони. У спиртовій колоні створюється більш м'який температурний режим, внаслідок чого в ній уповільнюються хімічні реакції утворення нових домішок, які погіршують якість спирту.

*За цикл праць з наукового обґрунтування, розроблення та впровадження ресурсозбережної технології і апаратури для ректифікації спирту група співробітників університету у 1998 р. була відзначена Державною премією України в галузі науки і*

техніки. Лауреатами цієї премії в числі авторського колективу стали професори кафедри В.М. Стабніков (помертено), П.С. Циганков і І.Ф. Малежик. На момент відзначення циклу праць нагородою результати теоретичних, конструкторських і виробничих досліджень за вказаною тематикою були опубліковані у 20 монографіях і 600 статтях у наукових журналах та захищені п'ятьма патентами і 60 авторськими свідоцтвами на винаходи.

Дослідження в галузі екстрагування виконувались під керівництвом професора В.М. Лисянського, який створив за цим напрямом наукову школу з екстрагування, якою підготовлено більш як 20 кандидатів технічних наук. З часом частина його учнів — А.П. Верхола, М.М. Пушанко, М.С. Карпович, С.П. Циганков, А.І. Фельдман — захистили докторські дисертації, очолили кафедри, лабораторії і продовжують плідну роботу в наукових закладах України, співпрацюючи з ученими Росії, Молдови, Узбекистану та інших країн.

Зосереджуючи наукові сили на проблемах інтенсифікації процесів сушіння доцентами В.С. Бодровим і В.Л. Зав'яловим на кафедрі створена кафедральна сушильна науково-дослідна лабораторія, яка оснащена барабанною, розпилювальною, циркуляційною і кондуктивною двовалковою сушарками. На цих пілотних установках досліджуються кінетичні характеристики сушіння дисперсної твердої сировини, екстрактів, паст. Послугами сушильної науково-дослідної лабораторії користуються науковці кафедр університету та інших установ.

Співробітники кафедри брали активну участь у дослідженні інтенсифікації процесів масообміну методом перемішування та застосування коливань. Вперше запропонував застосування низькочастотних коливань для інтенсифікації різних процесів харчової технології професор М.О. Буренков. Доцент П.П. Лобода із співробітниками (доценти Ю.В. Карлаш, В.Л. Зав'ялов та ін.) провели глибокі дослідження теоретичних основ інтенсифікуючої дії низькочастотних механічних коливань на процеси перенесення у рідких середовищах. На основі встановленого Шліхтінгом рівняння поширення пульсуючого струменя П.П. Лобода розрахував (1997 р.) із точністю до восьми значущих цифр фундаментальні фізичні константи (швидкість світла, газіву сталу, сталу Больцмана, сталу Планка та ін.), чим підтвердив єдність закономірностей технологічних процесів із системою понять і законів молекулярної фізики і квантової механіки. Користуючись поняттями про мікро- і макроперемішування та час гомогенізації П.П. Лобода разом з О.В. Черніковим розробили теоретичні основи розрахунку емальованих апаратів з мішалками.

Глибокі теоретичні дослідження фізичної суті механізму інтенсифікуючої дії вдування водяної пари в дифузійний сік, виконані П.М. Немировичем, Л.М. Хомічаком, А.М. Матіящуком і М.М. Желінською, довели кавітаційну природу динамічних ефектів, які виникають у потоці рідини під час вдування пари і дали змогу зробити математичну модель динаміки парової бульбашки в потоці рідини.

У 1998 р в Болгарії опубліковано болгарською мовою навчальний посібник «Проектирование процессов и аппаратов пищевой и биотехнологической промышленности», співавторами якого є викладачі Пловдивського технологічного інституту і кафедри процесів і апаратів НУХТ (О. Марценюк, П. Немирович, П. Циганков, О. Ніколаєв, П. Лобода, В. Задніпраний). Викладачі кафедри надавали допомогу в підготовленні наукових та інженерних кадрів в інших країнах, працюючи по кілька років в Алжирі, Гвінеї на Кубі. Під керівництвом професора О.П. Ніколаєва і професора П.М. Немировича підготовлено по два кандидати наук із республіки Куба, під керівництвом професора І.Ф. Малежика підготовлено два доктори і чотири кандидати технічних наук із республіки Молдова.

Після 50-річчя створення кафедри (2001 р) школа професора В.М. Стабнікова «Теорія та практика процесів масообміну в харчових виробництвах» розвивається у таких напрямках:

- теорія і практика ректифікації етилового спирту;
- екстрагування цільових компонентів рослинної сировини;
- використання сорбційних процесів для удосконалення технологічних процесів;
- інтенсифікація технологічних процесів за допомогою низькочастотних коливань та кавітації;
- математичне моделювання та оптимізація процесів масообміну;

- сушіння харчових продуктів і напівфабрикатів;
- узагальнення питань масообміну і створення наукової та навчальної літератури.

Науковці кафедри удосконалюють існуючі та створюють нові способи інтенсифікації процесів масотеплообміну, пов'язані з оновленням поверхні контакту фаз.

Розвиваючи ідеї В. М. Стабнікова, деякі узагальнення закономірностей інтенсифікації масообміну в газорідних апаратах з регулярними насадками розглянуті О.С. Марценюком. До них відносяться: доцільність застосування гравітаційної краплинно-плівкової течії рідини замість плівкової, використання поверхневих явищ (зв'язаних з поверхневим натягом), застосування коливально-хвильових явищ, у тому числі уповільнених стрибків ущільнення.

Через поверхневі рухи поверхневий натяг поєднує гідродинамічні і тепломасообмінні характеристики системи і є параметром, що відноситься не до окремої фази, а характеризує стан міжфазної поверхні, об'єднуючи параметри суміжних фаз, і вказує на здатність поверхні до міжфазного обміну. Поверхневий натяг — параметр кінетики процесу, який зв'язує гідродинаміку, тепло- і масообмін в одне ціле і повинен враховуватись у системах, у яких обумовлюючий лінійний розмір сумірний з розміром капілярної сталої або менший за неї.

Взаємозв'язок між параметрами системи можна проілюструвати прикладом утворення концентраційних хвиль в газорідній системі. Наприклад, якщо у якість точці системи внаслідок масообміну певна кількість компонента переходить з газової фази в рідку то при цьому зменшується об'єм однієї фази і збільшується об'єм іншої фази. Нестационарна зміна об'єму фази супроводжується утворенням концентраційної хвилі, яка поширюється з певною швидкістю (різною в рідкій і газовій фазах). Поширення хвиль (пульсаційних рухів) в газорідному середовищі інтенсифікує тепломасообмін у тих зонах, через які проходять хвилі. Таким чином, через коливально-хвильові явища здійснюється просторово-часовий зв'язок між інтенсивністю перебігу процесу в різних зонах середовища. Зв'язок між процесами перенесення вказує на те, що моделювання тепломасообмінних процесів на гідродинамічних стендах є приблизним, бо не враховує прямих і зворотних просторово-часових зв'язків між гідродинамікою і тепломасообміном.

Результати цих досліджень опубліковані в монографіях: А.С. Марценюк «Інтенсифікація масообміну в апаратах з регулярними насадками» (2012 г.), Марценюк А.С., Поддубный В.А. и др. «Масообменные противоточные насадочные аппараты» (2014 г.).

Під керівництвом доцента В.Л. Зав'ялова співробітники кафедри Т.Г. Мисюра, Н.В. Попова і Ю.В. Запорожець захистили дисертації, стали доцентами і проводять подальші експериментальні дослідження впливу низькочастотних механічних коливань у системі рідина — тверде тіло на інтенсифікацію масообміну в процесі екстрагування цільових компонентів із рослинної сировини кореневого, трав'яного і плодово-ягідного походження та відходів рослинної сировини.

Професор В.Р. Кулінченко досліджує теплообмін при кипінні розчинів і суспензій з різними теплофізичними параметрами в часі і просторі. За результатами досліджень опубліковано монографії: Кулінченко В.Р. Мирончук В.Г. «Промышленная кристаллизация сахаристых веществ» (2012 г.); Кулінченко В.Р. Ломейко О.П. «Термодинаміка. Аналіз дійсних термодинамічних циклів» (2012 р.); Кулінченко В.Р. Шевченко О.Ю. та ін. «Гідродинамічні та гідромеханічні системи керування» (2013 р.); Кулінченко В.Р. Шевченко О.Ю. «Теплопередача з елементами масообміну» (2014 р.).

Процеси низькотемпературного охолодження харчових продуктів досліджує доцент М.М. Масліков.

З 2000 р. сформувався новий перспективний напрям наукових робіт, зв'язаних з використанням дешевих природних адсорбентів мінеральних родовищ України для очищення від небажаних домішок водних розчинів етанолу, питної і технологічної води, плодово-овочевих і фруктових соків. Разом з професором Л.М. Мельник у цьому напрямі працюють доцент Н.А. Ткачук та доцент кафедри технології консервування С.В. Матко.

Професор О.Ю. Шевченко досліджує підвищення ефективності харчових виробництв за допомогою створення перехідних режимів у газорідних середовищах.

Перехідні режими, створені, наприклад, різким зниженням тиску у біологічних системах, попередньо насичених діоксином вуглецю, дозволяють реалізувати режими взаємодії складових частин середовищ, подібні процесам адіабатного кипіння з руйнуванням біологічних структур на міжклітинному і клітинному рівнях. Це дає можливість обмежити температурні режими і зберегти вітамінні, ферментні і біологічні компоненти під час добування соку, екстрагування, виробництва продуктів дитячого харчування.

На основі теоретичних розрахунків і проведених досліджень *вперше запропоновано і впроваджено технологію глибокого (до клітинного рівня) руйнування структури сировини рослинного походження способом насичення рідкої фази діоксином вуглецю під тиском 0,3...0,6 МПа і наступної швидкої десатурації*. Сумарний економічний ефект від впровадження результатів розробок у різні галузі виробництва склав понад 4,3 млрд грн.

За цикл робіт за темою «Інноваційні технології підвищення харчових виробництв» колектив науковців НУХТ, і серед них О.Ю. Шевченко, відзначений Державною премією України в галузі науки і техніки за 2012 рік.

За результатами виконаних робіт опубліковано монографії: А.І. Соколенко, О.Ю. Шевченко, В.А. Піддубний «Інтенсифікація масообмінних процесів у харчових і мікробіологічних технологіях» (2008р.); А.І. Соколенко, О.Ю. Шевченко, В.А. Піддубний, К.Р. Васильківський «Фізико-хімічні методи обробки сировини і стабілізації харчових продуктів» (2009р); В.А. Домарецький, В.А. Поддубный, А.Е. Шевченко, Р.Н. Леус «Технологические процессы в пищевой промышленности» (2012г.); А.И. Соколенко, А.Е. Шевченко, В.А. Поддубный и др. «Продукты питания» (2010г.); В.А. Домарецький, А.М. Куц, О.Ю. Шевченко та ін. «Біологічні та фізико-хімічні основи харчових технологій» (2011р); А.І. Соколенко, Н.А. Мазуренко, О.Ю. Шевченко та ін. «Інтенсифікація тепломасообмінних процесів у харчових технологіях» (2011р.).

Виконані співробітниками кафедри дослідження знаходять відображення при виданні нових підручників і навчальних посібників. Так, *у виданий у 2003 р. підручник з процесів і апаратів харчових виробництв увійшло сформульоване В.М. Стабніковим положення про оновлення поверхні контакту фаз, яке пояснює механізм прискорення перенесення субстанції в технологічних процесах, введені поняття про мікро- і макроперемішування середовищ малої і помірної в'язкості та зонне перемішування високов'язких середовищ з акцентуванням уваги на тому що для перемішування цих середовищ використовуються пристрої різної будови і різні методи розрахунку. Описана будова вібраційних мішалок, які створюють транспортувальний ефект. Розділ «Випарювання» доповнено описанням сучасних випарних плівкових апаратів з пластинчастою нагрівальною камерою та роторних апаратів.*

У виданий у 2011 р. підручник до основних понять про процес, рушійну силу і швидкість процесу, на яких базується наука і які об'єднують її в одне ціле, додана відома з мікробіології *логістична крива, за допомогою якої описується характер перебігу будь-якого процесу у природі, у тому числі технологічного процесу. Загальні закони збереження маси і енергії доповнені законом збереження кількості руху, який є основою розгляду більшості механічних і гідромеханічних процесів.*

*Підручник доповнено розділом «Культування мікроорганізмів», що не тільки об'єднує в одне ціле гідромеханічні, теплові і масообмінні процеси, а й відповідає назві спеціальності на здобуття наукового ступеня.*

У 2012 році за редакцією професора І.Ф. Малежика *видано навчальний посібник «Курсове проектування», в якому на основі сучасних досягнень науки, викладені основи проектних розрахунків апаратів і установок для проведення типових процесів харчових виробництв. Порівняно з виданим у 1981 році посібником за редакцією В.М. Стабнікова, у новому посібнику значно оновлено розрахунковий матеріал, подана будова сучасних апаратів, розширені додатки, збільшена кількість розділів.*

Таким чином, науковою школою професора В.М. Стабнікова «Теорія і практика процесів масообміну в харчових виробництвах» створена наука «Процеси і апарати харчових виробництв», видано перший і наступні видання підручників та всіх видів навчальних

посібників для вивчення даної науки і проведено широкий комплекс досліджень для її розвитку. Нині співробітники кафедри процесів і апаратів харчових виробництв НУХТ, послідовники школи В.М. Стабнікова, вносять значний вклад у розвиток цієї важливої для харчової промисловості науки, яка є теоретичною основою створення нових і удосконалення існуючих харчових технологій.

## **КАФЕДРА ПРОЦЕССОВ И АППАРАТОВ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ НУПТ. ДОСТИЖЕНИЕ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ ПРОФЕССОРА В.М. СТАБНИКОВА**

**А.С. Марценюк, А.Е. Шевченко, И.Ф. Малежик, В.Л. Зав'ялов**

*Национальный университет пищевых технологий*

*Показана важная роль сотрудников кафедры, последователей научной школы профессора В.М. Стабникова «Теория и практика процессов массообмена в пищевых производствах» в создании и развитии науки «Процессы и аппараты пищевых производств», как теоретической основы пищевых технологий.*

**Ключевые слова:** *научная школа, кафедра, ученик «Процессы и аппараты пищевых производств», контактные устройства, массообмен, обновление поверхности контакта фаз.*