

ХАРЬКІВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ТЕХНОЛОГІЙ
ТА ОРГАНІЗМІН ХАРЧУВАННЯ

На презах рукопису

ФАЛЬКО Леонід Григорович *Л. Фалько*

**ВІБРОАДГЕЗІЙНА СЕПАРАЦІЯ СИПКИХ ХАРЧОВИХ
ПРОДУКТІВ**

Спеціальність 05.18.12 - процеси та апарати
харчових виробництв

Автореферат
дисертації на здобуття наукового
ступеня кандидата технічних наук

Харків 1996



00760162 (M)

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Донецькому комерційному інституті.

Науковий консультант: доктор технічних наук, професор
ЗАПЛЕТНИКОВ Ігор Михайлович

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
КОВАЛЕНКО ВІКТОР ІВАНОВИЧ,
кандидат технічних наук, доцент
ПОПЕРЕЧНИЙ Анатолій Микитович

Провідна організація: Полтавський кооперативний інститут

Захист відбудеться "19" квітня 1996 р. об 11⁰⁰ годині
на засіданні спеціалізованої вченої ради К 02.34.02 в Харківській
Державній Академії технології та організації харчування за адре-
сою: 310051, м.Харків, вул.Клочківська, 333.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Харківської державної
академії технології та організації харчування за адресою: 310051, м.Харків,
вул. Клочківська, 333.

Автореферат розіслано "14" березня 1996 р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради кандидат технічних наук

В.М. Михайлов

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.

Актуальність роботи. До найбільш поширених сипких харчових продуктів відносяться пшеничне борошно, цукрова пудра та картопляний крохмаль. У технології виробництва та переробки цих харчових сипких мас передбачений процес їх сепарації. В кількісному відношенні обсяг високодисперсних сипких харчових продуктів, що підлягають сепарації, безперервно зростає як у галузях харчової промисловості, так і на підприємствах громадського харчування при виробництві хлібо-булочних, кондитерських та кулінарних виробів. Якість та обсяг виробництва готової продукції, безперечно, залежить від ефективності роботи сепаруючих машин: розсівів, буратів, просіювачів. Розмір комірок сит, а також фрікційні та адгезійні характеристики високодисперсних харчових сипких мас, що підлягають сепарації, є визначальними факторами, від яких залежать технологічна ефективність та питома продуктивність сепаруючих машин. Зменшення прохідного перетину комірок сита сприяє їх забиванню високодисперсним сипким продуктом з різко виявленими аутогезійними й адгезійними зв'язками часток між собою та з сепаруючою поверхнею. І, як наслідок, таке явище викликає зниження ефективності та питомої продуктивності процесу сепарації.

Зниження негативних наслідків адгезії та використання сил адгезійної взаємодії шару високодисперсних часток харчових сипких мас, які сепарують, з контактуючою робочою поверхнею дозволяє інтенсифікувати процес сепарації. Тому розробка нового пресивного засобу сепарації на поверхнях, які коливаються, за адгезійними властивостями часток сипких харчових мас є сучасною та практично важливою. Використання цього процесу у апаратах по виробництву та переробці сипких харчових продуктів буде сприяти зниженню їх енергоємності, збільшенню обсягу виробницт-

ка та підвищення якості готових хлібо-булочних, кондитерських та кулінарних виробів.

Мета і завдання досліджень. Головною метою дисертаційної роботи є створення та дослідження процесу віброадгезійної сепарації розробка нових конструкцій сепараторів для розділу вискокодисперсних продуктів.

Для досягнення головної мети необхідно вирішити ряд взаємопов'язаних між собою наукових завдань, а саме:

- дослідити фрикційну та адгезійну характеристики вискокодисперсних зв'язаних сипких харчових продуктів;

- обґрунтувати технічну можливість здійснення віброадгезійної сепарації за допомогою генерування штучних відривних режимів вібропереміщення шару часток вискокодисперсної фракції;

- встановити механіку процесу віброадгезійної сепарації;

- встановити межі інтервалу інтенсивності коливань сепаруючої поверхні;

- дати математичний опис процесу, який вивчається, і зробити дослідження режимів вібропереміщення грубо- та вискокодисперсної фракцій;

- отримати теоретичні залежності параметрів вібропереміщення шару часток вискокодисперсних продуктів від параметрів коливань деки та генеруючої системи штучних відривних режимів вібропереміщення;

- порівняти отримані теоретичні залежності середньої швидкості вібропереміщення шару часток вискокодисперсних фракцій різних харчових продуктів з результатами експериментальних досліджень;

- запропонувати конструктивні схеми, розробити та упровадити зразки дослідних віброадгезійних сепараторів і оцінити їх економічну ефективність.

Наукова новизна роботи полягає в наступному:

- розроблена методика досліджень коефіцієнта зовнішнього тертя для шару вискокодисперсних часток;

- розроблена методика визначення м.ж інтенсивності коливань сепаруючої поверхні в процесі віброадгезійної сепарації;

- у математичній моделі вібраційного переміщення ураховані адгезійні якості шару високодисперсних часток та вплив генеруючої системи штучних відривних режимів вібропереміщення;

- здійснено аналітичний опис переміщення шару високодисперсних часток у процесі віброадгезійної сепарації;

визначені залежності фазових кутів ковзання, відриву та падіння, а також коефіцієнта адгезії та середньої швидкості переміщення шару високодисперсних часток від параметрів коливань деки та генеруючої системи штучних відривних режимів переміщення;

- запропонована методика розрахунку параметрів розміщення відбивних пластин і польоту часток грубодисперсної фракції над сепаруючою поверхнею деки нової конструкції віброадгезійного сепаратора (а.с. 1489855 СРСР).

Практична цінність роботи полягає в розробці конструкцій віброадгезійних сепараторів для високодисперсних зв'язаних сипких харчових мас та визначенні параметрів деки і генеруючої системи штучних відривних режимів вібропереміщення, які забезпечують потрібну технологічну ефективність сепарації та максимальну питому продуктивність. Новизна технічних рішень підтверджена авторськими свідоцтвами СРСР: №№ 839619, 1131559, 1200999, 1207532, 1304923, 1470338, 1489855, 1678451. Результати роботи впроваджені на Черкаській бісквітній фабриці та млинзаводі Донецького комбінату хлібопродуктів № 1.

Апробація дисертаційної роботи. Основні положення роботи і результати досліджень доповідалися та обговорювалися на Всесоюзних міжнародних у межах СНД науково-практичних конференціях: "Проблеми впливу теплової обробки на харчову цінність продуктів харчування" (м. Харків, 197р.), "Проблеми індустріалізації громадського харчування краї

ни" (м. Харків, 1984р.), "Удосконалення методів і форм керування торгівлі та громадським харчуванням" (м. Красноярськ, 1984р.), "Теоретичні та практичні використання методів інженерної фізико-хімічної механіки з метою вдосконалення та інтенсифікації технологічних процесів харчових виробництв" (м. Москва, 1986р.), "Боротьба з негативними наслідками адгезії як один з напрямів по удосконаленню безвідмовної технології харчової промисловості" (м. Москва, 1986р.), "Науково-технічний прогрес у громадському харчуванні" (м. Москва, 1987р.), "Проблеми індустріалізації громадського харчування країни" (м. Харків, 1989р.), "Електричні методи обробки харчових продуктів і сільськогосподарської сировини" (м. Москва, 1989р.), "Механіка сипких матеріалів" (м. Одеса, 1991р.), "Перспективи розвитку масового харчування і торгівлі в умовах переходу до ринкової економіки" (м. Харків, 1994р.), на наукових конференціях професорсько-викладацького складу Донецького комерційного інституту (1975-1995рр.).

Конструкторські розробки та діючі зразки віброадгезійних сепараторів демонструвалися на Всесоюзному Конкурсі по створенню і удосконаленню торговельного обладнання (м. Москва, 1977р.), Республіканському огляді НТМ - 77 (м. Київ), Всесоюзному огляді НТМ - 78 (м. Москва), тематичній виставці "Вчені Донбасу - виробництву" (м. Москва, ВДІХ, 1986р.) та інших містах близько і далекого зарубіжжя, а також України. Участь у вище перелічених демонстраційних виставках, оглядах і конкурсах відмічена дипломами та Бронзовими медалями ВДІХ СРСР (посвідчення №6523 і №25846).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 25 друкованих робіт, у тому числі отримано 3 авторських свідоцтв.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, п'яти розділів, висновків, списку літератури, що містить, собі 109 джерел, і додатків.

Робота викладена на 304 сторінках машинописного тексту і містить 67 рисунків, 17 таблиць, 4 додатки.

До захисту вносяться:

- 1) результати досліджень фрикційної та адгезійної характеристик високодисперсних продуктів;
- 2) механіка процесу віброадгезійної сепарації;
- 3) межі інтервалу інтенсивності коливань сепаруючої поверхні робочого органу віброадгезійного сепаратора;
- 4) теоретичне обґрунтування процесу віброадгезійної сепарації;
- 5) дані по дослідженню параметрів коливань сепаруючої поверхні та генеруючої системи штучних режимів вібропереміщення;
- 6) конструкції віброадгезійних сепараторів.

ЗМІСТ РОБОТИ.

У вступній частині з'ясовується актуальність теми дисертаційної роботи, її наукова та практична цінність.

В першому розділі подано аналіз інформаційних джерел в області сепарації сипких матеріалів (СМ), на основі чого зроблені висновки про доцільність розробки віброадгезійного методу сепарації. Наведено огляд властивостей СМ і методів визначення їх фрикційної та адгезійної характеристик. Виявлені недостатня вивченість процесу вібраційної сепарації високодисперсних сипких мас, відсутність методик визначення фрикційної та адгезійної характеристик шару часток високодисперсної фракції (ВДФ) і встановлення меж інтервалу інтенсивності коливань сепаруючої поверхні (СП). Аналіз сучасного стану досліджуваної проблеми, робіт інших авторів дав можливість сформулювати основну мету і частку зі завдання досліджень дисертаційної роботи.

У другому розділі для послідовного роздільного дослідження фрікційних і адгезійних властивостей сипких продуктів розроблені два прибори. Один з них являє собою похилу пог. зротно площину, по якій ковзас плоска шайба, яка контактує з досліджуваною пластиною через ушільнений високодисперсний продукт трьома крапковими вершинами вигуклих сітчатих опор. На цьому приборі визначені коефіцієнти зовнішнього тертя для пшеничного борошна, цукрової пудри і картопляного крохмалю на різних поверхнях для досліджень. Зусилля зсуву для цих продуктів були визначені за допомогою метода повільно наростаючої маси вертикально підвишеного вантажу.

На основі експериментальних значень коефіцієнта зовнішнього тертя μ і зусилля зсуву $F_{\text{здр}}^z$ за схемою сил, які діють на крапковий зразок високодисперсного продукту, розраховані величини зосередженої сили адгезії $F_{\text{ад}}^N$ в залежності від попереднього ушільнюючого навантаження $F_{\text{уш}}^D$.

На основі припущення про ідентичність стаціонарного та вібраційного зсуву, визначені межі інтервалу інтенсивності коливань W для СП у процесі віброадгезійної сепарації (ВАС). Інтенсивність коливань СП з амплітудою A й круговою частотою ω , яка визначає відношення віброприскорення до прискорення сили ваги g , складала: для пшеничного борошна вищого ґатунку і цукрової пудри $W = 3 \dots 3$, а для картопляного крохмалю першого ґатунку $W = 5 \dots 8$.

Для ведення процесу ВАС потрібна інтенсивність коливань, обґрунтована відсутністю відриву шару часток ВДФ від СП деки при рівності ушільнюючої, відриваючої та адгезійної сил. Однак, згідно з експериментальними даними, що приведені у роботі, через достатньо недовгий проміжок часу процес вібропереміщення практично припиняється через налипання на СП товстого ушільненого шару часток ВДФ. З метою усунення такого явища здійснена заміна природного безвідривного і тучним відривним режимом вібропереміщення шару часток ВДФ. Генерація штучних відривних режимів

вібропереміщення здійснюється за допомогою ударників, розмішених у комірках направляючих ґратів деки під СП. Величина зазору h між бійками ударників і селаруючою пластиною завдає момент розриву адгезійного зв'язку і фазовий кут відриву шару високодисперсних часток від СП.

Для установлення механіки процесу ВАС на експериментальному стенді (рис.1) досліджена поведінка високодисперсних СМ. В якості продуктів дослідження використані пшеничне борошно, цукрова пудра, картопляний крохмаль, а також порошки ванадієвого каталізатора, полівінілхлоридної смоли С 66, бензойної кислоти, пульверлака. Спостереження за поведінкою цих продуктів при різному тиску зовнішнього повітряного середовища, а також уповільнений перегляд фільмів на кінопроекторі, знятих за допомогою кінокамери СКС-1М, вказали, що високодисперсні зв'язні СМ переміщуються вгору по похилій площині, яка вертикально коливається, і знаходяться у безпосередньому щоперіодному тривкому контакті з останньою.

У певний момент часу, який належить першій чверті періоду коливань, шар часток ВДФ починає ковзати вгору під кутом α по похилій площині і відривається від неї у другій чверті періоду коливань. Вечкі частки грубодисперсної фракції (ГДФ) відіймаються у початі значно вище високодисперсних часток, які утворюють досить щільну "хмару", і при падінні пробивають "хмарний шар" високодисперсних часток, які опускаються зі значно меншою швидкістю. Частина часток ГДФ відкидається наниз по площині, є менш великі "згортаються" шаром високодисперсних часток. Вплив будь-якого повітряного потоку вздовж СП на високодисперсні частки не виявлений. Таким чином, результати досліджень дозволяють установити, що у механіці процесу ВАС верхню роль грають адгезійні сили шару ВДФ, які контактують з СП деки.

В третьому розділі приведені теоретичні дослідження процесу ВАС, до основи якого покладене вібропереміщення трьох фракцій у протилежних одне одному напрямках. Переміщення часток ГДФ наниз по похилій СП

здійснюється в тонкому розрідженому шарі продукту. Такий шар можна розглянути як сукупність окремих, не пов'язаних одна з одною часток, взаємодія яких з СП апроксимується законом сухого тертя Амонтона. Вибропереміщення ж високодисперсних часток, посланих між собою аутогезійними зв'язками, вгору по похилій СП здійснюється у полішарі. Для практичного ввілення процесу ВАС був розглянутий випадок, коли на етапі ковзання полішару ВДФ по СП реалізується нерівність:

$$F_{\text{аут}}^N > F_{\text{ад}}^N, \quad (1)$$

де $F_{\text{аут}}^N$ - міжшарова сила аутогезії.

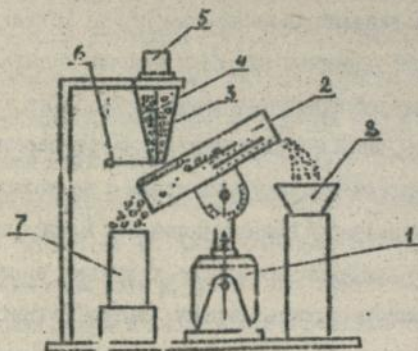


Рис. 1. Експериментальний стенд: 1- вібратор; 2- дека; 3- завантажувальний бункер; 4- лоруститель; 5- привод; 6- затвор; 7,8- приймальні смності для ГДФ і ВДФ.

При виконанні нерівності (1) поведінка полішару високодисперсних часток аналогічна моношару, який можна розглянути як матеріальну крапку, яка наділена масою m і силами адгезії $F_{\text{ад}}$, інерції I , тертя $F_{\text{тр}}$, а також нормальною реакцією N в момент контакту з СП. При цьому сила адгезії шару часток виражена залежністю

$$F_{\text{ад}}^N = I_m \cdot \sin \beta \cdot f_{\text{ад}}, \quad (2)$$

де $I_m = m \cdot A \cdot \omega^2$ - амплітуда сили інерції,

$f_{ад}$ - коефіцієнт адгезії,

β - кут між напрямком коливань і СП.

На основі теоретичних викладок встановлено, що в залежності від зазору h реалізується певний режим вібропереміщення часток ВДФ вгору по похилій СП деки, що вертикально коливається. Фазові кути відриву ударника φ_0 , відриву φ_1 та падіння φ_2 , початкового φ_3 і кінцевого ковзання φ_4 , а також середня швидкість вібропереміщення V шару часток ВДФ визначаються з вирішення системи трансцендентних рівнянь:

$$\varphi_0 = \arcsin g/A\omega^2,$$

$$h/A \sin \beta + g/A\omega^2 (\varphi_1 - \varphi_0)^2 / 2 + \sin \varphi_1 - \sin \varphi_0 - (\varphi_1 - \varphi_0) \cos \varphi_0 = 0$$

$$0 + g/A\omega^2 (\varphi_2 - \varphi_1)^2 / 2 + \sin \varphi_2 - \sin \varphi_1 - (\varphi_2 - \varphi_1) \cos \varphi_1 = 0 \quad (3)$$

$$A\omega/2\pi \cdot \cos(\beta - \rho) / \cos \rho \cdot \{ (\varphi_1 - \varphi_2) \cos \varphi_1 - (\varphi_1 - \varphi_2)^2 / 2 \cdot \sin \varphi_2 - \sin \varphi_1 + \sin \varphi_2 + (\varphi_1 - \varphi_2) [(\varphi_1 - \varphi_2) \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 - \cos \varphi_2] \} - V = 0$$

Коефіцієнт адгезії $f_{ад}$ безпосередньо впливає на величину початкового фазового куту ковзання і визначається з виразу:

$$f_{ад} = (\sin \varphi_0 - g/A\omega^2) \cos(\beta - \rho) : \sin \beta \sin \rho, \quad (4)$$

де $\rho = \arctg \mu$ - кут тертя ковзання.

Таким чином, у результаті теоретичних досліджень, що базуються на розгляді польоту ударників генеруючої системи та вібропереміщення високочастотних часток на СП як єдиного взаємопов'язаного процесу, отримана система рівнянь для визначення коефіцієнта адгезії та середньої швидкості вібропереміщення, а також фазових кутів відриву та падіння, початкового і кінцевого ковзання високо-дисперсних часток.

Четвертий розділ присвячений експериментальним дослідженням вібропереміщення шару часток ВДФ і технологічній ефективності процесу ВАС. Розглянуті експериментальні установки, методики проведення і результати експериментів. Визначені залежності середньої швидкості вібропереміщення пшеничного борошна вищого ґатунку, цукрової пудри,

картопляного крохмалю першого гатунку від параметрів ВАС, а також ефективність останньої при різних концентраціях борошна в початковій суміші продукта розмелу зерна пшениці.

На рис 2,3 приведені залежності середньої швидкості вібропереміщення пшеничного борошна вищого гатунку від зазору генеруючої системи h та частоти коливань деки ν . На теоретичні криві, які одержані шляхом параболічного вирівнювання розрахункових значень швидкості, нанесені експериментальні крапки. Експериментальні і теоретичні значення середньої швидкості вібропереміщення задовільно описуються одними і тими ж поліномами другого ступеню. Аналіз приведених залежностей показує, що збільшення кута α від 25° до 45° і зазору h від $0,0005\text{м}$ до $0,002\text{м}$ призводить до збільшення швидкості вібропереміщення пшеничного борошна. Інтенсивність підвищення швидкості V по мірі збільшення зазору h спадає, тобто спостерігається тенденція установлювання оптимального зазору генеруючої системи h , який відповідає максимальній швидкості вібропереміщення ВДФ (рис.2). Вузкий інтервал зміни середньої швидкості вібропереміщення залежно від частоти коливань ν відповідає величині зазору $h = 0,0005\text{м}$, а найбільш широкий - $h = 0,002\text{м}$ (рис.3).

Технологічна ефективність сепарації E визначена за формулою Г.В.Ньютона і В.Г.Ньютона :

$$E = (\alpha_k - \eta_k) \beta_k \cdot \gamma_k, \quad (5)$$

де α_k - критерій чистоти виходу борошна, рівний відношенню ваги борошна в ВДФ до ваги ВДФ;

η_k - критерій засмічення крупок, рівний відношенню ваги борошна в ГДФ до ваги ГДФ;

β_k - критерій витягнення борошна, рівний відношенню ваги борошна в ВДФ до ваги борошна у початковій суміші;

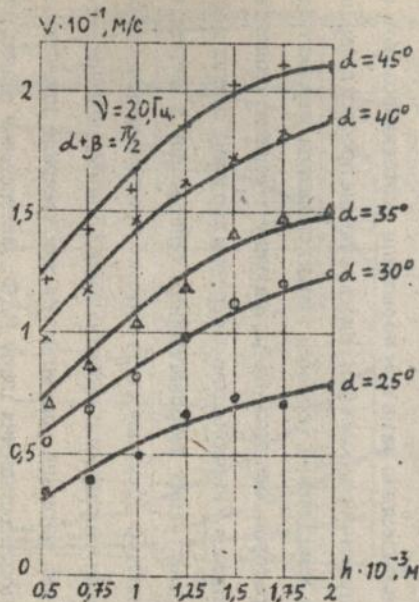


Рис. 2. Середня швидкість вібропереміщення пшеничного борошна я.г. в залежності від заору генеруючої системи при $W=7$.

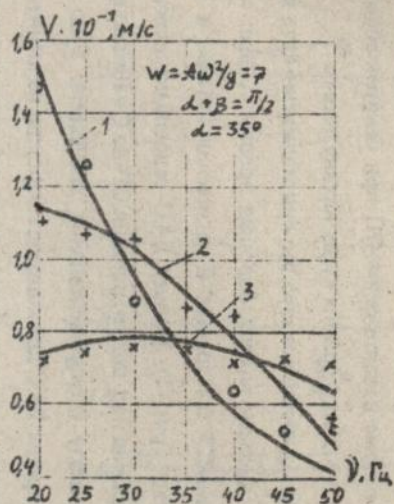


Рис. 3. Середня швидкість вібропереміщення пшеничного борошна я.г. в залежності від частоти коливаючої деки при h : 1-0.002м; 2-0.001м; 3-0.0005м.

γ_k - критерій витягнення крупок, рівний відношенню ваги крупок в ГДФ до ваги крупок у початковій суміші.

На рис. 4, 5 приведені залежності безрозмірних критеріїв E , α_k , η_k від $\alpha_{плдн.}$, який характеризує концентрацію борошна у початковій суміші, і Q , що характеризує питоме навантаження СП при міжфракційному інтервалі початкової суміші $\Delta = 35\text{мкм}$ і різних кутах нахилу деки α .

Аналіз цих залежностей показує, що при збільшенні кута нахилу деки α від 30° до 40° чистість виходу борошна зростає. Однак при більших значеннях α та $\alpha_{плдн.} > 0.4$ зростає й засмічення крупок, а ефективність сепарації знижується (рис. 4). Процес ВАС задовільно здійснюється при питомому навантаженні на 1 пог.см. ширини СП до $Q=40\text{т/см.хв.}$ (рис. 5).

На основі аналізу експериментальних досліджень було б доцільно використовувати процес ВАС для контролю борошна на млинзаводах комбінатів хлібопродуктів і рекомендувати наст. пні параметри віброадгезійного сепаратора: напрямок коливань деки - вертикальний, кут нахилу СП $\alpha=30^\circ \dots 40^\circ$, інтенсивність коливань $W=5 \dots 7$ при $\nu=20 \dots 50$ Гц, зазор генеруючої системи $h=0.002\text{м}$. Збільшення питомого навантаження віброадгезійного сепаратора в декілька десятків разів при порівнянні з ситовим розсівом підтверджує практичну значність розробки і вдосконалення процесу сепарації.

П'ятий розділ присвячений розробці і вдосконаленню перспективних конструкцій сепараторів, методики їх розрахунку і оцінки економічної ефективності від втілення у виробництво переробки харчових сипких мас.

Розробка перспективних віброадгезійних сепараторів з метою підвищення їх технологічної ефективності та питомої продуктивності здійснювалася за наступними напрямками: вдосконалення форми та розміщення СП на робочому органі, введення ударно-імпульсної генерації штучних відривних режимів вібропереміщення шару ВДФ, забезпечення рівних умов для розділу СМ на каскаді СП робочого органа, механічне віддалення окремих часток ГДФ з сипкої суміші під час їх польоту над СП.

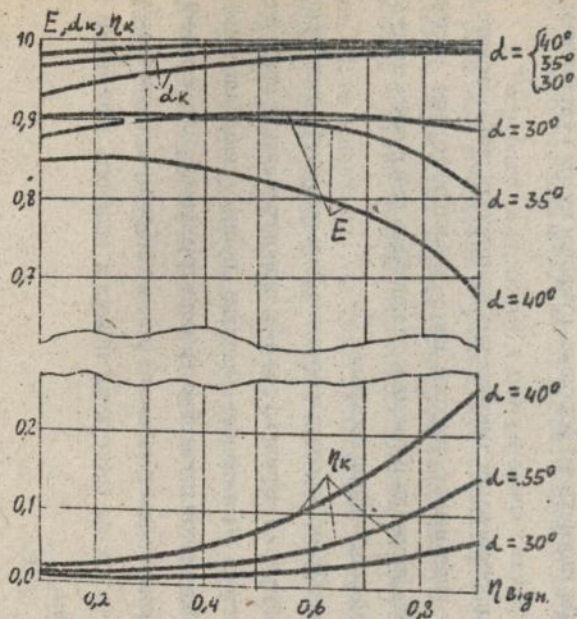


Рис. 4. Критерії ефективності віброадгезійної сепарації продукту розмелу зерна пшениці в залежності від концентрації борошна в.г. у початковій суміші при $\Delta = 35$ мкм, $Q = 20$ г/см.хв., $v = 20$ Гц.

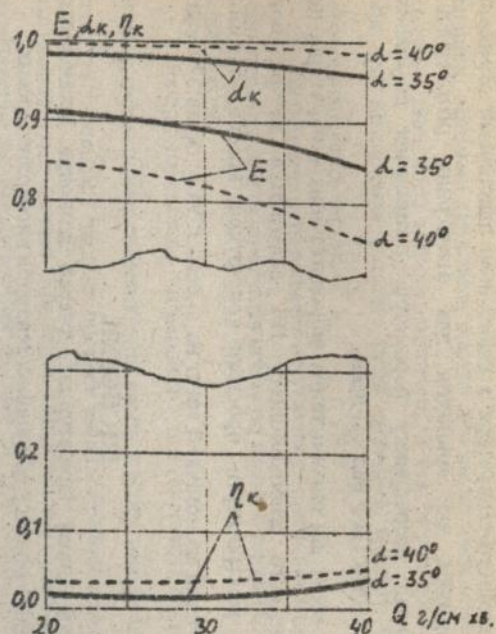


Рис. 5. Критерії ефективності віброадгезійної сепарації продукту розмелу зерна пшениці в залежності від питомого навантаження СП при $\Delta = 35$ мкм, $\eta_{в.игн.} = 0.2$, $v = 20$ Гц.

Для віброадгезійного сепаратора з відбівними пластинами отримані розрахункові формули, які прийнятні для інженерних розрахунків. Приведений приклад розрахунку параметрів розміщення відбівних пластин і польоту часток ГДФ над СП деки.

Економічний ефект від використання віброадгезійних сепараторів на млинзавод Донецького хлібокомбінату №1 досягається за рахунок зниження витрат електроенергії, простоти конструкції, високої питомої продуктивності. Річний економічний ефект на липень 1994 р. склав 520 млн. крб.

ВИСНОВКИ.

1. Проведений аналіз літературних джерел дозволив установити: недостатню вивченість процесу вібраційної сепарації високодисперсних сипких мас, відсутність методик визначення інтенсивності коливань сепаруючої поверхні, фрикційної та адгезійної характеристик шару часток високодисперсної фракції.

2. Експериментальним шляхом знайдені значення фрикційної та адгезійної характеристик для пшеничного борошна, цукрової пудри і картопляного крохмалю.

3. На основі запропонованої гіпотези про ідентичність стаціонарного і вібраційного звуку ущільненого тонкого шару високодисперсних часток сипких мас визначені інтервали інтенсивності коливань сепаруючої плоскої поверхні у процесі віброадгезійної сепарації.

4. З метою інтенсифікації процесу віброадгезійної сепарації розроблена генеруюча система штучних відривних режимів вібропереміщення шару високодисперсних часток. Установлена механіка процесу віброадгезійної сепарації та поведінка часток високодисперсної і грубодисперсної фракцій. Зверхня роль у здійсненні однопериодного режиму вібропереміщення шару високодисперсних часток по сепаруючій поверхні належить адгезійним і аутоадгезійним зв'язкам.

5. На основі розробленої математичної моделі процесу віброадгезійної сепарації отримані аналітичні вирази для визначення коефіцієнту адгезії та середньої швидкості вібропереміщення, а також ряд трансцендентних рівнянь для визначення фазових кутів ковзання, відриву та падіння шару високодисперсних часток.

6. Теоретично підтверджене існування режимів вібропереміщення високодисперсних сипких продуктів вгору по похилій площині, яка вертикально коливається.

7. Експериментально підтверджено, що генеруюча система штучних відривних режимів вібропереміщення високодисперсних фракцій являє собою невід'ємну складову частину процесу віброадгезійної сепарації. Ця система дає можливість без зміни параметрів коливань деки змінювати режим вібропереміщення високодисперсної фракції та тим самим регулювати питому продуктивність віброадгезійної сепарації.

8. Найбільш раціональні режими віброадгезійної сепарації пшеничного борошна, цукрової пудри та картопляного крохмалю відповідають частоті $\nu=20...50$ Гц і інтенсивності коливань деки $W=6...7$ при куті нахилу сепаруючої поверхні $\alpha=30^\circ...40^\circ$ та зазорі генеруючої системи $h=0.002$ м.

9. Розроблені та перевірені в лабораторних і виробничих умовах нові перспективні конструкції віброадгезійних сепараторів, які захищені авторськими свідоцтвами. Виробничі випробування, які були проведені на Черкаській бісквітній фабриці, млинзаводі Донецького комбінату хлібопродуктів №1, на підприємстві АО "Норд", підтвердили технологічну ефективність і питому продуктивність цих віброадгезійних сепараторів і перспективу використання їх на підприємствах громадського харчування та харчової промисловості. Економічний ефект від втілення віброадгезійних сепараторів тільки на млинзаводі Донецького комбінату хлібопродуктів №1 по борошну вищого ґатунку склав 520 млн.крб. у рік за станом на липень 1994 р.

За матеріалами дисертації опубліковано 25 робіт, у тому числі одержано 4 авторських свідоцтв.

Основні положення дисертації викладені в таких роботах:

1. Фалько Л.Г. Некоторые экспериментальные исследования поведения мелкодисперсных сыпучих материалов на вибрирующей плоскости // Вопросы разработки и исследования торгово-технологического оборудования: Темат. сб. - Донецк, 1973. - с.8-13.

2. Фалько Л.Г. Исследование нового способа вибросепарации мелкодисперсных сыпучих материалов // Проблемы совершенствования торгово-технологического оборудования: Темат. сб. - Донецк, 1974. - с.17-22.

3. Фалько Л.Г. Исследование процесса сепарирования при виброперемещении порошковых продуктов // Конструирование и эксплуатация торгово-технологического оборудования: Темат. сб. - Донецк, 1976. - с.50-55.

4. Фалько Л.Г., Фалько А.Л. Сепарация сыпучих продуктов // Торговля и общественное питание в новых условиях хозяйствования: Темат. сб. науч. тр. по пробл. торг. и обществ. питания. - Донецк, 1990. - с. 141-142.

5. Фалько Л.Г. Исследование виброперемещения фракций в процессе виброадгезионной сепарации порошкообразных продуктов // Торговля в условиях перехода к рыночным отношениям: Темат. сб. науч. тр. по пробл. торг. и обществ. питания. - Донецк, 1991. - с. 171-173.

6. Фалько Л.Г., Фалько О.Л. Дослідження коефіцієнту зовнішнього тертя високодисперсних сипких харчових продуктів // Торговля і ринок України: Темат. зб. наук. пр. з пробл. торг. і громад. харчування. - Донецьк, 1992. - с.176-177.

7. Фалько Л.Г., Стеблянюк В.Г., Фалько О.Л. Дослідження зусиль зсуву тонкого ущільненого шару високодисперсних сипких продуктів // Торговля і ринок України: Темат. зб. наук. пр. з пробл. торг. і громад. харчування. - Донецьк, 1993. - с.188-190.

8. Фалько Л.Г., Фалько О.Л. Встановлення інтервалу інтенсивності коливань сепаруючої поверхні методом стаціонарного зсуву // Торгівля і ринок Ук-раїни: Темат. зб. наук. пр. з пробл. торг. і громад. харчування. - Донецьк, 1994. - с.172-174.

9 А.с. № 839619 СССР, МКИ В 07 В 13/00. Вибросепаратор/ Л.Г.Фалько, А.А.Криковцев (СССР). - № 2768347; заяв. 21.05.79; опубл. 23.06.81. Бюл. № 23.

10. А.с. № 1131559 СССР, МКИ В 07 В 13/00. Виброалгезионный сепаратор/ Л.Г.Фалько, А.А.Криковцев (СССР). - № 3645470; заяв. 13.07.83; опубл. 30.12.84. Бюл. № 48.

11. А.с. № 1200999 СССР, МКИ В 07 В 13/00. Сепаратор для сыпучих материалов/ Л.Г.Фалько, А.А.Криковцев (СССР). - № 3760998; заяв. 20.04. опубл. 30.12.85 Бюл. № 48.

12. А.с. № 1207532 СССР, МКИ В 07 В 13/11. Винтовой сепаратор/ Л.Г.Фалько, А.А.Криковцев (СССР). - № 3682889; заяв. 17.10.83; опубл. 30.01.86. Бюл. № 4.

13. А.с. № 1304923 СССР, МКИ В 07 В 13/00. Вибрационный классификатор сыпучих материалов/ Л.Г.Фалько, А.А.Криковцев, Г.А.Новиков (СССР). - № 3893713; заяв. 22.03.85; опубл. 23.04.87. Бюл. № 15.

14. А.с. № 1470338 СССР, МКИ В 02 С 19/16, 19/08. Измельчитель/ Л.Г.Фалько (СССР). - № 4238238; заяв. 25.03.87; опубл. 07.04.89. Бюл. № 13.

15. А.с. № 1489355 СССР, МКИ В 07 В 13/00. Виброалгезионный сепаратор / Л.Г.Фалько, А.А.Криковцев (СССР). - № 4281621; заяв. 08.06.87; опубл. 30.06.89, Бюл. № 24.

16. А.с. № 1678451 СССР, МКИ В 02 С 19/08, 19/16. Измельчитель/ Л.Г.Фалько, А.Л.Фалько (СССР). - № 4690317; заяв. 15.05.89; опубл. 23.09.91, Бюл. № 35.

17. Фалько Л.Г., Криковцев А.А. Интенсификация процесса сепарирования сыпучих пищевых продуктов // Интенсификация и совершенствование технологических процессов на предприятиях общественного питания: Тез. докл. Респуб. науч. конф. / Харьк. ин-т обществ. питания. - Харьков, 1979. - с.54.

18. Фалько Л.Г., Криковцев А.А. Влияние нелинейных колебаний на качество вибросепарации пищевых продуктов // Проблемы влияния тепловой обработки на пищевую ценность продуктов питания: Тез. докл. Всесоюз. научн. конф. / Харьк. ин-т обществ. питания. - Харьков, 1981. - с.518.

19. Фалько Л.Г., Криковцев А.А. Разработка конструкции виброадгезионного сепаратора и исследование процесса разделения сыпучих пищевых продуктов // Проблемы индустриализации общественного питания страны: Тез. докл. Всесоюз. науч. конф. / Харьк. ин-т обществ. питания. - Харьков, 1984. - с.487.

20. Фалько Л.Г., Криковцев А.А. Виброадгезионная сепарация сыпучих пищевых продуктов // Теоретические и практические аспекты применения методов инженерной физико-химической механики с целью совершенствования и интенсификации технологических процессов пищевых производств: Тез. докл. 2-й Всесоюз. науч. - техн. конф. / Моск. технолог. ин-т мяс. и мол. пром-ти. - М., 1986. - с.365-366.

21. Фалько Л.Г., Криковцев А.А. Вибрационная сепарация сыпучих пищевых продуктов // Научно-технический прогресс в общественном питании: Тез. докл. IX науч. конф. / Науч.-исслед. ин-т обществ. питания (НИИОП). - М., 1987. - с.149.

22. Фалько Л.Г. Исследование виброадгезионных сепараторов // Электрофизические методы обработки пищевых продуктов и сельскохозяйственного сырья: Тез. докл. 6-й Всесоюз. науч.-техн. конф. / Моск. ин-т приклад. биотехнологии. - М., 1989. - с.382-383.

23. Фалько Л.Г. Определение коэффициента α трения при виброперемещении слоя высокодисперсных сыпучих продуктов по сепарирующей плоскости // Механика сыпучих материалов: Тез. докл. 5-й Всесоюзн. науч. конф. / Одесский технол. ин-т пищ. пром-ти. - Одесса, 1991. - с.18.

24. Фалько Л.Г. Виброадгезионная сепарация сыпучих продуктов // Механика сыпучих материалов: Тез. докл. 5-й Всесоюзн. науч. конф. / Одесский технол. ин-т пищ. пром-ти. - Одесса, 1991. - с.222.

25. Фалько Л.Г., Фалько А.Л. Генерация искусственных режимов виброперемещения // Перспективы развития массового питания и торговли в условиях перехода к рыночной экономике: Тез. докл. междунар. конф. / Харьк. ин-т обществ. питания. - Харьков, 1994. - с.269-270.

Фалько Л.Г. Виброадгезионная сепарация сыпучих пищевых продуктов.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 - процессы и аппараты пищевых производств. Харьк. Госуд. Академия технол. и организации питания. Харьков, 1995.

Защищается 25 научных работ, в том числе 8 авторских свидетельств на изобретения, которые содержат данные об исследовании процесса виброадгезионной сепарации сыпучих пищевых продуктов. На основе теоретических и экспериментальных исследований установлено, что разработанный метод сепарации по сравнению с существующим ситовым повышает интенсивность процесса и снижает его энергоёмкость. Разработаны, испытаны и внедрены в производство по переработке сыпучих масс конструкции виброадгезионных сепараторов. Испытания показали высокую технологическую эффективность и практическую значимость применения их на предприятиях пищевых производств.

Falko L.G. The usage of vibration, sticking and screening processes of dry products.

The thesis for a competition of technical science master's degree on speciality 05.18.12 - Process.s, machines and units in catering industry. Kharkiv State Academy of Food Sciences and Management, Kharkiv, 1995

25 scientific articles, 8 author's certificates on invention are going to be defended. They include the results of research concerning the usage of vibration, sticking and screening processes of dry food stuffs.

On the basis of theoretical and experimental research it was determined that new method of screening compared to traditional methods raise the intensity of the process, reduce energy capacity. The usage of vibration, sticking and screening processes have been introduced, developed and tested. The tests showed their high technological efficiency and practical value of their usage in the plants of catering industry.

Ключові слова:

віброадгезійна сепарація, адгезія, аутогезія, сипкий матеріал, лісокодисперсна та грубодисперсна фракція, сепаруюча поверхня, інтенсивність коливань, генеруюча система, інтенсифікація, дека,

Підп. до друку 12.03.96. Формат 60x84 1/16. Папір газет.
Друк. офс. Обл.-вид. арк. 1,0 Ум. друк. арк. 1,3. Ум. фарб.-
відс. 1,3. Тираж 100 прим. Зам. 452

ДОО ХДАТОХ, Харків - 51, вул. Ключківська, 233.

885. He ah

1952

He vrasak vrasakoy

CHICAGO CHITRALA NIVANDIWA

CHARTER, CHITRALA TA PRAMATKA
NIMBINKI CHITRALA NIVANDIWA

1952

1952

CHITRALA TA PRAMATKA NIVANDIWA
CHITRALA NIVANDIWA

1952

1952

AB 34.383

AB 34.383