

А. Відрієв
А 42

Одеська державна академія харчових технологій

на правах рукопису

Джума Аль Хуссин

**“Аеродинаміка полідисперсних гравітаційних
потоків в вертикальних самопливах”**

Спеціальність 05.18.12 - процеси та апарати харчових виробництв

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата
технічних наук

Одеса 1995

ДВГО реф.
А

Дисертація є рукопис.

Робота виконана в Одеській державній академії харчових технологій

Науковий керівник

доктор технічних наук, професор
Дмитрук Євген Адамович

Офіційні опоненти

1. Доктор технічних наук, професор
Остапчук Микола Васильович
2. Кандидат технічних наук, с.н.с.
Бернадін Олександр Федорович

Ведуча організація:

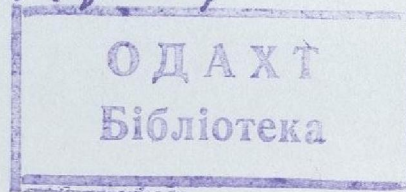
Одеське обласне об'єднання
хлібопродуктів

Захист відбудеться "15" грудня 1995 р. о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 05.16.01 при Одеській державній академії харчових технологій, 270039, м.Одеса, вул.Канатна, 112, (ауд.А-234)

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Одеської державної академії харчових технологій

Автореферат розіслано "___" _____ 1995 р.

v017189



Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради

ОНАХТ 22.09.11
Аеродинаміка полідів



v017189

Б.В.Сторов

11

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Розвиток зернопереробної промисловості зумовив ряд супутних від'ємних явищ: вибухонебезпечність, підвищене пилеутворення, незадовільні умови праці, а також забруднення навколишнього середовища.

Основною причиною, що визначає перераховані недоліки, є активна взаємодія сировини матеріалопотоків з робочими органами машин та повітрям, що обумовлена існуючими технологічними процесами. Для запобігання пилевиділенню із укрить транспортного і технологічного устаткування найбільш широко використовуються аспіраційні установки. Проте вони не забезпечують необхідного ефекту обезпилення повітря робочих приміщень.

Низька ефективність аспіраційних установок зумовлена недоліками нормативно-технічної бази проектування аспіраційних мереж. Вона не враховує процеси ежекційного переміщення і виділення пилепоповітряних мас гравітаційних полідисперсних потоків, які є основними джерелами пилеутворення.

З урахуванням вказаних обставин, розробка методів розрахунку раціональних параметрів роботи транспортно-технологічних аспіраційних систем (ТТАС), перероблюючих полідисперсні матеріали, розглядається як важливий крок у вирішенні проблем обезпилення зерноперероблюючих підприємств (ЗПП).

Представлені дослідження виконані згідно з основними напрямками наукової діяльності ОДАХТ й науковою дослідницькою роботою "Вдосконалення технічних засобів забезпечення екологічно чистих вибухобезпечних процесів приймання сировини і відпуску готової продукції для комбікормових виробництв". На замовлення Міністерства сільського господарства та продовольства України.

Мета роботи. Розробити наукове обґрунтування вибору режимів функціонування аспіраційних систем пристроїв завантаження сипких матеріалів, які забезпечують ліквідацію забруднення навколишнього середовища та вибухобезпечність виробництв переробки полідисперсних матеріалів.

Поставлена мета визначила наступні задачі досліджень.

1. Провести якісний та кількісний аналіз процесів утворення та руху ежекційних повітряних середовищ полідисперсних гравітаційних потоків.

2. Розробити математичні моделі процесів прямого, протичного та комбінованого переміщення повітряних потоків у гравітаційних матеріалопроводах.

3. Обґрунтувати методики визначення аеродинамічних характеристик полідисперсних гравітаційних матеріалоповітряних потоків та міжфракційної взаємодії основних компонентів.

4. Встановити аеродинамічні закономірності руху гравітаційних матеріалоповітряних потоків при забезпеченні часткової циркуляції повітря переточними повітропроводами.

5. Розробити інженерну методику розрахунку раціональних параметрів роботи аспіраційних установок, що обслуговують гравітаційні пристрої завантаження сипких матеріалів.

Наукова новизна роботи, отримана особисто дисертантом.

Розроблено математичну модель процесів ежекції повітря гравітаційними полідисперсними потоками на основі рівнянь масопереносу.

Встановлені закономірності міжфракційної взаємодії двокомпонентних гравітаційних матеріалопотоків.

Розроблені науково-обґрунтовані методи розрахунку параметрів аспіраційних відборів і перетічних засобів знепилення, які враховують аеродинамічні властивості сипких матеріалів і пристроїв вводу-виводу двокомпонентних матеріалопотоків.

Обґрунтовано графо-аналітичні методи визначення раціональних параметрів аспіраційних установок ланок відвантаження сипких матеріалів, які засновані на математичних моделях ежекції повітря.

Практична цінність роботи полягає в розробці пристроїв обезпилення ланок відвантаження сипких матеріалів на залізничний та автомобільний транспорт, які забезпечують соціальний та економічний ефект, що полягає в зменшенні кількості аспіраційного повітря, а також матеріало- і енергоміскості аспіраційних установок при одночасному підвищенні надійності їх роботи.

Впровадження результатів роботи. Результати досліджень передано Одеському виробничому об'єднанню "Одеселеваторзернопром", а також Кілійському КХП для використання при розробці систем аспірації пристроїв завантаження автомобільного і залізничного транспорту.

Апробація роботи. Основні результати дисертаційної роботи доповідались на науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу у 1995 р.

Публікації. Основний зміст дисертації викладено в 6 друкарських роботах.

В роботі захищаються такі наукові положення, отриманні особисто автором:

1. Процеси утворення та направленого руху пилепоповітряних середовищ здійснюються при умові перевершення повного тиску гравітаційних полідисперсних сипких потоків над повним аеродинамічним опором укрить ланок транспортно-технологічних ліній.

2. Зменшення кількості ежекційного повітря джерел пилеутворення досягається шляхом створення циркуляційних режимів руху повітряних потоків в гравітаційних матеріалопроводах при певних співвідношеннях опорів пристроїв вводу, виводу, циркуляції повітря і матеріалопровода. Вказані режими забезпечують задану пропускну можливість гравітаційного транспорту при зменшенні інтенсивності пилевиділення.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, чотирьох глав, висновків і додатків; викладена на _____ сторінках машинодрукованого тексту, містить малюнків _____, таблиць _____, список використаної літератури із 127 джерел, серед яких 18 робіт закордонних авторів.

ЗМІСТ РОБОТИ.

У вступі обґрунтована актуальність роботи. Сформульована мета та визначені завдання досліджень.

У першій главі на основі аналізу процесів переробки та руху продуктових потоків зернопереробних підприємств, а також науково-технічної літератури встановлено, що функціонування транспортно-технологічних ліній пов'язане з активною взаємодією сипких матеріалів та їх повітряним середовищем. Основними джерелами пилеутворення є гравітаційні з кутом нахилу $70^\circ < \alpha < 90^\circ$, переміщення яких характеризується максимальним виносом пилу сипких матеріалів повітряними потоками і визначається параметрами технологічного обладнання і аспіраційних систем.

Дослідженнями ВНВО "Зернопродукт", ВНДІЗ, ЦНДУПромзерно-прект визначено, що нормативні параметри функціонування аспіраційних установок недостатньо повно враховують аеродинамічні зв'язки поліфракційних потоків гравітаційних матеріалопроводів та обладнання транспортно-технологічних ліній. Методики розрахування і проектування не враховують взаємообумовленості ряду акторів, визначаючих кінематичні параметри сипких гравітаційних потоків, зміну умов взаємодії і "обтікання" двокомпонентних потоків, а також взаємодії ежекційного повітряного потоку з поверхнею матеріалопровода і пристроїв вводу і виводу матеріалів. Використання вказаних методів при проектуванні аспіраційних мереж приводить до неоднозначних результатів.

Поліпшення якості роботи транспортно-технологічних систем переробки поліфракційних матеріалів можливо лише шляхом раціонального використання ежекційної енергії гравітаційних сипучих потоків, розробки нових технічних пристроїв зменшення пилеутворювальної можливості самопливів.

Аналіз фізичних властивостей гравітаційних двокомпонентних потоків, різних засобів та пристроїв в аспірації, обезпилення дозволив сформулювати науково-технічну ідею роботи та визначити завдання досліджень.

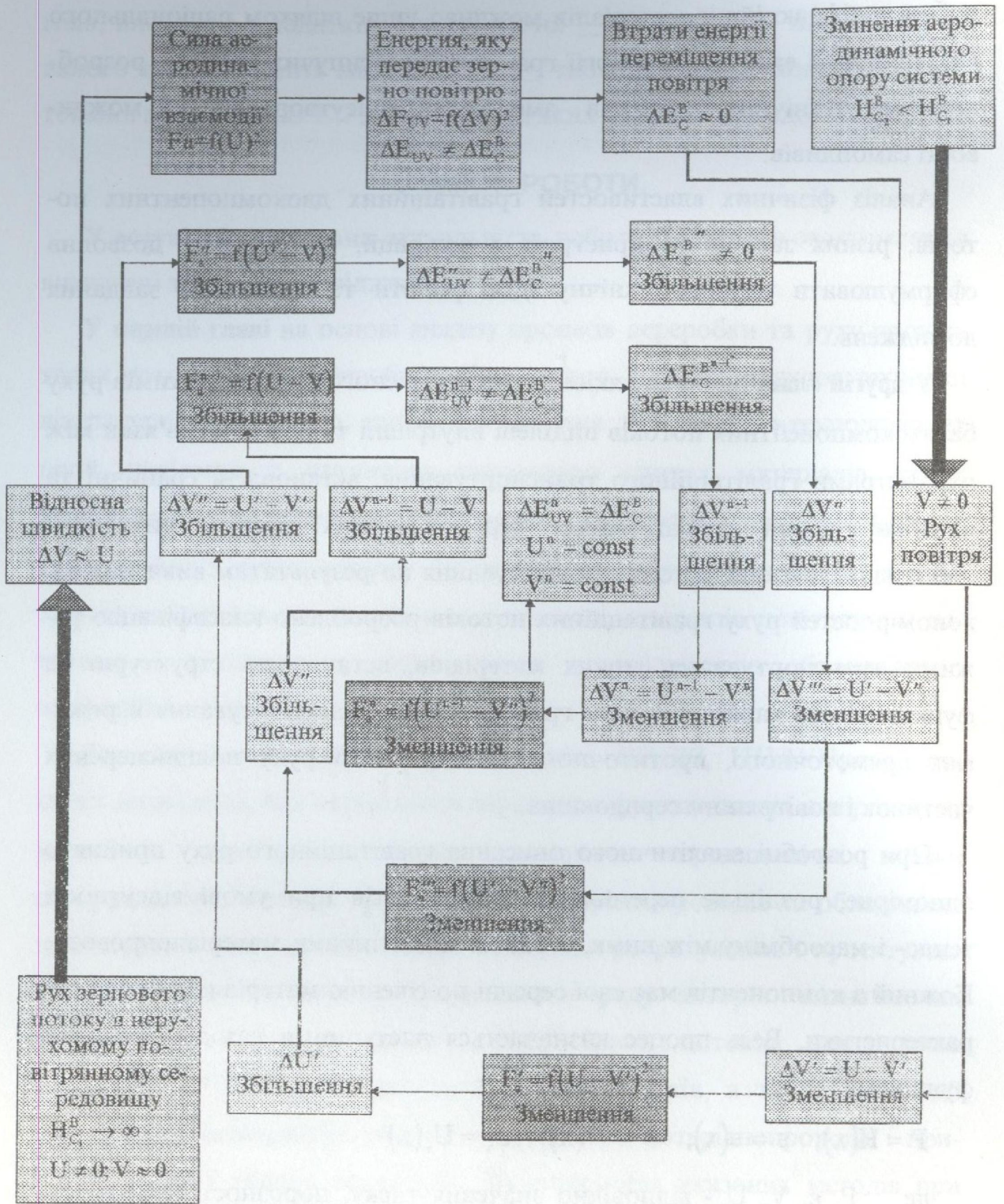
У другій главі на основі якісного та кількісного аналізу режимів руху багатокомпонентних потоків виділені внутрішні та зовнішні зв'язки між параметрами гравітаційного транспортування, встановлені граничні та початкові умови функціонування аеродинамічних систем, визначено найбільш ефективні методи програмування по результатам вивчення закономірностей руху гравітаційних потоків розроблено класифікацію режимів транспортування сипких матеріалів, встановлені структурні та функціональні характеристики гравітаційного транспортування в режимах прямокутного, протиточного та змішаного руху полідисперсних частинок і повітряного середовища.

При розробці аналітичного описання гравітаційного руху прийнято одномірне, роздільне переміщення компонентів при умові відсутності тепло- і масообміну між ними, а також між стінками матеріалопровода. Кожний з компонентів має свої середні по сеченню матеріалопровода характеристики. Весь процес визначається наступними газодинамічними функціями:

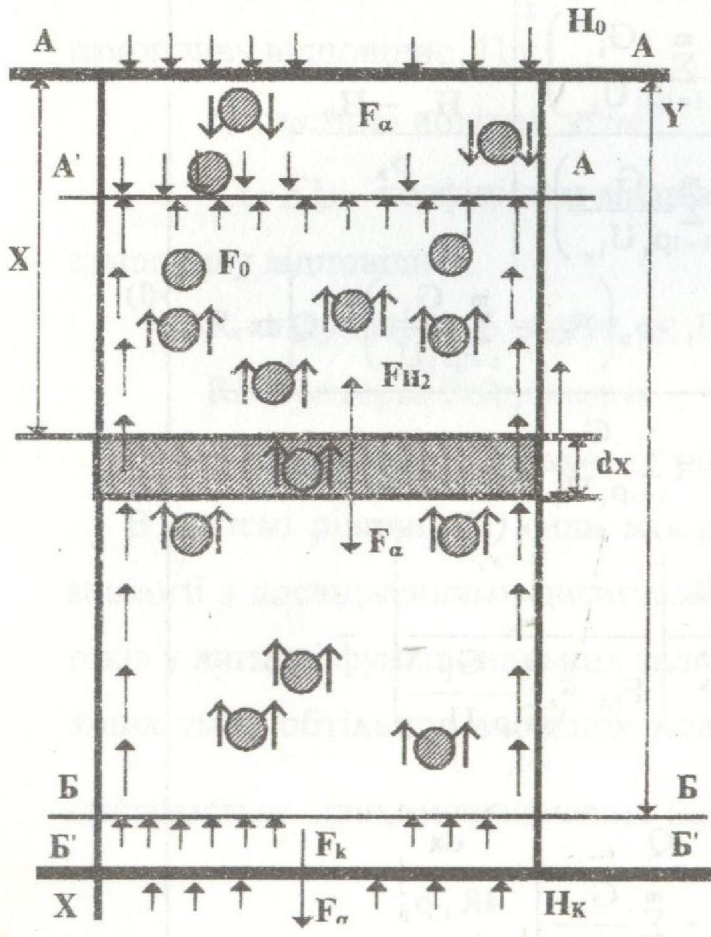
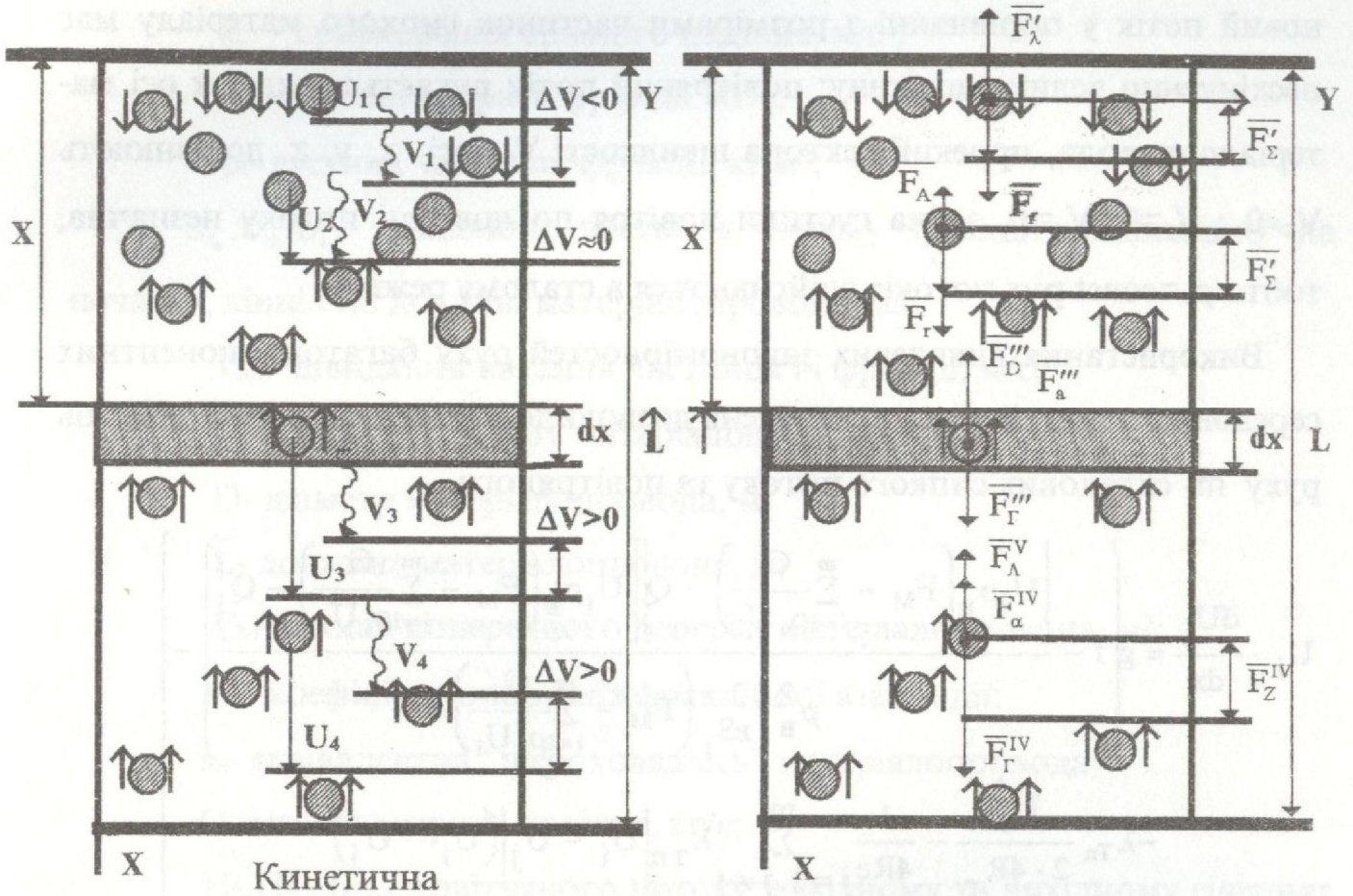
$$P = P(x); \quad \varepsilon = \varepsilon(x); \quad V = V(x); \quad U_i = U_i(x)$$

де P, ε, V, U - відповідно значення тиску, порозності, швидкості повітря і твердих компонентів.

На основі гідродинаміки багатофазових середовищ (мал.1,2) складено математичне описання гравітаційних потоків шляхом використання гете-



Мал.1 Діаграма формування потоків в самопливах



Мал.2 Схема руху потоків

рогених моделей. При моделюванні прийняті наступні припущення: зерновий потік у порівнянні з розмірами частинок сипкого матеріалу має нескінченно велику довжину; повітряний потік рухається вздовж осі матеріалопровода, проекції вектора швидкості $V_{\text{нп}}$ осі x, y, z , дорівнюють $V_x \neq 0; V_y = 0; V_z = 0$, зміна густини повітря по довжині потоку незначна, тобто $\rho_B = \text{const}$ рух потоків здійснюється в сталому режимі.

Використання виявлених закономірностей руху багатокомпонентних середовищ та прийнятих припущень дозволило отримати систему рівнянь руху m - складових сипкого потоку та повітряного

$$\begin{aligned}
 U_i \cdot \frac{dU_i}{dx} = & g \left[1 - \frac{\left| U_i \rho_B \left(F_M - \sum_{i=1}^m \frac{G_i}{\rho_i U_i} \right) - Q \right| \left[U_i \rho_B \left(F_M - \sum_{i=1}^m \frac{G_i}{\rho_i U_i} \right) - Q \right]}{\rho_B^2 V_{\text{BS}_i}^2 \left(F_M - \sum_{i=1}^m \frac{G_i}{\rho_i U_i} \right)} \right] - \\
 & - \lambda_{\text{Tn}} \frac{U_i^2}{2 \cdot 4R_{\Gamma}} - \frac{1}{4\text{Re}} \sum_{j=1, j \neq i}^m \lambda_{\text{Tn}} |U_i - U_j| (U_i - U_j) \\
 & + \frac{Q^2}{2 \cdot \rho_B^2} \frac{\left(F_M - \sum_{i=1}^m \frac{G_i}{\rho_i U_{i_0}} \right)^2 - \left(F_M - \sum_{i=1}^m \frac{G_i}{\rho_i U_{i_k}} \right)^2}{\left(F_M - \sum_{i=1}^m \frac{G_i}{\rho_i U_{i_0}} \right)^2 \cdot \left(F_M - \sum_{i=1}^m \frac{G_i}{\rho_i U_{i_k}} \right)^2} = \frac{H_k - H_0}{\rho_B} + \\
 & + \sum_{i=1}^m \int_0^L \frac{g G_i \left| U_i \cdot \rho_B \left(F_M - \sum_{i=1}^m \frac{G_i}{\rho_i U_i} \right) - Q \right| \left| U_i \cdot \rho_B \left(F_M - \sum_{i=1}^m \frac{G_i}{\rho_i U_i} \right) - Q \right| dx}{U_i \cdot V_{\text{BS}_i}^2 \cdot \rho_B^3 \left(F_M - \sum_{i=1}^m \frac{G_i}{\rho_i U_i} \right)^3} \quad (1) \\
 & - \frac{\sum_{i=1}^m \xi_0 \left(\frac{Q}{F_M - \sum_{i=1}^m \frac{G_i}{\rho_i U_{i_0}}} \right)^2}{\rho_B^2} - \frac{\sum_{i=1}^m \xi_k \left(\frac{Q}{F_M - \sum_{i=1}^m \frac{G_i}{\rho_i U_{i_k}}} \right)^2}{\rho_B^2} - \\
 & - 0,055 \int_0^L \left(\frac{k_y}{4R_{\Gamma}} - \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25} \frac{\left(\frac{Q}{F_M - \sum_{i=1}^m \frac{G_i}{\rho_i U_i}} \right)^2}{4R_{\Gamma} \rho_B^2} dx
 \end{aligned}$$

де $i = \overline{1, m}$ - кількість фракцій сипкого матеріалу;

g - прискорення вільного падіння, m/c^2 ;

G_i - масові витрати фракції, kg/c ;

ρ_i - густина частинок фракції, kg/m^3 ;

U_{i_0}, U_{i_k}, U_i - швидкість частинок потоку фракції, відповідно на початку, кінці і по довжені матеріалопровода, m/c ;

V_{BSi} - швидкість витання частинок i -ї фракції, m/c ;

λ_T - коефіцієнт опору матеріалопроводу;

D - діаметр матеріалопровода, m ;

L - довжина матеріалопровода, m ;

F_M - площа поперечного перерізу матеріалопровода, m^2 ;

λ_{tm} - коефіцієнт опору міжфракційної взаємодії;

k_0 - еквівалентна "шероховатість" матеріалопровода;

Q - масові витрати повітря, kg/c ;

H_0, H_k - тиск повітряного потоку у вхідному та вихідному січеннях самопливу відповідно, Pa ;

ρ_v - густина повітря, kg/m^3 ;

$\sum \xi_0 - \sum \xi_k$ - коефіцієнти місцевих опорів вхідної та вихідної частини самопливу відповідно;

R_r - гідравлічний радіус, m ;

Re - критерій Рейнольдса.

Граничні умови визначаються рівністю $U_{x=0} = U_0$.

В системі рівнянь (1) сили міжфракційної взаємодії, представлені по аналогії з дослідженнями дисипаційних складових двокомпонентних потоків у вигляді функціональних залежностей відносно лінійної швидкості.

Зміна умов обтікання частинок повітряним потоком по траєкторії руху

здійснюється шляхом визначення його площі $F_M = \sum_{i=1}^m \frac{G_i}{\rho_i U_i}$ січення.

Замкнута система рівнянь (1) дозволяє розраховувати рух гравітаційних сипких середовищ при турбулентному режимі переміщення повітря і взаємодії твердої та повітряної фракцій багатокомпонентних потоків. Проведені розрахунки дозволили оцінити вплив міжфракційної взаємодії мучнистих і зернових фракцій та функції розподілення швидкості повітряного потоку, а також зворотній силовий вплив зернистої складової на мучнисту.

У випадку відносно невеликих об'ємних концентрацій ($\mu_g < 0,05$), коли потік частинок розглядається як рух окремих дисперсних частинок, основну роль в гравітаційному переміщенні відіграють інерція, тяжіння, опір тертя.

На основі загальної системи рівнянь (1) отримані системи рівнянь, характеризуючі прямоточні, протиточні режими руху гравітаційних потоків обмежених і не обмежених поверхнею матеріалопровода.

Чисельне рішення системи рівнянь (1) для двофракційних сипких матеріалів було реалізовано у вигляді програм розрахунків основних характеристик потоку $U=f(V)$; $U_1=f(V)$; $U_2=f(V)$. Алгоритм розрахунків заключався у спільному рішенні методом послідовних наближень системи рівнянь (1), знаходжені значень $U_1=f(V)$; $U_2=f(V)$ і їх підстановку в інтегральне рівняння руху повітряного потоку. При цьому ця операція виконувалась на кожному кроці ітерації. Програма розрахунків з урахуванням вимог до пам'яті та компенсації наявних похибок реалізовувалась шляхом обчислення на кожному етапі ітерації диферинційних рівнянь методом Рунге-Кутта з погрішністю $O(h^6)$; нелінійне алгебраїчне рівняння руху повітряного потоку методом простої ітерації, а складові інтеграли методом Симпсона.

Результати числових експериментів, проведених з використанням розроблених програм розрахунків математичних моделей, підтвердили якісну відповідність розрахункових і експериментальних даних приведених в літературних джерелах, однак показали значне їх кількісне розход-

ження. Це викликало необхідність експериментального вивчення процесів міжфракційної взаємодії мучнистих і зернових матеріалопотоків.

У третій главі приведені програма та методики експериментальних досліджень, схема та опис стендової установки (мал.3), методи обробки експериментальних даних.

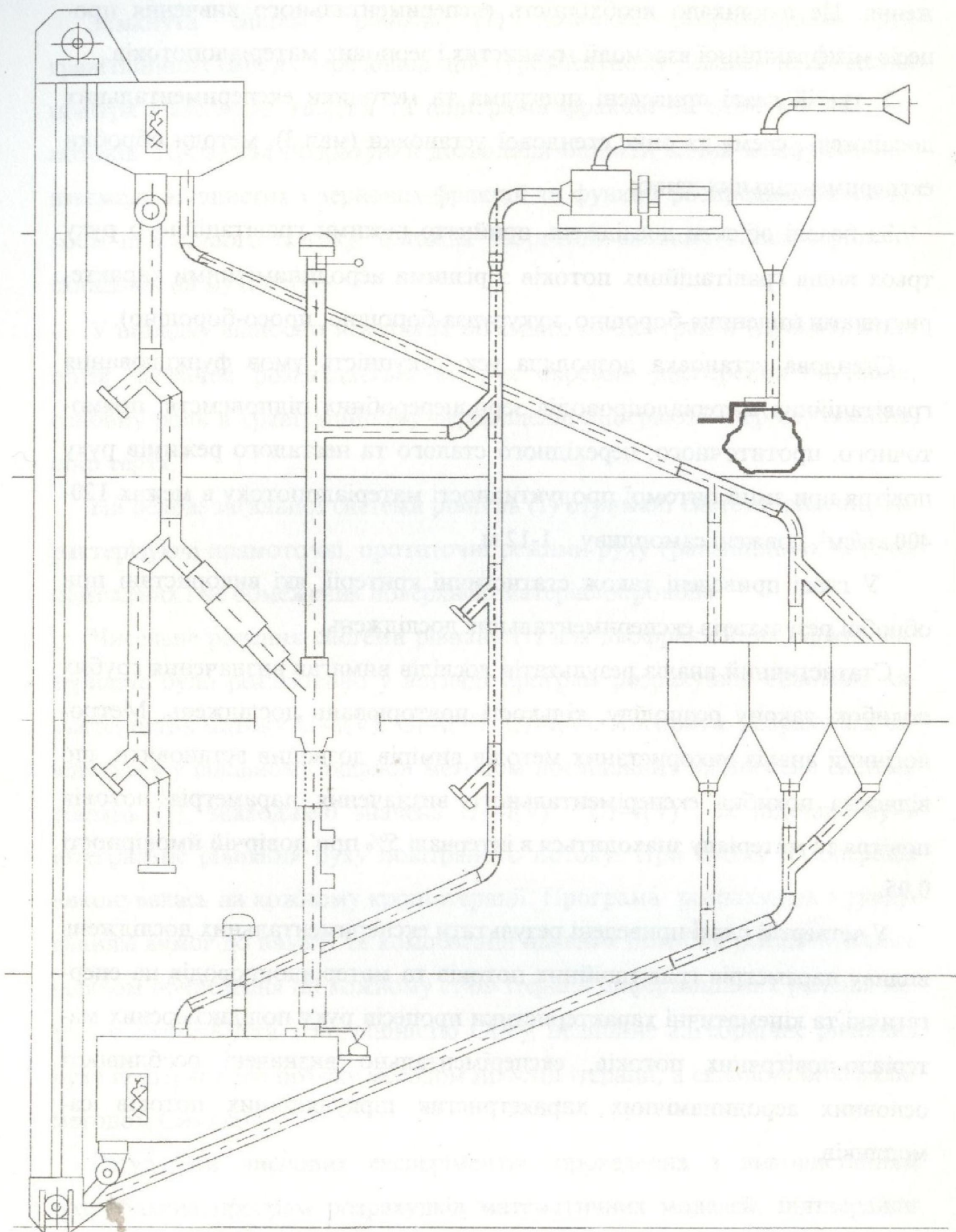
За базові об'єкти досліджень прийнято режими гравітаційного руху трьох видів гравітаційних потоків з різними аеродинамічними характеристиками (пшениця-борошно, кукурудза-борошно, просо-борошно).

Стендова установка дозволяла усю сукупність умов функціонування гравітаційних матеріалопроводів зернопереробних підприємств: прямо-точного, протиточного, перехідного сталого та несталого режимів руху повітря при зміні питомої продуктивності матеріалопотоку в межах 120-400 кг/см², довжені самопливу 1-12 м.

У главі приведені також статистичні критерії, які використані при обробці результатів експериментальних досліджень.

Статистичний аналіз результатів дослідів вимагав визначення грубих похибок, закону розподілу, кількості повторювань досліджень. Метрологічний аналіз використаних методів вимірів дозволив встановити, що відносна похибка експериментального визначення параметрів потоків повітря та матеріалу знаходиться в інтервалі 5% при довірчій ймовірності 0,95.

У четвертій главі приведені результати експериментальних досліджень впливу параметрів гравітаційних потоків та матеріалопроводів на енергетичні та кінематичні характеристики процесів руху полідисперсних матеріало-повітряних потоків, експериментально визначені особливості основних аеродинамічних характеристик циркуляційних потоків самопливів.



Мал.3 Схема стендової устанівки

Отримані кількісні характеристики підтвердили правомірність висунутих теоретичних висновків. Була виявлена група параметрів, що визначають процеси міжфракційної взаємодії аеродинамічно “легких” та “важких” компонент гравітаційних потоків. Серед вказаних параметрів виділено: число Рейнольдса - Re , співвідношення геометричних розмірів твердих частинок та діаметра матеріалопровода - $(d_{\alpha 1} + d_{\alpha 2} / 2D)$, співвідношення швидкостей витання основних компонент сипкого потоку (V_{BS1} / V_{BS2}) , а також об’ємна концентрація частинок $(\mu_{g1} + \mu_{g2})$. Основні функціональні залежності коефіцієнта міжфракційної взаємодії λ_{TP} приведені на мал. 1, 2, 3. Аналіз залежностей $\lambda_{TP} = \lambda_{TP}(Re)$ вказує на суттєвий нелінійний зв’язок між процесами взаємодії та видом пилеповітряного потоку в області значень $Re < 30 \cdot 10^3$. За межами вказаної області $Re > 30 \cdot 10^3$ відмічено стабілізацію значень коефіцієнта λ_{TP} . Залежність $\lambda_{TP} = \lambda_{TP}(V)$ має аналогічний вид залежності $\lambda_{TP} = \lambda_{TP}(Re)$, що свідчає про локалізацію твердих частинок в ядрі потоку при збільшенні степені турбулізації, вирівняності епюри локальних швидкостей повітря по поперечному сечені потоку, лінійному переміщенні частинок без поперечних коливань, а також зниження числа ударів. Збільшення об’ємної концентрації частинок в області $(1 - \epsilon) < 0,3$ приводить до збільшеного числа ударів частинок фракції твердого компонента та стабілізації значень коефіцієнта λ_{TP} . Стабілізація значень λ_{TP} у випадку великих значень критерія $Re > 30 \cdot 10^3$ настає з більшою швидкістю.

З урахуванням вимог π - теореми теорії розмірностей по результатам обробки багатофакторних експериментів отримано наступну емпіричну залежність для визначення коефіцієнта λ_{TP} .

$$\lambda_{TP} = 1,65 \cdot 10^5 Re^{-1,75} \left(\frac{d_{\alpha 1} + d_{\alpha 2}}{2D} \right)^{0,09} \left(\frac{V_{BS1}}{V_{BS2}} \right)^{0,88} (\mu_{g1} + \mu_{g2})^{0,12} \quad (2)$$

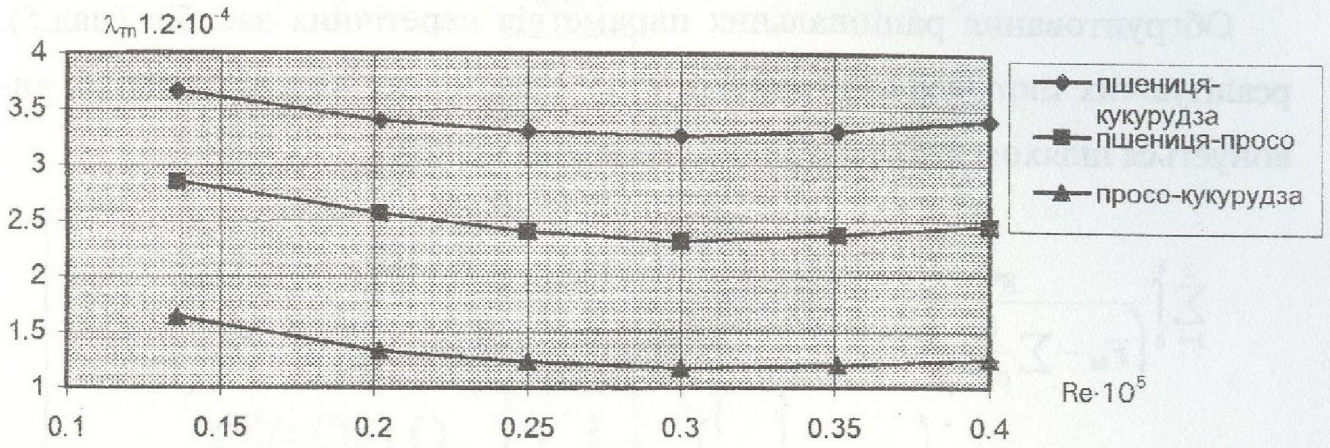
Аналіз експериментальних досліджень дозволив встановити, що в області стабілізації процесів міжфракційної взаємодії ($Re > 30 \cdot 10^3$) чисельне значення коефіцієнта $\lambda_{тп}$ приймається відповідно рівним $\lambda_{тп} = 0,0011$ (пшениця-кукурудза), $\lambda_{тп} = 0,0033$ (пшениця-просо), $\lambda_{тп} = 0,0024$ (просо-кукурудза), $\lambda_{тп} = 0,0008$ (пшениця-борошно).

Використання отриманих значень коефіцієнта $\lambda_{тп}$ дозволило провести перевірку адекватності математичних моделей процесам руху полідисперсних гравітаційних потоків для трьох груп прямоточних режимів: в режимах ежекційного засмоктування; в режимах створення розрідження у вихідному січненні самоплива, а також режимах відсутності сумарної внутрішньої енергопередачі матеріалоповітряних потоків.

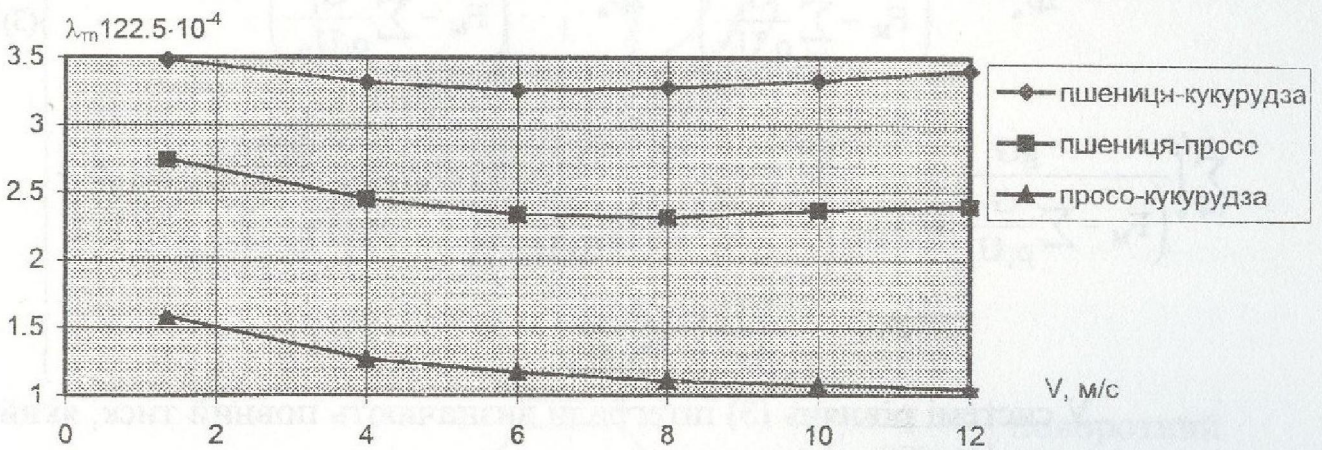
Експериментальне вивчення аеродинаміки полідисперсних гравітаційних потоків дозволило підтвердити висунуту гіпотезу про можливість синтезу основної аеродинамічної характеристики самоплива - $\Delta H = f(V)$ з урахуванням перерозподілу кінетичної енергії фракцій сипкого матеріалу.

Перевірку відповідності розроблених рівнянь руху (1) проводили шляхом порівняння розрахункових та експериментальних значень залежності $\Delta H = f(V)$ при різних значеннях параметрів, що відображають роботу пристроїв завантаження у виробничих умовах (мал. 4,6,7). По результатах досліджень встановлено, що відхилення розрахункових та експериментальних значень перепаду повного тиску $\Delta H = f(U, V)$, а також продуктивності повітряного потоку не перевершує $\pm 10\%$.

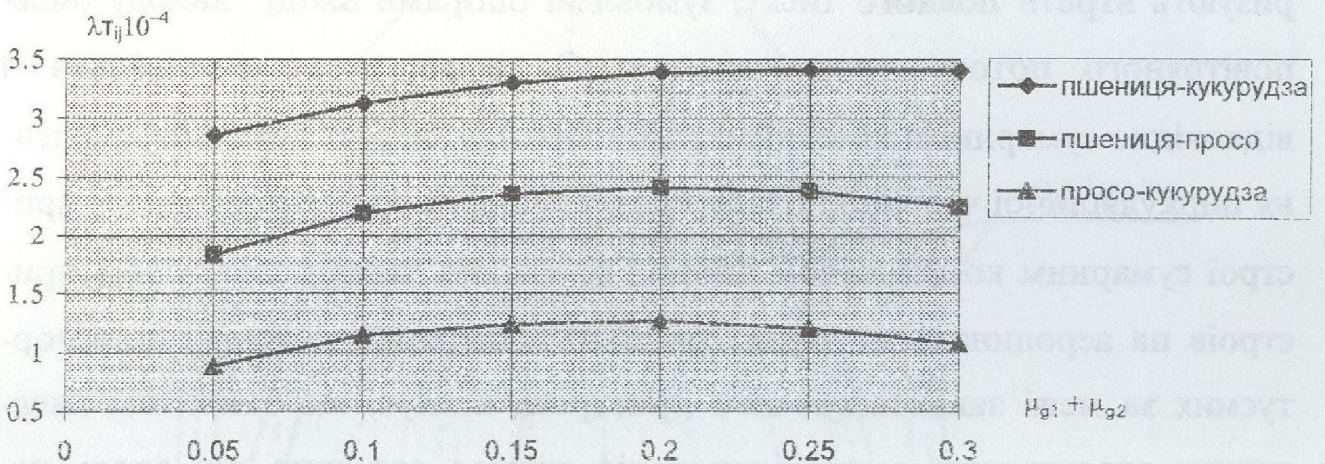
На основі аналізу процесів руху повітряних потоків в гравітаційних матеріалопроводах розроблено пристрої зменшення ежекційного повітря ділянок завантаження автомобільного та залізничного транспорту при одночасному забезпеченні їх високої продуктивності.



а)

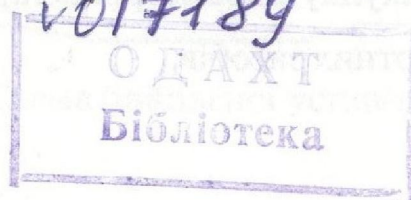


б)



в)

Мал.4 В залежності від коефіцієнта опору взаємодії $\lambda_{\text{тн}}$ а) від критерії Рейнольдса 1 - $\mu = 0.4$, 2 - $\mu = 0.1$, б) від швидкості повітря 1 - $\mu = 0.4$, 2 - $\mu = 0.1$, в) від дійсної концентрації потоку 1 - $\text{Re} = 20 \cdot 10^3$, 2 - $\text{Re} = 30 \cdot 10^3$, 3 - $\text{Re} = 40 \cdot 10^3$

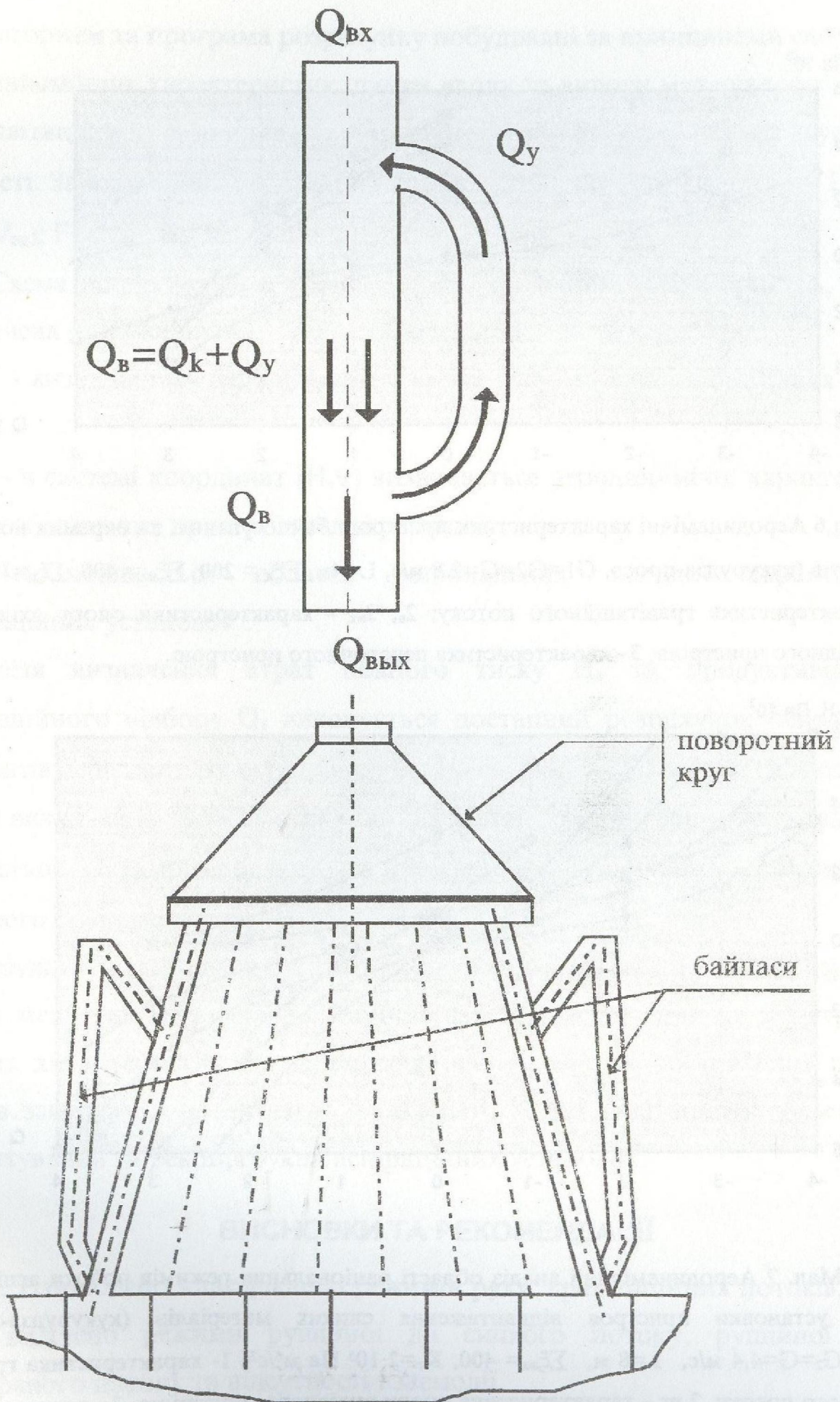


Обґрунтування раціональних параметрів перетічних засобів (мал.5), реалізуючих циркуляційні режими руху ежекційних потоків повітря виконується шляхом використання систем рівнянь (3).

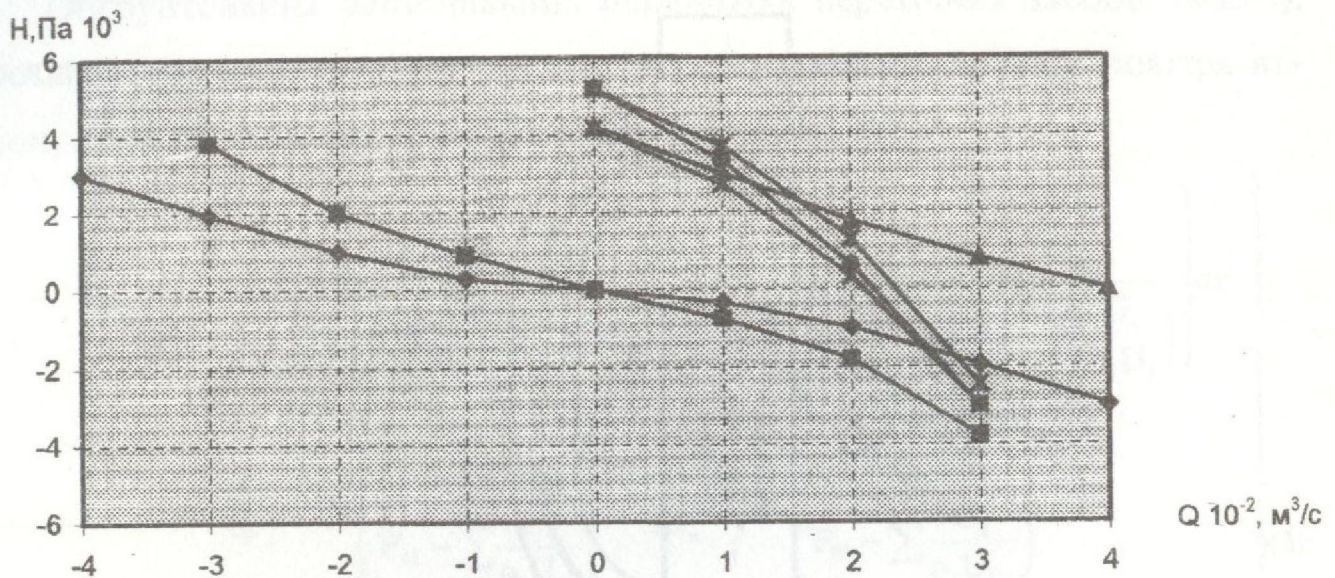
$$\left. \begin{aligned} & \sum_{i=1}^2 \int_0^L \frac{gG_i}{\left(F_M - \sum \frac{G_i}{\rho_i U_i}\right) U_i V_{BS_i}^2} \cdot \left| U_i - \frac{Q_B + Q_{\Pi}}{\rho_B \left(F_M - \sum \frac{G_i}{\rho_i U_i}\right)} \right| \cdot \left(U_i - \frac{Q_B + Q_{\Pi}}{\rho_B \left(F_M - \sum \frac{G_i}{\rho_i U_i}\right)} \right) dx \\ & - \frac{1}{2\rho_B} \sum \chi_B \left(\frac{Q_B}{F_M - \sum_{i=1}^m \frac{G_i}{\rho_i U_{i0}}} \right)^2 - \frac{1}{2\rho_B} \sum \chi_{Bx} \left(\frac{Q_B}{F_M - \sum \frac{G_i}{\rho_i U_{ik}}} \right)^2 = 0 \\ & \sum_{i=1}^2 \int_0^L \frac{gG_i}{\left(F_M - \sum \frac{G_i}{\rho_i U_i}\right) U_i V_{BS_i}^2} \cdot \left| U_i - \frac{Q_B + Q_{\Pi}}{\rho_B \left(F_M - \sum \frac{G_i}{\rho_i U_i}\right)} \right| \cdot \left(U_i - \frac{Q_B + Q_{\Pi}}{\rho_B \left(F_M - \sum \frac{G_i}{\rho_i U_i}\right)} \right) dx - \\ & - \frac{1}{2\rho_B} \sum \xi_{\Pi} \left(\frac{Q_{\Pi}}{F_{\Pi}} \right)^2 = 0 \end{aligned} \right\} (3)$$

У системі рівнянь (3) інтеграли визначають повний тиск, який розвиває гравітаційний потік сипкого матеріалу, всі інші вирази характеризують втрати повного тиску, зумовлені опорами входу, виходу пиле-повітряного потоку продуктивністю Q_B всамоплив завантаження з відповідно сумарними коефіцієнтами опору $\sum \xi_B$; $\sum \xi_{Bx}$, а також переміщення циркуляційної частини потоку продуктивністю Q_{Π} , в перетічному пристрої сумарним коефіцієнтом опору $\sum \xi_{\Pi}$. Аналіз впливу перетічних пристроїв на аеродинамічні характеристики повітряних потоків, транспортуємих за межі завантажуючого пристрою, вказує, що зниження ежективних властивостей матеріалопотоків суттєво залежить від опору перетічних каналів. Так, зміна $\sum \xi_{\Pi}$ в діапазоні значень [50-150] приводить до росту ежекційного тиску до 4 раз та ежекційних витрат Q_B до 5 раз.

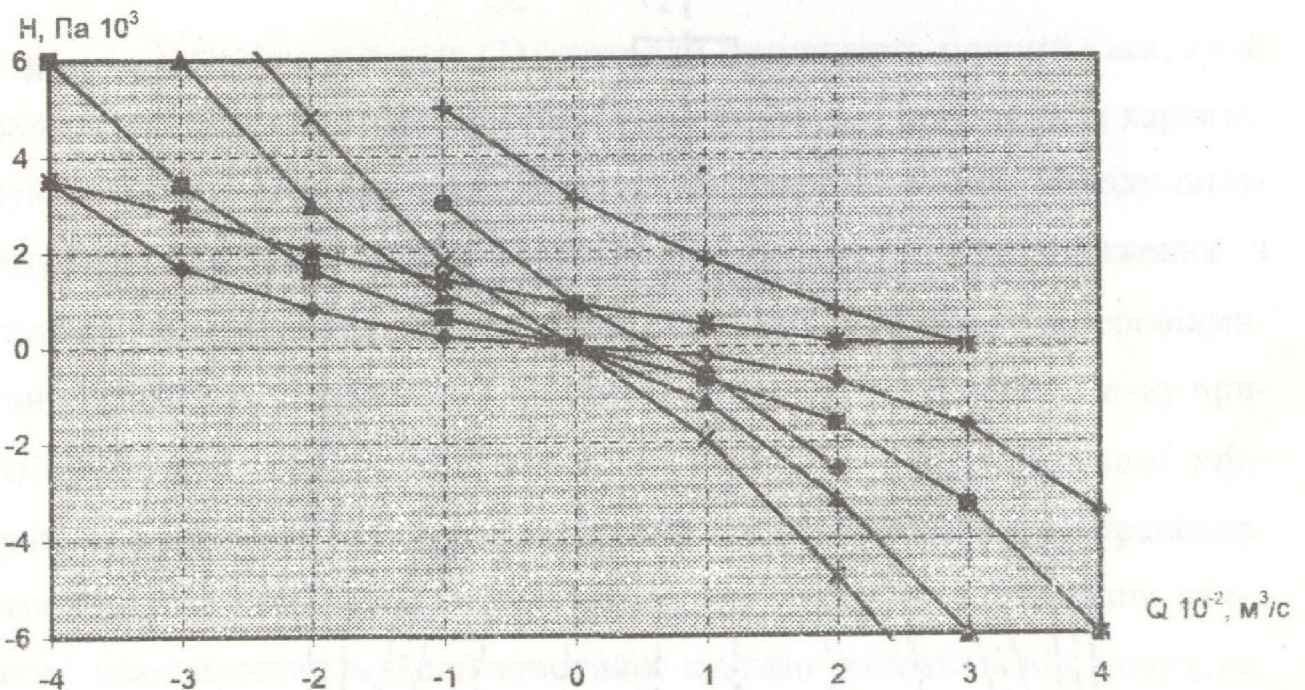
На основі отриманих у другій главі математичних моделей розроблена інженерна методика розрахунку параметрів аспіраційних систем пристроїв завантаження транспортних засобів.



Мал.5 Схема байпасної установки



Мал.6 Аеродинамічні характеристики пристрою байпасування, та окремих його елементів (кукурудза-просо, $G_1=G_2=G=2.8 \text{ м/с}$, $L=4\text{м}$, $\Sigma\xi_{\text{в}} = 200$, $\Sigma\xi_{\text{вх}} = 400$, $\Sigma\xi_{\text{ц}}=100$); 1 - характеристика гравітаційного потоку; 2_в, 2_{вх} - характеристики опору вхідного і вихідного пристроїв, 3 - характеристика переточного пристрою.



Мал. 7 Аеродинамічний аналіз області раціональних режимів роботи аспіраційної установки пристрою відвантаження сипких матеріалів (кукурудза-просо, $G_1=G_2=G=4,4 \text{ м/с}$, $L=8 \text{ м}$, $\Sigma\xi_{\text{вх}} = 400$, $K_r=2 \cdot 10^5 \text{ Па м}^6/\text{с}^2$) 1- характеристика гравітаційного потоку, 2 вх - характеристика опору вихідного пристрою, 3 - характеристика герметичності завантажуючої місткості.

Алгоритм та програма розрахунку побудовані за принципами синтезу аеродинамічних характеристик: ланки вводу та виводу матеріалопотоків у гравітаційний самоплив, гравітаційного потоку, та жавантажуємої місткості. За вхідні дані розрахунку прийнято: G ; G_1 ; G_2 ; U_0 ; ρ_{T1} ; ρ_{T2} ; L ; α ; V_{BS1} ; V_{BS2} ; F ; ε ; ε_2 ; R_T ; π .

Схема пошуку раціональних значень аспіраційних відборів (Q_a , H_a) визначена наступною послідовністю операцій:

- визначається аеродинамічна схема руху матеріалоповітряних потоків;

- в системі координат (H, V) визначається аеродинамічні характеристики обладнання пристроїв завантаження;

- встановлюється область раціональних значень параметрів аспіраційних установок.

Після визначення втрат повного тиску H_a та продуктивності аспіраційного відбору Q_a виконується поетапний розрахунок основних елементів аспіраційних установок: D_B , $H_{ш}$, $v_{ш}$, H_B , v_B . На мал.3 приведено схему визначення значень аспіраційних установок пристрою завантаження місткості (герметичністю $K_T=1 \cdot 10^3 \text{ Пас}^2/\text{м}^6$) при забезпеченні гарантованого розрідження $H_n=H_{\min}=30 \text{ Па}$.

Результати експериментальних досліджень, а також апробації розроблених методик підтвердили їх прийнятність для визначення конструктивних характеристик та параметрів роботи систем обезпилення пристроїв завантаження, а також можливість їх використання в практиці проектування та реконструкції аспіраційних установок.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Розроблено класифікацію режимів руху гравітаційних потоків, по якій виділено режими рушійної дії сипкого потоку, рушійної дії повітряного потоку та відсутності взаємодії.

2. Розроблено математичну модель гравітаційного руху полідисперсних двокомпонентних потоків з урахуванням внутрішньої фракційної взаємодії та зовнішнього тертя з поверхнею матеріалопроводу. Основна система включає рівняння руху полідисперсних фракцій сипкого матеріалопроводу, які замикаються рівняннями "неразривності" та руху повітряного середовища.

3. По результатам експериментальних досліджень, отримані емпіричні залежності коефіцієнтів міжфракційної взаємодії від основних параметрів багатоконпонентних гравітаційних потоків, що визначають основні аеродинамічні характеристики гравітаційних самопливів.

4. Визначено режими гравітаційного руху двокомпонентних потоків при яких має місце відсутність ежекції пиленовітряних потоків сипкими.

5. По результатам теоретичних та експериментальних досліджень основних аеродинамічних характеристик гравітаційних самопливів розроблено графоаналітичний метод встановлення раціональних по енергоємності параметрів роботи аспіраційних систем завантаження автомобільного та залізничного транспорту.

6. Експериментально встановлено характеристики засобів байпасування гравітаційних матеріалопроводів, що забезпечують зменшення продуктивності ежекційних пиленовітряних потоків більш як в два рази.

7. Запропоновані методи визначення параметрів аспіраційних систем знепилення пристроїв завантаження автомобільного та залізничного транспорту використані при розробці "Правила проектування аспіраційних установок підприємств по збереженню та переробці зерна".

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ ОПУБЛІКОВАНО У НАСТУПНИХ РОБОТАХ

1. Джума Аль Хуссин, Дмитрук Є.А., Гапонюк О.І. Пожаровзрывобезопасность пылевоздушных смесей / Сб. "55-я научная конференция ОГАПТ". - Одесса: ОГАПТ, 1995.-с.164.

2. Джума Аль Хуссин, Дмитрук Є.А. Основные режимы гравитационного движения полидисперсных материалопотоков/ Сб. "55-я научная конференция ОГАПТ" .- Одесса: ОГАПТ, 1995.-с.167.
3. Джума Аль Хуссин, Дмитрук Є.А. Эжективное воздуха сыпучими материалопотоками /Сб. "55-я научная конференция ОГАПТ" .- Одесса: ОГАПТ, 1995.-с.168.
4. Дмитрук Є.А., Джума Аль Хуссин. Моделирование процессов эжекции воздуха полидисперсными гравитационными потоками.- Деп. в ГНТБ Украины, 1995.
5. Дмитрук Є.А., Джума Аль Хуссин. Методика экспериментальных исследований процессов эжекции процессов гравитационных материалопотоков зерноперерабатывающих предприятий.- Деп. в ГНТБ Украины, 1995.
6. Дмитрук Є.А., Джума Аль Хуссин. Проблемы совершенствования систем аспирации комбикормовых заводов.-Деп. в ГНТБ Украины, 1995.

АНОТАЦИЯ

Джума Аль Хуссин "Аэродинамика полидисперсных гравитационных потоков в вертикальных самотеках".

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук специальности 05.18.12 - процессы и аппараты пищевых производств, Одесская государственная академия пищевых технологий, Одесса, 1995 г.

Диссертация написана в виде рукописи.

Защищается 6 научных работ по результатам исследований. На основании экспериментальных и теоретических исследований аэродинамики многокомпонентных потоков получены кинематические закономерности движения полифракционных гравитационных потоков. Разработаны научно обоснованные методы расчета аэродинамических параметров аспирационных систем, реализующих аспирационных отборов, байпасный способ обеспыливания источников пылеобразования. Разработаны рекомендации для использования результатов исследований в производстве.

Ключевые слова: аспирация, эжекция, байпасный режим, переточные потоки, полидисперсные материалы.

ANNOTATION

Juma Al Hussin. Aerodynamics of vertical polydispers gravity flows.

Thesis on academic degree of Candidate of technical science of speciality 05.18.12 - processes and apparatuses of food production, Odessa State Academy of food technologies, Odessa, 1995.

Thesis is written in the form manuscript. In scientific works according to results of research. Kinematics regularities of movement of polyfractional gravity flows are obtained on the ground of experimental and theoretical research of aerodynamics of multicomponent flows. Theoretically substantiated methods of calculation of aerodynamics of aspirational systems are worked, which realize aspirational selections, bypass method of method of separation dust of source of formation of dust.

Recommendations are worked for utilization of results of research in production.