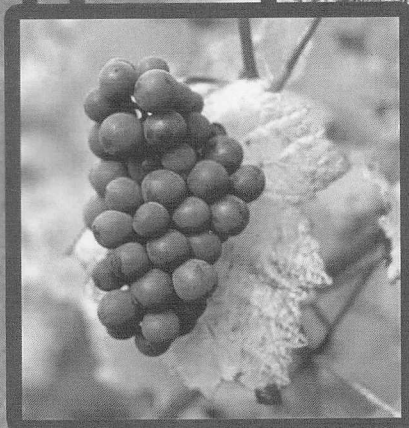
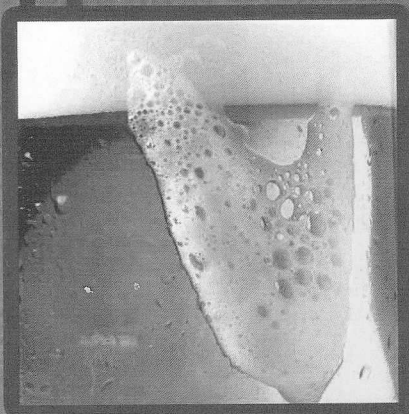


Міністерство  
освіти і науки  
України



НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ



# Харчова промисловість

9

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

# ХАРЧОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ

НАУКОВИЙ  
ЖУРНАЛ

Заснований у 1965 р.

№ 9

Київ НУХТ 2010

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

# ХАРЧОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ

НАУКОВИЙ  
ЖУРНАЛ

Заснований у 1965 р.

№ 9

Київ НУХТ 2010



Висвітлено результати науково-дослідних робіт з технології харчових продуктів, хімічних, біохімічних, мікробіологічних процесів, апаратів, обладнання, автоматизації харчових виробництв та економіки харчової промисловості.

Розрахований на наукових та інженерно-технічних працівників харчової промисловості.

**Редакційна колегія:**

**А.І. Соколенко**, доктор технічних наук,  
професор — головний редактор;  
**В.М. Таран**, доктор технічних наук,  
професор — заступник головного редактора;  
**С.В. Токарчук**, кандидат технічних наук,  
відповідальний секретар;  
**Л.Ю. Арсеньєва**, доктор технічних наук, професор;  
**О.Ф. Буляндра**, доктор технічних наук, професор;  
**А.О. Зайнчковський**, доктор економічних наук, професор;  
**А.П. Ладанюк**, доктор технічних наук, професор;  
**Л.В. Левандовський**, доктор технічних наук, професор;  
**В.М. Логвін**, доктор технічних наук, доцент;  
**В.М. Марченко**, кандидат технічних наук, доцент;  
**Т.Л. Мостенська**, доктор економічних наук, професор;  
**В.І. Оболкіна**, доктор технічних наук, старший науковий співробітник;  
**В.А. Піддубний**, доктор технічних наук, професор;  
**Т.П. Пирог**, доктор біологічних наук, професор;  
**І.О. Сінгаєвський**, доктор економічних наук, професор;  
**М.П. Сичевський**, доктор економічних наук, доцент;  
**О.П. Сологуб**, доктор економічних наук, професор;  
**О.Ю. Шевченко**, доктор технічних наук, професор;  
**Є.В. Штефан**, кандидат технічних наук, доцент.

***Видання подається в авторській редакції***

*Схвалено вченою радою НУХТ, протокол № 9 від 25.03.10 р.*

**Адреса редакції:** 01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68  
**Тел.:** (044) 289-19-04, 287-96-95



Таблиця 3

## ЕРС- тести ІС

| Фруктовий сік |       | Мінеральна вода |       | ВС          |       | Коньяки      |       |
|---------------|-------|-----------------|-------|-------------|-------|--------------|-------|
| Назва         | U, mB | Назва           | U, mB | Назва       | U, mB | Назва        | U, mB |
| Яблочний      |       | «Моршин»        | 59    | Bac.Subtil. | 34    | «3 - звезд.» | 321   |
| «Премія»      | 52    | «Поляна кв.»    | 56    | Microc.alb. | 63    | «4 - звезд.» | 46    |
| «Дар»         | 54    | «Тонис кис.»    | 69    | Clossc.but. | 15    | «5 - звезд.» | 32    |
| «Садочек»     | 56    | «Бонаква»       | 62    |             |       |              |       |

За допомогою розробленого математичного забезпечення одержали на екрані ПК зображення: мікроскладових ІС з урахуванням їх фізико-хімічних характеристик, *Bac. Subtilis*, *Micrococcus albus*, *Closscidium butisricum* (спільно з проф. Т.П. Пирог), а також структур деяких алкогольних напоїв (спільно з проф. П.Л. Шиян).

**Висновки.** Розглянуто метод електроперетворення фізико-хімічних показників іонів (заряджених мікрочасток) ІС в електричні характеристики ЕК та пристрій для його реалізації. Результати моделювання взаємодії магнітного поля з однорідною ІС показали, що під впливом електромагнітної індукції в ІС виникає електричний стан, який проявляється в специфічних електричних характеристиках. Для ІС виявлено функціональний зв'язок між фізико-хімічними показниками та електричними характеристиками. Ре-

зультати дослідів показали що ЕРС, яку створюють іони як однорідної, так і неоднорідної ІС, є їх індивідуальною характеристикою (індукційною константою). Статистичний аналіз результатів експериментів показав, що однорідну ІС (або регламентовану неоднорідну) доцільно представити у вигляді деякої області у просторі її електричних характеристик: напруг, струмів, опорів, потужностей. Ця область є її відображенням. Зміна хоча б однієї з електричних характеристик впливає на розташування ІС в заданій області і вихід за її межу.

Враховуючи різноманітність іонних систем і їх особливості, оцінку можливості застосування розглянутого методу для їх контролю потрібно одержувати для кожної окремо.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Г.В. Смірнова, О.О.Мазуренко, О.Г. Мазуренко, В.С. Смірнов. АЧХ-тести для стандартизації та ідентифікації технологічних середовищ. Харчова промисловість № 8. — 2009. — С. 42 — 45.
2. Ашуева Т., Кирнос Л., Суржик Т., Смирнов В. Эффективная электрическая проводимость и диэлектрическая проницаемость гетерогенных сред в переменном поле // Праці Інституту електродинаміки НАН України. — К.: — 1999 — С. 13 — 17.
3. А. Гордон, Р. Форд. Спутник химика, Мир, Москва, 1976.

Одержана редакцією 21.01.2010

УДК 621.694.3

В.Р. КУЛІНЧЕНКО, д-р техн. наук

О.М. ДЕМЕНЮК, канд. техн. наук

Національний університет харчових технологій

О.П. ЛОМЕЙКО, канд. техн. наук

Таврійський державний аграрно-технологічний університет, м. Мелітополь

## РОЗРАХУНОК ГІДРОСТРУМИННИХ НАСОСІВ ДЛЯ ГІДРОТРАНСПОРТУВАННЯ 1. ОСНОВИ НАПІРНОГО ТРАНСПОРТУВАННЯ

Узапропонованих статтях розглядаються принципи і методи конструювання і проектування гідроструминних насосів для гідротранспортування суміші.

**Ключові слова:** струминний насос, гідротранспортування, гранулометричний склад, суміш.

У предлагаемых статтях рассматриваются принципы и методы конструирования и проектирования гидроструйных насосов для гидротранспортирования смесей.

**Ключевые слова:** струйный насос, гидротранспортирование, гранулометрический состав, смесь.

In the offered article principles and methods of constructing and planning of hydrodynamic pumps are examined for hydrotransportation of mixture.

**Keywords:** stream pump, hydrotransportation, granulation mixture.

© В.Р. Кулінченко, О.М. Деменюк, О.П. Ломейко, 2010

**Н**апірним гідравлічним транспортуванням вважається процес перекачування трубами гідросуміші, утвореної робочим рідким середовищем (зазвичай водою) і подрібненими твердими нерозчинними матеріалами (відходи технологічних виробництв).

Гідравлічне транспортування широко використовують на зовнішніх і внутрішніх комунікаціях різних промислових підприємств, у тому числі і в харчовій промисловості. Основні задачі, які необхідно розв'язувати під час проектування гідротранспортних систем:

вибір і розрахунок насосного (гідроелеваторного) обладнання для забору і транспортування гідросуміші;

розрахунок трубопроводів, якими транспортується суміш (визначення втрат напору, вибір технологічно і економічно обґрунтованої швидкості, яка дозволяє запобігти випаданню в осад твердих речовин);

підбір найбільш доцільних для розрахункових умов концентрацій твердої фази у гідросуміші.

До одного із видів насосного обладнання, яке використовується в системах напірного гідротранспортування, відносяться струминні насоси (гідроелеватори). Перед тим як навести основи розрахунку і гідравлічні характеристики струминних насосів, які застосовуються для гідротранспортування, необхідно розглянути властивості гідросуміші, особливості перекачування трубами і всмоктування їх насосами.

**Види гідросуміші.** Головними признаками, які визначають вид гідросуміші, зазвичай є розмір частинок твердої фази, гранулометричний склад, концентрація, а також густина твердої фази [1, 2].

**Розмір частинок твердої фази** визначає умови їх гідродинамічної взаємодії з потоком несучої рідини. За переважним вмістом певного класу частинок виділяють наступні види гідросуміші.

**Колоїдні,** містять частинки розміром до 1 мкм.

**Структуровані (гідролізи),** містять тверді частинки розміром від 1 до 50 мкм, отримані шляхом диспергування (для частинок структурованих рідин гідродинамічна взаємодія визначається в основному силами в'язкості — законом Стокса, і такі суміші нами не розглядаються).

**Тонкодисперсні** — з частинками розміром від 50 до 150 мкм, отримані частіше всього шляхом подрібнення (для тонкодисперсної гідросуміші — суспензії — взаємодія частинок з рідиною визначається залежністю гідравлічного опору від в'язкості рідини; цей опір тим більший, чим дрібніші частинки).

**Грубодисперсні** — з частинками розміром від 0,1...0,15 до 1,5...2,0 мм.

**Неоднорідні грубодисперсні** — з частинками розміром понад 1,5...2,0 мм (взаємодія потоку з частинками лежить в зоні квадратичних опорів).

**Полідисперсні** — з частинками різної крупності.

З позиції гідродинаміки структуровані гідросуміші при насиченні рідини твердими речовинами понад 35 % внаслідок малого розміру частинок і великої їх концентрації основну роль у русі суміші відіграє тверда фаза. У той же час у різних гідросумішах при концентрації до 25...35 % за об'ємом основна роль у переносі твердого компонента належить рідині. Процеси в них носять гідродинамічний характер, обумовлений швидкостями і тиском всередині рідини і на границях дотикання рідини з поверхнею трубопроводу.

Перекачування структурованих рідин за допомогою гідроструминних насосів у більшості випадків недоцільне, тому що значна в'язкість такої гідросуміші суттєво зменшує ККД струминних апаратів, тому у подальшому структуровані рідини нами не розглядаються.

**Гранулометричний склад твердої фази** гідросуміші можна наближено характеризувати середньарифметичною (середньозваженою) крупністю частинок [1]:

$$d_{cp} = \frac{d_1 m_1 + d_2 m_2 + \dots + d_n m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i m_i}{\sum_{i=1}^n m_i}, \quad (1)$$

де  $d_i$  — середня крупність частинок  $i$ -го інтервалу;  $m_i$  — масовий відсотковий вміст частинок  $i$ -го інтервалу.

**Концентрація** — одна із важливих характеристик гідросуміші. Необхідно відмітити, що гідросуміш існує тільки під час руху, тому можна розрізняти миттєву і середню концентрації твердих речовин у деякому виділеному об'ємі потоку гідросуміші.

Концентрація твердої фази гідросуміші визначається відношенням об'ємних чи масових витрат твердого матеріалу до витрати рідини (води) чи гідросуміші. Масову концентрацію гідросуміші  $s_m$  можна виразити у наступному вигляді:

$$s_{m1} = \frac{m_r}{m_p} = \frac{\rho_r \rho_{r.c} - \rho_p}{\rho_p \rho_r - \rho_{r.c}}; \quad (2)$$

$$s_{m1} = \frac{m_r}{m_r + m_p} = \frac{\rho_r \rho_{r.c} - \rho_p}{\rho_{r.c} \rho_r - \rho_p}; \quad (3)$$

аналогічним чином визначається об'ємна концентрація гідросуміші  $s_v$ :

$$s_{v1} = \frac{V_r}{V_p} = \frac{\rho_{r.c} - \rho_p}{\rho_r - \rho_{r.c}}; \quad (4)$$

$$s_{v1} = \frac{V_r}{V_r + V_p} = \frac{\rho_{r.c} - \rho_p}{\rho_r - \rho_p}; \quad (5)$$

У цих рівняннях  $s_{m1}$ ,  $s_{m2}$  — відношення маси сухої твердої речовини  $m_r$  в одиниці об'єму гідросуміші, яка проходить за одиницю часу через поперечний переріз трубопроводу, відповідно до маси

рідини  $m_p$  у цьому ж об'ємі гідросуміші і до маси одиниці об'єму гідросуміші ( $m_t + m_p$ );  $s_{v1}$ ,  $s_{v2}$  — відношення об'єму твердої речовини у щільному тілі (без пор)  $V_t$ , що знаходиться в об'ємі гідросуміші, яка протікає за одиницю часу через поперечний переріз трубопроводу, відповідно до об'єму рідини  $V_p$  у гідросуміші і до об'єму гідросуміші ( $V_t + V_p$ );  $\rho_{r.c}$ ,  $\rho_p$ ,  $\rho_t$  — відповідно густина гідросуміші, рідини і твердої речовини.

Під час розрахунку гідротранспортних систем, які працюють на воді ( $\rho_p = \text{const}$ ), важливо знати залежність густини гідросуміші  $\rho_{r.c}$  від масової  $s_m$  чи об'ємної  $s_v$  концентрації і від густини твердої складової  $\rho_t$ .

На рис. 1 наведена залежність густини гідросуміші  $\rho_{r.c}$  від масової концентрації  $s_{m1}$  і густини твердої фази  $\rho_t$ , побудовані за формулою (2). Якщо задана об'ємна концентрація  $s_{v1}$ , то для визначення густини гідросуміші  $\rho_{r.c}$  можна використати залежність  $s_{v1}$  від  $s_{m1}$  у відповідності з формулами (2) і (4), з яких можна отримати наступну залежність:

$$s_{m1} = \frac{\rho_t}{\rho_p} s_{v1}.$$

Розраховане значення  $s_{m1}$ , можна використати для визначення густини гідросуміші  $\rho_{r.c}$  за графіком наведеним на рис. 1.

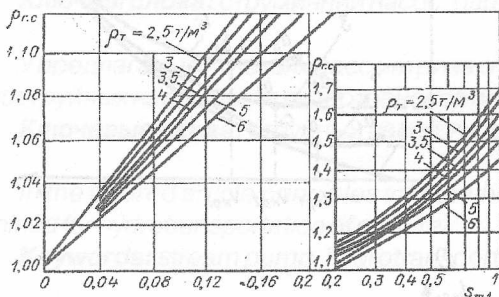


Рис. 1. Залежність густини гідросуміші  $\rho_{r.c}$  від масової концентрації  $s_{m1}$  і густини твердої фази  $\rho_t$ .

**Розрахунок параметрів руху гідросуміші. Режими руху.** Для розрахунку гідротранспортних трубопроводних систем необхідно знати можливі швидкості руху гідросуміші трубами і мати можливість визначати гідравлічні опори під час перекачування різної гідросуміші з різними концентраціями і густинами. Основою для розрахунку руху гідросуміші трубою нині служать напівемпіричні і емпіричні залежності, отримані різними авторами [1, 2, 3].

Умови усталеного руху гідросуміші трубами можна характеризувати відмінністю чи відповідністю швидкості потоку  $x$  критичному значенню швидкості  $u_{кр}$ .

Поняття критичної швидкості гідросуміші  $u_{кр}$  різне для горизонтальних і вертикальних трубопроводів. В горизонтальних трубопроводах під критичною розуміють таку мінімальну швидкість руху гідросуміші, за якої можливе в даних умовах транспортування твердих речовин повністю у

зваженому стані без осідання їх на дно трубопроводу. У вертикальних трубопроводах за критичну приймають швидкість вільного падіння частинок твердої фази у нерухомій рідині. Ця швидкість залежить від гідравлічної крупності твердого матеріалу, до якої слід віднести розмір, форму і густину частинок твердої фази.

**Закономірності руху гідросуміші в горизонтальних трубах [1, 2].** Для тонкодисперсної гідросуміші основним режимом транспортування є турбулентний режим її руху. На відмінність від руху однорідних малов'язких рідин (таких, як вода), на рух потоку тонкодисперсної гідросуміші впливає інерція твердих частинок. Але внаслідок малих розмірів твердих частинок у тонкодисперсній гідросуміші вони приймають участь у пульсаційних процесах. Виходячи з цього, гідросуміші можна представити у вигляді фіктивної однорідної рідини з густиною  $\rho_{r.c}$ , але у цьому випадку, на відмінність від істинної однорідної рідини, рух відбувається з додатковими витратами енергії, які приблизно пропорційні різниці густин гідросуміші  $\rho_{r.c}$  і чистої рідини  $\rho_p$ , а також об'ємної концентрації твердих частинок  $s_{v2}$  [див. формулу (5)].

Розрахункова формула для визначення питомого гідравлічного опору під час руху тонкодисперсної гідросуміші має наступний вигляд [2]:

$$i_{r.c} = i_p \left( 1 + c_0 \frac{\rho_t - \rho_p}{\rho_p} s_{v2} \right), \quad (6)$$

де  $i_{r.c}$ ,  $i_p$  — питомі втрати напору для гідросуміші і для чистої рідини, виражені в метрах стовпа чистої рідини;  $c_0$  — емпіричний коефіцієнт, який залежить від вмісту тонких фракцій у гідросуміші.

Для гідросуміші з вмістом твердих фракцій розмірами дрібніше 0,07 мм у кількості до 5...6 % і для диспергованої гідросуміші при об'ємній концентрації  $s_{v2}$  менше критичної коефіцієнт  $c_0$  можна приймати приблизно рівним одиниці (за даними роботи [1], він змінюється в межах 0,85...1,15). При цьому значення критичного (граничного) насичення потоку гідросуміші твердими частинками зв'язують з відношенням додаткових витрат енергії (у порівнянні з однорідною рідиною) на транспортування гідросуміші, викликаних впливом твердих частинок, до загальних витрат енергії. Із формули (6) можна отримати, що це відношення становить

$$\frac{i_p c_0 a s_{v2}}{i_p (1 + c_0 a s_{v2})} = c_0 a s_{v2} (1 + c_0 a s_{v2}),$$

$$\text{де } a = \frac{\rho_t - \rho_p}{\rho_p}.$$

Із розгляду отриманої формули видно, що додаткові витрати енергії для кожного виду гідросуміші є постійною величиною, вони не залежать від гідравлічних характеристик потоку, а визначаються фізико-механічними властивостями



гідросуміші. Тому для тонкодисперсної гідросуміші поняття критичної швидкості, чи максимального насичення, у гідродинамічному змісті гублять своє значення. Для такої гідросуміші замість критичної швидкості вводять поняття граничної швидкості  $v_{гр}$ .

Під граничною швидкістю руху тонкодисперсної суміші в горизонтальних трубах розуміють ту мінімальну швидкість  $v_{гр}$ , нижче якої може виникати в'язкопластична течія гідросуміші чи відбувається відкладання пористого шару твердої фази на дні труби. Величина  $v_{гр}$  практично не залежить від концентрації твердої фази і визначається за формулою:

$$v_{гр} = k_1 \sqrt{agd_{тр}}, \quad (7)$$

де  $k_1 = 1,0 \dots 1,5$  — коефіцієнт, який урахує властивості і дисперсність твердих частинок;  $g$  — прискорення вільного падіння;  $d_{тр}$  — діаметр трубопроводу.

Таким чином, на відмінність від чистих рідин, для яких характерні як ламінарні (при малих швидкостях), так і турбулентні режими руху, тонкодисперсні гідросуміші рухаються усталеним потоком тільки при швидкості вище  $v_{гр}$ . При швидкостях  $v > v_{гр}$  у трубах рухається звичайний турбулентний потік, який може транспортувати гідросуміш при насиченні його твердими частинками до концентрації  $s_{v2} = 0,2 \dots 0,25$ .

При  $v < v_{гр}$  відбувається зміна характеру руху гідросуміші і наближення його до структурованих потоків, для яких коефіцієнт  $c_0$  збільшується в залежності від швидкості до значень  $1,8 \dots 5,8$ . Аналіз виразів (6) і (7) показує, що питомі втрати напору  $i_{г.с}$  при перекачуванні тонкодисперсної гідросуміші з об'ємною концентрацією  $s_{v2} = 0,2 \dots 0,25$  при густині твердої фази  $\rho_r = 2,6 \text{ т/м}^3$  збільшуються в порівнянні з питомими втратами напору для води в  $1,3 \dots 1,5$  рази. При цьому значення граничних швидкостей  $v_{гр}$  для труб діаметром  $0,2 \dots 1,0 \text{ м}$  лежить у межах  $2,5 \dots 6,0 \text{ м/с}$ .

При швидкості руху гідросуміші  $v > 1,5 v_{гр}$  питомі гідравлічні втрати напору можна наближено розраховувати по формулі

$$i_{г.с} = \frac{i_p \rho_{г.с}}{\rho_p}.$$

При таких швидкостях питомі втрати напору мають значну величину.

Варто зауважити, що рух гідросуміші в металевих трубах внаслідок абразивної дії твердих частинок приводить до шліфування стінок труб протягом  $100 \dots 200$  год роботи. Тому при розрахунку гідравлічних опорів можна використовувати формули для гідравлічно гладких труб. У більшості випадків розрахунки за цими формулами дають запас до 25 %. Це пояснюється зменшенням шорсткості шліфованих гідросумішню труб у

порівнянні із шорсткістю нових труб, якою задаються під час розрахунків.

Для грубодисперсної гідросуміші. Під час руху грубодисперсної гідросуміші частинки твердої фази вносять у потік структурні зміни. Частинки твердої фази з причини значної інерційності дроблять вихрові маси і зменшують інтенсивність турбулентності, але разом з цим вони самі збуджують вихорі внаслідок дотикання до нижньої стінки труби з наступним рухом викликаним втягуванням потоку рідини. У такому потоці частина енергії тратиться на підтримання поступального руху твердих частинок. Для грубодисперсної гідросуміші характерна суттєва відмінність кривих  $i_{г.с} = f(v)$  від аналогічних кривих для чистих рідин (води).

На рис. 2 схематично показана залежність питомих втрат напору  $i_{г.с}$  від швидкості руху грубодисперсної гідросуміші в горизонтальних трубах (криві 2...4) [3]. Для порівняння там же нанесена залежність питомих втрат напору  $i_p$  від швидкості  $v$  для чистої рідини без твердих домішок (крива 1). Криві 1...4 побудовано у припущенні, що густини знаходяться у такій залежності  $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3 < \rho_4$ .

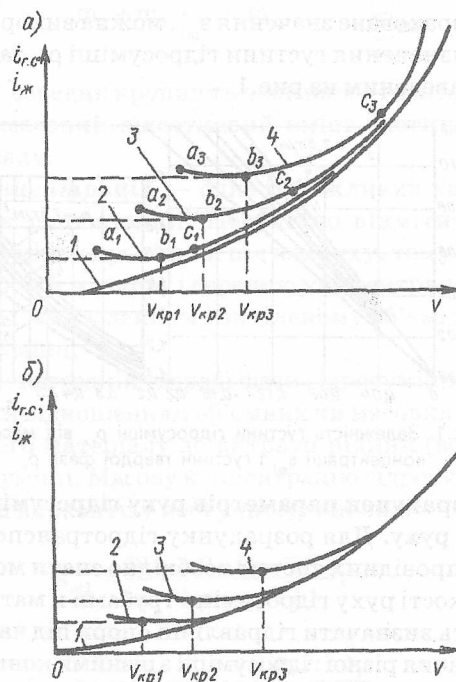


Рис. 2. Характер залежності питомих втрат напору  $i_{г.с}$  від швидкості  $v$  під час руху в горизонтальних трубах чистої рідини (криві 1) і гідросуміші (криві 2, 3, 4): а — втрати напору виражені в метрах стовпа чистої рідини; б — втрати напору виражені в метрах стовпа гідросуміші

Області критичних швидкостей (рис. 2, а) відповідають мінімальні питомі втрати напору  $i_{г.с}$ . Із фізичних уявлень виходить, що чим більша густина гідросуміші  $\rho_{г.с}$ , тим вищим повинно бути значення критичної швидкості, яка перешкоджає випадінню твердих частинок в осад. З цієї причини із збільшенням  $\rho_{г.с}$  мінімум втрат напору  $i_{г.с}$  на кривих 2...4 зміщується праворуч (у бік більших

значень швидкості). Ділянки  $a_1 b_1$  на кривих  $i_{г.с.} = f(v)$  відповідають області докритичних режимів з частковим відкладенням осаду в трубах; на ділянках кривих від точки  $b_1$  до точки  $c_1$  за рахунок вирівнювання розподілу твердих частинок у поперечному перерізі потоку криві 2...4 наближаються до кривої 1 для чистої рідини. Але праворуч від точки  $c_1$  криві 2...4 для гідросуміші починають знову відходити від кривої для чистої рідини.

УДК 621.694.3

В.Р. КУЛІНЧЕНКО, д-р техн. наук

О.М. ДЕМЕНЮК, канд. техн. наук

Національний університет харчових технологій

О.П. ЛОМЕЙКО, канд. техн. наук

Таврійський державний аграрно-технологічний університет, м. Мелітополь

## РОЗРАХУНОК ГІДРОСТРУМИННИХ НАСОСІВ ДЛЯ ГІДРОТРАНСПОРТУВАННЯ 1.а ОСНОВИ ТРАНСПОРТУВАННЯ ГІДРОСУМІШІ ТРУБАМИ

У запропонованих статтях розглядаються принципи і методи конструювання і проектування гідроструминних насосів для гідротранспортування суміші.

**Ключові слова:** струминний насос, гідротранспортування, гранулометричний склад, суміш.

У предлагаемых статьях рассматриваются принципы и методы конструирования и проектирования гидроструйных насосов для гидротранспортирования смесей.

**Ключевые слова:** струйный насос, гидротранспортирование, гранулометрический состав, смесь.

In the offered article principles and methods of constructing and planning of hydrodynamic pumps are examined for hydrotransportation of mixture.

**Keywords:** stream pump, hydrotransportation, granulation mixture.

При перекачуванні грубодисперсних матеріалів питомі втрати напору при інших рівних умовах менші, ніж при перекачуванні тонкодисперсної гідросуміші. Зі збільшенням швидкості ця різниця збільшується. При зменшенні швидкості нижче критичної питомі втрати напору збільшуються внаслідок збільшення кількості твердих частинок, які переносяться потоком по нижній поверхні труби. Якщо  $v \approx 0,9v_{кр}$ , режим руху гідросуміші стає нестійким, виникають застійні зони відкладення осаду. Виміряні для цього випадку питомі втрати напору дають велике розходження в показниках.

Питомі втрати напору при перекачуванні грубодисперсної гідросуміші рекомендується визначати за формулою:

$$i_{г.с.} = i_p + c_1 a s_{v2} \frac{\theta}{v} \sqrt{d_{cp}}; \quad (1)$$

при цьому критичну швидкість  $v_{кр}$  визначають за допомогою залежності:

$$v_{кр} = (6,5 \dots 7,5) \sqrt{d_{тр}} \sqrt[3]{a s_{v2} \frac{\theta}{\sqrt{d_{cp}}}}. \quad (2)$$

У цих залежностях  $\theta$  — гідравлічна крупність частинок з середнім розміром  $d_{cp}$  (табл. 1);  $c_1$  — емпіричний коефіцієнт, який вибирається в залежності від діаметра труби  $d_{тр}$ .

Основний вплив твердих частинок на рух неоднорідної грубодисперсної гідросуміші (розміри частинок більше 1,5...2,0 мм) проявляються в суттєвій зміні тертя біля нижньої стінки труби. Тверді частинки рухаються за рахунок ковзання чи кочення по стінці з короточасним знаходженням у зваженому стані в товщині потоку. Тверді частинки поблизу дна створюють немовби рухоми шорсткість. При цьому кострубаті не обкатані частинки створюють більший опір. На графіках, які відтворюють залежність питомих втрат напору  $i_{г.с.}$  від швидкості руху гідросуміші, криві для неоднорідної гідросуміші розташовуються значно ви-

© В.Р. Кулінченко, О.М. Деменюк, О.П. Ломейко, 2010

|                                                                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ДО ВІДОМА АВТОРІВ .....                                                                                                                                                                                       | 3  |
| <b>Технологія</b>                                                                                                                                                                                             |    |
| Верченко Л.М., Кос Т.С. Методика розрахунку кількості пічного газу, який виходить із вапняної печі та подається на сатурацію .....                                                                            | 5  |
| Демидов І.М., Демидова А.О., Пешук Л.В. Дослідження механізму антиоксидантного впливу соняшникового фосфатидного концентрату на окиснення соняшникової олії .....                                             | 7  |
| Грищенко Ф.В. Новий український класифікатор: стан і тенденції нормативної бази у сфері технологія виробництва харчових продуктів .....                                                                       | 11 |
| Крижова Ю.П., Антонюк М.М., Галенко О.О., Корзун В.Н. Технологія виробництва котлет профілактичного призначення з водоростями цистозіра чорноморська та фукус .....                                           | 16 |
| Романова З.М., Зубченко В.С., Карпуніна М.В., Подаєв Р.М. Вплив лазерного опромінення на активація ферментів солоду при отриманні пивного сусла .....                                                         | 20 |
| Романова З.М., Косоголова Л.О., Лошицький П.П. Дослідження впливу електромагнітних опромінь радіочастотного діапазону хвиль на активацію дріжджової культури <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....            | 22 |
| Кошова В.М., Мацулевич Н.Є. Вплив ферментних препаратів на колоїдну стійкість пива .....                                                                                                                      | 24 |
| Цирульнікова В.В., Оляньська С.П. Використання вискоєфективних флокулянтів для інтенсифікації процесів очищення дифузійного соку .....                                                                        | 27 |
| Левандовський Л.В., Михайлів А.П. Вплив концентрації сухих речовин середовища на метаболізм дріжджів при спиртовому зброджуванні зернового сусла .....                                                        | 33 |
| Гусятинська Н.А., Тетеріна С.М., Касян І.М., Гусятинський М.В. Аналіз мікробіологічних процесів та способів їх пригнічення при зберіганні цукрових буряків .....                                              | 36 |
| Рак В.П., Юрчак В.Г., Проценко Л.В., Пасічник І.О. Використання хмелю для збагачення хліба біологічно активними речовинами .....                                                                              | 39 |
| Белінська А.П., Кричківська Л.В., Зекунова Т.І., Радзівська І.Г. Вибір олійної основи з метою стабілізації біологічно активних речовин від окисного псування .....                                            | 42 |
| Омельчук Є.О., Красінько В.О., Іванов О.О., Твердохліб І.О., Капічон А.П., Айзенберг В.Л., Стойко В.І. Скринінг продуцентів целюлолітичних ферментів серед мезофільних та термотолерантних мікроміцетів ..... | 46 |
| Скроцька О.І., Пенчук Ю.М., Скроцький С.О., Гавриленко М.М., Смірнова Г.Ф. Виділення ацетоно-бутилових бактерій з різних природних джерел .....                                                               | 49 |
| Пирог Т.П., Савчук О.М., Мучник Ф.В. Інтенсифікація синтезу мікробного полісахариду етаполану на суміші ацетату і меляси .....                                                                                | 52 |
| Білько М.В., Добоній І.В. Дослідження впливу активного вугілля на якість виноматеріалів для ароматизованих напоїв .....                                                                                       | 55 |
| Кухарчук О.В., Грегірчак Н.М. Дослідження дії комбінованого біоциду на основі полігексаметиленгуанідину .....                                                                                                 | 58 |
| Юкало В.Г., Сторож Л.А. Кількісне визначення фосфопротеїнів коров'ячого молока .....                                                                                                                          | 62 |
| <b>Процеси та обладнання</b>                                                                                                                                                                                  |    |
| Мирончук В.Г., Єщенко О.А. Отримання цукру стандартної якості при низькій чистоті вихідних продуктів .....                                                                                                    | 64 |



|                                                                                                                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Матко С.В., Мельник Л.М. Моделювання і оптимізація процесу адсорбційного очищення купажу палигорськітом .....                                                                              | 66  |
| Матко С.В., Мельник Л.М. Дослідження фізико-хімічних показників обробленого палигорськітом яблучного соку .....                                                                            | 70  |
| Смірнова Г.В., Українець А.І., Мазуренко О.Г., Смірнов В.С. Взаємодія магнітного поля з іонними системами, їх електричні характеристики та ідентифікація .....                             | 73  |
| Кулінченко В.Р., Деменюк О.М., Ломейко О.П. Розрахунок гідроструминних насосів для гідротранспортування. 1. Основи напірного транспортування .....                                         | 77  |
| Кулінченко В.Р., Деменюк О.М., Ломейко О.П. Розрахунок гідроструминних насосів для гідротранспортування 1.а Основи транспортування гідросуміші трубами .....                               | 81  |
| Петрікей Р.В., Прохоров О.М. Інтенсифікація процесу насичення напоїв CO <sub>2</sub> шляхом використання гідродинамічних кавітаційних пристроїв .....                                      | 85  |
| Змієвський Ю.Г., Мирончук В.Г., Цюпко Л.В., Кучерук Д.Д. Визначення основних характеристик гідрофобної мікрофільтраційної мембрани марки мфк-3 при мембранній дистиляції .....             | 90  |
| Любімов В.М., Кривопляс-Володіна Л.О., Деренівська А.В. Дослідження процесу переміщення сирних блоків у перевантажувальному пристрої з приводною заслінкою .....                           | 95  |
| Пушанко М.М., Парахоня А.М., Хоменко О.І. Пристрій для ефективного відділення домішок від буряків .....                                                                                    | 97  |
| Попова Н.В., Немирович П.М., Зав'ялов В.Л., Мисюра Т.Г. Розроблення технології виробництва натурального харчового барвника з виноградних вичавок при використанні віброекстрагування ..... | 102 |
| Зубченко В.С., Ткаченко Л.В., Процан Н.В., Новіков М.М. Удосконалення процесу приготування сусла із зерна кукурудзи .....                                                                  | 104 |
| Соколенко А.І., Васильківський К.В., Хваста М.М., Бут С.А. Моделювання процесу перевантаження виробів циліндричної форми .....                                                             | 107 |
| Хваста М.М., Соколенко А.І., Васильківський К.В., Павлов С.О. Кінематика переміщень вантажів на похилих опорних рухомих площинах .....                                                     | 110 |
| Миколів І.М., Шевченко О.Ю., Бут С.А., Якимчук М.В., Піддубний В.А. Локальні рекуперативні зони в процесах концентрування матеріальних потоків .....                                       | 113 |
| Миколів І.М., Шевченко О.Ю., Піддубний В.А. Енергетичні потоки в харчових технологіях і їх складові .....                                                                                  | 117 |
| Токарчук С.В., Гавва О.М. Дослідження впливу первинних похибок та зазорів на точність дозування .....                                                                                      | 119 |
| Халайджі В.В., Токарчук С.В., Гавва О.М. Основи модульної системи проектування обладнання для групового пакування .....                                                                    | 123 |
| Хоменко М.Д., Нарожний С.О., Зменшення подрібнення та ефективне повне очищення коренів цукрових буряків — реальні шляхи збільшення виробництва цукру .....                                 | 129 |
| Нарожний С.О., Хоменко М.Д., Сорокін А.І. Водоповітряне пульсаційне відмивання цукрових буряків .....                                                                                      | 131 |
| Якимчук М.В. Розробка математичної моделі для визначення максимальної продуктивності обладнання в роботизованих лініях для групової упаковки .....                                         | 133 |
| Сідлецький В.М., Ельперін І.В. Механізм логічного виведення рекомендацій щодо зміни технологічних параметрів для колонної дифузійної станції .....                                         | 136 |
| Свідерська О.І., Яровий В.Л. Сучасні методи й обладнання для зневоднення пивної дробини механічним шляхом .....                                                                            | 141 |
| Полумбрик М.О. Полімерні пакувальні матеріали, що розкладаються біологічним шляхом .....                                                                                                   | 144 |

|                                                                                                                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Ковальов О.І., Кривопляс-володіна Л.О., Любімов В.М.</i> Проектування комбінованого зубчато-важільного механізму .....                                                 | 149 |
| <i>Проскурка Є.С., Кишенько В.Д.</i> Кластеризація часових рядів технологічних змінних цукрового виробництва на основі прецедентного підходу .....                        | 152 |
| <i>Зігунов О.М., Кишенько В.Д.</i> Дослідження процесів екстрагування цукру нейромережевими методами для задач технологічного моніторингу .....                           | 155 |
| <i>Заїка В.І., Кишенько В.Д.</i> Застосування апарату нелінійного аналізу динамічних систем для обробки історичних даних роботи станції дефекосатурації .....             | 159 |
| <i>Журавков О.В., Подобій О.В., Коломієць Д.П.</i> Небезпечні концентрації неорганічних елементів та їх сполук у харчових продуктах після електроконтактної обробки ..... | 163 |
| <i>Подобій О.В., Мірошник В.О.</i> Визначення оптимальних параметрів проведення процесу кристалізації цукрози при додаванні хімічного реагенту .....                      | 166 |
| <i>Снежкін Ю.Ф., Петрова Ж.О., Ільєнко О.О., Ловейко В.О.</i> Сушіння м'яти на конвективних сушильних установках .....                                                    | 168 |
| <i>Піддубний В.А., Бут С.А.</i> Визначення динамічних і кінематичних параметрів ударної взаємодії при формуванні шару виробів на рухомій площині .....                    | 171 |
| <i>Литвиненко А.М., Фалес В.М., Хіврич О.В.</i> Захист від виробничого шуму .....                                                                                         | 173 |
| <i>Деренівська А.В., Масло М.А., Валіулін Г.Р.</i> Дослідження операції бігування заготовки картонної упаковки .....                                                      | 177 |
| <b>Економіка</b>                                                                                                                                                          |     |
| <i>Ільєнко Н.О.</i> Вплив глобальної кризи на соціально-економічні процеси в Україні .....                                                                                | 180 |
| <i>Бевз В.В.</i> Енергозбереження — потенціал розвитку економіки України .....                                                                                            | 186 |
| <i>Бевз В.В.</i> Енергозбереження — ефективний шлях до зниження витрат виробництва .....                                                                                  | 190 |