

**ПЕРСПЕКТИВНІ СХЕМИ ГІДРОІМПУЛЬСНИХ МАШИН
ДЛЯ ПОТОКОВОГО ВІБРОУДАРНОГО ФАЗОВОГО РОЗДІЛЕННЯ
ВОЛОГИХ ДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Приводятся формулы для определения параметров эффективности процессов поточного виброударного обезвоживания и очистки отходов пищевых производств, относящихся к влажным дисперсным материалам, а также перспективные схемы гидроимпульсных машин для реализации данных процессов, обеспечивающих получение из отходов добавок к сельскохозяйственным кормам или высококалорийного топлива.

The formulas for determination of parameters of efficiency of processes for flow vibro-blowing dehydration and purification of the waste of food productions, belonging to humid dispersive materials, an also the perspective schemes of hydraulic pulse machines for realization of this processes for getting from it additives to agricultural fodders or high-calorie fuel is represents.

Вступ

Найбільш раціональним методом утилізації відходів харчових виробництв, таких як спиртова барда, пивна дробина, буряковий жом, кавовий та ячмінний шлам тощо, які відносяться до вологих дисперсних матеріалів, є їх розділення на рідинну фазу — фільтрат, та тверду фазу — концентрат. Фільтрат після достатньо якісного очищення являє собою воду і може зливатись у природні водоймища або повторно використовуватись на виробництві. Концентрат після зневоднення до вологості 20 — 25% може застосовуватись як добавка до сільськогосподарських кормів або спалюватись з одержанням тепла чи пари. Відомі способи зневоднення і очищення вологих дисперсних матеріалів можна поділити на механічні, електролітичні, термічні, хімічні та біологічні [1, 2]. При цьому відомі механічні способи не забезпечують вказаної вище кінцевої вологості концентрату оброблюваного матеріалу, електролітичні та термічні способи є дуже енергоємними, а хімічні та біологічні малопродуктивними, крім цього, обладнання для їх здійснення є досить громіздким і дорогим [1, 2].

У зв'язку із цим, для реалізації процесів фазового розділення вологих дисперсних матеріалів нами пропонуються більш ефективні способи їх потокового віброударного зневоднення і очищення на гідроімпульсних машинах [1, 3].

Постановка задачі

Для використання пропонувананих способів на виробництві необхідно отримати залежності для визначення параметрів їх ефективності та розробити схеми гідроімпульсних машин для здійснення зневоднення запропонованим способом.

Основні результати досліджень

Продуктивність $\Pi_{з.р}$, кг/хв потокового віброударного зневоднення можна розрахувати як відношення маси $m_{р.в}$ рідини, видаленої з порції оброблюваного матеріалу впродовж часу ΣT_3 до цього часу

$$\Pi_{з.р} = \frac{m_{р.в}}{\Sigma T_3}. \quad (1)$$

При цьому $m_{р.в}$ визначається як різниця початкової $m_{м.п}$ та кінцевої $m_{м.к}$ маси порції матеріалу — до та після його віброударного зневоднення,

$$m_{р.в} = m_{м.п} - m_{м.к}. \quad (2)$$

Енергоємність E_3 , кВт·год/т зневоднення обчислюємо як відношення енерговитрат ΣE_3 на здійснення процесу до маси $m_{р.в}$. У свою чергу ΣE_3 знаходимо як добуток сумарної встановленої потужності N_{Σ} електродвигунів машини на ΣT_3

$$E_3 = \frac{\Sigma E_3}{m_{р.в}} = \frac{\Sigma T_3 N_{\Sigma}}{m_{р.в}}. \quad (3)$$

Кінцева вологість U_k порції матеріалу після його зневоднення визначається ваговим методом за допомогою формули [4]

$$U_k = \frac{m_{р.з}}{m_{м.к}}, \quad (4)$$

де $m_{р.з}$ — маса рідинної фази в порції матеріалу після зневоднення, розраховується як різниця $m_{м.к}$ та маси m_t твердої фази в порції після повного висушування останньої.

Продуктивність Q_o , л/год потокового віброударного очищення обчислюється як відношення об'єму $W_{o\Sigma}$ очищеної рідини за певний час t_o до цього часу [5],

$$Q_o = \frac{W_{o\Sigma}}{t_o}. \quad (5)$$

Енергоємність E_o , кВт·год/кг очищення (витрати енергії на одиницю об'єму очищеної рідини) можна визначити з формули (3).

$$E_3 = \frac{\sum E_s}{m_{p,s}} = \frac{\sum T_s N_{e\Sigma}}{m_{p,s}} \quad (6)$$

де $N_{e\Sigma}$ — сумарна встановлена потужність електродвигунів машини для очищення.

Для забезпечення заданих показників ефективності потокового віброударного фазового розділення пропонується здійснювати їх у декількома послідовними стадіями. На кожній з них рекомендується використовувати окрему машину, крім цього, поступово підвищувати від стадії до стадії інтенсивність навантаження оброблюваного мате-

ріалу. З урахуванням вищевикладеного розроблено перспективні схеми гідроімпульсних машин для реалізації пропонувананих способів зневоднення та очищення.

Зокрема, остаточне зневоднення концентрату оброблюваного матеріалу для максимального зменшення його кінцевої вологості та забезпечення безперервності робочого процесу доцільно здійснювати між кількома парами обертових валків, що створюють віброударне навантаження матеріалу.

На рисунку 1 представлено конструктивну схему гідроімпульсної валкової машини, яку можна створити на базі

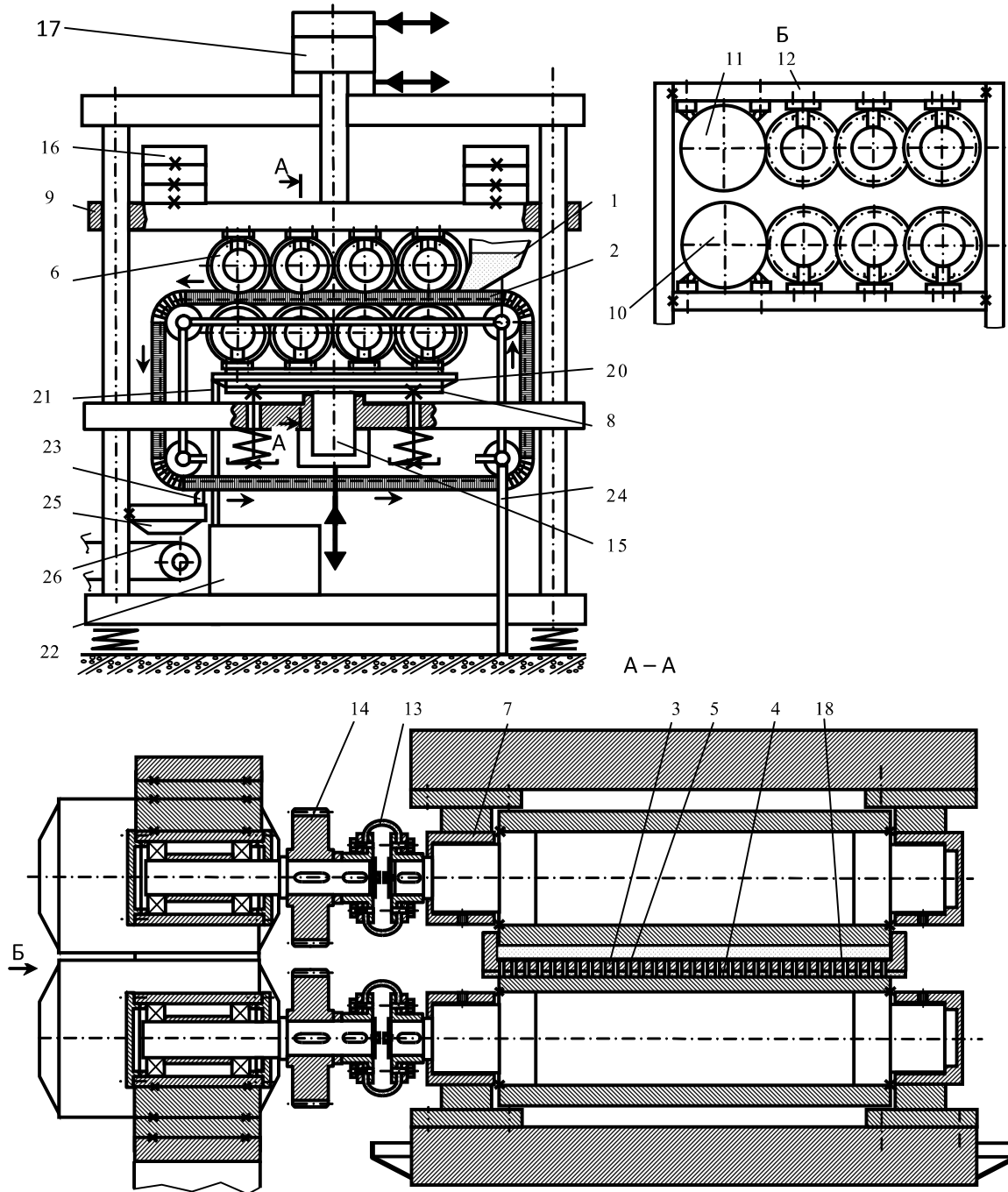


Рисунок 1 — Конструктивна схема гідроімпульсної валкової машини для потокового віброударного зневоднення вологих дисперсних матеріалів.

вібропреса ІВПМ [6]. Оброблюваний матеріал шаром завтовшки 5–10 мм подається з бункера 1 на стрічку 2 конвеєра, змонтованого на рамі 24. Стрічка 2 складається з С-подібних пластин 3 завширшки 30–40 мм, яких закріплено заклепками (на схемі не показано) на гумовотканинній основі 4. У пластинах 3 і основі 4 виконано велику кількість наскрізних отворів 5 діаметром 3 мм, закритих фільтрувальною сіткою 18. Верхню гілку стрічки 2 затиснено між двома рядами валків 6, установлених у підшипниках ковзання 7 на вібростолі 8 та рухомій траверсі 9 базового вібропреса. Всі валки 6 приводяться у повільне рівномірне обертання з однаковою частотою від двох планетарних мотор-редукторів 10, 11, закріплених на рамі 12. При цьому за схемою два крайні праві валки приводяться до дії від мотор-редукторів через пружні муфти з тороподібними оболонками, а інші валки — від мотор-редукторів, через зубчасті колеса 14 та пружні муфти 13 (розріз А — А та вид Б на рисунку 1). Валки здійснюють також вертикальні зворотньо-поступальні переміщення, що передаються від плунжера 15 гідроциліндра гідроімпульсного привода [6]. Віброударне інерційне навантаження зверху на валках забезпечують траверса 9 та змінні вантажі 16, крім цього, гідроциліндр 17 може створювати на них додаткове статичне зусилля. Оброблюваний матеріал 19 на стрічці 2 протягується між валками, навантажується та поступово зневоднюється. Видалений з нього фільтрат проходить через сітку 18 та отвори 5 у стрічці 2, збирається у жолоб 20 навколо вібростолу 8 і далі спливає по трубіці 21 до баку 22, звідки йде на очищення. Концентрат матеріалу затримується сіткою 18 і після проходження між всіма валками зрізається зі стрічки 2 гумовим ножом 23 та скидається через конічний напрямний кожух 25 на стрічковий конвеєр 26.

На базі вібропреса ІВПМ-16 було створено експериментальний гідроімпульсний стенд з однією парою валків, що були установлені, як показано на рисунку 1, на вібростолі і траверсі базового вібропреса. Протягом проведених на стенді експериментів зі зневоднення концентрату кавового шламу кінцева вологість останнього не перевищувала 25%, що доводить високу ефективність пропонованої схеми

На рисунку 2 представлено ще одну принципову схему промислової гідроімпульсної валкової машини для остаточного зневоднення. Оброблюваний матеріал з бункера 1 скидається у зону Б рівномірним шаром завтовшки 5–10 мм на поверхню столу 2, що закрита фільтрувальною сіткою 4. У столі виконано велику кількість наскрізних отворів діаметром 3 мм. Стіл здійснює повільний безперервний обертальний рух у напрямку, який показано стрілками. Привод столу включає електродвигун М1 та планетарний редуктор 3. З поверхнею сітки 4 у двох взаємно перпендикулярних перетинах контактують верхні конічні валки 5 і 6, які без проковзування обертаються у напрямку, протилежному обертанню столу 2. Привод валків 5, 6 реалізується від електродвигунів М2, М3 через планетарні редуктори 7, 8 та пружні муфти 9, 10 з тороподібними оболонками. Крім цього, валки 5, 6 здійснюють вертикальні зворотньо-поступальні переміщення, що забезпечують гідроциліндри 11, 12 гідроімпульсного при-

вода, через траверси 13, 14 (валки 5, 6 установлено у підшипниках ковзання траверс). Стіл 2 знизу, у перетинах установлення валків 5 і 6 спирається на два нижні валки 15, установлені з можливістю обертання у баку 16. Оброблюваний матеріал на сітці 4, разом зі столом 2 проходить послідовно під валками 5 і 6, внаслідок чого піддається статичному та віброударному навантаженню. Видалений з матеріалу фільтрат проходить через сітку 4 та отвори у столі 2 і спливає до баку 16, з якого подається на очищення. Концентрат матеріалу, затриманий сіткою 4, зрізається з її поверхні ножом 17 та засмоктується за допомогою вакуумного насоса 19 у патрубков 18 (насос з патрубком пов'язані через резервуар 21 і трубу 20). Відкрита нижня частина резервуару 21 підтискається гумовим ущільненням 22 до верхньої поверхні диску 23 з наскрізним отвором 27 біля периферії. Диск 23 повільно і безперервно обертається (привод забезпечує електродвигун М4 через черв'ячний редуктор 24). Поки під ущільненням 22 проходить суцільна частина диску 23, концентрат, що відсмоктується насосом 19, накопичується у резервуарі 21 (для запобігання потрапляння концентрату до насоса у його відводі 28 установлено відбивну металеву сітку). Коли під ущільненням 22 проходить отвір 27, накопичений у резервуарі 21 концентрат скидається через отвір до контейнера 25. Гумовий екран 26 у центральній частині столу 2 запобігає переміщенню ще не зневодненого матеріалу із зони Б одразу до зони зрізання концентрату.

Як показали розрахунки [3] та експерименти [5], для підвищення ефективності потокового очищення вологих дисперсних матеріалів через трубчасті керамічні мембрани [3], протягом його реалізації, у середовищі матеріалу, що проходить по каналах мембрани доцільно створювати ударні хвилі напружень та деформацій. Таким чином, забезпечуються періодичні і досить значні за величиною підвищення тиску в матеріалі, а також збільшення швидкості руху його частинок. У порівнянні із безударним потоковим очищенням, зменшуються забивання пор мембрани та енерговитрати на здійснення процесу, підвищується та стабілізується в часі його продуктивність [3].

На рисунку 3 представлено принципову гідрокінематичну схему промислової гідроімпульсної машини для потокового віброударного очищення. Для забезпечення високої продуктивності робочого процесу у корпусі 12 паралельно установлено декілька трубчастих керамічних мембран 5, що ущільнюються кільцями 4. Фільтрат матеріалу забирається відцентровим насосом 6 з баку 8 і подається в напрямку, показаному стрілками через мембранний зворотний клапан 7, кран 13, по каналах мембран 5, через кран 14, по гідролінії 9 і далі знов по тому самому колу. За допомогою кранів 13, 14 у середовищі матеріалу створюються опір і тиск. В результаті, рідинна фаза матеріалу витискається через пори у стінках мембран 5, очищується і по відводах 10 стікає у бак 11. Ударні хвилі напружень та деформацій у середовищі матеріалу, що проходить по каналах мембран, створює плунжер 1, розташований у корпусі 3, співосному з корпусом 12. Порожнини обох корпусів сполучаються за допомогою гумово-тканинного рукава 15. Переміщення плунжера 1 зверху обмежує пружина 2. Порожнина А корпусу 3 сполучається

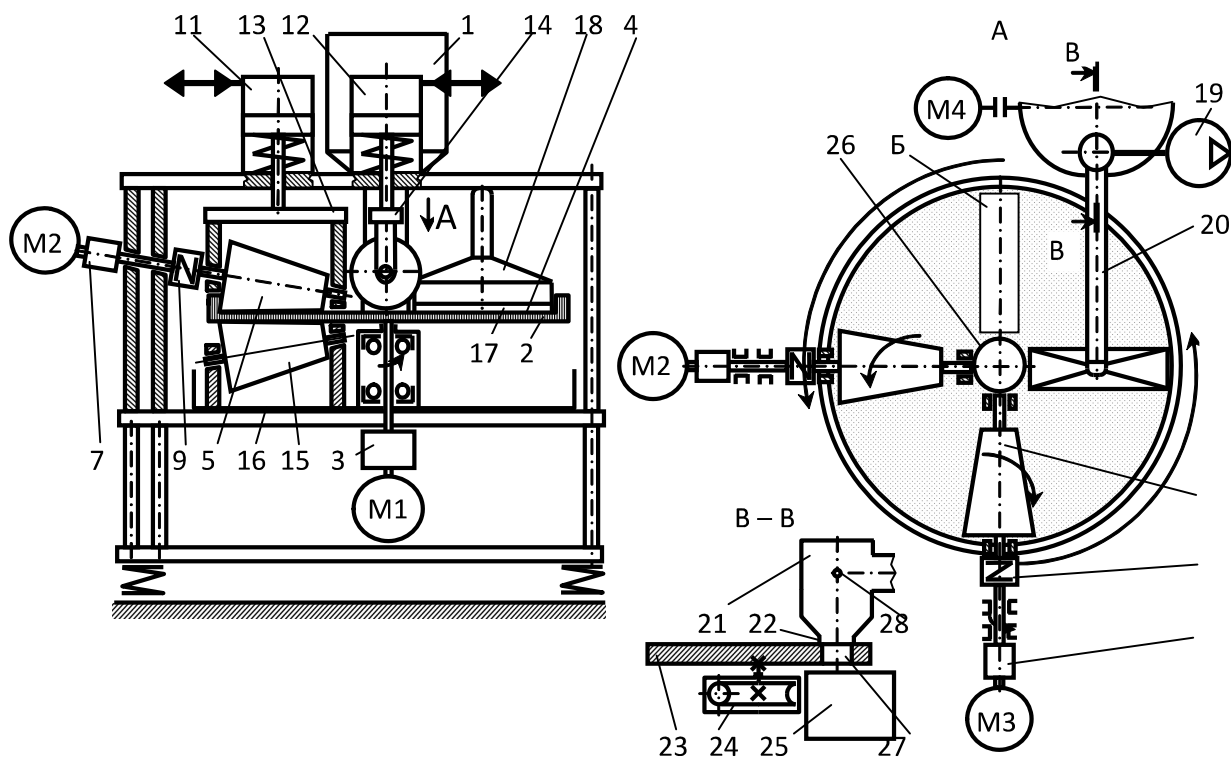


Рисунок 2 — Принципова схема промислової гідроімпульсної валкової машини для потокового віброударного зневоднення вологих дисперсних матеріалів

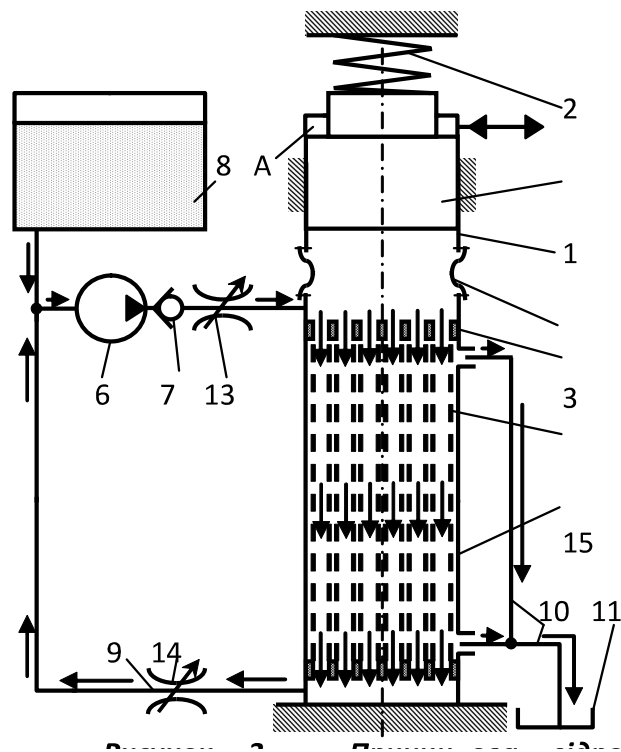


Рисунок 3 — Принципова гідрокінематична схема гідроімпульсної машини для потокового віброударного очищення вологих дисперсних матеріалів

з нагнітальною гідролінією гідроімпульсного привода, з вібробудувачем “на виході” [6]. При періодичному збільшенні і зменшенні у порожнині А тиску робочої рідини, плунжер 1 здійснює вертикальні зворотно-поступальні переміщення, результатом яких і є ударні хвилі у середовищі матеріалу. Повернення плунжера 1 у верхнє положення на етапах падіння тиску робочої рідини у порожнині А забезпечує пружина 2. Рукав 15 запобігає передачі вібрацій від корпусу 3 до мембран 5.

На базі вібропреса ІМЗГК-5 [6] було створено гідроімпульсний стенд для потокового віброударного очищення вологих дисперсних матеріалів [5], що є прототипом машини, яку показано на рисунку 3. Під час проведених на стенді експериментів з очищення фільтрату кавового шламу, продуктивність пропонованого способу була на 20% вищою і стабільнішою в часі, ніж продуктивність безударного очищення [5].

Висновки

1. Наведено схеми гідроімпульсних машин для потокового віброударного фазового розділення вологих дисперсних матеріалів, високу ефективність яких перевірено і доведено експериментально за допомогою стендів-прототипів.

2. Використання даних машин дозволить розв’язати актуальну задачу утилізації відходів вітчизняних підприємств харчової промисловості з максимальним зменшенням їх негативного впливу на навколишнє середовище та одержанням великого економічного ефекту.

Література

1. Іскович-Лотоцький, Р.Д., Севостьянов, І.В. Аналіз способів сепарування вологих дисперсних матеріалів та обладнання для їх реалізації // Вісник національного технічного університету України “КПІ”. Машинобудування. — Випуск №57. — 2009. — С. 50—55.
2. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 2 / С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков и др.; Под ред. В.А. Панфилова. — М.: Высш. шк., 2001. — 680 с.
3. Севостьянов, І.В., Іскович-Лотоцький, Р.Д., Обертюх, Р.Р. Теоретичні основи процесів фільтрування вологих дисперсних матеріалів під впливом ударних хвиль на пруг та деформацій // Промислова гідравліка та пневматика. — 2008. — №2 (20). — С. 40—43.
4. Федоткин, И.М., Клочков, В.П. Физико-технические основы влагометрии в пищевой промышленности. — К.: Техніка, 1974. — 320 с.
5. Севостьянов, І.В., Іскович-Лотоцький, Р.Д., Любин, В.С. Експериментальні дослідження процесів потокового віброударного фільтрування вологих дисперсних матеріалів // Промислова гідравліка та пневматика. — 2010. — №4 (30). — С. 89—92.
6. Іскович-Лотоцький, Р.Д. Основи теорії розрахунку та розробка процесів і обладнання для віброударного пресування. Монографія. — Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2006. — 338 с.

Надійшла 20.04.2012 р.