

# **РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ БАГАТОСТАДІЙНОГО ЗНЕВОДНЕННЯ ВОЛОГИХ ДИСПЕРСНИХ ВІДХОДІВ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ**

Вінницький національний технічний університет

## **Анотація**

*Наводяться вимоги та умови розробки схеми установки для багатостадійного зневоднення відходів харчових виробництв таких як спиртова барда, пивна дробина, буряковий жом, кавовий та ячмінний шлам з метою їх подальшого використання як добавок до сільськогосподарських кормів або в якості палива. Розглядається послідовність теоретичних досліджень установки.*

**Ключові слова:** установка, віброударне зневоднення, відходи харчових виробництв, робочі параметри, тиск у середовищі відходів, вільна та зв'язана рідина.

## **Abstract**

*Requirements and conditions for the development of the installation for multi-stage dehydration of waste of food industries, such as alcohol bards, beer pellets, beet pulp, coffee and barley sludge, for their further use as additives to agricultural fodder or as fuel are cited in this thesis. The sequence of theoretical studies of the installation is considered.*

**Key words:** installation, vibro-blowing dehydration, waste products of food industries, operating parameters, pressure in the environment of waste, free and bound fluid.

## **Вступ**

Утилізація відходів харчових виробництв (спиртової барди, пивної дробини, бурякового жому, кавового шламу) є однією з основних проблем відповідної галузі України, оскільки в даний момент у більшості випадків ці відходи виливаються на спеціальні земельні ділянки, що призводить до забруднення навколишнього середовища. Більш доцільно здійснювати їх зневоднення до вологості 20 – 25% з подальшим використанням в якості добавок до сільськогосподарських кормів або як висококалорійного палива. Аналіз відомих способів та обладнання для зневоднення вологих дисперсних відходів харчових виробництв [1] показав, що найбільш ефективним серед них за продуктивністю, енергоємністю та кінцевою вологістю відходів, що забезпечується є спосіб механічного багатостадійного зневоднення з попереднім статичним стисканням відходів у шнековому пресі або у прес-формі закритого типу та остаточним віброударним навантаженням в прес-формі, що створюється за допомогою гідроімпульсного привода. Але запропоновані раніше науковим керівником схеми установок для реалізації описаного багатостадійного зневоднення відрізняються конструктивною складністю та високою вартістю. У зв'язку із цим, була поставлена задача спрощення схеми установки при збереженні її основних функціональних та експлуатаційних показників.

## **Результати дослідження**

З метою забезпечення високої ефективності розроблюваної установки пропонується підсистема, на яких здійснюється попереднє та остаточне зневоднення об'єднати в єдиний технологічний комплекс. При цьому для мінімізації енерговитрат та досягнення оптимальної загальної продуктивності робочого процесу пропонується збільшувати інтенсивність навантаження відходів від першої до останньої стадії з послідовним видаленням з них вільної, капілярно-зв'язаної та адсорбційно-зв'язаної рідини [2]. У порівнянні із попередньо розробленими установками досліджувана установка має простішу і більш технологічну у виготовленні конструкцію, в той же час забезпечує більшу кількість стадій зневоднення (4 проти 2 – 3-х), продуктивність за зневодненими відходами – 500 т/добу, енергоємність – 18,8 кВт·год/т, при кінцевій вологості відходів – 20 – 25%, що цілком задовольняє вимогам.

Але для досягнення вказаних параметрів ефективності необхідно розрахувати та дотримати оптимальні параметри навантаження відходів та робочі параметри процесу зневоднення. Ці залежності для визначення зокрема оптимального тиску у середовищі відходів на кожній стадії їх зневоднення, потрібної тривалості кожної стадії для видалення відповідно вільної, капілярно-зв'язаної та адсорбційно-зв'язаної рідини були нами також запропоновані.

Одержані рівняння для розрахунку основних робочих параметрів процесів потокового віброударного зневоднення, зокрема диференціальні рівняння руху виконавчих елементів установки на різних етапах спрацьовування її гідроімпульсного привода, тиски у верхньому, нижньому та середньому перерізах порції відходів, що зневоднюються.

Таким чином, на підставі запропонованих залежностей та рівнянь у подальшому може бути створена методика проектного розрахунку високоефективного обладнання для багатостадійного зневоднення, що дозволяє визначати його оптимальні конструктивні параметри виходячи із заданих продуктивності та енергоємності зневоднення, а також від кінцевої вологості оброблюваних відходів.

### Висновки

1. Спосіб віброударного зневоднення є одним з найбільш ефективних способів утилізації відходів харчових виробництв, який забезпечує високу продуктивність робочого процесу (500 – 600 т за зневодненими відходами за добу), порівняно низьку енергоємність (2,5 – 3,0 кВт·год/т), необхідну для утилізації кінцевої вологості відходів (20 – 25%) та реалізується на компактному й надійному гідроімпульсному обладнанні.

2. Для впровадження способу віброударного зневоднення на виробництві був проведений багатоваріантний аналіз можливих схем промислової установки для його здійснення і з врахуванням таких критеріїв як забезпечувані продуктивність та енергоємність робочого процесу, кінцева вологість оброблюваних відходів, матеріалоємність, габарити, складність, технологічність у виготовленні, надійність та безпечність в експлуатації, а також зручність в експлуатації, обслуговуванні та ремонті був обраний найбільш оптимальний варіант.

3. Для підвищення енергетичної ефективності процесів та обладнання для зневоднювання, пропонується здійснювати їх поетапно з підведенням мінімально необхідної енергії для послідовного видалення з відходів вільної, капілярно-зв'язаної й адсорбційно-зв'язаної рідини.

4. Нами були запропоновані формули для розрахунку оптимального підвищення тиску в середовищі відходів з метою їхнього зазначеного поетапного зневоднювання, а також для визначення тривалості кожного етапу й обсягу, вилученої в ході його реалізації рідкої фази.

5. Запропоновані математичні моделі установки для багатостадійного зневоднення відходів харчових виробництв - рівняння, що зв'язують її конструктивні параметри, параметри навантаження відходів, їх фізико-механічні характеристики та параметри ефективності процесів зневоднення, на підставі яких може бути розроблена методика проектного розрахунку установки.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Севостьянов И. В. Процессы и оборудование для виброударного разделения пищевых отходов [Текст]: монография / И. В. Севостьянов. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. – 417 с.
2. Севостьянов И. В. Повышение энергетической эффективности виброударного обезвоживания отходов пищевых производств / И. В. Севостьянов // Промислова гідраліка та пневматика, 2015. - №3(49). - С. 69 - 76.

**Бойко Віталій Ігорович** — студент групи ІГМ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [ivs230600@ukr.net](mailto:ivs230600@ukr.net).

Науковий керівник: **Севостьянов Іван Вячеславович** – д-р техн. наук, професор, професор кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Boyko Vitaliy I.** — department of mechanical engineering and transport, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia, e-mail : [ivs230600@ukr.net](mailto:ivs230600@ukr.net)

Supervisor: **Sevostyanov Ivan V.** - dr. sc. (eng.), professor, professor of the chair of branch-wise mechanical engineering, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia.