

## АНАЛІЗ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ У ВІБРАЦІЙНИХ ЕКСТРАКТОРАХ З ГІДРОІМПУЛЬСНИМ ПРИВОДОМ

### *Анотація*

На підставі теоретичного огляду існуючих екстракційних апаратів та аналізі їх основних недоліків, запропонована нова конструкція екстрактора з гідроімпульсним приводом. Складена математична модель роботи обладнання. Виведені узагальнені функціональні залежності, що зв'язують між собою основні параметри привідної гідросистеми і конструкції гідропривідного вузла поршневого активатора, придатні для практичних розрахунків при попередній оцінці і, виборі їхніх раціональних параметрів на стадії ескізного проектування.

**Ключові слова:** вібраційний екстрактор, гідроімпульсний привід, математична модель робочого процесу, робочий цикл гідравлічного приводу.

### *Abstract*

On the basis of theoretical review of existing extraction vehicles and analysis of their main drawbacks, a new design of an extractor with a hydropulse drive is proposed. The mathematical model of equipment operation is made. The generalized functional dependencies are derived, which connect the basic parameters of the drive hydraulic system and the design of the hydraulic drive of the piston activator, suitable for practical calculations at the preliminary estimation and the choice of their rational parameters at the stage of sketch design.

**Keywords:** vibration extractor, hydroimpulsive drive, mathematical model of the process, the duty cycle of the hydraulic drive.

### Вступ

Україна має великий потенціал отримання цінних компонентів рослинних матеріалів, але наразі створилась така ситуація, що використання великих об'ємів сировини не дає вітчизняним підприємствам переваг. Існуючі методи вилучення не дозволяють ефективно і раціонально проводити процес вилучення цільових компонентів, що обумовлює необхідність пошуку нових інтенсифікуючих технологій.

Одним з перспективних методів інтенсифікації процесів є використання низькочастотних механічних коливань. Вібраційний вплив сприяє руйнуванню сировини, що екстрагується під дією знакозмінних перепадів тиску, що в свою чергу, зменшує внутрішній дифузійний опір. У випадку використання методу в процесах вилучення спостерігається підвищення повноти екстракції цільових компонентів, прискорення протікання процесів масообміну та в більшості випадків - зниження енергетичних витрат.

Узагальнюючи вищесказане, можна стверджувати, що дослідження ефектів дії низькочастотних механічних коливань на рослинну сировину з метою інтенсифікації процесів екстрагування є актуальними в сучасних умовах розвитку ефективних і енергозберігаючих технологій.

Метою роботи є підвищення ефективності масообмінних процесів при екстрагуванні рослинної сировини шляхом науково-обґрунтованого вибору способу протікання процесів та обґрунтуванню конструктивних особливостей обладнання для інтенсифікації отримання цільових компонентів.

Створенню ефективної технології вилучення цільових компонентів з рослинної сировини заважає брак даних щодо оптимальних режимів роботи і умов, що забезпечують інтенсифікацію тепломасообміну при збереженні або поліпшенні якості кінцевої продукції (екстрактів).

### Результати дослідження

Дифузійні процеси характеризуються великою тривалістю, внаслідок чого при масовому виробництві спостерігається недостатнє вилучення цільових компонентів із сировини, висока енергоємність, збільшення розмірів та матеріалоемності обладнання. Усунути перераховані недоліки дозволить вибір і раціональна організація відповідного методу інтенсифікації.

Найбільш раціональним способом інтенсифікації масообмінних процесів екстрагування рослинної сировини, є використання низькочастотних механічних коливань. Вібраційний вплив сприяє руйнуванню сировини, що екстрагується під дією знакозмінних перепадів тиску, що в свою чергу, зменшує внутрішній дифузійний опір. Крім того, накладення на оброблювану

систему поля низькочастотних механічних коливань веде до створення затоплених турбулентних струменів, що сприяють зменшенню товщини прикордонного шару (збільшення коефіцієнта масообміну), а також порівняно кращого перемішування об'ємів рідини, внаслідок чого спостерігається вирівнювання поля концентрацій цільових компонентів у всьому об'ємі екстрактора і участь у процесі масообміну всієї поверхні твердих частинок. Екстракційне обладнання, що реалізує вплив на оброблювану систему низькочастотних механічних коливань, характеризується простотою конструкції і невисокими капітальними і експлуатаційними витратами.

У відомих вібраційних екстракторах поле низькочастотних коливань в робочому обсязі екстрактора формується під впливом виконавчого органу - насадки, виконаної у вигляді штока із закріпленою на ньому перфорованої тарілкою (тарілками). При цьому у таких апаратах зазвичай використовуються механічні приводи для збудження вібрації (дебалансний, кривошипо-шатунний чи ексцентриковий). Головною перевагою яких є простота конструкції, низька вартість, можливість створення великих амплітуд при малій частоті.

Незважаючи на ряд переваг та широке застосування, дані приводні системи мають і недоліки: недовговічність, схильність до поломок, відносно мала потужність, відсутність можливості керування робочими параметрами плавно та дистанційно, складність регулювання частоти та амплітуди, які б забезпечували ефективну роботу вібротурбулізуючої системи, що впливає на якість оновлення поверхні фазового контакту системи екстрагент-сировина і в кінцевому рахунку впливає на якість та продуктивність всього процесу екстрагування

Гідравлічні приводи працюють за рахунок переривання потоку робочої рідини за допомогою спеціальних пристроїв або внаслідок використання пульсуючого джерела робочої рідини. Віброприводи даного типу забезпечують можливість плавного регулювання швидкості поршня в широкому діапазоні частоти і амплітуди вібрації, значну питому потужність та точність відпрацювання сигналів керування. Мають малі габарити і вагу, мінімальну кількість пар тертя, що підвищує довговічність вузлів та знижений рівень шуму. Просто забезпечується запобігання перевантаженням. Розрахунки гідравлічного привода на початковій стадії проектування нескладні і базуються на вибраних значеннях вихідних характеристик [3,4].

Недоліком гідравлічних віброприводів є невисока швидкодія (швидкість передачі командних сигналів внаслідок їх сповільненого проходження в рідкому середовищі значно менша порівняно з електро- та пневмоприводами), підвищена складність конструкції, що вимагає високої культури виробництва та точності виготовлення окремих деталей. Необхідність гідростанції і пристроїв очищення робочої рідини; практично неможливо уникнути витоків робочої рідини, тому потрібні спеціальні, конструктивні заходи для збору і відведення витоків, а також підвищені вимоги до обслуговуючого і ремонтного персоналу. Частотні характеристики гідравлічних віброприводів залежать від температури робочої рідини, тому необхідно стабілізувати температуру робочої рідини. Зважаючи на наведені недоліки відомих віброекстракційних апаратів пропонується нова конструкція віброекстрактора з гідравлічним приводом.

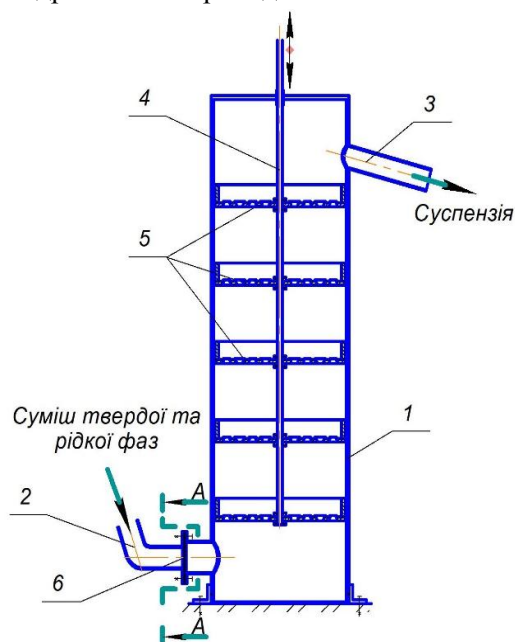


Рис. 1 Загальний вигляд устаткування

На рис.1 схематично зображено загальний вигляд устаткування, на рис.2 зображено розміщення гнучкої мембрани [1,2].

Вібраційний екстрактор (рис. 1) складається з вертикального корпусу 1 з пристроями введення фаз 2 і виведення фаз 3, встановлений в вертикальному корпусі 1 з можливістю поздовжнього зворотно-поступального руху штоку 4 із закріпленими на ньому тарілками 5, перфорованими отворами для проходу фаз, гнучкої мембрани - всмоктуючого клапана 6 (рис. 2), а перфоровані отвори тарілок 5 виконані у вигляді гідравлічних насадок.

Вібраційний екстрактор працює так.

Суміш твердої та рідкої фаз подається у екстрактор через пристрій введення фаз 2, у якому розміщена гнучка мембрана - всмоктуючий клапан 6. Потрапляючи у нижню частину вертикального корпусу 1, суміш піддається вібраційному впливу першої з тарілок 5, закріплених на штоку 4. При рухові тарілок 5 вниз, об'єм нижньої частини

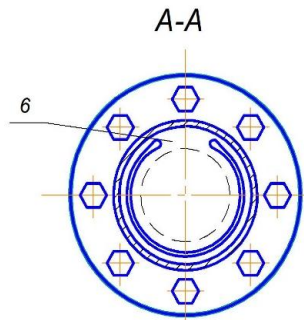


Рис. 2 Вигляд гнучкої мембрани

вертикального корпусу 1 у якому знаходиться суміш твердої та рідкої фаз зменшується, а тиск порівняно з тиском у пристрої введення фаз 2 та рештою об'єму вібраційного екстрактора піднімається, що спричинює перекриття пристрою введення фаз 2 гнучкою мембраною – всмоктуючим клапаном 6, та перетікання суміші твердої та рідкої фаз через отвори у тарілках 5 у простір над ними. Рух тарілок 5 вгору призводить до збільшення об'єму та зниження тиску нижньої частини вертикального корпусу 1, що спричиняє відкриття гнучкою мембраною – всмоктуючим клапаном 6, пристрою введення фаз 2.

Перетікання суміші у нижню частину екстрактора відбувається також і з простору над тарілками 5, проте зважаючи на те, що перфоровані отвори тарілок 5 виконані у вигляді гідравлічних насадок, які мають різний гідравлічний опір перетікання через них середовища у взаємно протилежних напрямках, подібне явище має незначний вплив, порівняно з надходженням суміші твердої та рідкої фаз через пристрій введення фаз 2. Всі наведені ефекти створюють підпір з боку пристрою введення фаз 2, та сприяють виходу готової суспензії через пристрій виведення фаз 3.

Коливальні рухи штока 4 з закріпленими на ньому тарілками 5 створюють активний віброзбуджений шар, який забезпечує: активне перемішування суміші, руйнування утворених агломератів твердої фази, збільшення площі контакту твердої та рідкої фаз, змивання прикордонного шару рідкої фази з поверхні твердої. Для підвищення ступеня виділення цільових компонентів з твердої фази, можливим є часткова рециркуляція рідкої фази з кінцевої суспензії, з повторною її подачею через пристрій для введення фаз.

Продуктивність роботи екстрактора регулюється параметрами коливань штока 4 з закріпленими на ньому тарілками 5: амплітудою та частотою, тому необхідною задачею є встановлення законів руху тарілок закріплених на штоку від гідравлічного приводу.

## Висновки

Запропонована нова конструкція вібраційного екстрактора з гідроімпульсним приводом, що дозволяє виконувати дистанційне плавне керування основними робочими параметрами (амплітуда, частота). Виведені узагальнені функціональні залежності, що зв'язують між собою основні параметри привідної гідросистеми і конструкції гідроприводного вузла поршневого активатора, придатні для практичних розрахунків при попередній оцінці і, виборі їхніх раціональних параметрів на стадії ескізного проектування.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Патент України 130431, МПК6 В 01 В 1/40, В 01 D 11/02. Вібраційний екстрактор / І. В. Коц, М. М. Кутняк (Україна). – u201805955; заявл. 29.05.2018 ; опубл. 10.12.1983, Бюл. № 23.
2. Патент України 129810, МПК6 В 01 В 1/40, В 01 D 11/02. Вібраційний екстрактор / І. В. Коц, М. М. Кутняк (Україна). – u201805959; заявл. 12.11.2018 ; опубл. заявл. 12.11.2018 ; опубл. № 23.
3. Баранов В. Н. Электрогидравлические и гидравлические вибрационные механизмы : теория, расчет и конструкции / В. Н. Баранов, Ю. Е. Захаров. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1977. – 326 с.
4. Иванов М. Е. Гидропривод сваепогружающих и грунтоуплотняющих машин / М. Е. Иванов, И. Б. Матвеев, Р. Д. Искович-Лотоцкий, В. А. Пишенин, И. В. Коц – М. : Машиностроение, 1977. – 174 с.

**Кутняк Микола Миколайович** – аспірант Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, e-mail: nikolas1319@gmail.com

**Коц Іван Васильович** – кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, e-mail: ivkots@gmail.com

**Mykola M. Kutniak**— Graduate student of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: nikolas1319@gmail.com

***Ivan V. Kots*** – Ph.D., Professor, Head of the Department of Engineering Systems in Construction, Head and Research Manager of the Research Laboratory of Hydrodynamics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ivkots@gmail.com