

РОЗРОБЛЕННЯ АЛГОРИТМУ ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ МОДЕЛІ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ СТРУКТУРИ ДВОФАЗНОГО ПОТОКУ В РОБОЧОМУ ОБ'ЄМІ КОЛОННОГО ВІБРОЕКСТРАКТОРА БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ

Зав'ялов В.Л., Бодров В.С., Мисюра Т.Г., Попова Н.В., Запорожець Ю.В.,
Деканський В.Є.

Наведена розроблена стратегія та алгоритм системного підходу до вибору типу моделі гідродинамічної структури потоку, математичний опис якої враховує вплив різних "аномальних" ефектів (байпасування, циркуляцію, застійні зони) при безперервному твердофазному віброекстрагуванні в колонних апаратах.

Ключові слова: алгоритм, модель, гідродинамічна структура потоку, зворотний потік, застійна зона, байпасний потік.

Ефективність більшості безперервно діючих технологічних апаратів харчової технології, в тому числі і екстракційної апаратури, суттєво залежить від структури робочих потоків [2, 3, 8, 9], нерівномірність якої зменшує рушійну силу і, відповідно, ступінь розділення фаз або вилучення цільових компонентів.

В літературі [2-9] широко відзеркалено механізм та математичний опис одного із узагальнюючого показника такої нерівномірності – ступеня поздовжнього перемішування. Але накопичення та узагальнення дослідних даних за складовими цієї нерівномірності, які супроводжують безперервне екстрагування в апаратах колонного типу, залишається далеко не завершеною задачею, розв'язання якої сприяло б їх надійному масштабуванню.

Відхиляючи при моделюванні процесу екстрагування в харчових виробництвах наявність хімічних перетворень, визначальним фактором його ефективності залишається характеристика та математичний опис гідродинамічної структури потоків (ГСП) в робочому об'ємі апаратів. При цьому, загальні уявлення побудови математичних моделей передбачають дві принципові групи моделей: ідеалізовані (перемішування та витіснення) та реальні (дифузійна, коміркова та комбіновані). В реальних умовах названі типи моделей не забезпечують належну точність опису ГСП за причиною наявності в робочому об'ємі апарата додаткових гідродинамічних ефектів (ГЕФ), а саме, ефекту повного або часткового зворотного руху потоку, ефекту часткового або повного байпасування та ефекту від наявності та ступеня впливу на ГСП застійних зон.

З метою розроблення алгоритму вибору типу моделі ГСП в колонних віброекстракторах безперервної дії та за причини відсутності такої інформації в літературі [2-9], нами виконано аналіз всіх можливих ГСП за типовими ознаками, в тому числі без та із наявністю названих ефектів.

Гідродинамічні дослідження (візуалізація потоків) виконувалась на моделі вібраційного екстрактора із органічного скла [1] діаметром 0,3 м, висотою 1,5 м на системі капронова дрібка – вода. Досліджувались різні типи вібротранспортувальних пристроїв [1, 6, 10], амплітуда коливань яких змінювалась в межах $(5...15) \cdot 10^{-3}$ м, а частота коливань – $(1...10)$ Гц.

Перераховані поодинокі ГЕФ, умовні позначення коефіцієнтів (ступенів) їх впливу на базовий тип ГСП та можливі інтервали їх варіювання, нами систематизовано та наведено в таблиці 1.

При такому, за базові типи моделей ГСП нами прийнято три відомі реальні: коміркова із зворотними потоками (надблок *A*, *рис.1, 2*), коміркова (надблок *B*, *рис.1, 3*) та дифузійна (надблок *C*, *рис.1, 4*). Кожен з названих надблоків *A*, *B*, *C* (*рис.1*) містить відповідну кількість умов щодо наявності або відсутності (значущості) впливу певного ГЕФ на базовий тип моделі ГСП.

Таблиця 1.

Прийняті основні ГЕФ, коефіцієнти їх впливу та інтервали їх варіювання

№ п/п	Основний ГЕФ, що впливає на вибір типу моделі ГСП	Позначення коефіцієнту ступеня впливу ГЕФ на тип моделі ГСП	Можливі інтервали варіювання коефіцієнту ступеню впливу ГЕФ (граничні умови)
1	2	3	4
1	Наявність зворотного потоку	f	$f \in [(1-\delta) \div 1], f \in [\delta \div (1-\delta)],$ $f \in [0 \div \delta]$
2	Наявність байпасного потоку	λ	$\lambda \in [(1-\delta) \div 1], \lambda \in [\delta \div (1-\delta)],$ $\lambda \in [0 \div \delta]$
3	Наявність застійних зон	β	$\beta \in [(1-\delta) \div 1], \beta \in [\delta \div (1-\delta)],$ $\beta \in [0 \div \delta]$

Примітка. Зміст символів стовпчиків 3 та 4 наведено в підписах до рисунків 1-4 та в примітках до *табл.2*.

В якості прикладу проаналізуємо зміст надблоку *A* (*рис.2*). Вхід в цей надблок починається з блоків 2 та 3 (*рис.1*). За умовою блоку 2, а саме, якщо коефіцієнт f впливу зворотного потоку на тип структури основного потоку не належить інтервалу $[(1-\delta) \div 1]$, то таке означає, що ступінь впливу зворотного потоку на тип базової моделі ГСП знаходиться в інтервалі $[0 \div (1-\delta)]$, де δ - прийнятий ступінь значущості похибки, яка закладається дослідником в майбутній математичний опис типу моделі ГСП. Отже, непідпадання під умову блоку 2 вимагає перехід вибору типу моделі ГСП за вимогою блоку 3, а саме блоку перевірки ступеня впливу ГЕФ від зворотного потоку за умови належності коефіцієнта f інтервалу $[0 \div \delta]$.

Неналежність значення коефіцієнта f інтервалу $[0 \div \delta]$ означає суттєвий, в границях $[\delta \div (1-\delta)]$, вплив ГЕФ від зворотного потоку на вибір типу моделі ГСП.

Отже, за таким, виконано вхід у надблок *A* (*рис.2*).

Слід додати, що у випадку зміни значень коефіцієнта f в границях інтервалу $[(1-\delta) \div 1]$, (блок 2, *рис.1*), рух до вибору типу моделі ГСП має напрям до надблоку *C* (*рис.4*), - до базової моделі ГСП типу "дифузійна".

І навпаки, виконання вимог блоку 3 направляє рух до надблоку *B* (рис.3), в якому перевіряються умови та вимоги щодо базової моделі ГСП типу "коміркова".

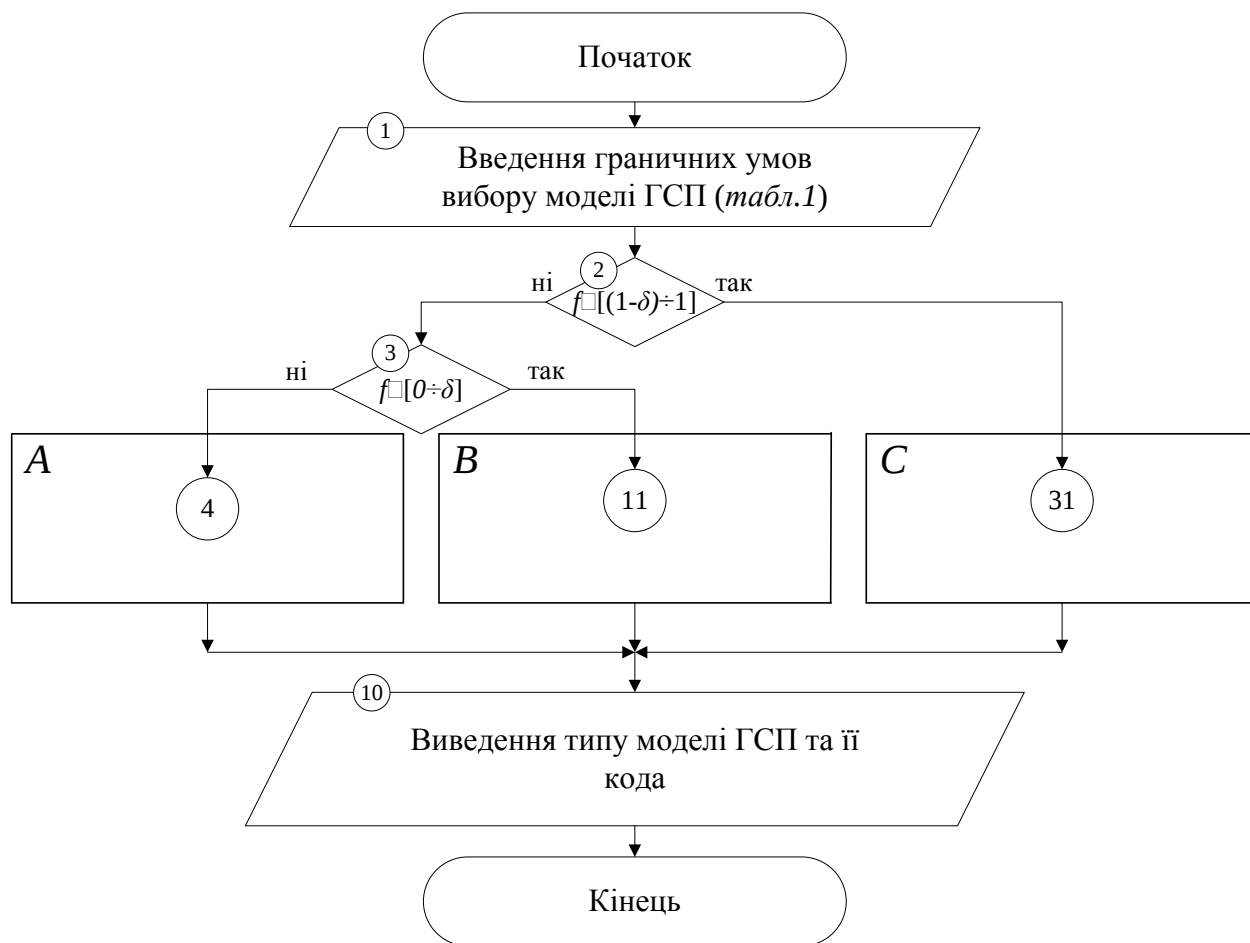


Рис.1. Узагальнена блок-схема алгоритму вибору типу моделі гідродинамічної структури потоків (ГСП) у апаратах колонного типу:

f – частка об'ємних витрат основного потоку, яка повертається з $(j+1)$ в j -комірку і така, значення якої впливає на вибір надблоків *A* (рис.2), *B* (рис.3) або *C* (рис.4) перевірки значущості відповідних ефектів; *A* – надблок перевірки значущості поодинокого чи множинного впливу ефектів від байпасних потоків та застійних зон (рис.2-4) на вибір моделі ГСП типу "коміркова із зворотними потоками"; *B* – надблок перевірки значущості поодинокого чи множинного впливу ефектів від числа комірок n і від байпасних потоків та застійних зон на вибір моделі ГСП типу "коміркова"; *C* – надблок перевірки значущості поодинокого чи множинного впливу ефектів від числа Пекле (Pe) і від байпасних потоків та застійних зон на вибір моделі ГСП типу "дифузійна".

За викладеним стає зрозумілим, що надблок *A* (рис.2) містить вимоги перевірки умов та ступеня впливу ГЕФ на названі базові моделі ГСП, а саме, перевірку наявності або відсутності впливу байпасних потоків. Ступінь такого впливу оцінюється коефіцієнтом λ (табл.1), значення якого належить або не належить інтервалу $[(1-\delta)+1]$, (рис.2, блок 4). Виконання умови блоку 4 приводить до моделі ідеального витіснення (вихід 13). Невиконання цієї умови веде до додаткової переві-

рки ступеня впливу ГЕФ від байпасних потоків на тип базової моделі ГСП, – за належністю чи неналежністю значень коефіцієнта λ інтервалу $[0 \div \delta]$, (рис.2, блок 5): якщо λ не належить інтервалу $[0 \div \delta]$, то перевіряються умови впливу ГЕФ, викликаного наявністю застійних зон та ступенем його впливу β в залежності від інтервалу $[(1-\delta) \div 1]$ його зміни (рис.2, блок 6), або інтервалу $[0 \div \delta]$ (рис.2, блок 8). Відповідно, отримуємо виходи 4 (до моделі ГСП типу "коміркова із зворотними потоками") та 7 (до моделі ГСП типу "коміркова із зворотними потоками та застійними зонами") і вихід 9 (до моделі ГСП типу "ідеальне перемішування").

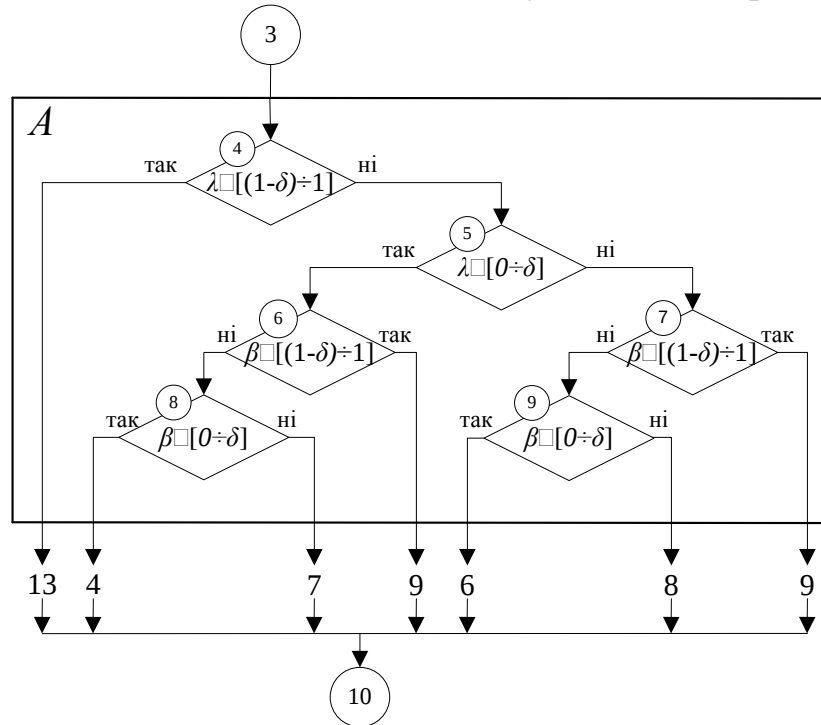


Рис.2. Блок-схема надблоку А (рис.1) алгоритму перевірки значущості поодинокого чи множинного впливу ефектів від байпасних потоків та застійних зон на вибір моделі ГСП типу "коміркова із зворотними потоками":

λ – частка об'ємних витрат основного потоку, що визначає об'ємні витрати байпасного потоку; β – частка об'ємних витрат основного потоку, якою обмінюються проточна та застійні зони робочого об'єму апарата; 4, 6-9, 13 – номери типів моделей ГСП (табл.2).

Якщо умова блоку 5 (рис.2) не виконується, то рух продовжується до блоку 7, в якому перевіряється ступінь впливу частки β витрат основного потоку, якою він обмінюється із застійними зонами, – за ознакою належності частки β інтервалу $[(1-\delta) \div 1]$, що означає дуже суттєвий вплив цього ГЕФ на тип моделі ГСП і, як наслідок, маємо вихід 9 (модель ГСП типу "ідеальне перемішування"). При невиконанні умови блоку 7 слідує перевірка ступеня впливу частки β обміну основного потоку із застійними зонами за ознакою її належності інтервалу $[0 \div \delta]$, (блок 9): при виконанні умови блоку 9 отримуємо вихід 6 (модель ГСП типу "коміркова із зворотними та байпасними потоками"), а при невиконанні цієї умови отримуємо вихід 8 (модель ГСП типу "коміркова із зворотними і байпасними потоками та застійними зонами").

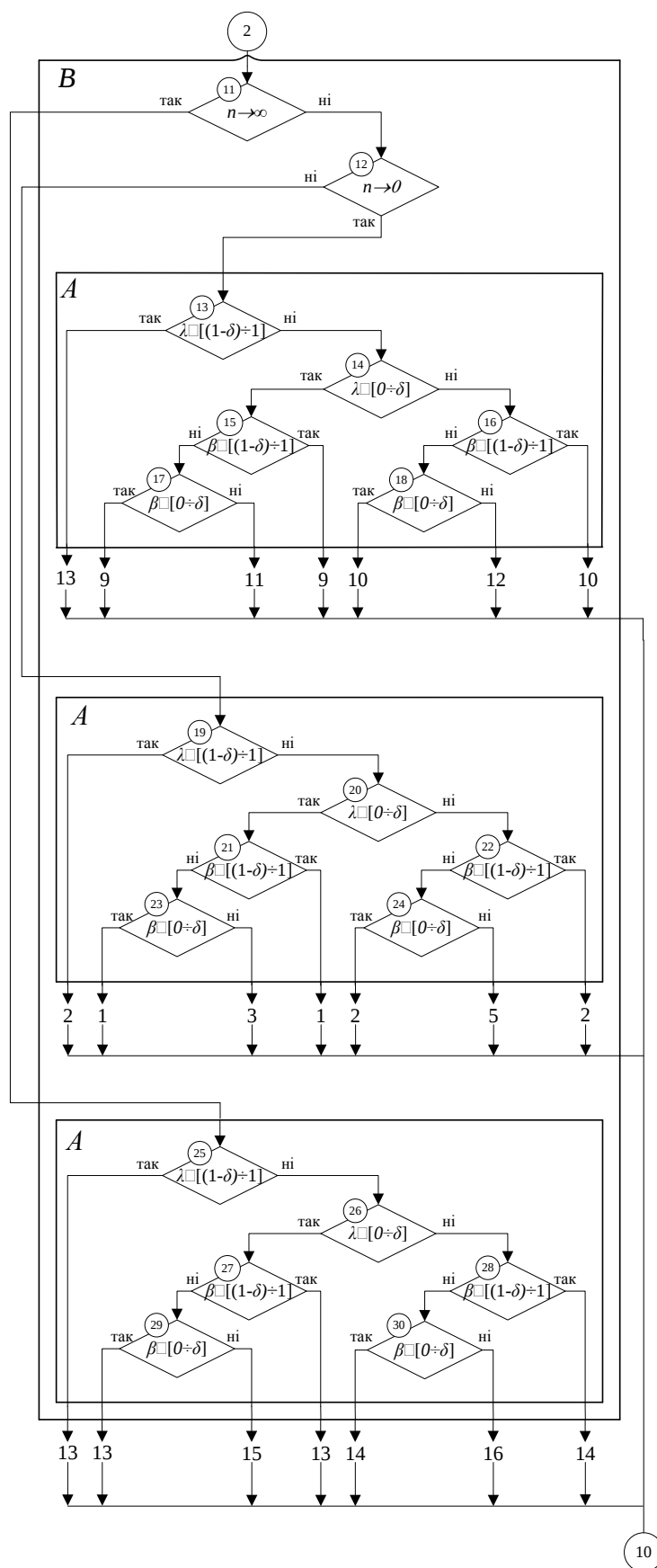


Рис.3. Блок-схема надблоку *B* (рис.1) алгоритму перевірки значущості подинного чи множинного впливу ефектів від числа комірок n і від байпасних потоків та застійних зон на вибір моделі ГСП типу "коміркова":
1-3, 5, 9-16 – номери типів моделей ГСП (табл.2).

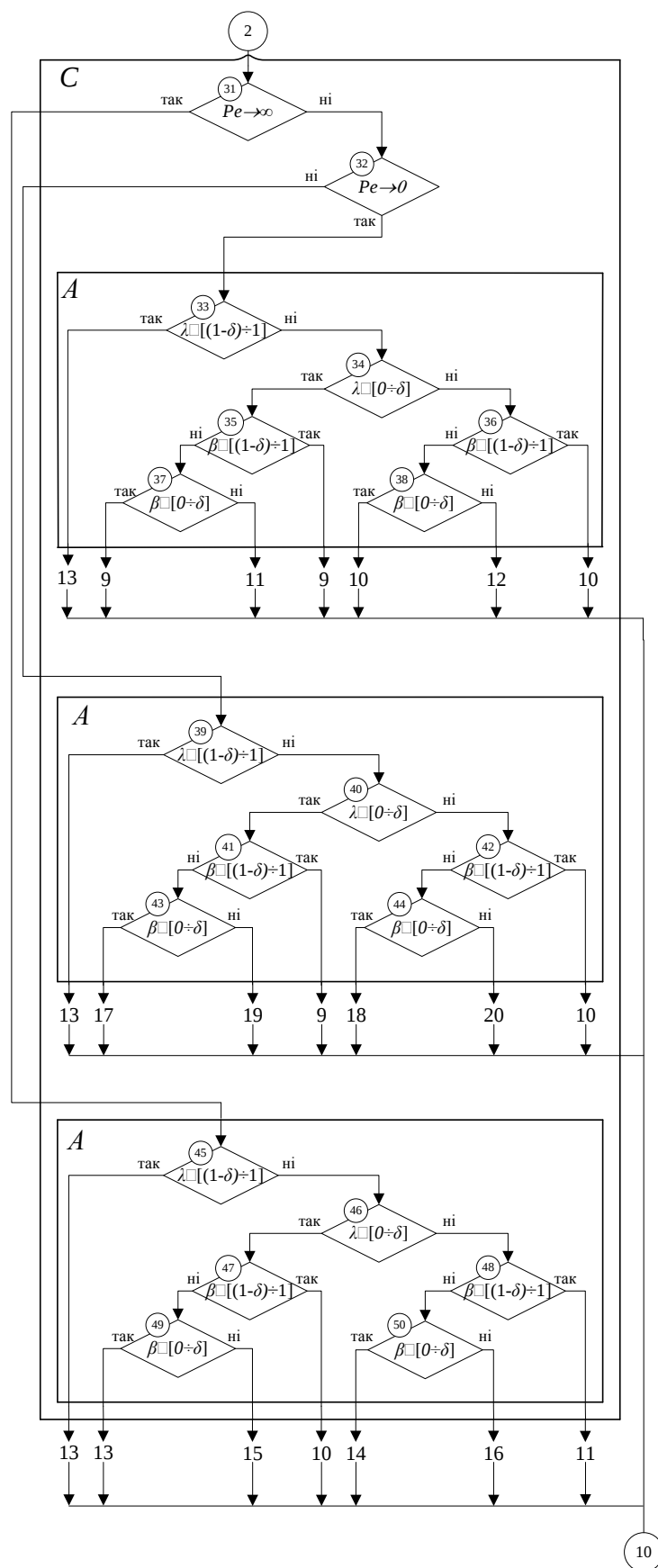


Рис.4. Блок-схема надблоку *C* (рис.1) алгоритму перевірки значущості поодинокого чи множинного впливу ефектів від числа Пекле (Pe) і від байпасних потоків та застійних зон на вибір моделі ГСП типу "дифузійна":
9-20 – номери типів моделей ГСП (табл.2).

Таким чином, накладання на базові моделі ГСП відповідних ефектів надало змогу "перебрати" всі можливі сполучення систем "базова модель ГСП – ефект", поклавши надблок *A* (рис.2), як складовий, в зміст надблоків *B* (рис.1, 3) та *C* (рис.1, 4). Таке рішення ґрунтується на тому, що в реальних віброекстракторах колонного типу будь-яка з названих базових моделей ГСП містить в різних співвідношеннях ступені впливу означених ГЕФ на загальну ГСП та її модель.

Комбінація трьох базових реальних моделей ГСП з моделями ГЕФ приводить до можливої наявності двадцяти відмінних типів реальних та ідеальних (поодиноких або комбінованих) моделей ГСП та їх відповідних математичних описів:

- в базовій моделі типу "коміркова із зворотними потоками", – шість відмінних моделей (рис.2, типи моделей 4, 6-9, 13; табл.2);
- в базовій моделі типу "коміркова", – дванадцять моделей, в тому числі десять відмінних (рис.3, типи моделей 1-3, 5, 9-16; табл.2);
- в базовій моделі типу "дифузійна", – дванадцять моделей, в тому числі чотири відмінних (рис.4, типи моделей 9-20; табл.2).

Таблиця 2.

Прийняті в блок-схемах (рис.1-4) позначення умов та напрямку руху при виборі типу моделі ГСП

Номер типу моделі ГСП на блок-схемах	Послідовність поблочних номерів зв'язків руху за відповідними умовами блоків визначення типу моделі ГСП	Умови блоків визначення типу моделі ГСП	Код типу моделі ГСП	Тип моделі ГСП
1	2	3	4	5
1	2 ⁻ -3 ⁺ -11 ⁻ -12 ⁻ -19 ⁻ -20 ⁺ -21 ⁺ 2 ⁻ -3 ⁺ -11 ⁻ -12 ⁻ -19 ⁻ -20 ⁺ -21 ⁻ -23 ⁺ 2 ⁻ -3 ⁺ -11 ⁻ -12 ⁻ -19 ⁺	$f=[0\div\delta]; n=[1\div15];$ $\lambda=[0\div\delta]; \beta=[(1-\delta)\div1].$ $f=[0\div\delta]; n=[1\div15];$ $\lambda=[0\div\delta]; \beta=[0\div\delta].$ $f=[0\div\delta]; n=[1\div15];$ $\lambda=[(1-\delta)\div1].$	M1	Коміркова модель
2	2 ⁻ -3 ⁺ -11 ⁻ -12 ⁻ -19 ⁻ -20 ⁻ -22 ⁻ -24 ⁺ 2 ⁻ -3 ⁺ -11 ⁻ -12 ⁻ -19 ⁻ -20 ⁻ -22 ⁺	$f=[0\div\delta]; n=[1\div15];$ $\lambda=[\delta\div(1-\delta)]; \beta=[0\div\delta].$ $f=[0\div\delta]; n=[1\div15];$ $\lambda=[\delta\div(1-\delta)]; \beta=[(1-\delta)\div1].$	M1-a	Коміркова модель із байпасними потоками
3	2 ⁻ -3 ⁺ -11 ⁻ -12 ⁻ -19 ⁻ -20 ⁺ -21 ⁻ -23 ⁻	$f=[0\div\delta]; n=[1\div15];$ $\lambda=[0\div\delta]; \beta=[\delta\div(1-\delta)].$	M1-b	Коміркова модель із застійними зонами
4	2 ⁻ -3 ⁻ -4 ⁻ -5 ⁺ -6 ⁻ -8 ⁺	$f=[\delta\div(1-\delta)]; \lambda=[0\div\delta];$ $\beta=[0\div\delta].$	M1-c	Коміркова модель із зворотними потоками
5	2 ⁻ -3 ⁺ -11 ⁻ -12 ⁻ -19 ⁻ -20 ⁻ -22 ⁻ -24 ⁻	$f=[0\div\delta]; n=[1\div15];$ $\lambda=[\delta\div(1-\delta)]; \beta=[\delta\div(1-\delta)].$	M1-ab	Коміркова модель із байпасними потоками та застійними зонами
6	2 ⁻ -3 ⁻ -4 ⁻ -5 ⁻ -7 ⁻ -9 ⁺	$f=[\delta\div(1-\delta)]; \lambda=[\delta\div(1-\delta)];$ $\beta=[0\div\delta].$	M1-ca	Коміркова модель із зворотними та байпасними потоками

1	2	3	4	5
7	$2^- - 3^- - 4^- - 5^+ - 6^- - 8^-$	$f = [\delta \div (1 - \delta)]; \lambda = [0 \div \delta];$ $\beta = [\delta \div (1 - \delta)].$	M1-cb	Коміркова модель із зворотними потоками та застійними зонами
8	$2^- - 3^- - 4^- - 5^- - 7^- - 9^-$	$f = [\delta \div (1 - \delta)]; \lambda = [\delta \div (1 - \delta)];$ $\beta = [\delta \div (1 - \delta)].$	M1-cab	Коміркова модель із зворотними та байпасними потоками і застійними зонами
	$2^- - 3^- - 4^- - 5^+ - 6^+$	$f = [\delta \div (1 - \delta)]; \lambda = [0 \div \delta];$ $\beta = [(1 - \delta) \div 1].$		
	$2^- - 3^- - 4^- - 5^- - 7^+$	$f = [\delta \div (1 - \delta)]; \lambda = [\delta \div (1 - \delta)];$ $\beta = [(1 - \delta) \div 1].$		
	$2^- - 3^+ - 11^- - 12^+ - 13^- - 14^+ - 15^- - 17^+$	$f = [0 \div \delta]; n = 1;$ $\lambda = [0 \div \delta]; \beta = [0 \div \delta].$		
9	$2^- - 3^+ - 11^- - 12^+ - 13^- - 14^+ - 15^+$	$f = [0 \div \delta]; n = 1;$ $\lambda = [0 \div \delta]; \beta = [(1 - \delta) \div 1].$	M2	Модель ідеального перемішування
	$2^+ - 31^- - 32^+ - 33^- - 34^+ - 35^- - 37^+$	$f = [(1 - \delta) \div 1]; Pe = [0 \div 5];$ $\lambda = [0 \div \delta]; \beta = [0 \div \delta].$		
	$2^+ - 31^- - 32^+ - 33^- - 34^+ - 35^+$	$f = [(1 - \delta) \div 1]; Pe = [0 \div 5];$ $\lambda = [0 \div \delta]; \beta = [(1 - \delta) \div 1].$		
	$2^+ - 31^- - 32^- - 39^- - 40^+ - 41^+$	$f = [(1 - \delta) \div 1]; Pe = [5 \div 15];$ $\lambda = [0 \div \delta]; \beta = [(1 - \delta) \div 1].$		
	$2^- - 3^+ - 11^- - 12^+ - 13^- - 14^- - 16^- - 18^+$	$f = [0 \div \delta]; n = 1;$ $\lambda = [\delta \div (1 - \delta)]; \beta = [0 \div \delta].$		
	$2^- - 3^+ - 11^- - 12^+ - 13^- - 14^- - 16^+$	$f = [0 \div \delta]; n = 1;$ $\lambda = [\delta \div (1 - \delta)]; \beta = [(1 - \delta) \div 1].$		
10	$2^+ - 31^- - 32^+ - 33^- - 34^- - 36^- - 38^+$	$f = [(1 - \delta) \div 1]; Pe = [0 \div 5];$ $\lambda = [\delta \div (1 - \delta)]; \beta = [0 \div \delta].$	M2-a	Модель ідеального перемішування із байпасним потоком
	$2^+ - 31^- - 32^+ - 33^- - 34^- - 36^+$	$f = [(1 - \delta) \div 1]; Pe = [0 \div 5];$ $\lambda = [\delta \div (1 - \delta)]; \beta = [(1 - \delta) \div 1].$		
	$2^+ - 31^- - 32^- - 39^- - 40^- - 42^+$	$f = [(1 - \delta) \div 1]; Pe = [5 \div 15];$ $\lambda = [\delta \div (1 - \delta)]; \beta = [(1 - \delta) \div 1].$		
	$2^+ - 31^+ - 45^- - 46^+ - 47^+$	$f = [(1 - \delta) \div 1]; Pe = [15 \div \infty];$ $\lambda = [0 \div \delta]; \beta = [(1 - \delta) \div 1].$		
	$2^- - 3^+ - 11^- - 12^+ - 13^- - 14^+ - 15^- - 17^-$	$f = [0 \div \delta]; n = 1;$ $\lambda = [0 \div \delta]; \beta = [\delta \div (1 - \delta)].$		
11	$2^+ - 31^- - 32^+ - 33^- - 34^+ - 35^- - 37^-$	$f = [(1 - \delta) \div 1]; Pe = [0 \div 5];$ $\lambda = [0 \div \delta]; \beta = [\delta \div (1 - \delta)].$	M2-b	Модель ідеального перемішування із застійною зоною
	$2^+ - 31^+ - 45^- - 46^- - 48^+$	$f = [(1 - \delta) \div 1]; Pe = [15 \div \infty];$ $\lambda = [\delta \div (1 - \delta)]; \beta = [(1 - \delta) \div 1].$		

1	2	3	4	5
12	$2^- - 3^+ - 11^- - 12^+ - 13^- - 14^- - 16^- - 18^-$	$f=[0 \div \delta]; n=1;$ $\lambda=[\delta \div (1-\delta)]; \beta=[\delta \div (1-\delta)].$	M2-ab	Модель ідеального перемішування із байпасним потоком та застійною зоною
	$2^+ - 31^- - 32^+ - 33^- - 34^- - 36^- - 38^-$	$f=[(1-\delta) \div 1]; Pe=[0 \div 5];$ $\lambda=[\delta \div (1-\delta)]; \beta=[\delta \div (1-\delta)].$		
	$2^- - 3^- - 4^+$	$f=[\delta \div (1-\delta)]; \lambda=[(1-\delta) \div 1].$		
	$2^- - 3^+ - 11^- - 12^+ - 13^+$	$f=[0 \div \delta]; n=1;$ $\lambda=[(1-\delta) \div 1].$		
13	$2^- - 3^+ - 11^+ - 25^+$	$f=[0 \div \delta]; n=[15 \div \infty];$ $\lambda=[(1-\delta) \div 1].$	M3	Модель ідеального витіснення
	$2^- - 3^+ - 11^+ - 25^- - 26^+ - 27^- - 29^+$	$f=[0 \div \delta]; n=[15 \div \infty];$ $\lambda=[0 \div \delta]; \beta=[0 \div \delta].$		
	$2^- - 3^+ - 11^+ - 25^- - 26^+ - 27^+$	$f=[0 \div \delta]; n=[15 \div \infty];$ $\lambda=[0 \div \delta]; \beta=[(1-\delta) \div 1].$		
	$2^+ - 31^- - 32^+ - 33^+$	$f=[(1-\delta) \div 1]; Pe=[0 \div 5];$ $\lambda=[(1-\delta) \div 1].$		
	$2^+ - 31^- - 32^- - 39^+$	$f=[(1-\delta) \div 1]; Pe=[5 \div 15];$ $\lambda=[(1-\delta) \div 1].$		
	$2^+ - 31^+ - 45^+$	$f=[(1-\delta) \div 1]; Pe=[15 \div \infty];$ $\lambda=[(1-\delta) \div 1].$		
14	$2^+ - 31^+ - 45^- - 46^+ - 47^- - 49^+$	$f=[(1-\delta) \div 1]; Pe=[15 \div \infty];$ $\lambda=[0 \div \delta]; \beta=[0 \div \delta].$	M3-a	Модель ідеального витіснення із байпасним потоком
	$2^- - 3^+ - 11^+ - 25^- - 26^- - 28^- - 30^+$	$f=[0 \div \delta]; n=[15 \div \infty];$ $\lambda=[\delta \div (1-\delta)]; \beta=[0 \div \delta].$		
	$2^- - 3^+ - 11^+ - 25^- - 26^- - 28^+$	$f=[0 \div \delta]; n=[15 \div \infty];$ $\lambda=[\delta \div (1-\delta)]; \beta=[(1-\delta) \div 1].$		
	$2^+ - 31^+ - 45^- - 46^- - 48^- - 50^+$	$f=[(1-\delta) \div 1]; Pe=[15 \div \infty];$ $\lambda=[\delta \div (1-\delta)]; \beta=[0 \div \delta].$		
15	$2^- - 3^+ - 11^+ - 25^- - 26^+ - 27^- - 29^-$	$f=[0 \div \delta]; n=[15 \div \infty];$ $\lambda=[0 \div \delta]; \beta=[\delta \div (1-\delta)].$	M3-b	Модель ідеального витіснення із застійною зоною
	$2^+ - 31^+ - 45^- - 46^+ - 47^- - 49^-$	$f=[(1-\delta) \div 1]; Pe=[15 \div \infty];$ $\lambda=[0 \div \delta]; \beta=[\delta \div (1-\delta)].$		
16	$2^- - 3^+ - 11^+ - 25^- - 26^- - 28^- - 30^-$	$f=[0 \div \delta]; n=[15 \div \infty];$ $\lambda=[\delta \div (1-\delta)]; \beta=[\delta \div (1-\delta)].$	M3-ab	Модель ідеального витіснення із байпасним потоком та застійною зоною
	$2^+ - 31^+ - 45^- - 46^- - 48^- - 50^-$	$f=[(1-\delta) \div 1]; Pe=[15 \div \infty];$ $\lambda=[\delta \div (1-\delta)]; \beta=[\delta \div (1-\delta)].$		
17	$2^+ - 31^- - 32^- - 39^- - 40^+ - 41^- - 43^+$	$f=[(1-\delta) \div 1]; Pe=[5 \div 15];$ $\lambda=[0 \div \delta]; \beta=[0 \div \delta].$	M4	Дифузійна модель
18	$2^+ - 31^- - 32^- - 39^- - 40^- - 42^- - 44^+$	$f=[(1-\delta) \div 1]; Pe=[5 \div 15];$ $\lambda=[\delta \div (1-\delta)]; \beta=[0 \div \delta].$	M4-a	Дифузійна модель з байпасним потоком

1	2	3	4	5
19	2 ⁺ -31 ⁻ -32 ⁻ -39 ⁻ -40 ⁺ -41 ⁻ -43 ⁻	$f=[(1-\delta)\div 1]; Pe=[5\div 15];$ $\lambda=[0\div \delta]; \beta=[\delta\div (1-\delta)].$	M4-b	Дифузійна модель із застійною зоною
20	2 ⁺ -31 ⁻ -32 ⁻ -39 ⁻ -40 ⁻ -42 ⁻ -44 ⁻	$f=[(1-\delta)\div 1]; Pe=[5\div 15];$ $\lambda=[\delta\div (1-\delta)]; \beta=[\delta\div (1-\delta)].$	M4-ab	Дифузійна модель з байпасним потоком і застійною зоною

Примітки. 1. В стовпчику 2 таблиці індекси «+» чи «-» відповідають напрямкам "так" або "ні" на виході із відповідного блоку (рис. 1-4).

2. В стовпчику 3 таблиці зміст символів умов блоків (f , n , λ , β , Pe) наведено в підписах до рисунків 1-4 та в тексті.

3. В стовпчику 4 таблиці наведені коди типів моделей мають такий зміст: M1 – базова реальна модель ГСП типу "коміркова"; M2 – модель ГСП типу "ідеальне перемішування"; M3 – модель ГСП типу "ідеальне витіснення"; M4 – базова реальна модель ГСП типу "дифузійна"; а, b, c – ГЕФ впливів на тип певної базової реальної моделі, відповідно, байпасних потоків, застійних зон, зворотних потоків та їх комбінацій (ab, ca, cb, cab).

Отже, дослідник на основі попередніх дослідів на фізичний моделі апарата та за апіорі набутої інформації щодо моделей ГСП, та керуючись викладеним алгоритмом і наведеними блок-схемами (рис. 1-4 та табл. 1, 2) вибирає напрям руху до відповідного типу моделі ГСП і, вибравши його (табл. 2), використовує її відомий математичний опис, або розробляє його, керуючись рекомендаціями наведеними в джерелах [2-3, 7-8 та інших].

Для дослідженого нами апарата за наведеним алгоритмом та за дослідними даними, отриманими на пілотній установці, прийнято рішення виконати математичний опис ГСП найбільш адекватної моделі, як базової, - "коміркова із зворотними потоками" та відповідними ефектами, блок-схема якої наведено на рисунку 2 та проаналізована в якості прикладу в попередньому тексті.

Висновки. Розроблений алгоритм та методика оцінювання поодинокого або комбінованого впливу різних гідродинамічних ефектів, що визначають реальну структуру гідродинамічного потоку та тип її моделі, можуть бути використані при моделюванні іншої безперервно діючої екстракційної апаратури колонного типу.

ЛІТЕРАТУРА

1. А. с. № 1214130 Вибрационный экстрактор / П.П. Лобода, В.Л. Завьялов. – Опубл. Бюл. № 8 // Открытия. Изобретения, 1986.
2. Бондарь А.Г. Математическое моделирование в химической технологии. – К.: Вища школа, 1973. – 280 с.
3. Гельперин Н.И., Пибалк В.Л., Костанян А.Е. Структура потоков и эффективность колонных аппаратов химической промышленности - М: "Химия", 1977. – 264 с.
4. Горлов М.Д. Разработка и исследование вибрационного массообменного аппарата для экстрагирования плодово-ягодного сырья: Дисс. канд. техн. наук. – Кемерово, 2005. – 157 с.

5. Городецкий И.Я., Васин А.А., Олевский В.М., Лупанов П.А. Вибрационные массообменные аппараты / Под. ред. В.М. Олевского. – М.: Химия, 1980. – с.192.

6. Завьялов В.Л. Интенсификация процесса экстрагирования из растительного сырья под действием низкочастотных механических колебаний: Дисс. канд. техн. наук. – Киев, 1988. – 238 с.

7. Кафаров В.В., Дорохов И.Н. Системный анализ процессов химической технологии. Основы стратегии.- М.: Наука, 1976.- 500 с.

8. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. – М.: Химия, 1976.

9. Левеншпиль О.Н. Инженерное оформление химических процессов. – М.: Химия, 1969.

10. Пат. 40166 України. Вібраційний екстрактор / В.Л. Зав'ялов, В.С. Бодров, Т.Г. Мисюра, Н.В. Попова. – Опубл. Бюл. №6, 2009.