

пояснюється тим, що вся поверхня пор мембрани перешкоджає підвищенню тиску в напірному каналі, за якого безпосередньо відбувається процес ультрафільтрації.

**Висновки.** Таким чином, на підставі проведених досліджень було зроблено висновок про те, що структура напівпроникних мембран змінюється не тільки за рахунок впливу надлишкового тиску в апараті, але й за рахунок впливу білкових відкладень сколотин.

#### *Список літератури*

1. Мазняк, З. О. Дослідження процесу ультрафільтраційного концентрування сколотин та його апаратурне оформлення [Текст] : – дис. ...канд. техн. наук: 05.18.12 : захищена 28.11.2003: / Мазняк Захар Олександрович. – Х., 2003 – 177 с.
2. Черкасов, А. Н. Мембрани и сорбенты в биотехнологии [Текст] / А. Н. Черкасов, В. А. Пасечник. – Л. : Химия, 1991. – 240 с.
3. Мак Кегни, М. Основные механизмы разделения твердых частиц и жидкости [Текст] / М. Мак Кегни // Спутник пивовара. – 1997. – № 1. – С. 19 – 24.

Отримано 30.09.2009. ХДУХТ, Харків.

© Г.В. Дейниченко, З.О. Мазняк, С.М. Алексієнко, 2009.

УДК 621.1.013

**Т.Г. Мисюра**, асист. (НУХТ, Київ)

**В.Л. Зав'ялов**, канд. техн. наук, доц. (НУХТ, Київ)

**В.С. Бодров**, канд. техн. наук, проф. (НУХТ, Київ)

**Н.В. Попова**, канд. техн. наук, асист. (НУХТ, Київ)

### **ІЄРАРХІЧНА СТРУКТУРНА СХЕМА ПРОЦЕСНО-АПАРАТУРНИХ ЕФЕКТИВ У РОБОЧОМУ ОБСЯЗІ КОЛОННОГО ВІБРОЕКСТРАКТОРА БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ**

*Наведено ієрархічну структурну схему фізичних, гідродинамічних, термодинамічних та кінетичних ефектів навколо та всередині окремої твердої частинки в умовах її руху в суцільному рухомому рідкому середовищі. Запропоновано використання такої схеми як попередній аналіз системи "процес-апарат" під час розробки її математичного опису.*

*Приведено иєрархическую структурную схему физических, гидродинамических, термодинамических и кинетических эффектов вокруг и внутри отдельной твердой частицы в условиях ее движения в сплошной подвижной жидкой среде. Предложено использование такой схемы в качестве предварительного анализа системы "процесс-аппарат" при разработке ее математического описания.*

*The hierarchical flow diagram of physical, hydrodynamic, thermodynamics and kinetic effects is resulted around and into a separate hard particle in the conditions of its motion in a continuous mobile liquid environment. The use of such chart is offered as a preliminary analysis of the system "process-vehicle" at development of it's mathematical description.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Розроблення математичного опису тепломасообмінного процесу, як системи певної технології, на першому етапі досліджень вимагає використання теоретичних основ стратегії системного та якісного аналізу структури взаємодіючих фаз за двома принциповими аспектами, а саме: за змістовним, в якому осмислюється вся доступна апіорна інформація щодо енергетичних, та фізико-хімічних особливостей процесу, та якісним аналізом структури процесно-апаратурних ефектів на мікро- та макрорівнях та можливостей їх математичного опису, [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Розвиток екстракційних технологій, зокрема із застосуванням низькочастотних механічних коливань, потребує удосконалення методологічної бази теоретичних основ процесу вилучення цільових компонентів, що неможливо без системного аналізу ефектів різної природи при взаємодії фаз на мікро- та макрорівнях.

Аналіз сучасних літературних джерел свідчить про відсутність такої інформації стосовно віброекстрагування із рослинної сировини. Хоча слід зазначити, що методологічним проблемам математичного моделювання технологічних процесів присвячено низку праць. Наприклад, у [2] розглядається ієрархія математичних моделей, етапи математичного моделювання, загальні методологічні принципи моделювання. В [3] цій проблематиці також присвячені теми: «Системний та класичний підходи до складання моделей об'єктів» та ін. В [4] розглядається системний підхід щодо теоретичних основ інтенсифікації технологічних процесів та пошуку нових фізичних ефектів, а [5] присвячено проблемам аналізу, синтезу і моделюванню складних систем.

**Мета та завдання статті.** Нами проведено названі системні аналізи стосовно, зокрема, колонних віброекстракторів безперервної дії, [6].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** На рисунку наведено ієрархічну структурну схему фізичних, гідро- та термодинамічних та кінетичних ефектів, що мають місце навколо та всередині окремої (певної) твердої частинки під час (у разі) її руху в суцільному середовищі робочого об'єму (обсязі)  $j$ -ї секції

віброекстрактора. До такої схеми є доцільним навести наступні міркування та пояснення: (, описані нижче.)

1. Тверда частинка ( $\tau$ )<sup>\*</sup> певної маси з певними геометричними розмірами, просторовою формою та з певними фізичними і теплофізичними характеристиками ( $\rho, C, c, \mu, \lambda \dots$ )<sup>\*\*</sup>, переміщується в обсязі суцільного середовища – екстрагента ( $e$ )<sup>\*</sup>, яке також є рухомим, – під дією сил тиску, інерції, гідравлічного опору, тяжіння, Архімедових та ін.

2. Переміщення частинки забезпечується, в основному, інерційними силами та силами тиску (зв'язок  $A$ ) від зовнішнього активного джерела за допомогою рухів (коливань) робочих елементів апарата – тарілок ( $ЗАI$ ), а також за рахунок запасу внутрішньої енергії (інерції) ( $BHI$ ), блок 1.

3. Таке переміщення частинки супроводжується перенесенням маси, енергії та імпульсу, як власно частинкою, так і оточуючим середовищем ( $ПМ, ПЕ, ПI$ ), блок 3.

4. Названі перенесення обумовлені нерівноважністю двофазної системи "тверде тіло – рідина" ( $\Delta C, \Delta T, \Delta v, \Delta \mu, \Delta \sigma$ )<sup>\*\*</sup>, тобто не тільки співпаданням швидкостей руху фаз, а додатковою нерівноважністю цієї системи ( $\Delta C, \Delta T, \Delta v, \Delta \mu, \Delta \sigma$ )<sup>\*\*\*</sup>, викликану введенням в цю систему зовнішнього активного (регульованого) імпульсу за рахунок коливальної енергії тарілок з їх гідромеханічних елементів, блок 2 ( $ЗАI$ ).

5. Перенесення енергії та маси екстрактивних речовин між фазами веде до зміни їх (фаз) фізико-хімічних ( $ЗФХ$ ), термодинамічних ( $ЗТДХ$ ), реологічних ( $ЗРХ$ ) властивостей та ентальпії ( $ЗЕНТ$ ), (блок 4), а зміни названих характеристик призводять до очікуваних ефектів, а саме до перенесення енергії та маси у кожній із фаз ( $ПЕ, ПМ$ ) та між фазами, блоки 3, 5, 6.

6. Одночасно, зовнішній активний імпульс сил ( $ЗАI$ ) дією своїх складових – нормальних ( $П\perp$ ) та дотичних ( $П=$ ) на елементи двох фаз змінює траєкторію руху твердої частинки ( $ЗТР$ ) та кількість її руху ( $ЗКР$ ), (блоки 7 та 8); аналогічним змінам піддається локальний об'єм оточуючого середовища – екстрагента, блоки 9 та 10.

7. Такі ефекти призводять до зміни співвідношення мас ( $ЗСМ$ ) частинок та власно локального обсягу двофазного середовища, що може призвести до зіткнення частинок, тобто – до локального їх стисненого руху, та деформують поверхню поділу фаз ( $ДППФ$ ), блок 11.

8. Як наслідок, з'являються та розвиваються міжфазна турбулентність ( $МФТР$ ), спонтанне емульгування ( $СПЕМ$ ), часткові

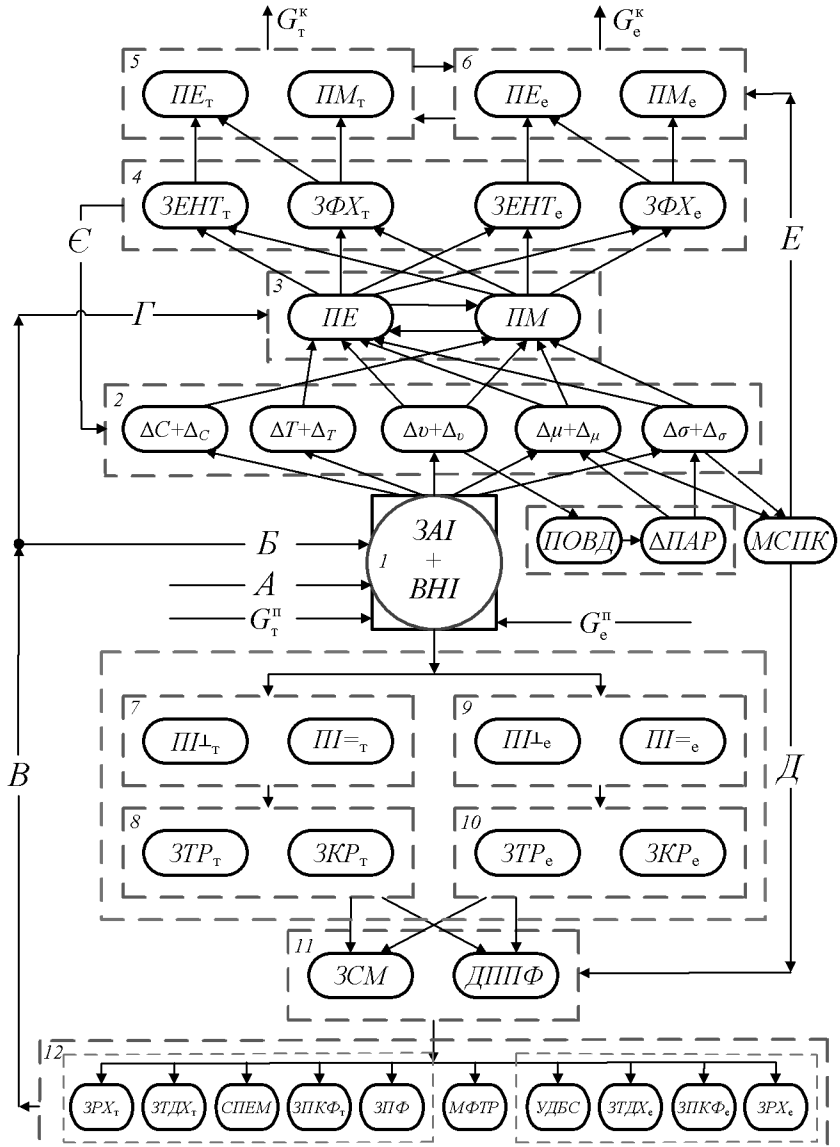


Рисунок 1 – Схема ієрархії фізичних, гідро- та термодинамічних та кінетичних ефектів у робочому обсязі віброекстрактора безперервної дії:

○ – ефекти; □ – блоки ефектів; → – зв'язки ефектів

або повні зміни просторової форми та розмірів частинок (подрібнення, набухання) (ЗПФ), утворення дисперсних бульбашок та струменів (УДБС), та зміна деяких термодинамічних характеристик (ЗТДХ) в середині частинок ( $I, E, T \dots$ )\*\*, блок 12.

9. Усе перераховане додатково та суттєво впливає на масообмін (ПМ) та енергообмін (ПЕ), (зв'язки  $B$  та  $\Gamma$ ), а також на зміну внутрішньої енергії системи (зв'язок  $B$ ).

10. До сказаного можна додати таке. Імпульс від тарілок та їх елементів безумовно впливає на зміну градієнта швидкості і на створення ефекту поверхневої дифузії (ПОВД), тобто на виникнення нерівноважності системи "частинка-рідина" за поверхнево-активними речовинами ( $\Delta IAP$ ), які, в свою чергу, впливають на величину сил поверхневого натягу і, як результат, на міжфазну спонтанну конвекцію середовища (МСПК) навколо частинки. Такі ефекти, на кінець, також роблять свій внесок в деформацію поверхні поділу фаз (ДППФ) (зв'язок  $E$ ) та, одночасно, в ефекти енергомасообміну частинки з оточуючим середовищем, (зв'язок  $\Gamma$ ).

11. Одночасно, ефекти перенесення енергії (ПЕ) та маси (ПМ) однозначно впливають на зміну нерівноважності системи ( $\Delta C, \Delta T, \Delta v, \Delta \mu, \Delta \sigma$ )\*\*, (зв'язок  $C$ ).

**Висновки.** Зрозуміло, що розглянута узагальнена диференціація ефектів для двофазної системи "тверде тіло – рідина" не охоплює всього різноманіття ефектів існуючих двофазних систем, тому наведена ієрархія структури ефектів може набувати відповідних модифікацій. При цьому може бути корисним застосування принципу інваріантності складових процесу до масштабу на даному рівні (ступеня) моделі системи, що формулюється в такий спосіб: закономірності протікання процесів та можливість виникнення певних ефектів у складових частинах даного рівня моделі не залежать від його ступеня, вплив якого може бути враховано взаємодією між складовими розглянутого рівня та його крайових умов.

Додамо, що кожен рівень розглянутої ієрархічної структури процесно-апаратних ефектів об'єкта (системи) описується відповідними математичними формами, а розроблення та узагальнююча алгоритмізація їх вирішення, очевидно, будуть складними та громіздкими. Отже, дослідник об'єкта (системи) матиме право самостійно приймати рішення щодо врахування – неврахування певних ефектів, аргументуючи аналізом кінцевих цілей досліджень.

*Примітки.* Прийняті в тексті умовні позначення фізичних величин:

\* – Індеси:  $t$  – "тверде тіло";  $e$  – "рідина" (екстрагент);  $p$  – початкове значення;  $k$  – кінцеве значення.

\*\* –  $G, \rho, \mu, \sigma, C, \epsilon, \lambda, T, v, \tau$  – відповідно, маса або витрати, густина, в'язкість, поверхневий натяг, концентрація компоненту, теплоємність, теплопровідність, температура, швидкість, час.

\*\*\* – Символи:  $\Delta$  (без індексів) – різниця відповідних потенціалів;  $\Delta$  (з нижніми індексами) – додатково набута системою різниця відповідних потенціалів.

#### Список літератури

1. Кафаров, В. В. Системный анализ процессов химической технологии. Основы стратегии [Текст] / В. В. Кафаров, И. Н. Дорохов. – М. : Наука, 1976. – 500 с.

2. Бурдо, О. Г. Прикладное моделирование процессов переноса в технологических системах [Текст] : учебник / О. Г. Бурдо, Л. Г. Калитин. – Одесса : Друк, 2008. – 348 с.

3. Остапчук, М. В. Математичне моделювання на ЕОМ [Текст] : підручник / М. В. Остапчук, Г. М. Станкевич. – Одеса : Друк, 2006. – 313 с.

4. Федоткин, И. М. Математическое моделирование технологических процессов методом аналогизации [Текст] : учебное пособие / И. М. Федоткин, В. В. Боровский. – Винница : Винница, 2002. – 377 с.

5. Лобода, П. П. Исследование гидродинамики виброректраторов [Текст] / П. П. Лобода, В. Л. Завьялов // Пищевая промышленность. – 1987. – Вып. 33. – С. 28–31.

Отримано 30.09.2009. ХДУХТ, Харків.

© Т.Г. Мисюра, В.Л. Зав'ялов, В.С. Бодров, Н.В. Попова, 2009.

УДК 664.1.048

**Г.В. Тягун**, (СКБ «Цукор», Смела)

**К.О. Штангеев**, канд. техн. наук (УкрНИИ сахарной промышленности, Киев)

**Д.Г. Грищенко**, (НУПТ, Киев)

### РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ПРЕБЫВАНИЯ РАСТВОРОВ И ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ВЫПАРНОЙ УСТАНОВКЕ САХАРНОГО ЗАВОДА

*Проведено варіантні розрахунки з використанням розробленої методики розрахунку часу перебування розчину у випарній установці, визначено величини розкладання цукрози і зміну технологічних параметрів, з яких слідує, що на абсолютну величину втрат цукрози від термічного розкладання значно впливає величина рН соку.*