

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ



ПАРАХОНЯ АНДРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ

УДК 621.928: 664.1

**НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНИХ
СИСТЕМ ЕКСТРАКТОРІВ ЦУКРОБУРЯКОВОГО ВИРОБНИЦТВА**

Спеціальність 05.18.12 - Процеси і обладнання харчових, мікробіологічних та
фармацевтичних виробництв

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2015

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному університеті харчових технологій Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Пушанко Микола Миколайович, кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування, Національний університет харчових технологій, професор

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Дячок Василь Володимирович, кафедра прикладної екології та збалансованого природокористування, Національний університет «Львівська політехніка», професор

кандидат технічних наук, доцент
Матияшук Андрій Миколайович, кафедра процесів і обладнання переробки продукції АПК, Національний університет біоресурсів і природокористування України, доцент

Захист відбудеться “ 22 ” жовтня 2015 року о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.02 Національного університету харчових технологій за адресою:

01601 Київ -33, вул. Володимирська, 68, корпус А, ауд. 311.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою:

01601 Київ -33, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий “ 11 ” вересня 2015 року.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
к.т.н., доцент



Л. О. Кривопляс-Володіна

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Перспективним напрямком підвищення продуктивності колонних дифузійних установок є розробка обґрунтованих конструкцій транспортних систем, які забезпечать рівномірний розподіл стружки в об'ємі колони, стабілізують протитечійний рух фаз, інтенсифікують процес екстрагування, зменшать втрати цукру в жомі і витрати електроенергії.

В умовах практичної реалізації процесу екстрагування величина питомого наповнення стружкою по висоті колонних апаратів різних конструкцій (БМА, Буккау-Вольф, Маген, КДА, КД2, ЕКА) коливається в межах 400...750 кг/м³. Досягти більших значень питомого наповнення стружкою всього об'єму колон та забезпечити її стабільний протитечійний рух без удосконалення конструкцій елементів транспортних систем неможливо.

Значний вклад у формування їх основних принципів роботи та розробку конструкцій внесли І. А. Тищенко, П. М. Сілін, С. Ф. Жигалов, А. П. Соколов, Л. М. Мандрико, С. М. Гребенюк, С. Ф. Дронов, В. Н. Щеголев, В. М. Лисянський, А. А. Ліпєць, В. Г. Ярмилко, Е. Т. Коваль, А. К. Бурима, М. М. Даїшев та ін.

Велику роботу по переоснащенню колонних дифузійних апаратів виконано фірмою «Дифузія», створеною в КТІХП. На базі отриманих знань та досвіду була розроблена та впроваджена у виробництво серія апаратів ЕКА. Роботи по переоснащенню зношених та морально застарілих транспортних систем колонних дифузійних апаратів проводяться колективом фірми «ТМА» під керівництвом Кухара В. М. за участю автора.

Під керівництвом професорів Пушанко М.М. та Серьогіна О.О. проведена велика дослідницька робота по визначенню форми та оптимальних закономірностей розташування елементів транспортних систем. Однак велика кількість конструкцій та неоднозначність у виборі найкращого типу колонного дифузійного апарата, свідчить про необхідність пошуків раціональної конструкції транспортної системи, яка б повністю задовольнила вимоги промисловості.

Тому розроблення науково обґрунтованих шляхів удосконалення транспортних систем колонних дифузійних апаратів цукробурякового виробництва є одним з актуальних і важливих напрямків збільшення їх продуктивності, підвищення ефективності та зменшення затрат на їх виготовлення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано відповідно до головних напрямків наукових досліджень Національного університету харчових технологій в рамках держбюджетної теми «Аналіз гідродинамічних умов процесу екстрагування цукрози в колонних дифузійних апаратах та розробка удосконалених конструкцій транспортних систем на основі результатів експериментальних досліджень» (номер державної реєстрації № 0113U001427, 2012-2013 pp.).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є наукове обґрунтування методів удосконалення транспортної системи екстракторів колонного типу цукробурякового виробництва.

Відповідно до поставленої мети визначені наступні задачі досліджень:

- виконати порівняльний аналіз існуючих конструкцій колонних дифузійних апаратів та їх транспортних систем;
- розробити методики та обладнання для дослідження закономірностей розподілу стружки в об'ємі колонного дифузійного апарата;
- провести експерименти на промисловому колонному дифузійному апараті у виробничий сезон;
- опрацювати отримані дані та визначити функціональні залежності розподілу величини питомого наповнення в робочому об'ємі колони;
- установити швидкості переміщення екстрагенту через шар стружки в реальних умовах та визначити ефективність масовіддачі;
- визначити вплив гідродинаміки процесу введення сокостружкової суміші на формування локального питомого наповнення та ефективність роботи ситового поясу;
- розробити варіант модернізації ситових поясів колонних дифузійних апаратів КДА та ЕКА;
- визначити гідродинамічні характеристики елементів транспортних систем з різною формою поперечного перерізу;
- розробити тривимірну імітаційну модель роботи транспортної системи, визначити недоліки в її роботі та обґрунтувати шляхи їх усунення;
- провести експериментальні дослідження зношеності елементів транспортних систем, запропонувати методи підвищення їх надійності та довговічності;
- запропонувати на основі отриманих дослідних даних удосконалені конструкції транспортних систем колонних дифузійних апаратів.

Об'єкт і предмет дослідження. *Об'єктом дослідження* є процес розподілу та транспортування стружки в об'ємі колонного дифузійного апарата. *Предметом дослідження* є сокостружкова суміш, елементи транспортних систем.

Методи дослідження. Дослідження виконані методами математичного моделювання, фізичного експерименту з математико-статистичною обробкою результатів. Фізичні експерименти здійснювалися за допомогою розроблених пробовідбірних пристроїв. Оброблення експериментальних даних виконувались із застосуванням сучасних інтегрованих систем SolidWorks Simulation, Flow Simulation, Excel, Advanced Grapher.

Наукова новизна одержаних результатів.

- отримано закономірності розподілу величини питомого наповнення по висоті і радіусу колони. Встановлено вплив розподілу величини питомого наповнення на інтенсивність масовіддачі в об'ємі колонного дифузійного апарата КД2-А30 з модернізованою транспортною системою. Отримано

аналітичні залежності зміни інтенсивності масовіддачі від величини питомого наповнення;

- встановлена закономірність зміни гідродинамічних умов екстрагування в зоні завантаження стружки, визначено їх вплив на якість процесу екстрагування;

- запропоновано ряд обґрунтованих варіантів модернізації ситового поясу, що дозволяють покращити якісні та кількісні показники відбору башенного соку;

- для вибору раціональної форми елементів транспортних систем на основі створеної тривимірної моделі взаємодії потоку сокостружкової суміші з лопатями та контрлопатями різних профілів знайдено величини їх підйомної сили та лобового опору.

- шляхом тривимірного моделювання створена імітаційна модель впливу транспортної системи на гідродинаміку процесу екстрагування;

Практичне значення одержаних результатів.

- встановлені, за допомогою розроблених пробовідбірних пристроїв, зміни величини питомого наповнення по висоті та діаметру колони впливають на швидкість переміщення екстрагенту та ефективність масовіддачі, визначають напрямки модернізації транспортних систем;

- визначений вплив конструкції ситового поясу на гідродинаміку процесу завантаження колони сприяє розробленню оновлених конструкцій ситового поясу;

- встановлені значення підйомної сили та лобового опору, що виникають в результаті взаємодії потоку сокостружкової суміші з елементами транспортних систем, визначають зміни конфігурації контрлопатей транспортної системи;

- знайдені закономірності впливу конструкцій лопатей і їх розміщення на швидкість руху сокостружкової суміші;

- результати дослідження зношеності елементів транспортних систем і їх міцністний аналіз сприяють вибору їх раціональних конструкцій;

- на основі отриманих даних розроблено варіанти удосконалення транспортних систем колонних дифузійних апаратів, захищені патентами України.

Особистий внесок здобувача.

Полягає у створенні пробовідбірного пристрою, проведенні експериментальних досліджень та виявленні закономірностей процесу розподілу сокостружкової суміші в об'ємі колонного дифузійного апарата. Автором виконано оброблення та узагальнення результатів експериментів, розроблено рекомендації щодо покращення гідродинамічних умов процесу екстрагування в колонних дифузійних апаратах та запропоновано варіанти їх удосконалень.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи було обговорено та схвалено на: міжнародній науково-практичній студентській конференції «Науково-технічна творчість студентів з процесів і обладнання харчових виробництв» (м. Донецьк, 2010 р.); міжнародній науково-

практичній конференції «Сучасні технології та обладнання харчових виробництв» (м. Тернопіль, 2011р.); 77, 78 наукових конференціях молодих вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті» (м. Київ, 2011, 2012 рр.); II міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства» (м. Київ, 2012); міжнародній науковій конференції, присвяченій 130-річчю Національного університету харчових технологій «Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчової промисловості» (м. Київ, 2014).

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 21 наукову працю, у тому числі: 7 статей, серед яких 5 – у затверджених наукових фахових виданнях України, 1 – у наукових періодичних виданнях інших держав, 1 – у науковому міжнародному періодичному виданні; 2 патенти України на винахід та 5 патентів України на корисну модель; 7 матеріалів конференцій та тез доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел із 144 найменувань. Дисертацію викладено на 146 сторінках, вона містить 80 рисунків та 10 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі проаналізовано основні тенденції розвитку конструкцій колонних дифузійних апаратів, обґрунтовано актуальність теми, сформульована мета та основні завдання досліджень, наукова новизна і практична цінність отриманих результатів.

У першому розділі розглянуто етапи розвитку та впровадження колонних дифузійних апаратів в цукровій промисловості, проаналізовано тенденції розвитку конструкцій транспортних систем та їх елементів (лопатей та контрлопатей). Розглянуто фізичні властивості сокостружкової суміші та їх вплив на розподіл твердої фази в робочому об'ємі колони. Виявлено значний вплив величини питомого наповнення сокостружкової суміші на процес вилучення цукрози. Встановлено, що наявні відомості про розподіл сокостружкової суміші по радіусу колони в багато - і малолопатевих апаратах неоднозначні і не сприяють створенню обладнання великої продуктивності. Це і визначило мету і задачі досліджень.

У другому розділі описані об'єкти і методи виконаних досліджень, наведено конструкцію пробовідбірного пристрою для дослідження закономірностей розподілу сокостружкової суміші в об'ємі колонного дифузійного апарата, наведено результати промислових досліджень, проведено їх аналіз та визначено закономірності впливу величини питомого наповнення стружки на швидкість руху екстрагенту та зміни інтенсивності масовіддачі по висоті колони.

Дослідження закономірностей розподілу сокостружкової суміші виконувались методом відбору проб з об'єму колонного дифузійного апарату розробленим пробовідбірним пристроєм, який складається з нерухомо встановленого трубчатого корпусу 3, ущільнюючого вузла 4 та щупа 2 з дослідною камерою 1 (рис.1).

Корпус 3 приварено до нижньої частини тильної сторони контрлопаті. Сегментний поздовжній виріз в корпусі займає 90 % його довжини і направлений донизу. Такий спосіб установки мінімізує вплив конструкцій пристрою на переміщення сокостружкової суміші.

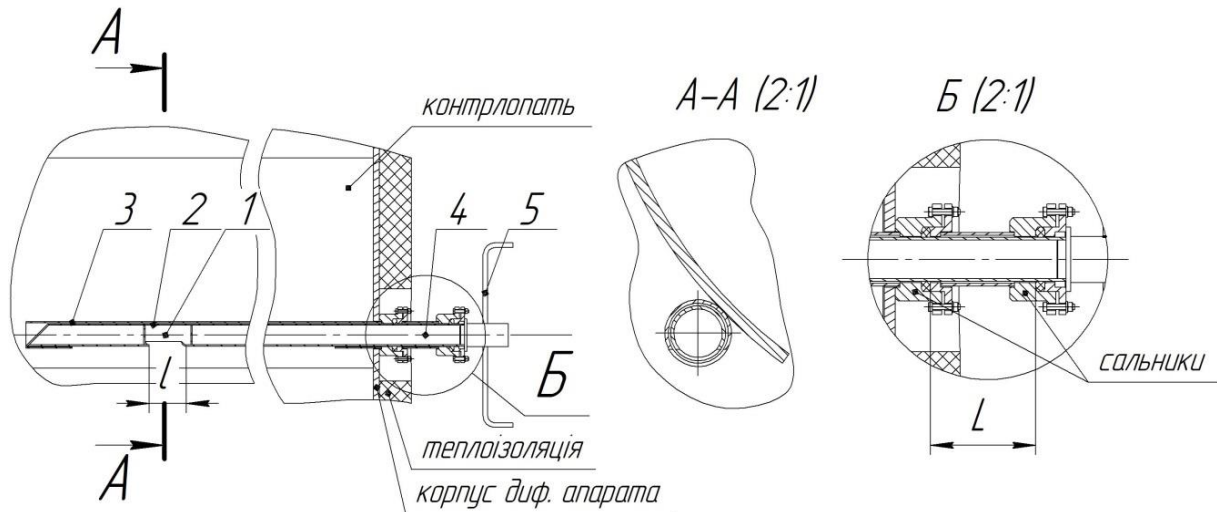


Рис.1. Пробовідбірний пристрій: 1 – дослідна камера, 2 – щуп, 3 – корпус, 4 – ущільнюючий вузол, 5 – рукоятка.

Всередині корпусу 3 розміщена закріплена на щупі 2 камера 1 з поздовжнім сегментним вирізом. На щуп нанесено шкалу з інтервалом 100 мм. Відбір проб складався з трьох циклів: цикл №1 – камера виведена назовні колони; цикл №2 – щуп 2 з камерою вводиться в корпус 3 та розміщується так, що дослідна камера закрита; цикл №3 – поворотом рукоятки 5 щуп встановлюється в робоче положення, при якому вхідний отвір дослідної камери 1 та сегментний виріз в корпусі 3 суміщаються і сокостружкова суміш заповнює її. Далі повторюються цикли №2 та №1 в зворотному напрямку.

Герметизація приладу забезпечується відстанню між сальниковими вузлами ущільнення 4 (L) і розміром камери (l), яка виконана за умови – $L > l$.

Три пробовідбірники такої конструкції були вмонтовані в об'єм колонного дифузійного апарата КД2-А30 на ПАТ «Червонський цукровик» у 2011 році. Пристрої розмістили по висоті колони на рівні 4, 8 та 12 рядів контрлопатей.

Результати дослідження розподілу питомого наповнення апарата стружкою по радіусу колони (довжині лопаті) показані на рис.2. Вони узагальнені лінійними та поліноміальними залежностями з різницею похибки між ними менше 15%.

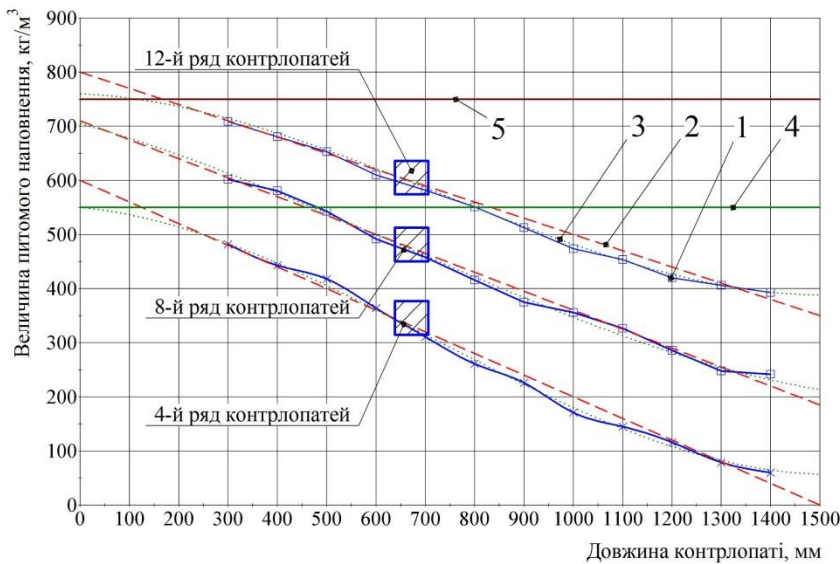


Рис.2. Графічні залежності величини питомого навантаження по радіусу $q = f(R)$

колони:

- 1 – дослідна;
- 2 – аналітична лінійна функція;
- 3 – аналітична поліноміальна функція;
- 4 – мінімальна;
- 5 – максимальна.

Лінійні залежності для зон 4-го, 8-го, 12-го рядів контролопатей:

$$q_4 = 600 - 0,4 \cdot l_k \quad (1)$$

$$q_8 = 710 - 0,35 \cdot l_k \quad (2)$$

$$q_{12} = 800 - 0,3 \cdot l_k \quad (3)$$

де: q – величина питомого наповнення об'єму апарата, кг/м^3 ;

l_k – довжина контролопаті рахуючи від трубовалу, мм.

Поліноміальні залежності для зон 4-го, 8-го, 12-го рядів контролопатей мають вигляд:

$$q_4 = 2,45 \cdot 10^{-7} \cdot l_k^3 - 5,3 \cdot 10^{-4} \cdot l_k^2 - 8,5 \cdot 10^{-2} \cdot l_k + 550 \quad (4)$$

$$q_8 = 1,12 \cdot 10^{-7} \cdot l_k^3 - 2,2 \cdot 10^{-4} \cdot l_k^2 - 0,25 \cdot l_k + 705 \quad (5)$$

$$q_{12} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot l_k^3 - 4,4 \cdot 10^{-4} \cdot l_k^2 - 3,8 \cdot 10^{-2} \cdot l_k + 760 \quad (6)$$

Середня величина питомого наповнення колони стружкою збільшується знизу вверх в межах $300 \dots 750 \text{ кг/м}^3$ і має різні радіальні значення на різних висотах. На рис.3 показано поперечний переріз колони з трьома концентричними зонами з усередненим питомим наповненням в зоні 1 – 620 кг/м^3 , зоні 2 – 440 кг/м^3 та найменше в зоні 3 – 300 кг/м^3 .

Найбільше значення величини питомого наповнення спостерігається біля трубовалу апарата, найменше біля корпусу. Ця тенденція яскраво виражена на нижньому рівні колони.

При виконанні досліджень в промислових умовах виявлено, що на формування величини питомого наповнення q впливають конструктивні та технологічні фактори. Серед конструктивних – тип транспортної системи, частоти обертання лопатей, їх кількість і т. д. Основні технологічні фактори – це якість стружки, спосіб завантаження сокостружкової суміші і співвідношення їх фаз, зміна структурно-механічних властивостей стружки, спосіб відбору соку. Не дивлячись на конструктивні відмінності основних елементів транспортних систем вони складаються з певної кількості рядів пар лопатей і контрлопатей, утворюючи суміжні камери зі складним переміщенням твердої і рідкої фаз сокостружкової суміші. Вертикальне переміщення стружки відбувається при проходженні лопаті в зоні розташування контрлопаті. Її швидкості і шлях залежать від їх форми, кута нахилу, частоти обертання, питомого наповнення. Зі зміною величини питомого наповнення змінюється напружений стан сокостружкової суміші, змінюючи швидкості руху фаз.

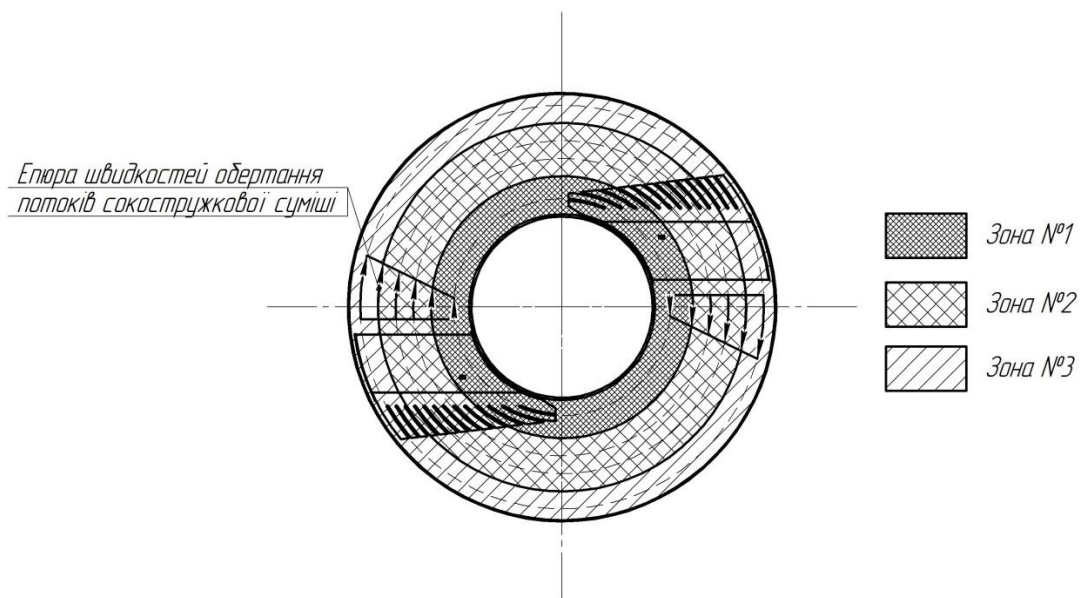


Рис.3. Характер розподілу величини питомого наповнення по радіусу колони та зміна лінійних швидкостей сокостружкової суміші.

Швидкості руху екстрагенту через пористий шар стружки в зоні контрлопатей та лопатей мають різні значення. В зоні контрлопатей вектор швидкості екстрагенту направлений вертикально вниз, оскільки він рухається через шар стружки під дією гравітаційних сил:

$$v_{II} = \frac{V_G}{S_{ж} \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} \quad (7)$$

де: V_G – об'єм екстрагенту, що знаходиться в колоні м³/добу;

$S_{ж}$ – площа живого перерізу міжстружкового простору (пор);

$$S_{ж} = (S - S_k) \cdot \left(1 - \frac{q}{\gamma_1}\right) \quad (8)$$

де: S – площа поперечного перерізу активної частини апарата, м^2 ;

S_k – площа поперечного перерізу, що займають контрлопаті, м^2 ;

γ_1 – питома вага бурякової стружки, т/м^3 ;

При роботі установки КД2-А30 з номінальною продуктивністю 125 т./год. розрахована швидкість екстрагенту від величини питомого наповнення в цій зоні становить $0,15 \dots 0,46 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$.

В зоні лопатей швидкість переміщення екстрагенту значно вища, бо складається з суми двох швидкостей вертикальної та горизонтальної, що виникає в наслідок взаємодії лопаті з сокостружковою сумішшю:

$$v_I = \frac{S_I \cdot \gamma_1}{t_I \cdot (\gamma_1 - q)} \quad (9)$$

де: t_I – час за який екстрагент проходить I етап, с.;

S_I – довжина шляху I етапу, м.

Швидкість в зоні лопатей коливається в межах $3 \dots 5 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$.

Аналіз графіків 1 та 2 рис.4.а) підтверджує, що найбільш сприятливі умови для процесу екстрагування спостерігаються при значенні величини питомого наповнення в $500 \dots 850 \text{ кг/м}^3$ та більше.

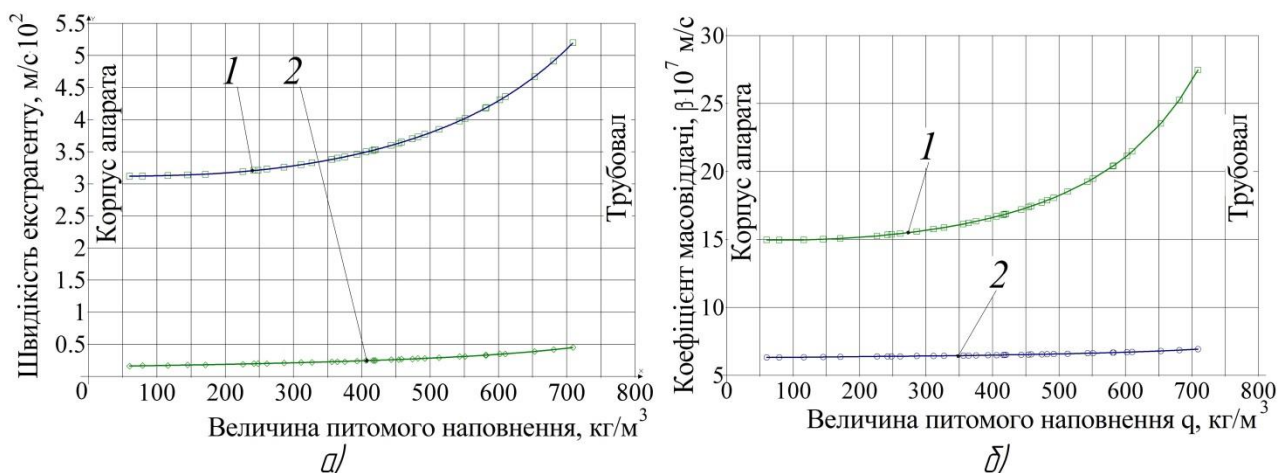


Рис.4. Графіки: а) розподіл швидкостей руху екстрагенту від величини питомого наповнення робочого об'єму колони стружкою: 1 – зона лопатей, 2 – зона контрлопатей; б) зміна інтенсивності масовіддачі в шарі стружки від величини питомого наповнення: 1 – зона лопатей, 2 – зона контрлопатей.

Для розрахунку коефіцієнта масовіддачі β провели регресійний аналіз існуючих залежностей та отримали його залежність від швидкості руху екстрагенту у вигляді:

$$\beta = 6 \cdot 1,38^v \quad (10)$$

Розраховували за формулою (10) коефіцієнти масовіддачі для зони лопатей та контрлопатей. Їх графічні залежності від величини питомого наповнення показано на рис.4.б).

Інтенсивність масовіддачі від величини питомого наповнення для зони лопатей змінюється в межах $15...28 \cdot 10^{-7}$ м/с та описується поліноміальною залежністю (11), а для зони контрлопатей в межах $6...7 \cdot 10^{-7}$ м/с – описується лінійною залежністю (12).

$$\beta = 3,27 \cdot 10^{-13} \cdot q^5 - 4,6 \cdot 10^{-10} \cdot q^4 + 2,65 \cdot 10^{-7} \cdot q^3 - 5,58 \cdot 10^{-5} \cdot q^2 + 0,0058 \cdot q + 14,8 \quad (11)$$

$$\beta = 8,37 \cdot 10^{-4} \cdot q + 6,19 \quad (12)$$

Результати досліджень дають уявлення про закономірності розподілу сокостружкової суміші в об'ємі колони та дозволяють обґрунтувати оптимальні значення величин питомого наповнення.

У третьому розділі показана відсутність аргументованої методики визначення площ ситових поясів для апаратів серій КДА, КД2 та ЕКА різних продуктивностей, наведено особливості конструктивного оформлення процесів завантаження колони та очищення поверхонь ситових поясів, досліджено особливості розподілу сокостружкової суміші в процесі її завантаження в колону при використанні існуючих конструкції горизонтальних ситових поясів. Основною причиною порушення їх роботи є залягання стружки на фільтруючій поверхні сит, що призводить до порушення відбору соку з колони через надмірний перепад тиску між над ситовою та під ситовою поверхнями, викликаний, як правило, використанням циркуляційних насосів для відбору колонного соку.

Формування розподілу величини питомого наповнення сокостружкової суміші відбувається при її подачі в колону через клапан однакової ширини під дією зміни колової швидкості завантажувальної лопаті. Це створює умови для нерівномірного розподілу стружки по радіусу колони.

На основі дослідних даних розроблена модульна система вертикальних ситових поясів для апаратів КДА та ЕКА, які дозволяють розвантажити горизонтальну ситову поверхню та збільшать на 15% її загальну площу (рис.5). Одночасно периферійний відбір соку сприятиме заповненню стружкою віддалених від трубоваলা зон.

Лопаті першого ряду транспортної системи мають збільшений об'єм та висоту. На них встановлено механічні очищаючі пристрої для регенерації поверхонь горизонтального і вертикальних сит. Така конструкція лопатей дозволить зменшити час перебування стружки в зоні завантаження. Загалом розроблена конструкція стабілізує роботу сит і сприяє рівномірному розподілу стружки.

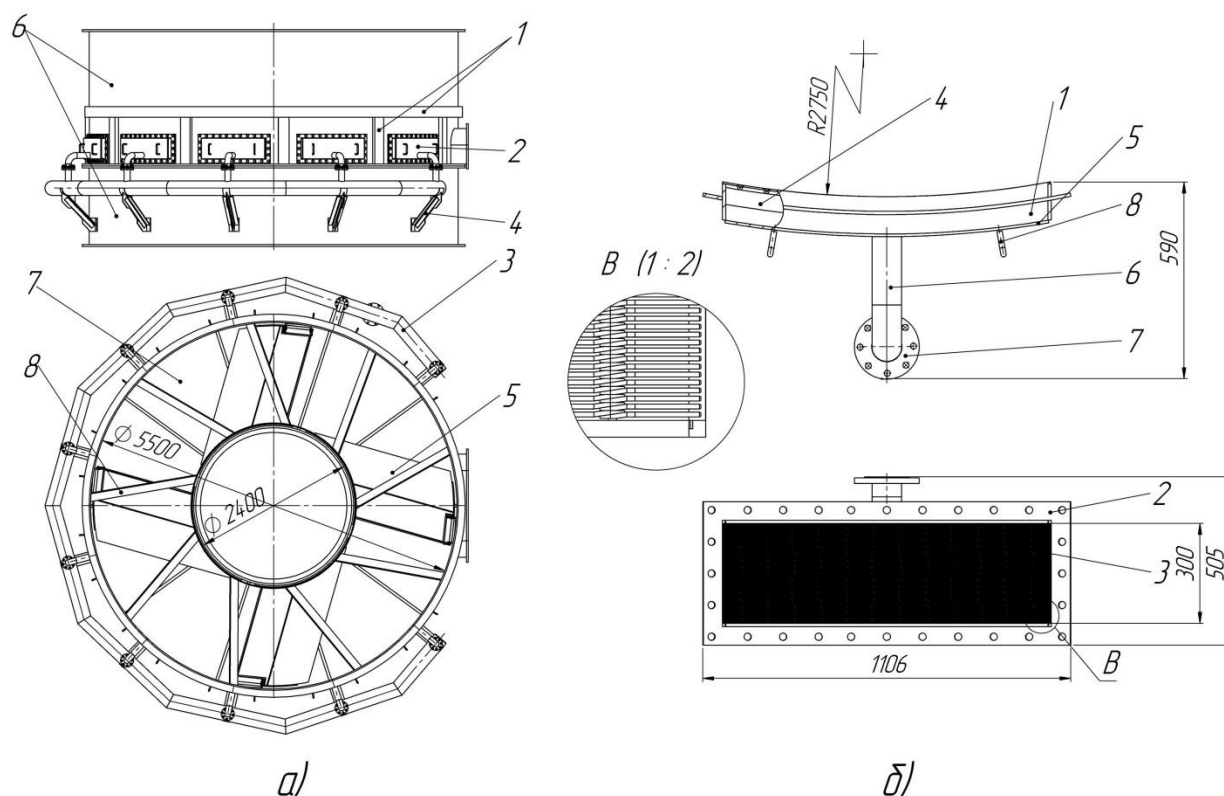


Рис.5. Конструкція модернізованого ситового поясу колони КД2-А30:
 а) загальний вигляд: 1 – підсилюючі балки корпуса колони, 2 – модуль вертикального ситового поясу, 3 – колектор відбору соку, 4 – опора колектора, 5 – лопать, 6 – царги колони, 7 – горизонтальний ситовий пояс існуючий, 8 – контрлопать;
 б) конструкція ситового модуля: 1 – коробка, 2 – фланець, 3 – сито, 4 – ребро, 5 – торцева кришка, 6 – відвідний патрубок, 7 – фланець, 8 – ручка.

У четвертому розділі наведено результати математичного моделювання впливу елементів транспортних систем на гідродинаміку процесу екстрагування.

З використанням програмного модуля SolidWorks Flow Simulation виконано моделювання процесу взаємодії елементів транспортних систем та потоку сокостружкової суміші. Враховуючи середню величину питомого наповнення колони стружкою менше 500 кг/м^3 , яка має характеристики в'язкого середовища, в процесі моделювання використано рідину з параметрами дифузійного соку. Початкові умови, схема сил та контурна епюра швидкості потоку, що взаємодіє з елементом транспортної системи показано на рис.6. Розраховано сили повного та лобового опору, підйомної сили, що виникають в умовах зміни траєкторій руху складових суміші при переміщенні лопатей. Розрахунки проведено для діапазону швидкостей $0,025 \dots 0,2 \text{ м/с}$ з кроком $0,025 \text{ м/с}$.

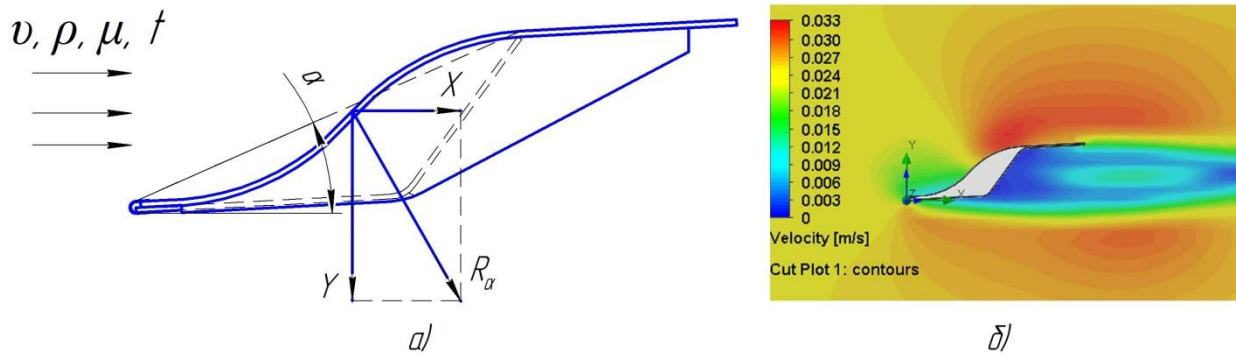


Рис.6. Умови взаємодії сокостружкової суміші з елементом транспортної системи: а) початкові умови та схема сил; б) контурна епюра швидкості потоку, що взаємодіє з елементом транспортної системи.

Гідродинамічні характеристики елементів транспортних систем колонних апаратів різних типів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1.

Гідродинамічні характеристики елементів транспортної системи

Профіль транспортної системи колонного дифузійного апарата	Форма профілю	Коефіцієнт повного опору C_{Ra}	Коефіцієнт лобового опору C_x	Коефіцієнт підйомної сили C_y	Коефіцієнт гідродинам. якості $C_{y/x}$
Лопать КДА-30-66		2,1	0,74	1,97	2,66
Лопать КД2-А30		1,03	0,45	0,92	2,04
Лопать ЕКА-2		1,36	0,52	1,26	2,42
Лопать ВМА		2,05	0,7	1,93	2,75
Контрлопать КД2-А30		2,53	1,78	1,8	1,01
Контрлопать ВМА		2,1	1,24	1,95	2,71

Найкращі гідродинамічні характеристики має лопать ВМА. Її коефіцієнт гідродинамічної якості дорівнює 2,75. Найгірші з коефіцієнтом гідродинамічної якості, що дорівнює 1,01 – контрлопать КД2-А30.

Зменшення умовного кута нахилу α контрлопаті КД2-А30 до 30° дозволяє зменшити коефіцієнт лобового опору до 0,87 та відповідно збільшити коефіцієнт гідродинамічної якості до 1,98.

Для тривимірного моделювання взаємодії пари лопать-контрлопать виділено область транспортної системи колони КД2-А30 з малолопатевою транспортною системою висотою один метр, що умовно розділена площинами та концентричними колами (рис.6).

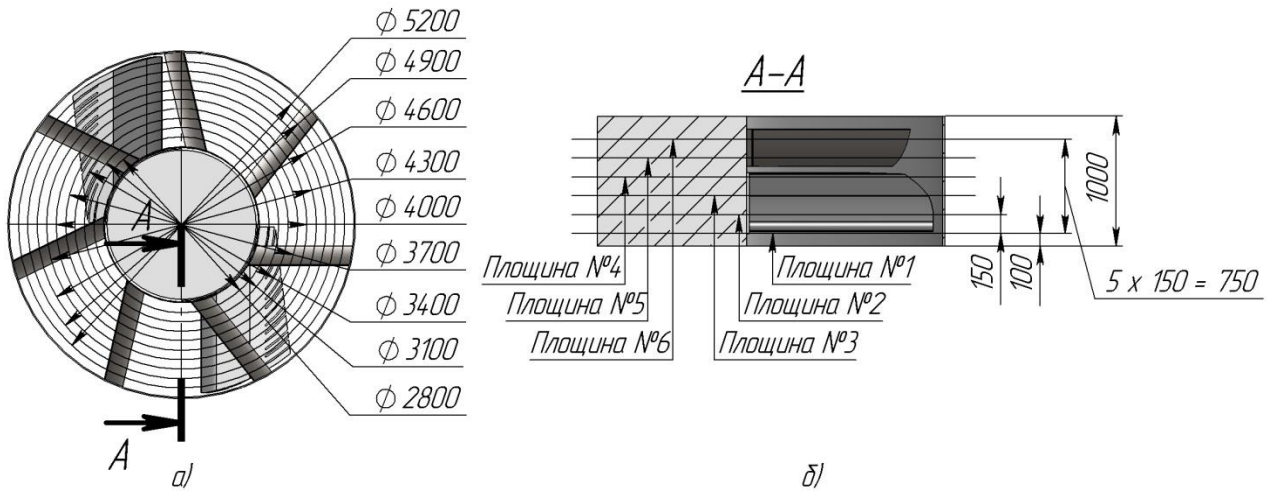


Рис.6. Розрахункова схема виділеної області колонного дифузійного апарата КД2-А30: а) схема розміщення концентричних кіл; б) розподіл 6-ма площинами.

Швидкість сокостружкової суміші в процесі взаємодії з типовою транспортною системою, що має 2 лопаті та 7 контрлопатеї в одному ряду підвищується до значень 0,09...0,16 м/с в момент проходження лопаті та різко падає після закінчення взаємодії до 0,02 м/с (рис.7).

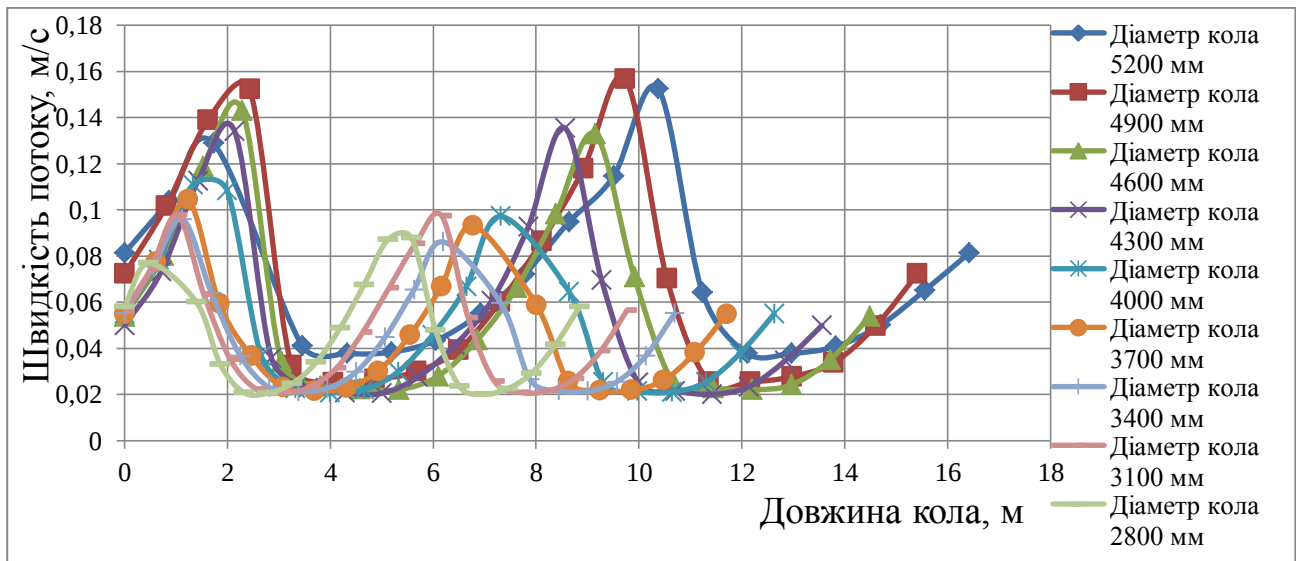


Рис.7. Розподіл швидкостей потоку сокостружкової суміші по концентричним колам в площині №3 при взаємодії з елементами ТС.

Характер розподілу швидкостей (рис.8) показує доцільність встановлення 4 лопатей в одному ряду транспортної системи в зоні де величина питомого наповнення не перевищує 500 кг/м³. Мінімальна швидкість потоку за таких умов складатиме 0,035...0,063 м/с, а максимальна 0,08...0,165 м/с. Швидкість затухання швидкостей сокостружкової суміші при встановленні 4 лопатей в ряду значно зменшується, інтенсифікуючи процес екстрагування за рахунок підвищення середньої швидкості потоку.

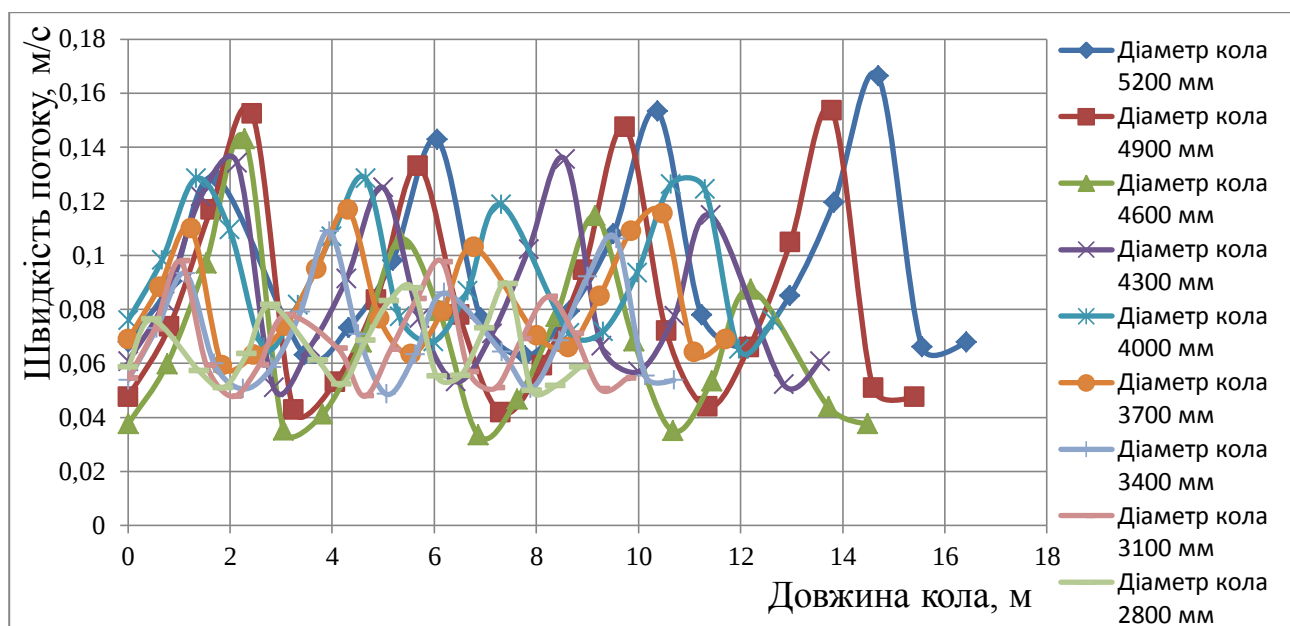


Рис.8. Розподіл швидкостей потоку сокостружкової суміші по концентричним колам в площині №3 при взаємодії з 4 лопатями ТС в ряду.

Одержані закономірності зношуваності елементів транспортних систем колонних дифузійних апаратів, установлених на різних цукрових заводах, мають однакову тенденцію. Збільшення зношення на окремих апаратах пов'язане з частотою контактів початкових та крайніх точок лопаті з сокостружкової сумішшю і зміною величини питомого наповнення.

Для підвищення надійності роботи лопатей та контрлопатей транспортної системи колони КД2-А30 проведений їх міцністний розрахунок в середовищі SolidWorks Simulation методом кінцевих елементів. Робочі поверхні були навантажені надлишковим тиском 0,15 мПа (1,53 кгс/см²). Площі поверхонь навантаження досліджуваних лопатей складає 2,55 м², контрлопатей – 0,65 м² (рис.9)

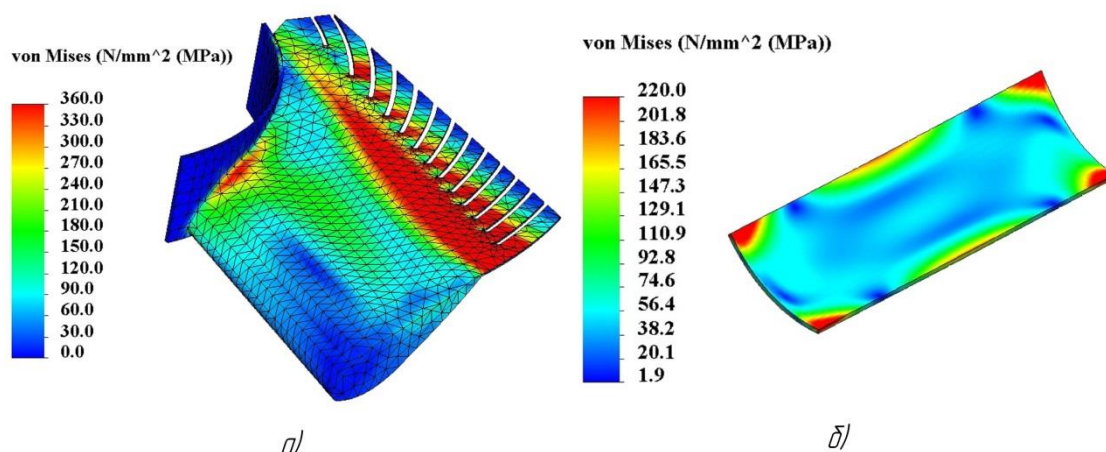


Рис.9. Контурні епіюри напружень по Мізесу: а) лопать; б) контрлопать.

Максимальні напруження матеріалу лопаті виникають у двох зонах: перша – місце з'єднання лопаті з накладкою, друга – по довжині лінії приєднання пера до основного тіла лопаті (рис.9.а). Найбільші напруження

матеріалу контрлопаті спостерігаються по периметру конструкції, а саме в крайніх точках закріплення контрлопаті та середній частині її краю, що займає 1/3 довжини.

Результати математичного моделювання дозволяють обґрунтувати раціональні форми елементів транспортних систем, їх кількість та покращити міцнісні характеристики.

У п'ятому розділі на основі результатів виконаних досліджень запропоновано ряд конструкцій колонних дифузійних апаратів, їх вузлів та елементів транспортних систем. Науково-технічна новизна запропонованих конструкцій захищена патентами України на винаходи та корисні моделі.

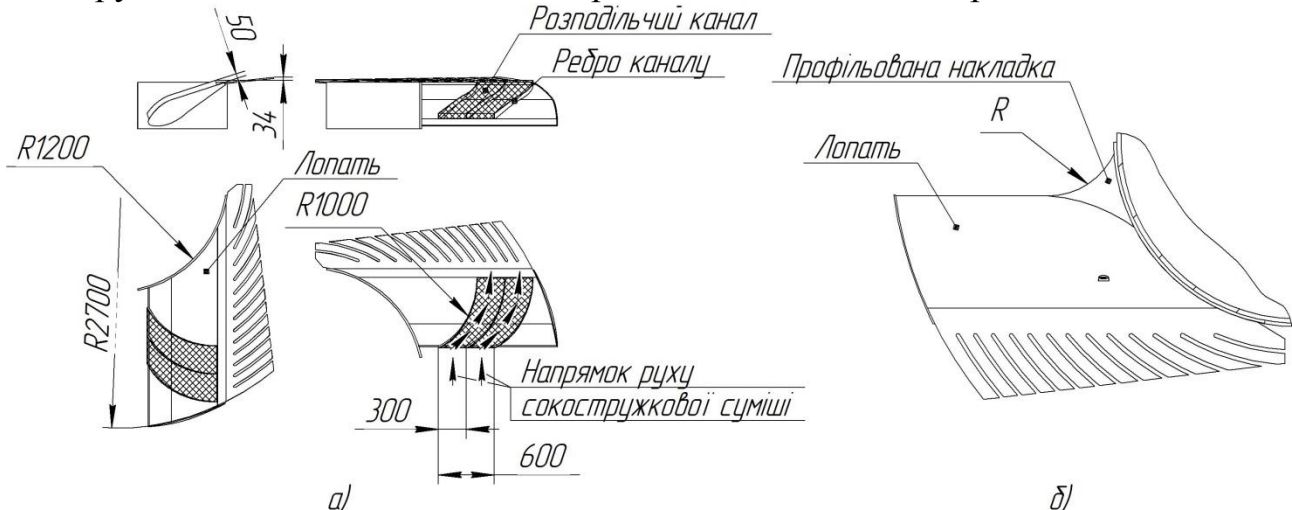


Рис.10. Конструкції лопатей транспортних систем колонних дифузійних апаратів: а) лопать з розподільними ребрами, б) лопать з підсилюючою накладкою.

На рис.10.а показано лопать транспортної системи з розподільними каналами, які покращують розподіл питомого наповнення сокостружкової суміші по радіусу колони та запобігають сповзанню стружки з робочої поверхні лопаті.

Установка підсилюючого елемента в лопаті (рис.10.б) підвищує надійність місця закріплення на трубовалу та покращує розподіл стружки в об'ємі апарата.

Конструкція апарата колонного типу зі шнековим завантажувальним пристроєм (рис.11.а) за рахунок подачі в колону сокостружкової суміші з підвищеним вмістом стружки збільшить величину питомого наповнення в надситовому просторі, зменшить перепад питомого наповнення по висоті колони, знизить інтенсивність перемішування шарів стружки в нижній частині апарату. Частковий відбір соку через перфоровані стінки корпуса шнека зменшить навантаження на ситовий пояс та підвищить продуктивність колони.

Використання внутрішнього об'єму трубовала в конструкції колонного дифузійного апарата з додатковою паралельною транспортною системою підвищить продуктивність апарата без збільшення його габаритних розмірів та знизить навантаження на підшипникові опори трубовала за рахунок зменшення виштовхуючих Архімедових сил.

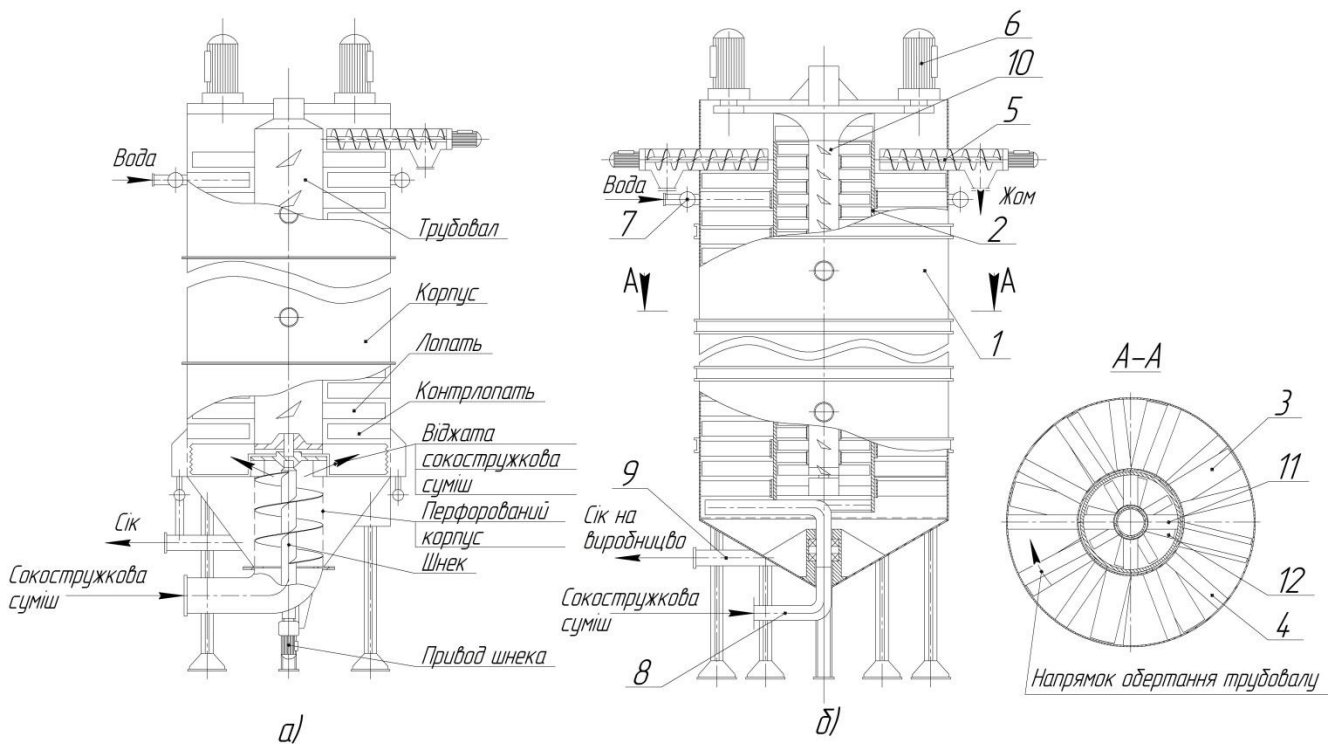


Рис.11. Конструкції колонних дифузійних апаратів: а) з шнеком завантаження; б) конструкція колонного дифузійного апарата з двома паралельними потоками: 1 – корпус, 2 – трубовал, 3 – лопать, 4 – контрлопать, 5 – вивантажувальний шнек, 6 – привод апарата, 7 – патрубок підводу води, 8 – труба подачі сокостружкової суміші, 9 – труба відводу башенного соку, 10 – нерухомий вал, 11 – лопать, 12 – контрлопать.

ВИСНОВКИ

1. Порівняльний аналіз існуючих конструкцій транспортних систем колонних дифузійних апаратів виявив неоднозначність оцінки їх ролі і впливу на розподіл величини питомого наповнення і створення рівномірних гідродинамічних умов процесу екстрагування в промислових умовах.

2. З урахуванням можливостей створеного пробовідбірною пристрою створено методику дослідження розподілу величини питомого наповнення в об'ємі промислового колонного дифузійного апарата.

3. Установлено закономірності розподілу стружки під дією малолопатевої транспортної системи; по висоті колони вони змінюються в межах 500...700 кг/м³ в зоні біля трубовала та 100...400 кг/м³ біля корпусу апарата. Діапазон зміни по діаметру: 100...500 кг/м³ – рівень 4 ряду контрлопатеї; 250...600 кг/м³ – рівень 8 ряду контрлопатеї; 400...700 кг/м³ – рівень 12 ряду контрлопатеї.

4. Завдяки створеній математичній моделі знайдено зміну швидкості переміщення екстрагенту в колонному малолопатевому дифузійному апараті та визначено її вплив на інтенсивність масовіддачі.

5. Обґрунтовано пропозиції по зміні конструкцій існуючих завантажувальних пристроїв з метою збільшення загального питомого наповнення колони стружкою та покращення гідродинаміки процесу екстрагування.

6. Стабілізацію відбору колонного соку із апаратів типу КДА, КД2 та ЕКА виконано шляхом установки внутрішніх додаткових вертикальних ситових поясів, які зменшують об'єм завантажувальної зони і збільшують величину питомого наповнення.

7. З використанням прикладного програмного продукту SolidWorks Flow Simulation визначено показники підйомної сили, лобового опору та повної сили для елементів транспортних систем з різною формою поперечного перерізу та обґрунтовано рекомендації щодо покращення гідродинамічних властивостей лопатей та контрлопатей.

8. Створено тривимірну модель розподілу швидкостей потоків сокостружкової суміші при дії транспортної системи в до пружно-пластичному стані сировини.

9. На основі результатів наукових досліджень надано обґрунтовані рекомендації щодо збільшення кількості лопатей до 4-х в зоні завантаження.

10. Одержані закономірності зношуваності елементів транспортних систем колонних дифузійних апаратів підтвердили комплексний вплив додаткових факторів, пов'язаних з частотою контактів початкових та крайніх точок лопаті з сокостружкової сумішшю і величиною питомого наповнення.

11. Міцністний аналіз елементів транспортної системи (лопатей та контрлопатей) досліджуваного апарату КД2-А30 визначив напрямки підвищення їх надійності.

12. Запропоновано варіанти удосконалення конструкцій колонних дифузійних апаратів, їх вузлів та окремих елементів транспортних систем науково-технічна новизна яких захищена двома патентами України на винахід та п'ятьма патентами України на корисну модель.

13. Розрахунковий економічний ефект від впровадження результатів роботи в КБ по удосконаленню конструкцій транспортних систем становить 0,63 грн. на тону переробленої продукції.

ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях:

1. Парахоня, А. М. Методи підвищення продуктивності колонних дифузійних апаратів / А. М. Парахоня, М. М. Пушанко // Ukrainian food journal, 2012. – № 2. – С. 78-80. (стаття у фаховому виданні України, яке включено до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus).

Особистий внесок дисертанта: розробка конструкції обладнання та формування висновків.

2. Парахоня, А. М. Особливості зношення елементів транспортних систем колонних дифузійних апаратів / А. М. Парахоня, М. М. Пушанко // Наукові Праці НУХТ. – Київ НУХТ. – 2012. – № 45. – С. 38-42. *(стаття у фаховому виданні України, яке включено до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus).*

Особистий внесок дисертанта: виконання експериментів, формулювання результатів і висновків.

3. Пушанко, М. М. Гідродинамічні умови екстрагування і ефективність роботи дифузійних установок / М. М. Пушанко, А. М. Парахоня, В. М. Кухар // Сахар. – 2013. – № 11. – С. 2-6 *(стаття у фаховому виданні Росії, яке включено до баз даних РИНЦ).*

Особистий внесок дисертанта: узагальнення результатів, висновки, підготовка матеріалів до друку.

4. Пушанко, М. М. З досвіду роботи модернізованого колонного дифузійного апарата КД2-А30 / М. М. Пушанко, А. М. Парахоня, В. М. Кухар, М. П. Парахоня, Л. В. Скобель // Цукор України. – 2012. – №8 (80). – С. 13-16.

Особистий внесок дисертанта: узагальнення результатів, висновки, підготовка матеріалів до друку.

5. Пушанко, М. М. Розподіл питомого навантаження стружки в об'ємі колонного дифузійного апарата / М. М. Пушанко, А. М. Парахоня // Цукор України. – 2012. – № 9(81). – С. 20-29.

Особистий внесок дисертанта: виконання експериментів, формулювання результатів і висновків.

6. Пушанко, М. М. Підвищення ефективності роботи колонної дифузійної установки / М. М. Пушанко, В. М. Кухар, В. Г. Табурчак, А. М. Парахоня // Цукор України. – 2014. – №8. – С. 9-13.

Особистий внесок дисертанта: розробка конструкції обладнання та формування висновків.

7. Парахоня, А. М. Проблеми екстрагування цукрози в колонних дифузійних установках / А. М. Парахоня, М. М. Пушанко // Харчова промисловість. – 2011. – № 10/11. – С. 230-234.

Особистий внесок дисертанта: узагальнення результатів, висновки, підготовка матеріалів до друку.

Патенти на винаходи та корисні моделі України:

8. Пат. 103391 UA, МПК C13B 10/12 Колонний дифузійний апарат / Пушанко М. М., Парахоня А. М., Баганич А. Ю. ; заявник НУХТ. – № a201115243 ; заявл. 22.12.2011; опубл. 10.10.2013, Бюл. №13, 2013 р.

Особистий внесок дисертанта: розроблення конструкції обладнання, підготовка матеріалів до патентування.

9. Пат. 105218 UA, МПК C13B 10/12 Лопать транспортної системи колонного дифузійного апарата / Пушанко М. М., Парахоня А. М. ; заявник НУХТ. – № a201114489 ; заявл. 07.12.2011; опубл. 25.04.2014, Бюл. №8, 2014 р.

Особистий внесок дисертанта: патентний пошук, розроблення конструкції обладнання, підготовка матеріалів до патентування.

10. Пат. 62257 UA, МПК C13B 10/00 Пробовідбірник / Пушанко, М. М., Парахоня, А. М. ; заявник НУХТ. – № u201015498 ; заявл. 22.12.2010 ; опубл. 25.08.2011, Бюл. № 16, 2011 р.

Особистий внесок дисертанта: патентний пошук, розроблення конструкції обладнання, підготовка матеріалів до патентування.

11. Пат. 65435 UA, МПК C13 B 35/00 Лопать транспортної системи колонного дифузійного апарата / Пушанко М. М., Парахоня А. М. ; заявник НУХТ. – № u201104861 ; заявл. 19.04.2011 ; опубл. 12.12.2011, Бюл. №23, 2011 р.

Особистий внесок дисертанта: патентний пошук, розроблення конструкції обладнання, підготовка матеріалів до патентування.

12. Пат. 70897 UA, МПК C13 B 10/14 Колонний дифузійний апарат / Пушанко М. М., Парахоня А. М., Баганич А. Ю. ; заявник НУХТ. – № u201115254 ; заявл. 22.12.2011 ; опубл. 25.06.2012, Бюл. №12, 2012 р.

Особистий внесок дисертанта: патентний пошук, розроблення конструкції обладнання, підготовка матеріалів до патентування.

13. Пат. 72046 UA, МПК C13 B 10/12 Лопать транспортної системи колонного дифузійного апарата / Пушанко М. М., Парахоня А. М. ; заявник НУХТ. – № u201114491 ; заявл. 07.12.2011 ; опубл. 10.08.2012, Бюл. №15, 2012 р.

Особистий внесок дисертанта: патентний пошук, розроблення конструкції обладнання, підготовка матеріалів до патентування.

14. Пат. 72576 UA, МПК C11D 1/10 Колонний дифузійний апарат / Пушанко М. М., Парахоня А. М. ; заявник НУХТ. – № u201200702 ; заявл. 23.01.2012 ; опубл. 27.08.2012, Бюл. №16, 2012 р.

Особистий внесок дисертанта: патентний пошук, розроблення конструкції обладнання, підготовка матеріалів до патентування.

Матеріали та тези конференцій:

15. Парахоня, А. М. Дослідження локального зношення деталей дифузійного апарату / А. М. Парахоня, М. М. Пушанко, А. В. Кіричук // Науково-технічна творчість студентів з процесів і обладнання харчових виробництв. Збірник тез доповідей студентів за підсумками II міжнародної науково-практичної студентської конференції, Донецьк. 2010 р. – Випуск 2. – С. 7-8.

Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування теоретичних положень, підготовка до друку.

16. Парахоня, А. М. Удосконалення конструкції колонного дифузійного апарата / А. М. Парахоня, М. М. Пушанко // Сучасні технології та обладнання харчових виробництв: міжнародна науково-практична конференція, 29-30 вересня 2011 р. – Тернопіль, 2011. – С. 250 – 251.

Особистий внесок дисертанта: розробка конструкції лопаті та підготовка до друку.

17. Парахоня, А. М. Зношення елементів транспортних систем колонних дифузійних апаратів / А. М. Парахоня, А. Ю. Баганич, М. М. Пушанко //

Наукові здобутки молоді у вирішенні актуальних проблем харчування людства у ХХІ столітті: 77 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, частина 2, 2011 р. – К., 2011. – С. 43.

Особистий внесок дисертанта: узагальнення результатів дослідження, підготовка до друку.

18. Парахоня, А. М. Розподіл питомого навантаження стружкою об'єму колонного дифузійного апарата / А. М. Парахоня, В. С. Горохов, М. М. Пушанко // Наукові здобутки молоді у вирішенні актуальних проблем харчування людства у ХХІ столітті: 77 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, частина 2, 2011 р. – К., 2011. – С. 43.

Особистий внесок дисертанта: обробка результатів дослідження, підготовка до друку.

19. Парахоня, А. М. Стабілізація питомого навантаження бурякової стружки в колонному дифузійному апараті / А. М. Парахоня, А. Ю. Баганич, М. М. Пушанко // Наукові здобутки молоді у вирішенні актуальних проблем харчування людства у ХХІ столітті: 78 міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, частина 2, 2012 р. – К., 2012. – С. 62 – 63.

Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування, розробка конструкції обладнання, узагальнення результатів та висновки.

20. Парахоня, А. М. Удосконалення конструкції лопаті колонного дифузійного апарата / А. М. Парахоня, М. М. Пушанко // Наукові здобутки молоді у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства: II міжнародна науково-практична конференція, частина 1, 2012 р. – Київ, 2012. – С. 329 – 330.

Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування, розробка конструкції обладнання, узагальнення результатів та висновки.

21. Парахоня, А. М. Один із способів підвищення ефективності роботи колонної дифузійної установки / А. М. Парахоня, М. М. Пушанко // Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчової промисловості: міжнародна наукова конференція, присвячена 130-річчю Національного університету харчових технологій, 2014 р. – Київ НУХТ, 2014. – С. 145.

Особистий внесок дисертанта: наукове обґрунтування, узагальнення результатів та висновки.

АНОТАЦІЯ

Парахоня А.М. Наукове обґрунтування параметрів транспортних систем екстракторів цукробурякового виробництва: - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.12 – Процеси і обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв. Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2015.

В дисертаційній роботі представлені результати експериментальних та теоретичних досліджень закономірностей розподілу сокостружкової суміші в

об'ємі колонного дифузійного апарата, залежності швидкості протікання екстрагенту та коефіцієнту масовіддачі від величини питомого наповнення сокостружкової суміші. Обґрунтовано необхідність забезпечення рівномірного розподілу стружки в об'ємі колони.

Досліджено конструктивні особливості ситових поясів колонних дифузійних апаратів та їх вплив на гідродинаміку процесу завантаження колони та екстрагування в цілому. Обґрунтовано доцільність удосконалення ситових поясів апаратів типу КДА та ЕКА.

На основі сучасних методів тривимірного моделювання досліджено гідродинамічні характеристики елементів транспортних систем та сили, що виникають у результаті взаємодії пари лопать-контрлопать.

На основі проведених науково-дослідних робіт запропоновано ряд конструктивних удосконалень, що дозволять рівномірно розподілити сокостружкову суміш в об'ємі колонного дифузійного апарата, покращити гідродинамічні умови екстрагування, підвищити продуктивність апарату та зменшити втрати цукру в жомі.

Ключові слова: колонний дифузійний апарат, екстрагування, елементи транспортних систем, величина питомого наповнення, екстрагент, сокостружкова суміш.

АНОТАЦИЯ

Парахоня А.Н. Научное обоснование параметров транспортных систем экстракторов свеклосахарного производства: - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 – Процессы и оборудование пищевых, микробиологических и фармацевтических производств. Национальный университет пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Киев, 2015.

Диссертационная работа посвящена усовершенствованию транспортных систем экстракторов свеклосахарного производства. В работе разработан метод и пробоотборное устройство для исследования закономерностей распределения сокостружечной смеси в объеме промышленного колонного диффузионного аппарата. Проведены исследования на Червонском сахарном заводе в 2011 году на аппарате КД2-А30 с модернизированной малолопастной транспортной системой. Они показали, что величина удельного наполнения колоны стружкой увеличивается снизу вверх в пределах $300...750 \text{ кг/м}^3$ и имеет разные радиальные значения по высоте аппарата. Диапазон изменения по диаметру колоны: $100...500 \text{ кг/м}^3$ – уровень 4-го ряда контрлопастей; $250...600 \text{ кг/м}^3$ – уровень 8-го ряда контрлопастей; $400...700 \text{ кг/м}^3$ – уровень 12-го ряда контрлопастей. Найдены функциональные зависимости распределения сокостружечной смеси по радиусу и высоте колоны. Определены основные факторы, что влияют на распределение. Предложен метод расчета зависимости скорости экстрагента и коэффициента массоотдачи от величины удельного

наполнения сокоотружечной смеси. Обоснована необходимость обеспечения равномерного распределения стружки в объеме колоны.

Исследованы конструкционные особенности ситовых поясов колонных диффузионных аппаратов и их воздействия на гидродинамику процесса загрузки колоны, распределения сокоотружечной смеси и экстрагирования в целом. Изучены основные существующие компоновки ситовых поясов, способы подачи сокоотружечной смеси в колону и конструкционные особенности устройств очистки ситовых поверхностей. Определены их основные преимущества и недостатки, а так же причины, что приводят к их неудовлетворительной работе. Обоснована целесообразность усовершенствования ситовых поясов аппаратов типа КДА и ЭКА. Предложены варианты их модернизации что позволят достичь стабилизации отбора колонного сока путем установки дополнительных вертикальных ситовых поясов, что позволяют уменьшить объем зоны загрузки и увеличить величину удельного наполнения.

На основе современных методов трехмерного моделирования исследован процесс взаимодействия элементов транспортных систем разной формы поперечного сечения с сокоотружечной смесью. Определены их гидродинамические характеристики – коэффициенты лобового сопротивления, подъёмной и полной сил. На примере контрлопасти аппарата КД2-А30 показан пример улучшения гидродинамических свойств за счет изменения ее условного угла наклона. Смоделирован процесс работы фрагмента транспортной систем, определены основные зависимости распределения скоростей потоков сокоотружечной смеси при взаимодействии с лопастями и контрлопастями. Обоснована целесообразность установки четырех лопастей транспортной системы в зоне загрузки аппарата. Исследованы закономерности и причины износа материала элементов транспортных систем и даны рекомендации, что позволят увеличить надежность их конструкций. Проведен прочностной анализ лопасти и контрлопасти исследуемого диффузионного аппарата КД2-А30. Определены проблемные места в конструкциях и даны рекомендации для их устранения.

На основе проведенных научно-исследовательских работ предложено ряд, защищенных патентами на изобретения и полезную модель, конструкционных усовершенствований, что позволят улучшить равномерность распределения сокоотружечной смеси в объеме колонного диффузионного аппарата, улучшить гидродинамические условия экстрагирования, увеличить продуктивность аппарата без изменения его габаритных размеров и уменьшить потери сахара в жоме.

Расчетный экономический эффект от внедрения результатов работы КБ по усовершенствованию конструкций транспортных систем составляет 0,63 гривны на тонну переработанного сырья.

Ключевые слова: колонный диффузионный аппарат, экстрагирование, элементы транспортных систем, величина удельного наполнения, экстрагент, сокоотружечная смесь.

ANNOTATION

Parahonya A. N. Scientific substantiation of parameters of transport systems extractors sugar production - Manuscript.

Dissertation for the degree of candidate of technical sciences, specialty 05.18.12 - Processes and equipment of food, microbiological and pharmaceutical industries. National University of Food Technologies, Department of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2015.

Dissertation work devoted to the improvement of transport systems extractors sugar beet production column type. This paper presents the results of experimental and theoretical research patterns of distribution mixture of juice and shavings in the volume column diffusion device, depending on the speed of extractant and mass transfer coefficient on the value of specific filling of mixture of juice and shavings. The necessity of ensuring uniform distribution of shavings in volume column.

Studied design features of sieve belts column diffusion apparatus and their impact on the hydrodynamics boot process columns and extraction in general. Expediency of improvement sieve belt type devices KDA and ECA.

Based on modern methods of three-dimensional modeling investigated hydrodynamic characteristics of elements of transportation systems and forces arising from the interaction of pairs blade – rear blade.

On the basis of scientific research proposed a number of design improvements that will evenly distribute the mixture of juice and shavings in a volume of column diffusion device, improve hydrodynamic extraction conditions, increase productivity and reduce unit loss in sugar pulp.

Keywords: column diffusion apparatus, extraction, transportation systems elements, the value specific filling extractant, mixture of juice and shavings.