

5. *Киладзе Г.Т.* Автореферат диссертации канд. техн. наук.- Л.- 1975.- 23 с.
6. *Накорчевский А.И., Басок Б.И.* Гидродинамика и тепломассоперенос в гетерогенных системах и пульсирующих потоках.- К.: Наукова думка, 2001.- 346 с.
7. *Басок Б.И., Давыденко Б.В., Кравченко Ю.С., Пироженко И.А.* Экспериментально-аналитическая модель динамики жидкости в роторно-пульсационном аппарате// Доповіді Національної академії наук України.- 2003.- № 10.- С. 90-96.
8. *Басок Б.И., Давыденко Б.В., Кравченко Ю.С., Пироженко И.А.* Исследование микроструктуры потока жидкости в роторно-пульсационном аппарате// Доповіді Національної академії наук України.- 2003.- № 11.- С. 71-76.
9. Диссипативный эффект в роторно-пульсационных аппаратах// Приложение к журналу “Промышленная энергетика”.- 2003.- Т. 25.- 4.- С. 336-338.
10. *Баок Б.И., Накорчевский А.И., Рыжкова Т.С., Пироженко И.А.* Гидравлические характеристики роторно-пульсационного аппарата ТФ-2// Вестник НТУУ “КПИ”.- 2001.- Т. 40.- С. 160-162.

*Получено 26.10.2004 г*

УДК 637.181 (088.8)

**МАРЧЕВСЬКИЙ В.М., СЕМІНСЬКИЙ О.О.**

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”*

## ТЕХНОЛОГІЯ І ПРИСТРІЙ ДЛЯ РОЗМЕЛУ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ У ВОДІ

Ґрунтуючись на сьогочасних тенденціях розвитку технологій для переробки рослинної сировини, в роботі вказано на основні недоліки роторно-пульсацийних апаратів, як найпоширенішого типу розмельного обладнання при обробці згаданих матеріалів, описано апарат нової конструкції і принцип його дії в новоствореній лінії, призначеній для виробництва соєвого молока.

Основываясь на современных тенденциях развития технологий для переработки растительного сырья в работе указано на основные недостатки роторно-пульсационных аппаратов, как наиболее распространенного типа размалывающего оборудования при обработке указанных материалов, описан аппарат новой конструкции и принцип его действия в новой линии, предназначенной для производства соевого молока.

In this paper main lacks of the rotor-pulse apparatuses as most widespread types of grinding equipment for vegetative raw material processing are marked based on the nowadays tendencies of production development. The new design of apparatus and principle of its work in novel plant for soy-milk production are also described.

РПА – роторно-пульсацийний апарат,  
СМ – соєве молоко.

### **Вступ**

В теперішній час в світі велика увага приділяється екології та охороні здоров'я, наслідком чого являється інтенсивне створення і впровадження нових технологій для виробництва різноманітних видів харчових добавок і нових продуктів з

продуктів з рослинної сировини. В більшості вказаних технологій на окремих стадіях виробничого процесу використовується розмель твердих тіл (деревина, соєві боби, злаки та ін.) в рідкому середовищі – найчастіше воді. Це дає можливість знизити енергоємність виробництва за рахунок зниження величини енергії розмелу в

ня величини енергії розмелу в наслідок набухання часток твердої фази, дезагрегуючої дії середовища і можливості проведення декількох процесів в одному апараті, а також підвищити якість кінцевого продукту за рахунок більш рівномірного розподілення його при обробці. При цьому до кінцевого продукту пред'являються жорсткі вимоги щодо високих показників тонини млива і однорідності кінцевої суспензії.

Наведеним умовам найбільш задовольняють роторно-пульсаційні апарати, до основних переваг яких також слід віднести високу ступінь розробки поверхні твердих часток, малі металоємність та габаритні розміри.

### **Основна частина**

Метою даної роботи являється аналіз конструкції і принципу дії нового апарата роторно-пульсаційного типу.

Типовий роторно-пульсаційний апарат складається [1] з корпусу, в якому встановлені завантажувальний патрубок, а також статор і ротор, які виконані у вигляді співвісних циліндрів, що чергуються і постачені концентрично розташованими наскрізними отворами. У внутрішній порожнині меншого циліндра можуть бути встановлені стаціонарні або рухомі лопаті або ножі, які призначені для початкового подрібнення твердих часток і покращення прокачування матеріалу і рідини крізь апарат. Потрапляючи в РПА частки матеріалу і диспергуюче середовище послідовно проходять зони розмелу, утворені рухомими і нерухомими елементами конструкції. При цьому частки подрібнюються і змішуються з рідиною, утворюючи суспензію, яка відводиться крізь розвантажувальний патрубок.

Подібні апарати мають високу ефективність при розмелі м'яких часток. Проте при підвищенні концентрації сухих речовин збільшується виділення тепла внаслідок дисипації, що призводить до заварювання часток, і, як наслідок, до зниження якості кінцевого продукту. Для запобігання заварюванню необхідно подавати в зону розмелу значну кількість рідини, одночасно підтримуючи задану концентрацію твердої фази в суспензії.

Також до недоліків таких РПА слід віднести неможливість отримання тонкого гомогенного млива за один прохід, що зумовлює необхідність

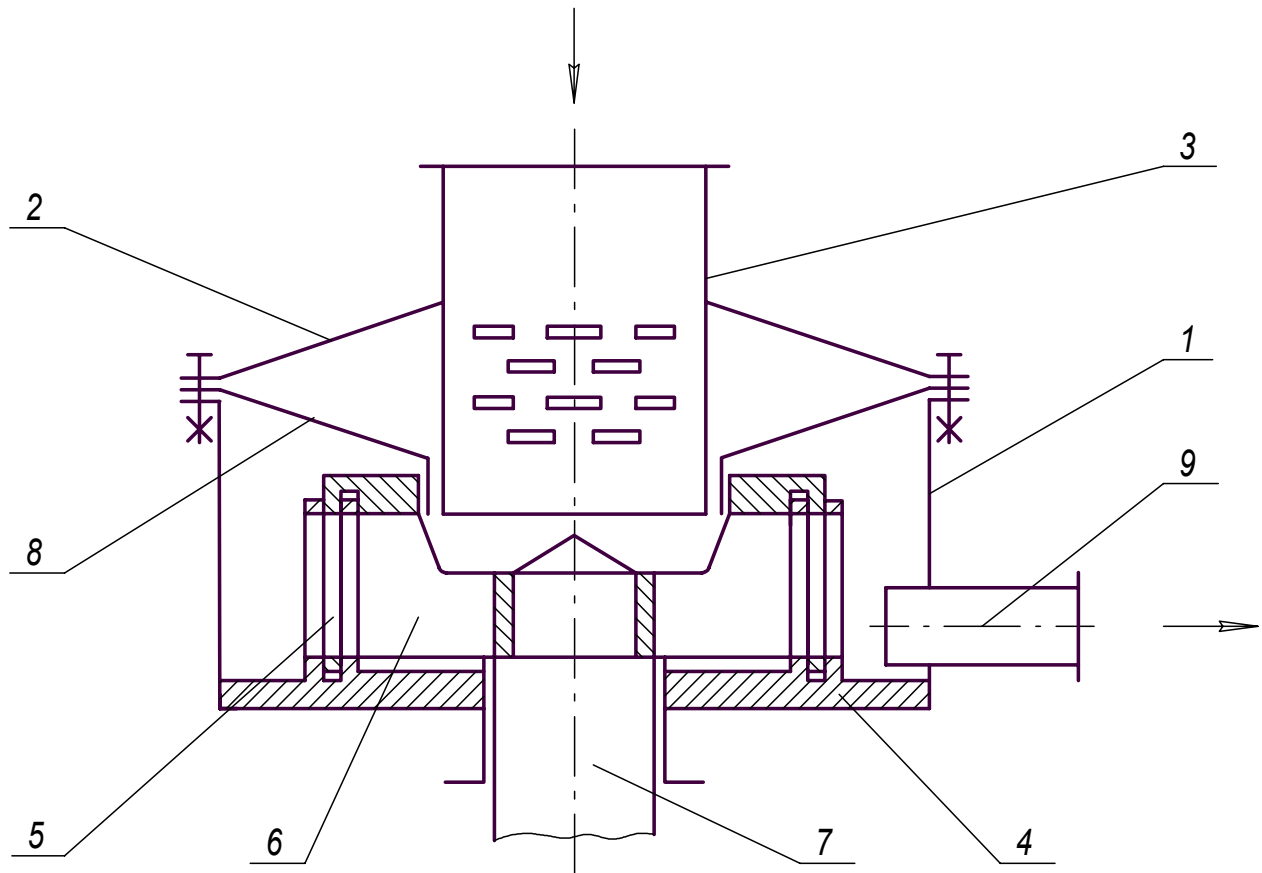
використання додаткового класифікуючого обладнання обладнання для організації циркуляції недомеленого матеріалу. Для усунення цього недоліку необхідно організувати в апараті рециркуляційну обробку матеріалу з сепараційним вивантаженням кінцевої суспензії.

З метою усунення вказаних вад РПА, було створено апарат нової конструкції [2], який містить (рис. 1) розмельну камеру 1, закриту зверху кришкою 2 по вісі якої розташований завантажувальний патрубок 3, гарнітуру у вигляді нерухомих циліндричних ножів 4, закріплених в корпусі, рухомого циліндричного ножа 5, закріпленого на лопатовому ножі 6, встановленому на валу 7, діафрагму 8 і розвантажувальний патрубок 9. Діафрагма розділяє розмельну камеру на дві порожнини, і має отвори, розташовані в безпосередній близькості від стінки корпусу, які з'єднують нижню і верхню порожнини, а в завантажувальному патрубку виконані отвори, які з'єднують верхню порожнину розмельної камери з внутрішньою порожниною завантажувального патрубка. Розвантажувальний патрубок заведений всередину розмельної камери.

Наявність в розмельній камері діафрагми з отворами і отворів в завантажувальному патрубку забезпечує рециркуляцію недомелених часток за рахунок того, що суспензія, яка заповнює розмельну камеру, набуває обертального руху під впливом окружної швидкості елементів ротора, внаслідок чого частки під дією відцентрової сили рухаються до стінки розмельної камери, проходять крізь отвори діафрагми і виносяться в верхню порожнину РПА, звідки, крізь щілинні отвори завантажувального патрубка, потрапляють в зону дії лопатового ножа. Частки з меншими розмірами рухаються ближче до другого циліндричного ножа статора і відводяться крізь розвантажувальний патрубок.

Розвантажувальний патрубок розміщений таким чином, що один з його кінців заведений всередину розмельної камери, це забезпечує сепараційне вивантаження, що покращує якість кінцевого продукту.

Конструкція працює наступним чином. Через завантажувальний патрубок 3 частки твердого матеріалу і робоча рідина подаються в розмельну камеру 1, де під дією відцентрової сили, яка вини-



*Рис. 1. Роторно-пульсационный аппарат новой конструкции.*

кає внаслідок обертання лопатевого ножа 6, відкидаються до першого нерухомого циліндричного ножа 4 і потрапляють в першу зону розмелу, в якій тверді частки початково подрібнюються, проштовхуються крізь прорізи першого нерухомого циліндричного ножа 4, а потім послідовно проходять зони розмелу, розташовані між нерухомими 4 і рухомим 5 циліндричними ножами. При цьому вони перемішуються з рідиною. На виході з другого нерухомого циліндричного ножа 4 суспензія сепарується за розміром часток: дрібні частки і частина рідини, у вигляді тонкої суспензії, відводяться з РПА за допомогою введеного в розмельну камеру 1 розвантажувального патрубку 9. Більш крупні частки, разом з рідиною, рухаються до стінок розмельної камери 1, і, крізь отвори діафрагми 8 і

фрагми 8 і прорізи в завантажувальному патрубку 3, направляються в зону дії лопатевого ножа 6.

Нова конструкція РПА була використана при створенні ліній виробництва СМ [3], які не потребують замочування соєвих бобів перед розмелом і дозволяють виробляти 3-5 тон за годину якісного дезодорованого молока.

Перевагою наведеної розробки являється висока тонина млива, що дає змогу виробляти суспензоване СМ.

### **Висновки**

Розроблена конструкція РПА дозволяє підвищити тонину млива і монодисперсність часток в кінцевому продукті за рахунок сепараційного відведення суспензії і створення рециркуляції в РПА

недомелених часток, а також підвищити продуктивність по твердій фазі за рахунок великої інтенсивності розмелу на першому ступені.

Преваги даної конструкції РПА дозволили створити високоефективну компактну лінію для виробництва СМ продуктивністю 3000 кг/год по суспензії. Лінія виготовлена і встановлена на Бродівському молочному заводі, де успішно експлуатується в безперервному режимі з 2003 року.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Балабудкин М.А. Роторно-пульсационные аппараты в химико-фармацевтической промышленности. – М.: Медицина, 1983. – 160 с.

2. Марчевський В.М., Улітько Р.М., Семінський О.О. Млин пульсаційний. – Заявка №20031212977, МПК В01F7/02.

3. Марчевский В.Н., Семинский А.О. Разработка безотходной технологии и оборудования получения соевого молока // Сборник тезисов докладов V Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых “Экология. Человек. Общество”. – К.: ІВЦ “Видавництво “Політехніка”. – 2002. – С. 485-486.

Одержано 02.10.2004 р.

УДК 539.219:620.193.2

Тадля К.А., Круковский П.Г.

Ин-т технической теплофизики НАН Украины

## РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОЦЕНКИ КОРРОЗИОННОГО РЕСУРСА И РАБОЧИХ ТЕМПЕРАТУР МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ЛОПАТОК ГТУ

У роботі розглянуті методи, що використовують розрахунково-експериментальний підхід для оцінки ресурсу і середніх робочих температур захисних металевих покриттів МСrAlY. Приведено фізичну модель процесів окислення та дифузії основного оксидуючого елементу покриття - алюмінію. Представлено результати розрахунків ресурсу і робочої температури покриттів.

В работе рассмотрены методы, использующие расчетно-экспериментальный подход для оценки ресурса и средних рабочих температур защитных металлических покрытий МСrAlY. Приведена физическая модель процессов окисления и диффузии основного оксидобразующего элемента покрытия - алюминия. Представлены результаты расчетов ресурса и рабочей температуры покрытий.

Considered in this paper are the methods that use calculation and experimental approach for МСrAlY coating life time and operation temperature estimation. Physical model of aluminium oxidizing and diffusion processes is presented. Coating life time and operation temperatures calculation results are proposed.

$C$  – концентрация, %;

$P$  – вектор искомых параметров модели;

$T$  – температура, °С;

$x$  – координата, мкм;

$\tau$  – время, ч.

**Индексы:**

$m$  – модель;

$\varepsilon$  – эксперимент.

#### Введение

Лопатки современных энергетических газотурбинных установок (ГТУ) подвержены высокотемпературному окислению и защищаются металлическими покрытиями типа МСrAlY. Покрытия

МСrAlY могут быть нанесены как отдельным покрытием так и быть промежуточным между внешним термобарьерным покрытием и основным сплавом лопатки. Ресурс таких покрытий в энергетических газовых турбинах составляет порядка