

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Манойло Юрій Олександрович

УДК 66.022.51

**ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ВІДХОДІВ СОДОВОГО
ВИРОБНИЦТВА У МАШИНІ ДИСМЕМБРАТОРНОГО ТИПУ**

Спеціальність 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2008

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано на кафедрі хімічної техніки та промислової екології Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент,
Моїсєєв Віктор Федорович,
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, професор кафедри хімічної техніки та промислової екології

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор,
Іванов Анатолій Миколайович,
Харківський державний технічний університет будівництва та архітектури, м. Харків, професор кафедри механізації будівельних процесів

кандидат технічних наук,
Колесніченко Валентин Тимофійович,
ВАТ «Лисичанська сода», м. Лисичанськ, начальник центральної заводської лабораторії

Захист відбудеться 26 лютого 2009 року о 10⁰⁰ на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.050.05 у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» за адресою: 61002, вул. Фрунзе, 21, м. Харків

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічній бібліотеці Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»

Автореферат розіслано 21 січня 2009 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Тимченко В. К.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Кальцинована сода є важливим продуктом для сучасної хімічної промисловості, масове виробництво якого супроводжується отриманням твердих відходів: крихти природної крейди, хлоридів натрію та кальцію. Утилізація цих речовин є праце-, метало- та енергоємним процесом. До того ж з упевненістю можна констатувати факт використання корисних копалин швидше, ніж вони встигають відновлюватися. Тому, зважаючи на багатотоннажність видобутку сировини для виробництва кальцинованої соди, необхідно раціонально використовувати природні надра та енергію, що витрачена для їх видобутку.

У відомих технологіях утилізації відходів содового виробництва, їх подрібнення здійснюється молотковими дробарками, конструкція яких не дозволяє отримувати тонкодисперсний помел із низькими питомими витратами енергії. Аналогічна ситуація спостерігається в інших виробництвах. Аналіз діяльності помольних підприємств хімічної промисловості показав, що середньостатистична частка паливо-енергетичних витрат у собівартості продукції складає 20%. З урахуванням того, що дані індустрії споживають близько 20 видів мінеральної сировини та більш 100 найменувань гірських порід, зниження даного виду витрат є головною науково-технічною задачею в умовах сьогодення.

Удосконалення апаратного оформлення процесу подрібнення відходів содового виробництва шляхом впровадження подрібнювача дисмембраторного типу дозволить знизити питомі енерговитрати, зменшити металоємність устаткування та підвищити виробничу безпеку виробництва. А використання одержаних відходів технології кальцинованої соди для виробництва мінеральної кормової добавки, меліоранту та сухих будівельних шпаклівок дасть можливість ефективно розподілити економічні ресурси та знизити собівартість готового продукту. Таким чином, дисертаційна робота спрямована на вирішення конкретної науково-технічної задачі – дослідженню закономірностей процесу подрібнення у машині дисмембраторного типу та обґрунтуванню його застосування для утилізації твердих відходів содового виробництва.

Зв'язок роботи із науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота відповідає науковому напрямку кафедри хімічної техніки та промислової екології НТУ «ХПІ» та стосується вивчення закономірностей, моделювання та виконання технологічних розрахунків процесів подрібнення твердих матеріалів, зокрема відходів виробництва кальцинованої соди. Здобувач був відповідальним виконавцем договору про творчу співпрацю між НТУ «ХПІ» та Державним науково-дослідним та проектним інститутом основної хімії «НІОХІМ» (м. Харків).

Мета і задачі досліджень. Метою дисертаційної роботи є дослідження процесу подрібнення твердих відходів виробництва кальцинованої соди в машині дисмембраторного типу та розробка практичних рекомендацій для розрахунку та удосконалення технологічного обладнання. Основними задачами для досягнення означеної вище мети в межах даної роботи є:

- комплексний аналіз обладнання для подрібнення твердих матеріалів та схематизація технологій виробництва цільових продуктів;
- розробка методики дослідження процесу подрібнення сировинних матеріалів у машинах дисмембраторного типу;

- виявлення закономірностей процесу подрібнення твердих відходів содового виробництва, розробка математичних моделей дослідних процесів у дисмембраторі та визначення основних показників ефективності роботи обладнання;
- запропонування перспективної конструкції машини дисмембраторного типу, яка відрізняється низькими енерговитратами та металоємністю, високим ступенем подрібнення та ККД;
- застосування машини дисмембраторного типу та режимів обробки відходів содового виробництва в залежності від кінцевого продукту.

Об'єктом досліджень є процес подрібнення твердих відходів виробництва кальцинованої соди у машині дисмембраторного типу.

Предметом досліджень є закономірності та моделювання процесу подрібнення в машині дисмембраторного типу; розрахунок та проектування обладнання.

Методи досліджень. Теоретичні положення дисертації базуються на загальних принципах механіки руху твердих тіл, аеродинаміці та моделюванні хіміко-технологічних систем. Фізичний експеримент виконано шляхом експериментальних досліджень процесів подрібнення на діючій машині дисмембраторного типу за умови різних режимів її функціонування. Характеристику помелу отримано за допомогою гранулометричного аналізу. Обробку експериментальних даних виконано методами математичної статистики. Математичне моделювання здійснювалося на підставі класичних положень теорії подрібнення. Графічна інтерпретація та статистична обробка результатів досліджень проводилася із застосуванням комп'ютерних технологій.

Наукова новизна одержаних результатів: вперше вирішено науково-технічну задачу дослідження процесу подрібнення твердих відходів содового виробництва у машині дисмембраторного типу, зокрема:

- одержано функціональні залежності ККД, ступеня подрібнення, середнього розміру часток помелу та дисперсії від числа обертів робочих органів та вихідного розміру часток сировини;
- виявлено зв'язок між масовою витратою сировини, частотою обертів привідного валу машини та конструктивними особливостями живильного пристрою;
- встановлено зв'язок між витратою повітря, що надходить до внутрішнього простору дисмембратора та різних частотах обертів привідного валу машини;
- доповнено класичні знання щодо величини ступеня подрібнення для машин дисмембраторного типу, та обґрунтовано, що раніше встановлене значення 40 – не є межею, та можливе досягнення ступеня 84, що дає змогу застосовувати даний тип агрегатів для отримання тонкодисперсних порошків;
- розроблено нову конструкцію машини дисмембраторного типу (патент на корисну модель № 33694 UA) та запропоновано метод розрахунку її конструктивних параметрів.

Практичне значення одержаних результатів для хімічної галузі полягає у розробці проектно-конструкторської документації на виготовлення нового подрібнювача зі зменшеною металоємністю та питомою витратою енергії. Розроблено універсальну технологічну схему процесу виробництва мінеральної кормової добавки, меліоранту та сухої будівельної шпаклівки з відходів виробництва кальцинованої соди. Результати роботи передано для впровадження до Державного науково-дослідного та проектного інституту основної хімії «НІОХІМ» та Приватного підприємства «Науково-виробнича компанія хімічного машинобудування» (м. Харків). Результати досліджень використовуються

на кафедрі хімічної техніки та промислової екології НТУ «ХПІ» при викладанні спеціальних дисциплін, у курсовому та дипломному проектуванні за спеціальностями 8.070220 – обладнання хімічних виробництв та підприємств будівельних матеріалів та 8.070221 – обладнання переробних та харчових підприємств.

Особистий внесок здобувача. Основні результати роботи, що становлять її сутність, одержані здобувачем особисто. Серед них: розробка загальної методики досліджень, підготовка та постановка експериментів, створення математичних моделей, розробка нової конструкції машини дисмембраторного типу, аналіз, обробка та узагальнення отриманих результатів. Формулювання мети досліджень та висновків виконано сумісно із науковим керівником.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та матеріали дисертації доповідались та обговорювались на: Міжнародній науковій конференції «Молодь у вирішенні регіональних та транскордонних проблем екологічної безпеки» (м. Чернівці 2005 – 2007), I Міжнародній (III Всеукраїнській) конференції студентів, аспірантів та молодих вчених з хімії та хімічної технології (м. Київ, 2008), III Всеукраїнській науково-практичній Інтернет-конференції «Українська наука в мережі Інтернет» (м. Київ, 2008), V Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми економії енергії» (м. Львів, 2008).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 16 робіт, у тому числі: 6 статей у фахових виданнях ВАК України та 1 деклараційний патент України.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків та додатків. Повний обсяг дисертації складає 151 сторінку, 52 ілюстрацій за текстом, 6 на 6-ти окремих сторінках, 8 таблиць за текстом, 4 додатки на 22 сторінках, списку використаних літературних джерел із 134 найменувань на 11 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі розглянута загальна характеристика роботи, яка розкриває актуальність теми дисертації; сформульовано мету та задачі досліджень; обґрунтовано наукову новизну та практичну значимість одержаних результатів.

У першому розділі вирішено задачу аналізу інформаційних джерел, який системно представляє методи подрібнення, технологічне устаткування та теоретичний опис процесів подрібнення у подрібнювачах різної конструкції. Викладений матеріал дає змогу узагальнити: сучасні теорії по подрібненню не дозволяють дати точний математичний опис складним процесам, проте можуть сприяти створенню нових, кращих зразків агрегатів для подрібнення. Найбільш раціональним з точки зору енергоємності процесу та компактності конструкції машини є комбіноване подрібнення в конструктивно-обмеженому об'ємі. В умовах сучасності треба зазначити зростання інтересу до відцентрово-роторних млинів, саме через низькі питомі енерговитрати та металоємність.

На підставі системного підходу проведена постановка завдання дослідження: дослідити закономірності подрібнення матеріалів у відцентрово-роторному млині та на цій основі запропонувати конструкцію компактної машини дисмембраторного типу, в якій застосовується подрібнення комбінованим методом (вільним, скрутним ударом та стиранням); зниження металоємності конструкції та питомих витрат енергії; отримання готового продукту заданої якості; у результаті теоретичних та експериментальних досліджень розробити методику розрахунків основних параметрів подрібнювача. У

розділі розглянуті питання утилізації твердих відходів виробництва кальцинованої соди з метою виробництва меліоранту, комплексної мінеральної добавки та сухої будівельної шпаклівки, що дало змогу визначити основний цільовий продукт утилізації відходів – суха будівельна шпатлівка.

У **другому розділі** наведено фактори, які впливають на ефективність роботи подрібнювача. Запропонована схема досліджень, яка базується на встановленні закономірностей процесу подрібнення при варіюванні чинників, що найбільше впливають на якість помелу та енергетичні витрати на процес, що вирішує поставлену раніше задачу по розробці методики проведення дисертаційних досліджень.

При розробці лабораторної машини були враховані наступні вимоги: помельний агрегат відповідає вимогам безпеки функціонування; процес подрібнення – керований у широких діапазонах; на процес подрібнення, що реалізується у дисмембраторі компактного розміру, витрачається менше енергії, ніж у відомих аналогів; експлуатація машини є стійкою та не залежить в якому саме режимі відбувається процес подрібнення.

Розроблено тривимірну модель дисмембратора, яка дозволяє наочно продемонструвати конструктивні та технологічні особливості млина. Показано перспективність конструкції подрібнювача дисмембраторного типу (рис. 1).

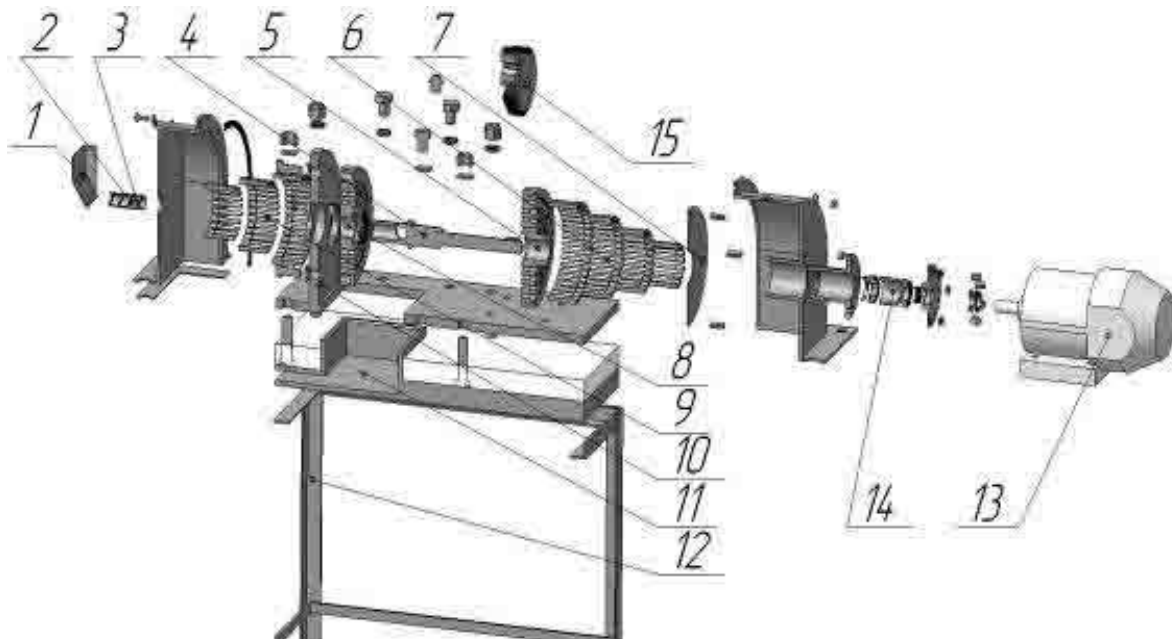


Рис. 1 – Модель лабораторного дисмембратора

Основні елементи з яких складається дисмембратор наступні: бункер вихідної сировини 1, живильний пристрій 2 та 3, привідний вал 4, диск ротора 5, біти ротора 6, упор ротора 7, диск статора 8, біти статора 9, рама 10, опорна плита 11, станина 12, електродвигун 13, підшипниковий вузол 14, ремінна передача 15. Робочими органами дисмембратора, які забезпечують процес подрібнення є біти ротора 6 та біти статора 8, які закріплено у відповідних дисках по концентричним окружностям, таким чином, що ряди біт ротора та статора взаємо-чергуються, причому, крайніми рядами є біти ротора. Диск ротора 5, зняряджений бітами, закріплений шпонковим з'єднанням на привідному валу із Т-подібним отвором 4. Біти ротора 6 закріплено у відповідному диску посадкою із натягом та додатково фіксовані упором 7. Привідний вал машини спирається на підшипниковий вузол 14 та підшипник, що центрує, який закріплено у головній частині

привідного валу 4 на тильній частині диска статора 8. Завдяки такому розташуванню підшипників у дисмембраторі виконується вимога безпечної експлуатації машини та надійності при різних режимах її роботи. Статор, споряджений бітами закріплено на рамі 10. Оберткові рухи створює електромотор 13 та засобами ремінної передачі 15 передаються на привідний вал 4. Вся конструкція базується на опорній плиті 1, яку встановлено на станіну 12. Регулювання частоти обертання привідного валу здійснюється засобами електричної схеми. На вхід електричної схеми подається перемінний струм напругою 220 В. Далі через регулятор ЛАТР на понижуючий трансформатор ТР1. Коефіцієнт трансформації – 1:10. Вихід трансформатора навантажено на випрямляючий місток, що живить двигун постійного струму.

Для встановлення експериментальних залежностей, які характеризують функціональність живильного пристрою дисмембратора доцільно спочатку визначити його продуктивність

$$D_N = \frac{m_N}{t_N}, \quad (1)$$

де m_N – маса часток, що потрапили до машини за час t_N .

Проби помелу було отримано при різних сировинних та режимних чинниках роботи дисмембратора аналізувалися на однакових ситах. У результаті аналізу отримано значення мас, що розподілилися між інтервалами.

Ширина (breadth) n -ного інтервалу

$$Br_N = b_{\max} - b_{\min}, \quad (2)$$

де b_{\max} – більша межа (boundary) у інтервалі, м; b_{\min} – менша межа, м.

Значення середини інтервалу, визначаємо за формулою

$$\bar{b}_N = 0,5 \cdot b_{\max} + b_{\min}. \quad (3)$$

Дисперсія, як міра розсіяння значень розміру часток відносно середнього значення

$$\sigma^2 = \sum_{N=1}^{10} m_N \cdot \left[\frac{\sum_{N=1}^{10} [\ln \bar{b}_N \cdot m_N]}{\sum_{N=1}^{10} m_N} - \ln \bar{b}_N \right]^2 \cdot \left(\sum_{N=1}^{10} m_N \right)^{-1}, \quad (4)$$

де m_N – маса n -ної фракції, кг; $\sum m_N$ – маса зразка, кг.

Питома вага фракцій

$$D_N = \frac{m_N}{\sum_{N=1}^{10} m_N} \cdot 100 \% . \quad (5)$$

Середній розмір часток помелу після подрібнення, м

$$\bar{D} = \frac{D_N \cdot \bar{b}_N}{100 \%}. \quad (6)$$

Ступінь подрібнення

$$\lambda = \frac{d_{I \div III}}{D}, \quad (7)$$

де $d_{I \div III}$ – розмір сировинної частки: $d_I = 0,001$; $d_{II} = 0,002$; $d_{III} = 0,005$ м.
Маса, яку приведено до ширини інтервалу

$$m'_N = \frac{m_N}{Br_N}. \quad (8)$$

Питома вага фракції до ширини інтервалу – щільність ймовірності

$$\mathring{A}_N = \frac{m'_N}{\sum_{N=0}^{10} m'_N}, \quad (9)$$

де $\sum_{N=0}^{10} m'_N$ – сума приведених до ширини інтервалів мас фракцій.

Час, за який проходить подрібнення сировини у дисмембраторі визначаємо виходячи із продуктивності машини P_N на відповідному режимі її роботи

$$t = \frac{\sum_{N=0}^{10} m_N}{P_N}. \quad (10)$$

Робота, яка витрачається на подрібнення

$$A_B = U_N \cdot I_N \cdot t, \quad (11)$$

де U_N – напруга на вторинній обмотці трансформатора, яка вимірювалась при проведенні експерименту та залежить від режиму роботи машини. I_N – сила струму на вторинній обмотці трансформатора.

Число часток вихідної сировини визначаємо за формулою із використанням функції округлення отриманого значення до найближчого меншого цілого

$$N_{\hat{A}} = \left[\frac{\sum m_N}{m_{I \div III}} \right], \quad (12)$$

де $m_{I \div III}$ – маса вихідної частки сировинного матеріалу.

Кількість часток у зразку

$$N_{\hat{E}} = \left[\sum \frac{m_N}{\rho \cdot b_N^3} \right], \quad (13)$$

де ρ – щільність гіпсо-полімерної шпатлівки.

Об'єм часток вихідної сировини

$$V_B = N_B \cdot d_{I \div III}. \quad (14)$$

Площу часток продукту помелу

$$S_K = N_K \cdot \sum N_{GP} \cdot \overline{b_N^2}, \quad (15)$$

де N_{GP} – кількість граней у заново-створеної частки.

П. М. Сіденко та С. В. Мельников при розгляданні питань утворення нової поверхні припускали, що у результаті процесу подрібнення частки кубічної форми, утворюються також частки кубічної форми. Проте, на відміну від цих припущень, формула (15) дозволить розглядати продукт помелу, не як набір однакових кубічних часток, а як суміш різних за розміром та подібних за геометрією груп кубів.

Корисну роботу по здрібненню часток у машині можна знайти із формул Левінсона та Ребіндера

$$A_{\dot{E}} = \frac{\sigma^2}{2 \cdot E} \cdot V_A + \alpha \cdot S_{\dot{E}}, \quad (16)$$

де $\frac{\sigma^2}{2 \cdot E} = k$ у формулі П. А. Ребіндера; σ – межа міцності матеріалу при стисканні, МПа; E – модуль пружності матеріалу сировини, МПа; α – характеристика матеріалу по утворенню поверхні, Дж/м².

Коефіцієнт корисної дії машини на даному режимі

$$\eta = \frac{\dot{A}_{\dot{E}}}{\dot{A}_{\dot{A}}} \cdot 100 \% . \quad (17)$$

За результатами розрахунків визначалися закономірності процесу подрібнення матеріалів у млині дисмембраторного типу проводився подальший аналіз встановлених закономірностей.

У третьому розділі представлено результати визначення фізичних властивостей сировини. Розглянуто роботу системи живлення сировиною млина дисмембраторного типу, розроблено матрицю експериментальних досліджень та описано експеримент. Досліджені аеродинамічні процеси, що мають місце при роботі млина. Експериментально вивчено процес подрібнення часток сировинного матеріалу у внутрішньому об'ємі машини: приведено матрицю дослідів, описано проведення експерименту. При виконанні експериментів по здрібненню сировини паралельно робилися виміри по рівню напруги, сили струму на вторинній обмотці трансформатора ТР1 та частоти обертів приводного валу. Результати вимірів напруження та сили струму дозволили проаналізувати енергетичні витрати на організацію роботи млина. По закінченню проведення процесу подрібнення часток, було зроблено гранулометричний аналіз отриманого помелу. За результатами гранулометричного аналізу із застосуванням математичної обробки даних наведені графіки залежності щільності ймовірності попадання часток помелу до визначених інтервалів – варіаційні криві. Залежностям надано математичну інтерпретацію.

У четвертому розділі вирішено задачу дослідження закономірностей процесу подрібнення при різних режимах експлуатації дисмембраторі та розробки математичних моделей процесу роботи дослідної машини. Для цього визначена необхідна кількість контактних пристроїв. Робочі органи, які забезпечують процес подрібнення в дослідній машині – циліндричні біти, що закріплено по концентричним окружностям статора та ротора. В якості сировини використовували монодисперсний матеріал – кубічні частки з гранями по 1; 2 та 5 мм суміші ідентичної за складом шпаклівці. Для отримання універсальної шпатлівки ($d_K = 80$ мкм), із часток розміром ($d_{II} = 5\,000$ мкм) дійсний ступень подрібнення λ , повинен перевищувати теоретичний

$$\lambda > \lambda_0 = \frac{d_I}{d_{\dot{E}}}. \quad (18)$$

Оскільки основними контактними пристроями є біти ротора. За результатами розрахунків, у конструкції дисмембратора доцільно передбачити 125 біт ротора. Однак, дане число не може бути рівномірно розподілене по концентричним окружностям, тому приймаємо число біт ротора – 124. Це на не багато зменшить теоретичний ступень подрібнення, проте дозволить компенсувати ймовірне виникнення вібрацій, до яких машина, що проектується, є чутливою.

Знаючи конструктивне оформлення контактних пристроїв у роторі, визначаємо необхідну для роботи дисмембратора потужність

$$N = N_{\text{оо}} + N_{\text{іад}}, \quad (19)$$

де $N_{\text{ХХ}}$ – потужність «холостого ходу»; $N_{\text{ПРД}}$ – потужність подрібнення.

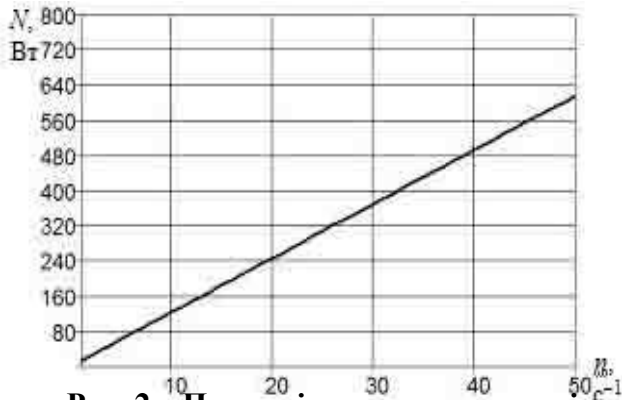


Рис. 2 – Потужність машини при різних частотах обертів ротора

Розрахунки, що проведені у роботі дають змогу побудувати графік рис. 2.

Серед конструктивних особливостей подрібнювача дисмембраторного типу слід зазначити систему живлення сировиною, яка являє собою пристрій, що входить до кінематичної схеми вузлів машини, які при сталому режимі роботи дисмембратора перебувають у обертовому русі, за виключенням спіралі, яка статична під час роботи та кріпиться до бункеру.

Статична спіраль із стінкою пристрою, яка обертається має функціонувати при виконанні наступної вимоги

$$m \cdot g = F_{mg} < F_{\text{о}} = m \cdot a_{\text{о}}. \quad (20)$$

Геометрія та розміри часток обумовлюють необхідність застосування для розрахунків насипної щільності. Маса часток із гранями 1, 2 та 5 мм.

В свою чергу, відцентрова сила, що діє на частку під час її просування по системі живлення, в залежності від частоти обертання валу

$$F_{\text{ц}} = m \cdot 2 \cdot \pi \cdot n^2 \cdot R. \quad (21)$$

Розрахунки підтверджують, умова (20) – виконується. Очевидно, що значення відцентрових сил зростає, як при підвищенні частоти обертання валу, так і при збільшенні їхньої геометрії.

Пристрій системи живлення (рис. 3) складається із двох деталей (1 – спіраль пристрою живлення, 2 – стінка пристрою живлення), які виконано так, що тертя між двома деталями – мінімальне по всій довжині спіралі: стінка пристрою системи живлення з'єднана посадкою із натягом з валом машини та обертається із ним з тією ж самою частотою.



Рис. 3 – Схема живильного пристрою

За результатами комп'ютерного моделювання – найраціональніше (з точки зору максимальної продуктивності) число витків $n = 1$ при кроці спіралі $t = 71$ мм – при цих параметрах значення одиничного об'єму – найбільше. Очевидно, що при цьому частки потрапляють до внутрішнього об'єму млина за найменший час (при однаковій частоті обертів валу машини частки проходять при $n = 1$ відстань, що дорівнює всій довжині стінки пристрою, що обертається), тому саме такі параметри спіралі 1 гарантують безперебійність та надійність роботи системи живлення. Виготовлення пристрою живлення окремо від валу дисмембратора дає змогу змінювати продуктивність замінивши тільки живильний пристрій, та не виготовляючи новий вал, складної конструкції.

Робота системи живлення полягає у наступному: сировина під дією власної ваги надавлює на бункер та ліву кришку корпусу дисмембратора та потрапляє до внутрішнього об'єму пристрою системи живлення. Частки, які потрапили на стінку системи живлення починають обертатися із частотою обертання валу та під дією відцентрової сили, яка значно перевищує вагу часток придавлюється до стінок. Тож, статична спіраль виконує функції направляючої, по поверхні якої сировина пересувається у Т-подібному отворі валу до внутрішнього об'єму дисмембратора. Обертання біт ротора та повітря внутрішнього об'єму створюють явище розрядження у центрі робочого об'єму та надлишкового тиску повітря на його периферії. Забір повітря можливий лише через пристрій системи живлення, що в значній мірі полегшує весь процес завантаження сировини. Для подальших розрахунків слід ввести поняття одиничного об'єму, котрий визначається, як об'єм, який утворюється між двома витками у випадку із декількома витками або границею витка спіралі та кінцем стінки живильного пристрою. Засобами трьохвимірного модулювання було отримано його значення. Задачу по розрахунку живильного пристрою слід сформулювати наступним чином. Визначити теоретичну продуктивність пристрою для геометричних груп часток при частотах обертів валу: $n \in [1\ 000; 3\ 000]$ хв^{-1} із кроком $500\ \text{хв}^{-1}$. Розв'язання даної задачі зводиться до визначення кількості часток, які укладаються до одиничного об'єму.

$$n_1 = \left[\frac{V_{iA}}{V} \right]. \quad (22)$$

Оскільки процес подрібнення не відбувається в живильному пристрої, число часток, що уміщуються в одиничному об'ємі – має бути цілим. Для виконання вимоги, математичними засобами слід виділяти меншу цілу частину числа (результату розрахунків).

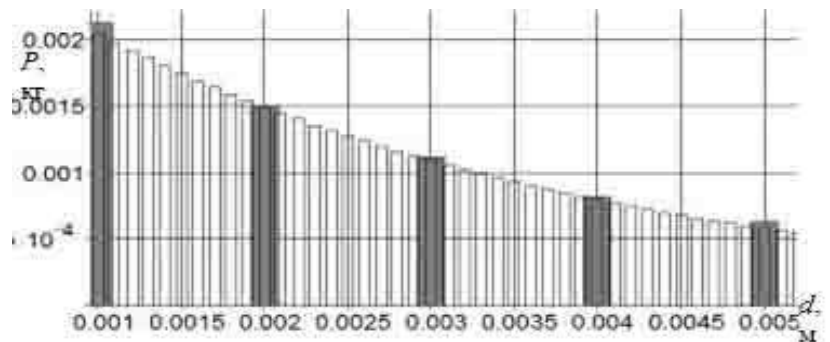


Рис. 4 – Залежність продуктивності від розміру часток

Таким чином, маса часток сировини заданою геометрією, що із значною ймовірністю одночасно перебувають в одиничному об'ємі живильного

$$m_N = n_N \cdot V_N \cdot \rho_N, \quad (23)$$

де ρ_N – насипна щільність.

Отримані унаслідок розрахунків дані нанесені на графік рис. 4, де також представлений графік, отриманий аналогічними розрахунками миттєвої продуктивності живильного

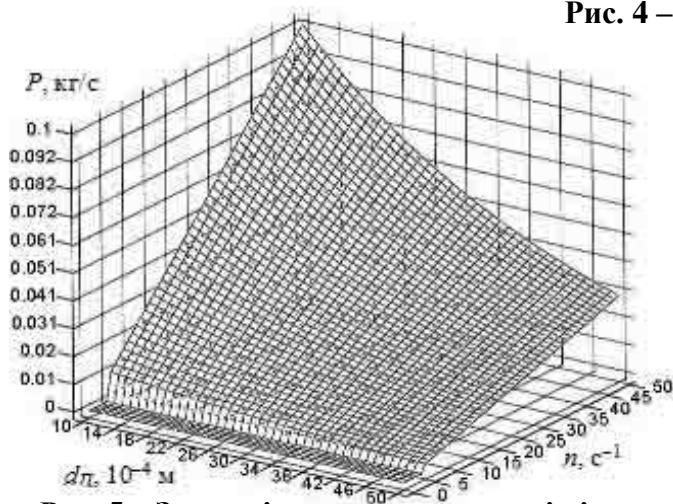
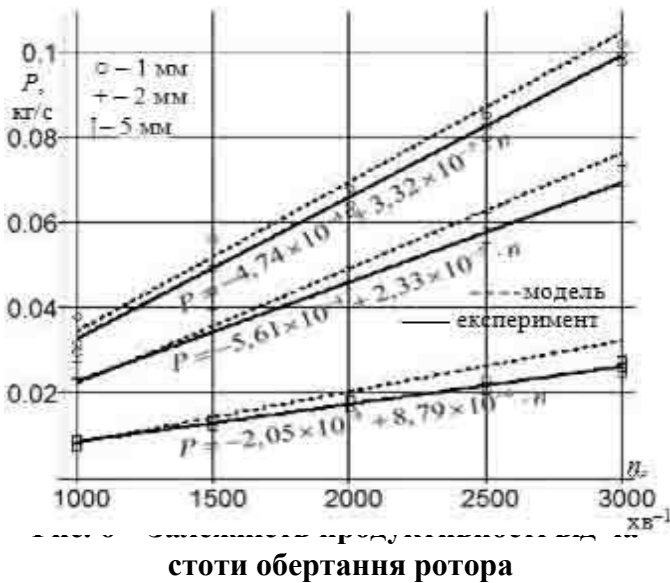


Рис. 5 – Залежність продуктивності від розміру часток та частоти обертання

го пристрою при коливанні розміру кубічної грані. Із збільшенням розміру часток продуктивність знижується, що пояснюється зниженням насипної щільності із зростанням розміру часток сировини. Апроксимація даних визначає закономірність зміни миттєвої продуктивності від розміру часток d , м.

$$P = f \cdot d = 2,8 \times 10^{-3} \cdot e^{-315 \cdot d} \quad (24)$$

На рис. 5 зображено залежність продуктивності від розміру часток та частоти обертання валу із урахуванням меж застосування живильного пристрою.



Результати експериментальних досліджень та теоретичних розрахунків зведено у графік рис. 6. Розбіжність математичної моделі роботи живильного пристрою із даними експериментів, пояснюється урахуванням при розрахунках продуктивності емпіричного коефіцієнту наповненості одиничного об'єму, який складає $k_H < 0,95$.

Як видно із рис. 6 раціональним з точки зору найбільшої продуктивності є режим завантаження сировини із розміром часток 1 мм при частоті обертання 3 000 хв^{-1} . Зниження значення продуктивності спостерігається при зростанні розміру часток сировини. Одержане у результаті статистичної об-

робки результатів експериментальних досліджень рівняння регресії

$$P = 0,0175 - 13,73 \cdot d_f + 3,38 \times 10^{-5} \cdot n + 2,203 \times 10^3 \cdot d_f^2 - 0,006 \cdot d_f \cdot n + 8,638 \times 10^{-10} \cdot n^2 \quad (25)$$

Під час роботи машини, коли ротор обертається на валу із значною частотою на центральній осі у внутрішньому об'ємі спостерігається виникнення розрядження повітря. Розглянемо сталу роботу дисмембратора з огляду на аеродинамічні процеси, що мають місце при обертанні його ротору. З урахуванням конструктивних параметрів машини слід розподілити робочий обсяг на чотири роторні та три статорні області. Об'єм повітря відповідної частини робочої камери

$$V_P^n = \left(\frac{\pi \cdot D_{P1}^n}{4} \cdot l_{DE} \right) - \left(\frac{\pi \cdot D_{P2}^n}{4} \cdot l_{DE} \right) - \left(\frac{\pi \cdot db^2}{4} \cdot l_A \cdot n_{ADn} \right), \quad (26)$$

де D_{PN}^n – діаметр відповідної роторної області робочої камери; l_{DE} – довжина робочої камери; l_A – виліт біти, м; n_{ADn} – кількість біт у роторній робочій камері.

Маса повітря у визначеному об'ємі

$$m_{Bn} = V_n^N \cdot \rho_B, \quad (27)$$

де ρ_B – щільність повітря при умовах експлуатації машини.

При русі визначеної маси повітря із заданою частотою обертання на неї діють відцентрові сили. Крім цього, при переході із однієї частини робочої зони у наступну, потік зіштовхується із статичними бітами. При такому переході сила опору обумовлюється швидкістю потоку на попередній роторній області (рис. 7).

Відцентрова сила, що діє на повітря відповідної частини робочої камери

$$F_{Pn} = m_{BPn} \cdot 2 \cdot \pi \cdot n^2 \cdot R_{Pn} \quad (28)$$

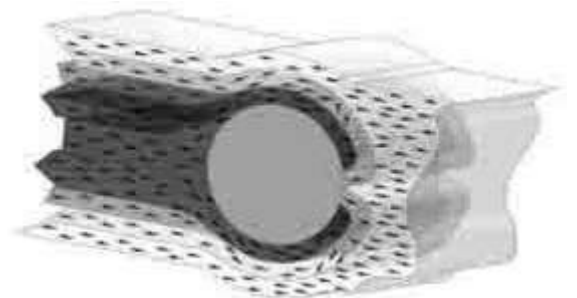


Рис. 7 – Зображення опору повітря на біту

Таким чином, маємо змогу розрахувати швидкість проходження потоком першої роторної частини робочої камери за формулою

$$V_n = R_n \cdot \sqrt{\frac{F_n}{2 \cdot m_{Bn} \cdot R_n}} \quad (29)$$

Об'єм повітря статорної області робочої камери машини

$$V_C^n = \left(\frac{\pi \cdot D_{C1}^n}{4} \cdot l_{DE} \right) - \left(\frac{\pi \cdot D_{C2}^n}{4} \cdot l_{DE} \right) - \left(\frac{\pi \cdot db^2}{4} \cdot l_A \cdot n_{ACn} \right), \quad (30)$$

де D_{C1}^n – діаметр відповідної статорної області робочої камери; n_{ACn} – кількість біт у статорній робочій камері.

Як було зазначено вище, при проходженні потоком повітря статорних областей, його швидкість падає, унаслідок дій сили опору із сторони біт статора.

$$F_{Cn} = 0,25 \cdot C_x \cdot n_{BCn} \cdot \pi \cdot db^2 \cdot V_n, \quad (31)$$

де C_x – коефіцієнт, що враховує форму біти за роботами Зігмунда Френкеля.

Витрата повітря

$$Q_A = V_{ADE} \cdot \sqrt{\frac{F}{2 \cdot m_A \cdot R_{AD4}}}, \quad (32)$$

де F – результуюча суперпозиція сил, які діють на масу повітря робочої камери.

За результатами досліджень аеродинаміки на різних режимах роботи млина, побудовано графік витрати повітря рис. 8.

Таким чином, можна стверджувати:

1. Продуктивність машини, що досліджується лімітується значенням продуктивності живильного пристрою, адже $V_{OD} < V_{PKI}$. Тобто, маса часток сировини, що потрапляє до внутрішнього об'єму дисмембратора менше, ніж машина виводить із неї за один оберт.

2. При прийнятті до уваги конструкційних особливостей дослідної машини дисмембраторного типу із частим розташуванням контактних пристроїв, у внутрішньому об'ємі утворюється зона пониженого тиску повітря, яка обумовлює його рух від центру до периферії та інтенсифікується при зростанні частоти обертів привідного валу, разом із продуктивністю подрібнювача. Даний факт розширяє положення висунуті дослідником О. Г. Касаткіним при висвітленні питання зниження продуктивності машини дезінтеграторного типу при підвищенні частоти обертів валу.

За результатами проведених експериментів та розрахунків параметрів процесу подрібнення, встановили ключові закономірності, які мають місце при реалізації подрібнення комбінованим способом.

Одним із визначальних параметрів, що були розраховані для дослідного дисмембратора є ККД режиму. У фізичному сенсі значення ККД характеризує на скільки

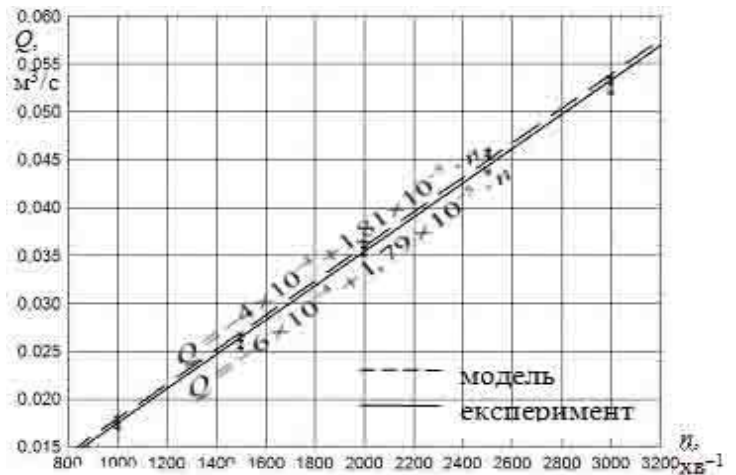


Рис. 8 – Залежність витрати повітря від частоти обертання ротора

ефективно використовується затрачена енергія на процес подрібнення часток при обраному режимі роботи.

На рис. 9 приведено графік залежності ККД, як функції частоти обертання ротора. З рисунка видно, що збільшення коефіцієнту корисної дії відбувається при інтенсифікації процесу подрібнення за рахунок підвищення частоти обертання ротору. Одночасно із цим, при збільшенні вихідного розміру часток d_{II} спостерігається зниження ККД. Представлене нижче рівняння ККД, як функції від n та d , було отримано внаслідок апроксимації розрахункових значень.

За результатами статистичної обробки результатів отримано рівняння регресії

$$\eta = 0,264 - 2,077 \times 10^3 \cdot d_{II} + 0,006 \cdot n + 3,480 \times 10^5 \cdot d_{II}^2 - 0,635 \cdot d_{II} \cdot n - 4,048 \times 10^{-7} \cdot n^2. \quad (33)$$

Отримані значення ККД дозволяють стверджувати про організацію процесу подрібнення більш ефективно, ніж на відомих аналогах, які також використовуються для

отримання тонко дисперсних помелів (для струминного млина $\eta \approx 2\%$).

Якщо ефективність процесу, що досліджується, може характеризуватися ККД, то для розгляду його інтенсивності слід виявити вплив змінних чинників на ступінь подрібнення. Графік рис. 10 відображає зростання ступеня подрібнення при інтенсифікації процесу за рахунок частоти обертання. Таким чином, ступінь подрібнення машин дисмембраторного типу може перевищувати значення О. Г. Касаткіним значення

$\lambda \leq 40$. Експериментально доведено, що ступінь подрібнення становить $\lambda \leq 84$.

Проведена за результатами апроксимації розрахункових показників залежність може бути використана для встановлення ступеня подрібнення перехідних режимів і розмірів часток. Рівняння регресії залежності ступеня подрібнення від сировинних та режимних чинників за даними статистичного аналізу експериментальних даних

$$\lambda = 25,022 - 0,028 \cdot d_{II} - 6,459 \times 10^3 \cdot n + 7,454 \times 10^{-7} \cdot d_{II}^2 + 6,925 \cdot d_{II} \cdot n + 4,6694 \times 10^4 \cdot n^2. \quad (34)$$

Слід зауважити, що на величину λ передусім впливає вихідний розмір часток сировини d_{II} . Інтенсифікація частоти обертання ротору n , у даному випадку, призводить до зростання ступеня подрібнення, проте не в тій мірі, як збільшення d_{II} (рис. 10).

Однією із основних характеристик якості помелу є середній розмір часток. Даний показник враховує розміри та кількість усіх часток готового продукту. За значенням цієї характеристики можна стверджувати про тонкість процесу подрібнення на конкретному обладнанні.

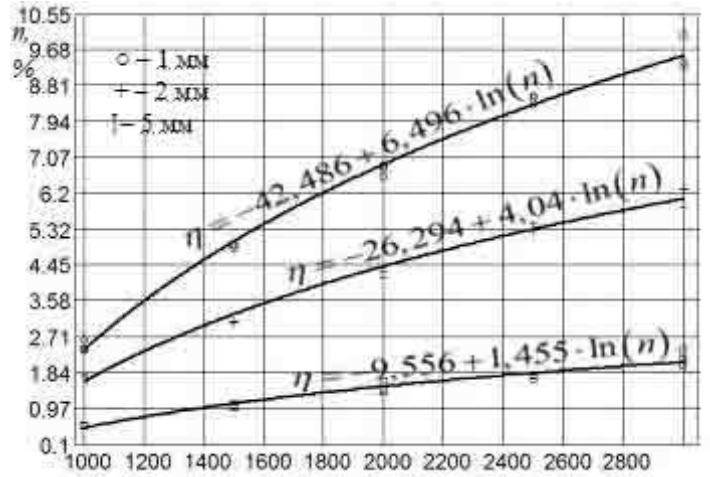


Рис. 9 – Залежність ККД від частоти обертання ротора

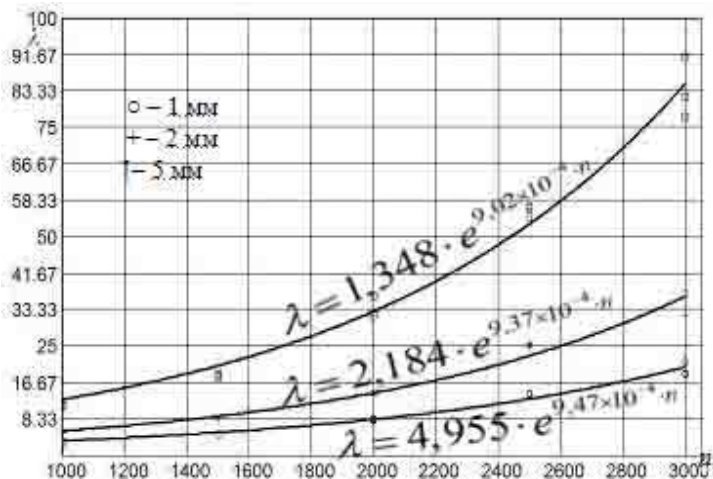


Рис. 10 – Залежність ступеня подрібнення від частоти обертання ротора

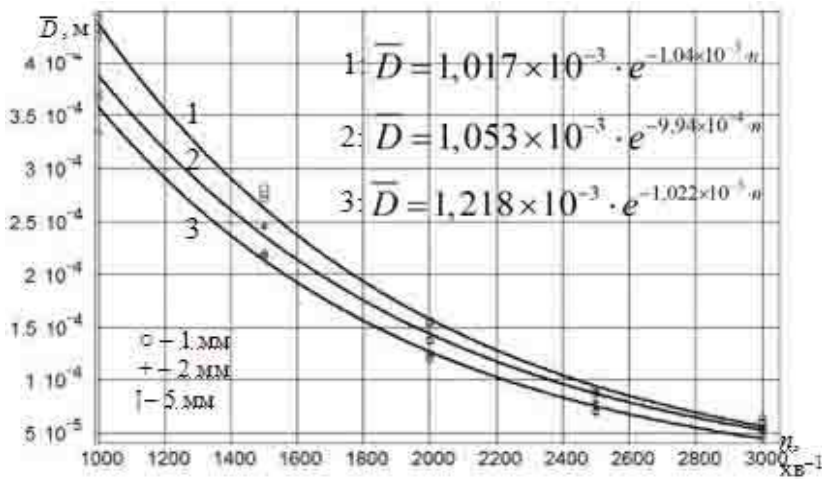


Рис. 11 – Залежність середнього розміру від частоти обертання ротора

в такому вузькому інтервалі, підтверджує висунуте раніше допущення, стосовно ускладненості подрібнення ударом часток малого розміру. Рівняння регресії залежності середнього розміру часток помелу від сировинних та режимних чинників за результатами статистичної обробки експериментальних даних

$$\bar{D} = 7 \times 10^{-4} + 0,042 \cdot d_f - 4,84 \times 10^{-7} \cdot n - 2,696 \cdot d_f^2 - 8,35 \times 10^{-6} \cdot d_f \cdot n + 8,47 \times 10^{-11} \cdot n^2. \quad (35)$$

Також характеристикою якості отриманого у результаті подрібнення сировинного матеріалу є дисперсія розміру часток помелу. Теоретично-ідеальним для значення дисперсії розміру є $\sigma^2 \rightarrow 0$. Таке значення говорить про моно дисперсність отриманого помелу, тобто у результаті подрібнення сировинного матеріалу отримано частки однакового розміру. Унаслідок нормального розподілу щільності ймовірності попадання часток інтервали,

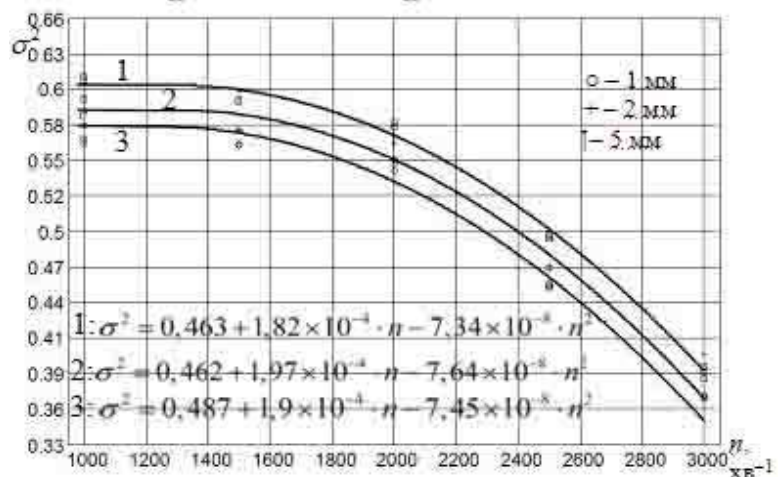


Рис. 12 – Залежність дисперсії від частоти обертання ротора

значення дисперсії $\sigma^2 = 0$ не може бути досягнутим (без застосування сепарації та інших методів штучного контролю за розміром часток продукту). У випадках, що досліджуються значення дисперсії може бути використане для порівняння якості помелів, отриманих при різних режимах роботи. На рис. 12 зображено графік дисперсії розміру часток помелу, як функції від режимного чинника роботи дисмембратора. Значення дисперсії при збільшенні частоти обертів ротора – зменшується. Інтенсифікація процесу подрібнення за рахунок частоти обертів ротора, сприятливо впливає на якість отриманого помелу із точки зору зменшення значення дисперсії розміру часток. Приведена функція, що отримана апроксимацією даних одержаних у ході розрахунків за результатами експериментальних досліджень, дає змогу визначити значення дисперсії розміру часток помелу на перехідних режимах роботи машини. Статистичними засобами отримано рівняння регресії

$$\sigma^2 = 0,44 + 14,946 \cdot d_f + 2 \times 10^{-4} \cdot n - 1,322 \times 10^3 \cdot d_f^2 - 6 \times 10^{-4} \cdot d_f \cdot n - 7,476 \times 10^{-8} \cdot n^2. \quad (36)$$

Графік на рис. 11 наочно зображує зменшення середнього розміру часток сировини при збільшенні частоти обертів ротора дисмембратора. Таким чином, визначено можливість застосування дослідного млина у виробництві сухої будівельної шпаклівки, меліорант та комплексну мінеральну добавку.

Знаходження значення середнього розміру часток отриманих у результаті подрібнення різної (за вихідним розміром) сировини

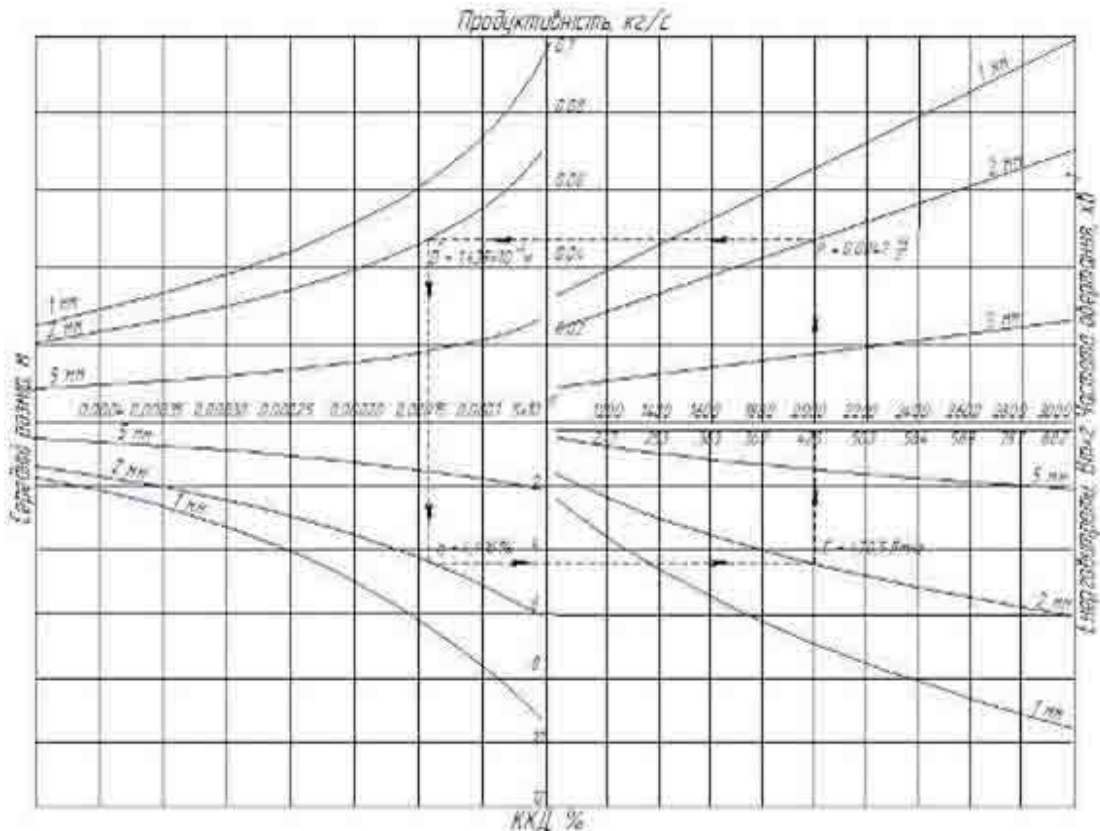


Рис. 13 – Номограма визначення параметрів процесу подрібнення у дослідній машині

На рис. 13 приведено номограму, завдяки якій існує можливість визначити наскільки ефективними є зміни режимних та сировинних чинників та як вони впливають на основні параметри процесу подрібнення матеріалів у машині дисмембраторного типу.

Таблиця 1 - Порівняльна характеристика різних видів подрібнювачів

Марка подрібнювача	Показник						
	Продуктивність, кг/г	Вихідний розмір часток, мм	Кінцевий розмір часток, мкм	Ступінь подрібнення	Потужність, кВт	Питомі витрати енергії, кВт·г/т	Маса, т
Молоткова дробарка КДМ-2,0	400	20	1 000	20	10	25	1,3
Ударно-відцентрова дробарка УЦМС-400	50÷400	10÷15	15÷40	375	15	37,5	0,31
Одноступеневий млин ударної дії МОС	500÷1 000	15÷30	100÷150	200	20	20	0,35
Багатоступеневий млин ударної дії МС-450	100÷200	3÷5	20÷60	83	7	35	0,25
Відцентровий протитечовий млин ЦПМ-200	100÷500	3	100	30	2	4	0,15
Співвісний протитечовий млин СПМ	1 500÷10 000	15÷10	150	67	30	3	0,55
Дисмембратор ДС-400	200÷500	3÷5	200	25	10	20	0,25
Дезінтегратор ДЗ-500	1 000÷1 500	7	100	80	60	40	0,95
Спроектований млин	358	1÷5	60	83	0,882	2,315	0,19

Як видно із таблиці 1 млин дисмембраторного типу, який було спроектовано у рамках даної дисертації відповідає сучасним вимогам, які висуваються до подрібнювачів та перевищує за показниками ефективності свої аналоги (дисмембратор ДС-400 та дезінтегратор ДЗ-500). За значенням питомої витрати енергії наша машина наближається до співвісного протитечового млина (СПМ), проте металоємність вищезгаданої конструкції набагато вищі.

Конструкції машин дисмембраторного типу при організації процесів подрібнення сировинних матеріалів у компактному об'ємі дають змогу не тільки знизити питомі

витрати енергії, але й отримувати високоякісний готовий продукт. Отримані результати дозволяють констатувати – дисмембратор здатний виготовляти тонко-дисперсний помел із невеликими енергетичними витратами на організацію подрібнення.

У п'ятому розділі розглянуті питання міцності валу та робочих органів дисмембратора – біт. Змодельовані сили та навантаження, що діють на них при роботі машини, показали можливість використання такої ж самої конструкції для реалізації подрібнення більш твердих матеріалів, ніж гіпс та крейда. Теоретично обґрунтовано, що обрана («крейсерська») частота обертання валу $3\ 000\ \text{хв}^{-1}$ – не є граничною, що дає змогу, при необхідності, ще більше інтенсифікувати процес для подрібнення інших матеріалів за рахунок її збільшення.

В цілому, слід зауважити: проведені розрахунки та аналітичні міркування доводять, як безпечність функціонування дисмембратора, що спроектовано в межах даної роботи, так і функціональність машини в цілому, що дає змогу застосовувати її не тільки при виробництві сухої будівельної шпатлівки при утилізації твердих відходів виробництва кальцинованої соди, але й в багатьох інших галузях хімічної промисловості для отримання сухих порошкоподібних сумішей.

Приведено опис розробленої принципової універсальної технологічної схеми утилізації твердих відходів виробництва кальцинованої соди із отриманням сухої будівельної шпатлівки, меліоранту та комплексної мінеральної добавки. До складу виробничої лінії входить машина дисмембраторного типу. Схема відрізняється високим рівнем автоматизації та експлуатаційною безпекою, що підтверджено відповідними актами впровадження до НІОХІМ та НПК «ХІММАШ» (м. Харків).

ВИСНОВКИ

У дисертації вирішено важливу науково-технічну задачу, яка полягає у дослідженні закономірностей процесу подрібнення у машині дисмембраторного типу та обґрунтовано його застосування для утилізації твердих відходів виробництва кальцинованої соди із отриманням сухої будівельної шпатлівки, меліоранту та комплексної мінеральної добавки. Основними висновками дисертаційної роботи є.

1. Комплексний аналіз помольного обладнання та технологій, а також їх схематизація, стали підґрунтям для розробки нової конструкції машини дисмембраторного типу для отримання меліоранту, комплексної мінеральної добавки та універсальної шпаклівки з відходів содового виробництва.

2. Розробка методики дослідження процесу подрібнення сировинних матеріалів у машинах дисмембраторного типу дозволила розглядати продукт помелу, не як набір однакових часток, а як суміш різних за розміром та подібних за геометрією груп, а відтак – більш точно його охарактеризувати.

3. Виявлення закономірностей процесу подрібнення, визначення основних показників ефективності роботи обладнання й розробка математичних моделей процесу подрібнення у дисмембраторі, дозволили встановити:

– високе значення коефіцієнту корисної дії для подрібнювачів ($\eta \leq 10\%$); ступеня подрібнення ($\lambda \leq 83$), чим обґрунтовано, що раніше встановлене значення $\lambda \geq 40$ не є межею; середнього розміру часток помелу ($\bar{D} \geq 60 \times 10^{-6}\ \text{м}$), чим вмотивовано застосування дисмембратора для отримання тонко дисперсних помелів, дисперсії ($\sigma^2 \geq 0,32$), що каже про високу якість готового продукту;

– визначити значення названих вище показників на всьому дослідному інтервалі роботи подрібнювача (частота обертання ротора машини $n \in 1\,000; 3\,000 \text{ об}^{-1}$);

4. Запропонування нової машини дисмембраторного типу, що відрізняється незначною питомою витратою енергії (2,3 кВт·г/т) та низькою металоємністю (0,19 т), дало змогу реалізувати запропоновані методи утилізації відходів содового виробництва у НІОХІМі та НПК «ХІММАШі» (м. Харків).

5. Розроблені практичні рекомендації щодо застосування помольного обладнання та режимів обробки відходів содового виробництва в залежності від цілей їх переробки у меліорант, комплексну мінеральну добавку або універсальну шпаклівку дали змогу встановити: при режимі роботи $3\,000 \text{ хв}^{-1}$ – $\bar{D} \in 45 \div 46 \text{ мкм}$, – виготовлення на дисмембраторі універсальної шпаклівки; $2\,000 \text{ хв}^{-1}$ – $\bar{D} \in 140 \div 150 \text{ мкм}$ – меліоранту та $1\,500 \text{ хв}^{-1}$ – $\bar{D} \in 230 \div 270 \text{ мкм}$ – комплексної мінеральної добавки.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Савин А. А. Процесс измельчения материалов в химической промышленности. Типология методов и моделей математического описания / Савин А. А., Моисеев В. Ф., Манойло Ю. А. // Східно-європейський журнал передових технологій. – Харків: Технологічний центр. – 2004. – №6 (12). – С. 105-108. Здобувач класифікував методи і моделі подрібнення.
2. Манойло Ю. А. Применение САД для проектирования и промышленного дизайна оборудования химического машиностроения // Східно-європейський журнал передових технологій. / Манойло Ю. А., Савина К. А., Моисеев В. Ф. – Харків: Технологічний центр. – 2005. – №6/1(18). – С. 41-45. Здобувач проаналізував програмні пакети, що застосовуються для проектування обладнання хімічних виробництв.
3. Манойло Ю. А. Сухие строительные шпатлевки. К вопросу о рецептуре и технологии производства / Манойло Ю. А., Моисеев В. Ф., Шапоров П. В. // Східно-європейський журнал передових технологій. – Харків: Технологічний центр. – 2006. – № 6/1 (24). – С. 23-27. Здобувачем запропоновано до розгляду класифікацію будівельних шпаклівок.
4. Манойло Ю. А. К вопросу о теоретических основах процесса измельчения. Классификация. Особенности методов и машин / Манойло Ю. А., Моисеев В. Ф., Сурков А. В. // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ». – 2008. – №3. – С. 22 –30. Здобувач провів аналіз апаратурного оформлення процесу подрібнення.
5. Манойло Ю. О. Теоретичне обґрунтування параметрів дисмембратора / Манойло Ю. О., Моисеев В. Ф., Кузнецов П. В. // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ». – 2008. – № 12. – С. 41-50. Здобувач запропонував конструкцію окремих вузлів та деталей подрібнювача дисмембраторного типу.
6. Манойло Ю. О. Дослідження ефективності роботи дисмембратора при виробництві порошкоподібних сумішей / Манойло Ю. О., Моисеев В. Ф. // Інтегровані технології та енергозбереження. – Харків: НТУ«ХПІ». – 2008. – № 1. – С. 78-88. Здобувачем поставлено експеримент та проведено обробку дослідних даних.
7. Пат. на кор. модель № 33694 UA, МПК (2006) B02C 13/00 / Манойло Ю. О., Моисеев В. Ф., Трошин О. Г. Подрібнювач дисмембраторного типу із горизонтальною подачею сировини. Заяв. 12.02.2008. Опубл. 10.07.2008 бюл. № 13. Здобувачем розроблено конструкцію подрібнювача дисмембраторного типу.
8. Манойло Ю. О. Сучасні оздоблювальні матеріали: сухі будівельні шпаклівки / Манойло Ю. О., Моисеев В. Ф., Кузнецов П. В. // Молодь вирішенні регіональних та транскордон-

них проблем екологічної безпеки: Шоста Міжнародна наукова конференція, 11-12 травня 2007. – Чернівці: Зелена Буковина. – 2007. – С. 106-115. Здобувачем проведено аналіз технології приготування шпатлівки із зазначенням функціональності компонентів у суміші.

9. Манойло Ю. О. Проблеми розвитку сучасного хімічного машинобудування України. Аналіз ситуації та шляхи подолання кризи / Савін О. О., Моїсеєв В. Ф., Манойло Ю. О. // Молодь у вирішенні регіональних та транскордонних проблем екологічної безпеки: Четверта Міжнародна наукова конференція, 5-6 травня 2005: тези допов. – Чернівці: Зелена Буковина. – 2005. – С. 280-283. Здобувачем перелічені певні проблеми хімічного машинобудування України.

10. Манойло Ю. О. Здрібнювання матеріалів у хімічній промисловості / Манойло Ю. О., Моїсеєв В. Ф.: Молодь у вирішенні регіональних та транскордонних проблем екологічної безпеки: Четверта Міжнародна наукова конференція, 5-6 травня 2005: тези допов. – Чернівці: Зелена Буковина. – 2005. – С. 85-90. Здобувач запропонував застосувати машину дисмембраторного типу для подрібнення твердих відходів хімічних виробництв.

11. Савіна К. О. Проблеми застосування спеціалізованого програмного забезпечення для проектування і промислового дизайну устаткування / Савіна К. О., Манойло Ю. О., Моїсеєв В. Ф.: Молодь у вирішенні регіональних та транскордонних проблем екологічної безпеки: П'ята Міжнародна наукова конференція, 5-6 травня 2006: тези допов. – Чернівці: Зелена Буковина. – 2006. – С. 378-382. Здобувач висвітлив основні проблеми проектування технологічного обладнання для процесів подрібнення.

12. Манойло Ю. О. Трьохвимірне моделювання засобами програмного пакету КОМПАС / Манойло Ю. О., Моїсеєв В. Ф., Васильєв М. І., Савіна К. О.: Молодь у вирішенні регіональних та транскордонних проблем екологічної безпеки: П'ята Міжнародна наукова конференція, 5-6 травня 2006: тези допов. – Чернівці: Зелена Буковина. – 2006. – С. 333-340. Здобувач запропонував тривимірну модель подрібнювача дисмембраторного типу.

13. Манойло Ю. О. Теорія здрібнення: енергетичні витрати / Манойло Ю. О., Моїсеєв В. Ф., Кузнєцов П. В.: Молодь у вирішенні регіональних та транскордонних проблем екологічної безпеки: Шоста Міжнародна наукова конференція, 11-12 травня 2007. – Чернівці: Зелена Буковина. – 2007. – С. 116-123. Здобувач провів аналіз енергетичних витрат на здійснення процесу подрібнення.

14. Манойло Ю. О. Виробництво порошкоподібних сумішей. Питання екології / Манойло Ю. О., Моїсеєв В. Ф.: Перша Міжнародна (III Всеукраїнська) конференція студентів, аспірантів та молодих вчених з хімії та хімічної технології, 23-25 квітня 2007: тези допов. – К: НТУУ «КПІ» ВПІ ВПК «Політехніка». – 2008. – С. 327. Здобувач вивчив екологічні проблеми помольних виробництв.

15. Манойло Ю. О. Шпаклівки. Класифікація. Вимоги / Манойло Ю. О., Моїсеєв В. Ф.: Українська наука в мережі Інтернет: Третя Всеукраїнська науково-практична Інтернет-конференція, 26-28 лютого 2008: тези допов. – К: ТОВ «ТК Меганом». – 2008. – С. 1-2. Здобувач проаналізував вимоги, що висуваються до сухих будівельних шпатлівок та рецептуру їх приготування.

16. Манойло Ю. О. Енергетичні аспекти проблеми подрібнення відходів содового виробництва / Манойло Ю. О., Кошельник В. М., Моїсеєв В. Ф.: Проблеми економії енергії: П'ята міжнародна науково-практична конференція, 23-24 жовтня 2007: тези допов. – Львів: НУ «Львівська політехніка», – 2008. – С. 309-311. Здобувачем розроблено методику оцінки енергетичних витратах при утилізації твердих відходів виробництва кальцинованої соди.

АНОТАЦІЇ

Манойло Ю. О. Закономірності процесу подрібнення відходів содового виробництва у машині дисмембраторного типу. – Рукопис

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології. – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, 2008 р.

Робота присвячена виявленню та дослідженню основних закономірностей подрібнення твердих матеріалів, що становлять відходи виробництва кальцинованої соди із отриманням меліоранту, комплексної мінеральної добавки та сухої будівельної шпатлівки. В роботі запропоновано нову конструкцію машини дисмембраторного типу із горизонтальною подачею сировини.

Проведено дослідження роботи живильного пристрою, аеродинамічних явищ, що мають місце у внутрішньому об'ємі агрегату та, безпосередньо, процесів подрібнення. Одержано та досліджено залежності коефіцієнту корисної дії, ступеня подрібнення, середнього розміру часток та дисперсії помелу в залежності від режиму роботи машини та розмірів сировини.

За результатами досліджень побудовано номограму для визначення основних параметрів процесу при зміні режимних та сировинних чинників. Розроблену конструкцію дисмембратора порівняно за показниками функціональності із іншими подрібнювачами. Запропоновано технологічну схему утилізації відходів содового виробництва.

Ключові слова: процес подрібнення, дисмембратор, кальцинована сода, шпатлівка, процес живлення, помел, контактні пристрої.

Манойло Ю. А. Закономерности процесса измельчения отходов содового производства в машине дисмембраторного типа. – Рукопись

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.08 – процессы и оборудование химической технологии. – Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков, 2008 г.

Работа посвящена определению и исследованию основных закономерностей измельчения твердых материалов, которые являются отходами производства кальцинированной соды с получением мелиоранта, комплексной минеральной добавки и сухой строительной шпатлевки. В работе предложена новая конструкция машины дисмембраторного типа с горизонтальной подачей сырья.

Проведено исследование работы питательного устройства, аэродинамических явлений, которые имеют место во внутреннем объеме агрегата и, непосредственно, процессов измельчения. Получены и исследованы зависимости коэффициента полезного действия, степени измельчения, среднего размера частиц и дисперсии помола в зависимости от режима работы машины и размеров сырья.

По результатам исследований построена номограмма для определения основных параметров процесса при изменении режимных и сырьевых факторов. Проведено сравнение по показателям функциональности разработанной конструкции дисмембратора с другими измельчителями. Предложена технологическая схема утилизации отходов содового производства.

Ключевые слова: процесс измельчения, дисмембратор, кальцинированная сода, шпатлевка, помол, контактные устройства.

Yuri A. Manoilo. Regularity of process of comminution production offcuts of soda in the machine of dismembration type. – Manuscript

Dissertation on reception of scientific degree of candidate of engineering sciences on specialty 05.17.08 – processes and equipment of chemical technology. – National technical university "Kharkiv polytechnic institute", Kharkiv, 2008

The thesis is devoted to detection and research of basic conformities to the law of growing shallow of hard materials which are the offcuts of production of the calcinated soda, with the purpose of receipt of mileorants, complex mineral addition and dry building mixture.

The critical analysis device of destruction is carried out. The problems of processing offcuts of production of the calcinated soda are surveyed. Technologies of receipt of having a special purpose product are described. For the lead through of process of growing shallow of hard offcuts of the calcinated soda, in the dissertation the new construction of machine of dismembration type with the horizontal serve of raw material is offered, described and grounded.

The construction of grinding down differs by small metal consumption, low energy expenditures on process of a comminution and high functional safety. The equipment is positioned for the necessities of small and middle business. The method of researches of process of work of grinding down of dismembration type is developed, which enables more exactly to estimate the basic indexes destructions of particles. The results of the examination of operation of feed apparatus are given. The dependences of productivity on the geometrical performances of the device, from the sizes of raw material and from a rotation frequency of the drive shaft of machine are explored and detected. Conformities of the law of the aerodynamic phenomena are detected which take place in the internal volume of aggregate.

For the first time the mathematical models of the change of the air flowrate at motion on the working chamber of machine and expense of air are developed. The processes of growing shallow of particles of raw material of different largeness on different frequencies of rotation of drive shaft are investigated.

The dependences of output-input ratio, degree of growing shallow, medium-sized particles and dispersion of grade depending on the mode of operations of machine and initial sizes of raw material are obtained and analysed. The data is presented in a graphic and mathematical form. On the results of the experiments the nomogram for determination of basic parameters of process of growing shallow at the change regimes and raw material factors of exploitation of mill is constructed. Comparing on the indexes of functionality of the developed construction of dismembration to other grindings down is conducted. The opportunity of practical application of a designed machine for organization of the effective process of comminution solid offcuts of calcinated soda with deriving of target yields is proved.

The technological scheme of a salvage soda's manufacture which differs from the known analogies by a high automation and reliability is offered; the opportunity of deriving mileorants, complex mineral additive and dry building spackling on one complete set of inventory is stipulated.

Keywords: process of growing shallow, dismembrator, soda, dry building spackling, feed, grade, contact devices.

Підписано до друку 14.01.2009р. Формат 60×90/16

Папір офсетний. Друк офсетний. Умовн. друк. арк. 0,9

Гарнітура Times New Roman. Наклад 100 прим.

Фізична особа - підприємець

Пісня Оксана Валеріївна

Свідоцтво про державну реєстрацію № 084666 від 13.09.2007 р.

61002, вул. Маршала Бажанова, 21/23, м. Харків

PrintHouse®