

К.Ю. ДЕЙНЕКА, канд. техн. наук, ст. виклад., НУВГП, Рівне

АВТОКОЛИВАЛЬНІ ПРОЦЕСИ ПОДРІБНЕННЯ В БАРАБАННИХ МЛИНАХ

Розглянуто явище самозбудження автоколивань завантаження в робочій камері барабанного млина. З'ясовано вплив швидкості обертання на амплітуду коливань. Оцінено вплив автоколиваних процесів на продуктивність та енергетичну ефективність помелу.

Ключові слова: барабанний млин, внутрішньокамерне завантаження, автоколивання, самозбудження, швидкість обертання, амплітуда коливань, подрібнюваний матеріал, демпфуючий вплив, ефективність помелу.

Основним обладнанням багато- та малотоннажного тонкого подрібнення твердих матеріалів залишаються барабанні млини. Головним недоліком таких млинів є низький механічний коефіцієнт корисної дії робочого процесу, внаслідок високих питомих витрат енергії – до 40 – 60 кВт·год./т. Це зумовлено порівняно низькою інтенсивністю циркуляції в камері обертового барабана молольного завантаження, оскільки значна його частина є пасивною і не приймає участі у подрібненні. Активізувати внутрішньокамерне завантаження можна шляхом самозбудження його автоколивань.

Було одержано умову стійкості руху завантаження в камері обертового барабана [1]. Крім дилатансії завантаження, одним з чинників нестійкості руху є демпфуючий вплив подрібнюваного матеріалу на взаємодію молольних тіл, що підвищує час контактування подрібнюючих елементів і спричинює автоколивання всього завантаження.

Проте нез'ясованими залишаються факт самозбудження автоколивань завантаження при традиційних умовах експлуатації барабанних млинів та умови виникнення максимального значення амплітуди таких коливання.

За мету роботи було поставлено встановлення впливу швидкості обертання на амплітуду автоколивань внутрішньомлинного завантаження, що самозбуджуються, а також визначення спричинених цим змін продуктивності та енергоємності процесу подрібнення.

Для визначення умов самозбудження та інтенсивності прояву автоко-

ливань завантаження моделювалось зернистим матеріалом із середнім розміром елементів 2,2 мм. Як подрібнюваний матеріал застосовувався цемент.

© К.Ю. Дейнека, 2014

Було використано барабан із камерою радіусом 106 мм.

Ступінь заповнення камери завантаженням змінювався у межах $\kappa = 0,25 - 0,5$ із кроком 0,05. Ступінь заповнення завантаження частинками подрібнюваного матеріалу становила 0,4, що відповідало повному заповненню цими частинками проміжків між молотковими тілами кульової форми $\kappa_{ml} = 1$. Для візуалізації руху завантаження використовувалась відеозйомка. Фіксувались картини перехідного режиму періодичного руху завантаження під час автоколивальних. Було оброблено біля 100 картин руху.

На рис. 1 – 6 зображено отримані послідовні картини виникнення автоколивального руху завантаження для одного періоду коливальних із мінімальною амплітудою для нижньої біфуркаційної швидкості при $\kappa = 0,25 - 0,5$.

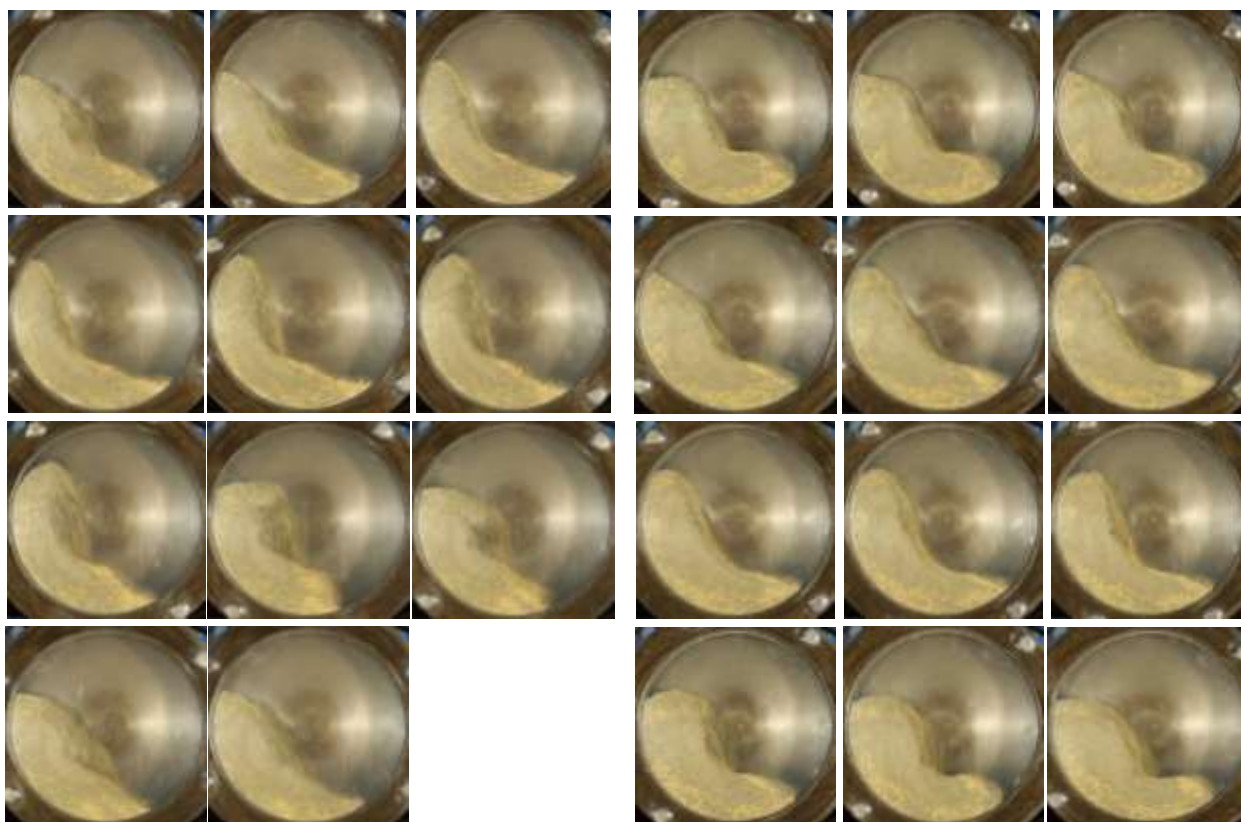


Рис. 1 – Послідовні картини автоколивальних завантаження для $\kappa = 0,25$ при $\psi_{\omega} = 0,4$

Рис. 2 – Послідовні картини автоколивальних завантаження для $\kappa = 0,3$ при $\psi_{\omega} = 0,3$

Виявилось, що нижнє біфуркаційне значення швидкості обертання завантаженого барабана зменшувалось до значення $\psi_{\omega} = 0,3 - 0,4$, яке

було істотно меншим за величину такого значення при малому впливі матеріалу – $\psi_{\omega} = 0,8 - 1,15$ [2]. Натомість перевищення частоти коливань над частотою обертання барабана становила $3,5 - 4$ рази і було суттєво більшим за таке перевищення частоти при незначному впливі матеріалу – лише $1,05 - 1,3$ рази.

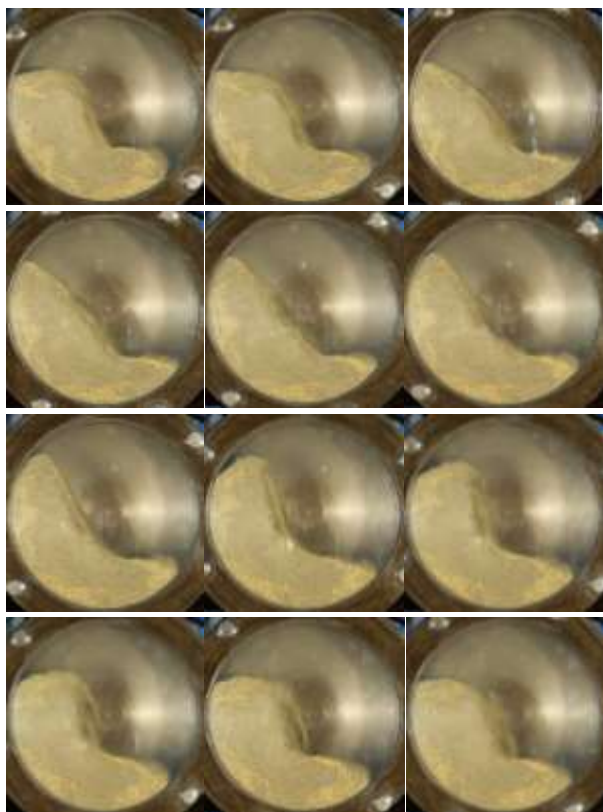


Рис. 3 – Послідовні картини автоколювання завантаження для $\kappa = 0,35$ при $\psi_{\omega} = 0,3$

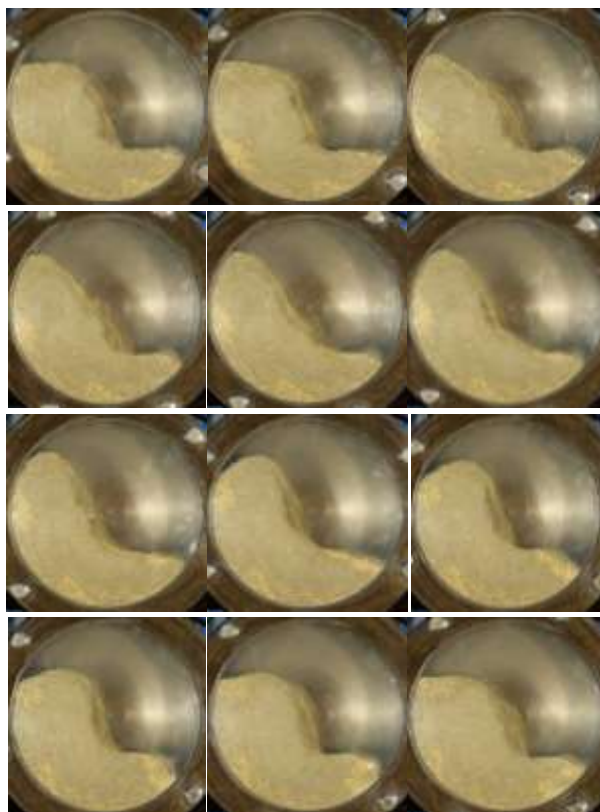


Рис. 4 – Послідовні картини автоколювання завантаження для $\kappa = 0,4$ при $\psi_{\omega} = 0,3$

Було оцінено технологічну ефективність автоколювних процесів помелу. Як молотильні тіла використовувались сталі кульки діаметром $5,5$ мм.

Продуктивність помелу оцінювалась за значенням просіву через контрольне сито № 008, а енергетична ефективність – за питомими витратами енергії при отриманні цього просіву. Чисельне значення зміни продуктивності оцінювалось співвідношеннями Π_M/Π_T , де Π_M та Π_T – продуктивності помелу для модернізованого и традиційного режимів, а зміни питомих витрат енергії – співвідношеннями $E_M/E_T = (N_M/\Pi_M)/(N_T/\Pi_T)$, де E_M та E_T – питомі витрати енергії, N_M та N_T – потужності приводу для цих режимів.

Ступінь заповнення камери завантаженням становила $\kappa = 0,25$. Ступінь заповнення проміжків між молотильними тілами частинками подрібнюваного

матеріалу κ_{mn} становив 0,125, 0,25, 0,375, 0,5, 0,75 та 1. Для традиційного режиму приймалось $\psi_\omega = 0,75$. Тривалість подрібнення становила 30 хвилин.

Результати наведено на рис. 7.

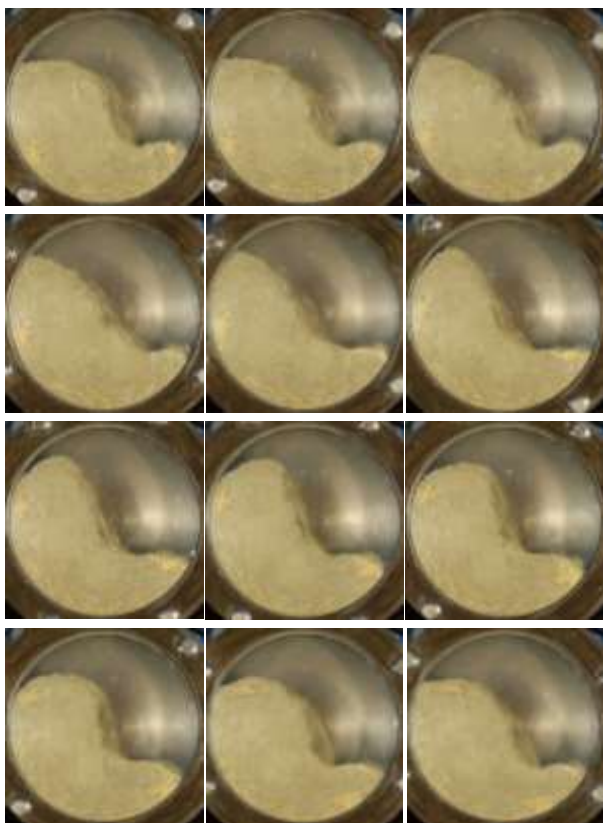


Рис. 5 – Послідовні картини автоколювання завантаження для $\kappa = 0,45$ при $\psi_\omega = 0,3$

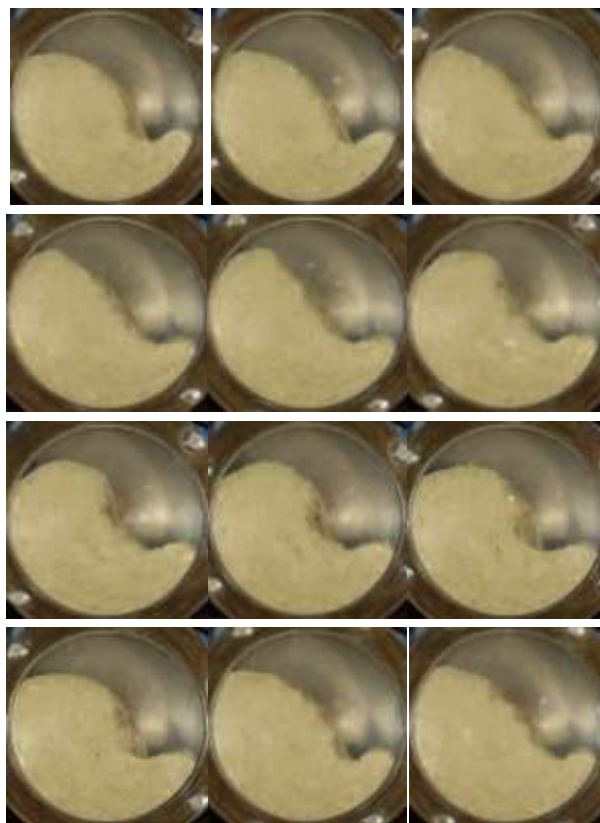


Рис. 6 – Послідовні картини автоколювання завантаження для $\kappa = 0,5$ при $\psi_\omega = 0,4$

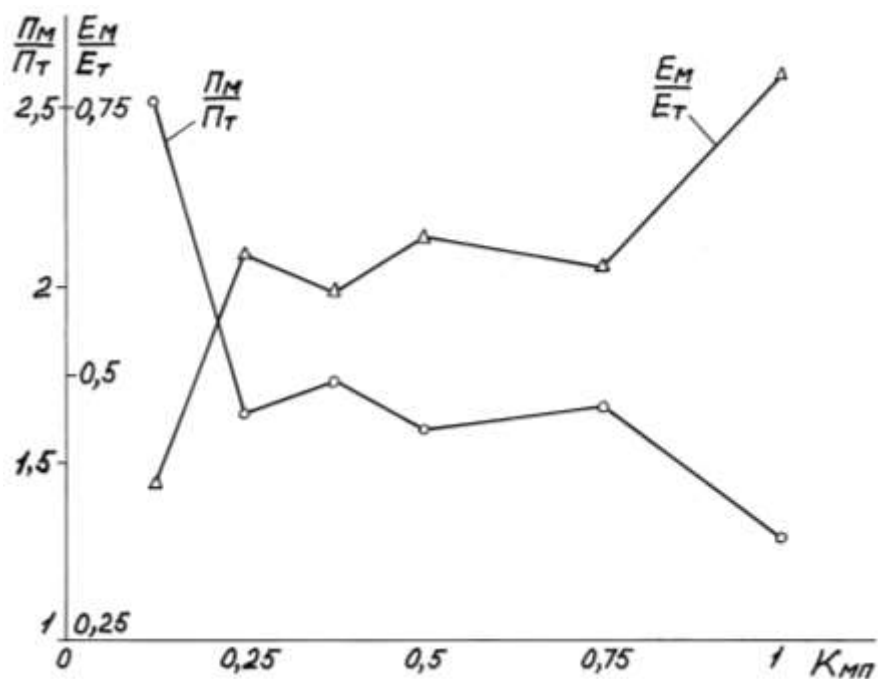


Рис. 7 – Залежності P_m/P_t та E_m/E_t від κ_{mn}

Висновки:

1. Отримані результати засвідчили виникнення явище самозбудження автоколиваний завантаження при експлуатації існуючих барабанних млинів, оскільки вони працюють у швидкісному діапазоні $\psi_{\omega} = 0,7 - 0,85$. Натомість внаслідок обмеженості амплітуди вплив таких коливань на процес помелу є незначним. Для підвищення інтенсивності циркуляції завантаження доцільним є збільшення швидкість обертання до встановлених меж діапазону біфуркаційних значень із максимальною амплітудою пульсацій.

2. Виявилось, що застосування запропонованого автоколивного процесу подрібнення в барабанних млинах, порівняно із традиційним процесом, підвищує продуктивність на 28 – 152 % та знижує питомі витрати енергії на 22 – 60 %. В середньому підвищення продуктивність становило приблизно 25 – 50 %, а зниження питомих витрат енергії – 20 – 40 %. Зі зменшенням вмісту частинок подрібнюваного матеріалу у завантаженні ефективність автоколивального процесу подрібнення за продуктивністю та енергоємністю зростає.

Список літератури: 1. Дейнека К.Ю. Встановлення умов самозбудження пульсацій внутрішньокамерного завантаження барабанного млина / К.Ю. Дейнека // Вісник НТУ «ХПІ». – 2011. – № 50. – С. 72 – 79. 2. Науменко Ю.В. Теоретичні основи робочих процесів машин барабанного типу: монографія / Ю.В. Науменко, К.Ю. Дейнека. – Рівне: НУВГП, 2014. – 531 с.

Referens: 1. Deyneka K.Yu. Vstanovlennya umov samozbudzhennya pul'satsiy vnutrishn'okamernoho zavantazhennya barabannoho mlyna / K.Yu. Deyneka // Visnyk NTU «KhPI». – 2011. – № 50. – S. 72 – 79. 2. Naumenko Yu.V. Teoretychni osnovy robochykh protsesiv mashyn barabannoho typu: monohrafiya / Yu.V. Naumenko, K.Yu. Deyneka. – Rivne: NUVHP, 2014. – 531 s.

Надійшло до редколегії (Received by the editorial board) 28.07.14

УДК 621.926.5:539.215:531.36

Автоколивальні процеси подрібнення в барабанних млинах / К.Ю. ДЕЙНЕКА // Вісник НТУ «ХПІ». – 2014. – № 52 (1094). – (Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія). – С. 24 – 29. – Бібліогр.: 2 назв. – ISSN 2079-0821.

Рассмотрено явление самовозбуждения автоколебаний загрузки в рабочей камере барабанной мельницы. Выяснено влияние скорости вращения на амплитуду колебаний. Оценено влияние автоколебательных процессов на производительность и энергетическую эффективность помола.

Ключевые слова: барабанный мельница, внутрикамерная загрузки, автоколебания, самовозбуждение, скорость вращения, амплитуда колебаний, измельчаемый материал, демпфирующее влияние, эффективность помола.

The oscillating grinding process in tumbling mill / K.Yu. DEJNEKA // Visnyk NTU «KhPI». – 2014. – № 52 (1094). – (Series: Khimiya, khimichna tekhnolohiya ta ecolohiya). – P. 24 – 29. – Bibliogr.: 2 names. – ISSN 2079-0821.

The phenomenon of filling pulsations self-oscillations in tumbling mill working chamber is considered. The effect of rotational speed on the amplitude of oscillation is found. The influence self-oscillations processes for performance and energy efficiency of grinding is estimated.

Keywords: tumbling mill, intrachamber filling, self-oscillations, self-excitation, rotational speed, vibration amplitude, grind material, damping effect, the efficiency of grinding.

УДК 546.650 : 541.123.3

О.Г. ДРЮЧКО, канд. хім. наук, доц., ПНТУ, Полтава,

Д.О. СТОРОЖЕНКО, канд. хім. наук, доц., ПНТУ, Полтава,

Н.В. БУНЯКІНА, канд. хім. наук, доц., ПНТУ, Полтава,

І.О. ІВАНИЦЬКА, канд. хім. наук, доц., ПНТУ, Полтава

ХІМІЧНА ВЗАЄМОДІЯ І ФАЗОУТВОРЕННЯ У НІТРАТНИХ ВОДНО-СОЛЬОВИХ СИСТЕМАХ РІДКІСНОЗЕМЕЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ І ЛІТІЮ

Із застосуванням комплексу фізико-хімічних методів авторами вивчено природу й закономірності хімічної взаємодії структурних компонентів, гетерогенних рівноваг (25 – 100 °С) у потрійних водно-сольових системах нітратів рідкісноземельних елементів (РЗЕ) і літію. Виявлена низка особливостей і закономірностей у їх сукупній поведінці.

Ключові слова: рідкісноземельні елементи; літій; нітрати; комплексоутворення; водно-сольові системи; властивості.

Вступ. Підвищена увага до складних оксидів зі структурою дефектного перовскіта ((La,Li)TiO₃, (La_(2/3-x)Li_{3x}V_(4/3-2x)M₂O₆ (V – вакансія; M – Nb, Ta)) [1 – 5] і на основі граната Li₅La₃M₂O₁₂ (M – Nb, Ta) [6, 7] зумовлена особливістю А-дефіцитної кристалічної решітки: наявністю у базових структурах достатньої кількості вакансій, що забезпечують вільну міграцію носіїв заряду – іонів літію, і каналів провідності, по яких здійснюється іонне транспортування. Ці особливості структур відкривають широкі можливості модифікування властивостей складних оксидів, оснований на катіонних заміщеннях і формуванні вакансій у катіонній чи аніонній підрешітках, з метою досягнення високої іонної провідності й швидкого іонного транспортування.