

*Левченко О.О.
(ДонДТУ, м. Алчевськ, Україна)*

ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ РУЙНУВАННЯ АГЛОМЕРАЦІЙНОГО ПИРОГУ ШЛЯХОМ ЗЛАМУ

Теоретично та експериментально на базі фізичної моделі та лабораторного стенду розглянуто особливості дроблення агломерату за умов переважної дії зусиль зламу, доведено ефективність такого підходу.

Ключові слова: *деформація, згин, зріз, одновалкова зубчаста дробарка; агломераційний спік, фізична модель, лабораторний стенд, експериментальні дослідження.*

Рассмотрены вопросы, касающиеся физического моделирования процесса дробления агломерационного спека и приведены результаты исследования физической модели одновалковой зубчатой дробилки.

Ключевые слова: *деформация, изгиб, срез, одновалковая зубчатая дробилка; агломерационный спек, физическая модель, лабораторный стенд, экспериментальные исследования.*

Проблема та зв'язок з науковими та практичними задачами

У теперішній час для дроблення гарячого агломерату широко застосування знайшли одновалкові зубчасті дробарки, які використовуються на більшості агломераційних підприємств металургійного комплексу України та СНД. Головною перевагою таких машин є простота конструкції, бо це суттєво збільшує надійність їх роботи та позитивно відбивається на ремонтоспроможності. Тому основною вимогою до вдосконалення одновалкових дробарок є неускладнення конструкції, таким чином актуальною є задача створення у типовій конструкції дробарки більш раціональних умов руйнування агломерату, що можна досягти за рахунок перерозподілу множини усіх діючих на пиріг зусиль в сторону найбільш сприятливих для дроблення.

Аналіз досліджень та публікацій. Застосування для руйнування матеріалів зусиль зламу відомо у щоківних дробарках з рифленими щокками [1, 2], за рахунок чого досягається концентрація навантаження на матеріал, що підлягає дробленню. Відносно одновалкових зубчастих дробарок такий підхід практично не застосовується, хоча їх конструкція припускає попередній поперековий злам агломераційного спіку на дві

частини з подальшим продавлюванням їх через колосникову решітку [3]. Подальше накладання зусиль зламу в цих дробарках відсутнє, що не дозволяє в повній мірі реалізувати всі переваги простоти їх конструкції. Тому нами, на основі принципово нових технічних рішень, при дробленні агломерату, запропоновано застосовувати умови зламу замість реалізованих в дробарці умов роздавлювання та зрізу [4, 5], що раніше в конструкції одновалкової зубчастої дробарки не використовувалося та не розглядалося.

Постановка задачі. Задачею публікації є обґрунтування ефективності процесу руйнування агломераційного пирогу в одновалковій дробарці за умов переважного накладання зусиль зламу на основі проведення аналітичних та лабораторних досліджень.

Викладення матеріалу та його результати. Деформація зсуву відбувається, якщо на досить близькій відстані одна від іншої на тіло діє дві рівні сили, які перпендикулярні його осі та направлені в протилежні сторони [6]. На практиці, при дробленні агломерату, зсув у чистому вигляді отримати неможливо, так як деформація зсуву супроводжується деформацією згину.

На рисунку 1 наведено схему навантаження аглоспіку, яка діє в теперішній час в одновалкових зубчастих дробарках.

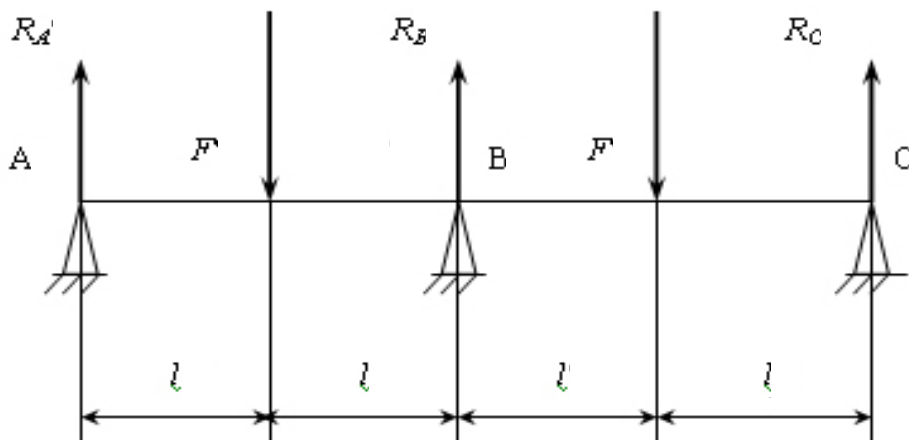


Рисунок 1 – Існуюча схема навантаження аглоспіку

Склалися рівняння моментів відносно точок А, В та С для знаходження відповідних реакцій опор R_A , R_B , R_C , при припущенні, що сили F , які діють на аглоспик між колосниками, є рівними між собою, відстані між опорами однакові, навантаження діє посередині, а $R_A=R_C$:

$$\Sigma m_A = 0 : F \cdot l - R_B \cdot 2 \cdot l + F \cdot 3 \cdot l - R_C \cdot 4 \cdot l = 0,$$

$$\Sigma m_B = 0 : R_A \cdot 2 \cdot l - F \cdot l + F \cdot l - R_C \cdot 2 \cdot l = 0, \quad (1)$$

$$\Sigma m_C = 0 : -F \cdot l + R_B \cdot 2 \cdot l - F \cdot 3 \cdot l + R_A \cdot 4 \cdot l = 0.$$

З виразу (1) знаходилися реакції опор А та С: $R_A = R_C = \frac{2}{3} F$.

Аналогічно знаходилися реакції опор $R_A = R_C$ за новою схемою навантаження, яка відповідає дії переважно згинаючому навантаженню (рисунок 2).

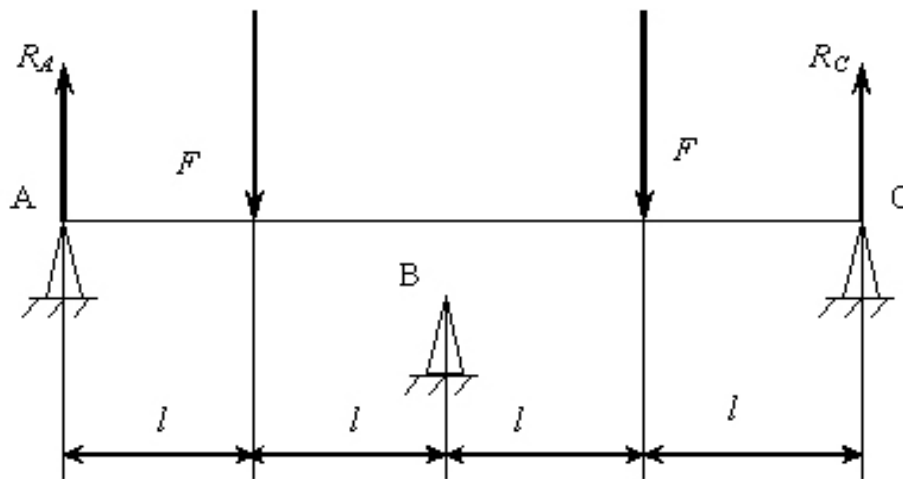


Рисунок 2 - Нова схема навантаження аглоспіку

$$\Sigma m_A = 0 : F \cdot l - F \cdot 3 \cdot l - R_C \cdot 4 \cdot l = 0,$$

(2)

$$\Sigma m_C = 0 : -F \cdot l - F \cdot 3 \cdot l + R_A \cdot 4 \cdot l = 0.$$

З (2) знаходилися реакції опор А и С: $R_A = R_C = F$.

Таким чином, при навантаженні за схемою переважного зламу, реакції, що діють на опори, на 0,33 рази більше, тобто витрати енергії на руйнування агломерату, орієнтовно на 0,33 рази менше.

Для теоретичних положень проводилися експерименти на фізичній моделі дробарки [7] з метою порівняльної оцінки витрат електроенергії на дроблення при розміщенні верхньої поверхні колосників в одній площині та з перепадом висот через колосник. Також порівнювалися обертальні моменти (таблиця 1). Испитам підлягали плитки матері-

алу товщиною 10, 20 та 30 мм при перепаді поверхонь колосників, що складав 5 та 10 мм.

Таблиця 1 - Обертальний момент при руйнуванні матеріалу

Обертальний момент при руйнуванні, $M_{кр}$, Н•м			
Висота плит- ки, h , мм	Перепад верхніх площин колосників, мм		
	5	10	0
10	26	28	29
20	49	49	55
30	122	122	134

Таким чином, при перепаді верхніх поверхонь колосників питомі витрати електроенергії на 9-12 % менше, ніж при відсутності такого перепаду, який має місце при дробленні агломераційного спіку у типовій конструкції одновалкової зубчастої дробарки у діючому виробництві.

Було виявлено, що питомі витрати електроенергії на дроблення із збільшенням товщини плиток зменшуються більш ніж на 40 %.

Для більш повної оцінки ролі перепаду площин колосників у вивченні закономірностей процесу дроблення, обертальний момент додатково вимірювався на спеціалізованому лабораторному стенді, який зображено на рисунку 3.

Момент на приводі моделі дробарки фіксувався за допомогою вимірювального комплексу (рисунок 4), в який входить тензорезисторний перетворювач, який розміщено між валами бистрохідного та тихохідного редукторів, чотирьохканальний підсилювач змінного струму УТ 4-1 ТУ 25.06.1377-82, ПЕОМ з встановленою на його шині платою L-154 12-тиразрядного багатоканального аналогового перетворювача (АЦП) фірми L-CARD.

На рисунках 5 та 6 наведено характерні види сигналів, що зареєстровані відповідно за умов вимірювання значень обертального моменту при дробленні матеріалу товщиною 15 мм без зміщення колосників (рисунок 5) та із зміщенням колосників (рисунок 6) через один на 5 мм. На наведених графіках значення лівої вертикальної шкали відповідає обертальним моментам, що діють на валу ротора моделі дробарки, які отримані з врахуванням передаточного числа тихохідного редуктора її привода, що дорівнює $U=13$.



Рисунок 3 - Лабораторний стенд



Рисунок 4 – Вимірювальний комплекс

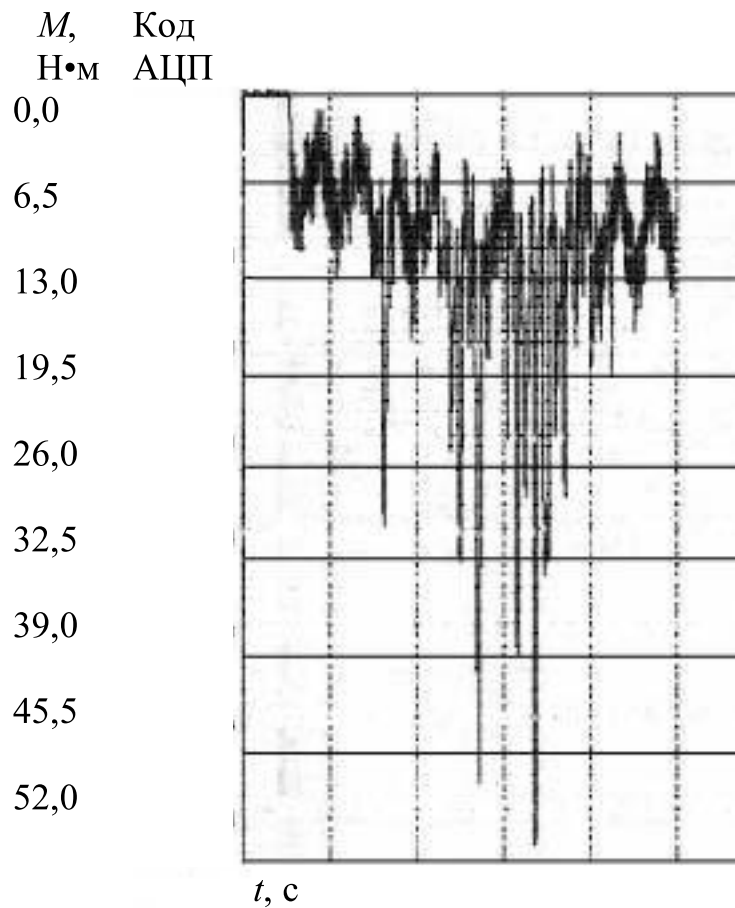


Рисунок 5 - Момент без зміщення колосників

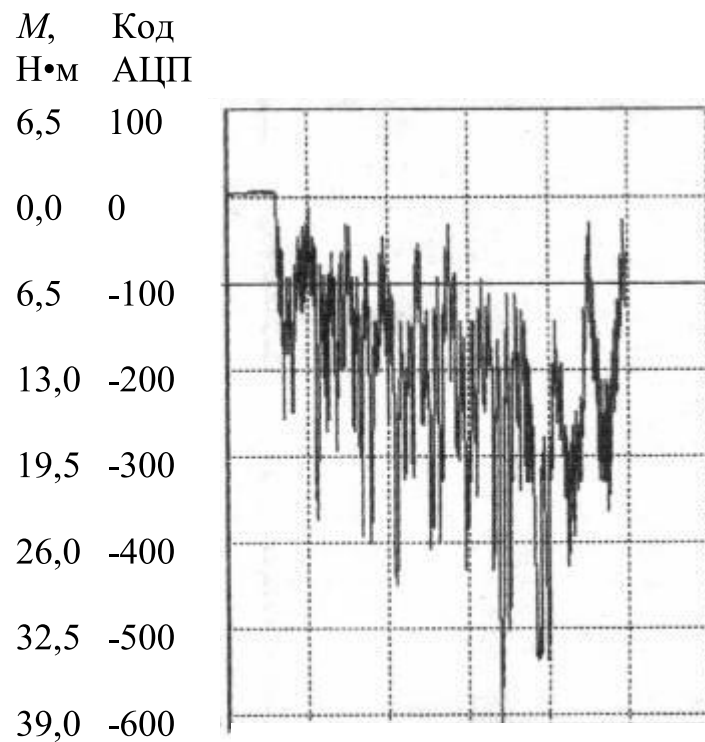


Рисунок 6 – Момент при зміщенні колосників

Висновки та напрямки подальших досліджень.

На основі проведення аналітичних та лабораторних досліджень обґрунтовано ефективність процесу руйнування агломераційного пирогу в одновалковій дробарці за умов переважного накладання зусиль зламу шляхом зміщення верхніх площин її колосників.

Результати, що отримані, підтверджуються та доповнюються один іншим з врахуванням схоластичних особливостей процесу дроблення та впливу масштабних факторів і теорії подоби.

Дослідженнями на лабораторному стенді, доведено, що при пікових значеннях навантаження за рахунок зміщення колосників досягається зниження обертового моменту до 27 %, а середнє його зниження складає 20 %.

У подальших дослідженнях метою є перевірка зменшення витрат електроенергії за рахунок створення умов зламу у діючому виробництві при дробленні агломераційного спіку.

Бібліографічний список

1. Клушанцев Б.В. Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации / Б.В. Клушанцев, А.И. Косарев, Ю.А. Муйземнек. – М.: Машиностроение, 1990. – 320 с.

2. Серго Е.Е. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых: Учебн. для вузов / Е.Е. Серго – М.: Недра, 1985. – 285 с.

3. Жилкин В.П. Производство агломерата, оборудование, автоматизация / В.П. Жилкин, Д.Н. Доронин. – Екатеринбург: Уральский центр ПР и рекламы, 2004. – 292 с.

4. Деклараційний патент на корисну модель 9843 Україна, МПК⁷ В 02 С 4/10. Спосіб дроблення агломерату в одновалковій зубчастій дробарці / Алтухов В.М., Левченко О.О.; заявитель і патентовласник Донбас. держ. техн. ун-т. – № u200503314; заявл. 11.04.05; опубл. 17.10.05, Бюл. № 10. – 3 с.: іл.

5. Деклараційний патент на корисну модель 9865 Україна, МПК⁷ В 02 С 4/10. Спосіб дроблення агломерату в одновалковій зубчастій дробарці / Левченко О.О., Трінсєв Є.Т., Алтухов В.М., Левченко Е.П.; заявитель і патентовласник Донбас. держ. техн. ун-т. – № u200503379; заявл. 11.04.05; опубл. 17.10.05, Бюл. № 10. – 3 с.: іл.

6. Писаренко Г.С. Сопротивление материалов: Учебн. / Писаренко Г.С., Агарев В.А., Квитка А.Л. и др. – М.:1986. – 775 с.

7. Левченко О.А. Физическое моделирование процесса дробления агломерата в одновалковой зубчатой дробилке. / О.А. Левченко // Сборник научных трудов ДонГТУ. Вып. 29. – Алчевск: ДонГТУ, 2009. - С 265 – 272.

Рекомендовано до друку к.т.н., проф. Ульяницьким В.Н.