

СВИДЕРСЬКИЙ В.А.¹, д.т.н., професор, LUONG DUC LONG², Ph.D,
ТОКАРЧУК В.В.¹, к.т.н., доцент, ФЛЕЙШЕР Г.Ю.¹, ТРУС І.М.¹, к.т.н.

¹Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ

²Institute of science and technology of building materials, Republic of Vietnam,
Hanoi

ДОБАВКИ-ІНТЕНСИФІКАТОРИ ПОМЕЛУ КЛІНКЕРУ НА ОСНОВІ АЗОТВМІСНИХ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

В роботі розглянуто ряд інтенсифікаторів помелу на основі азотвмісних органічних сполук та доведено ефективність їх використання в якості хімічних добавок для цементу. Наведено механізм адсорбції активних компонентів добавок на цементних частинках.

В работе рассмотрен ряд интенсификаторов помола на основе азотсодержащих органических соединений и доказана эффективность их использования в качестве химических добавок для цементов. Приведен механизм адсорбции активных компонентов добавок на цементных частицах.

Some of the nitrogen-containing organic grinding aids are observed in the paper. Efficiency of their utilization as cement chemical admixtures is proved. Adsorption mechanism of the admixtures effective agents on the cement particles is given.

Ключові слова: інтенсифікатор помелу, азотвмісні сполуки, клінкер, дисперсність, залишок на ситі

1. Вступ

Цементна промисловість характеризується значною витратою електроенергії, близько 110 кВт*год на 1 тону цементу, причому 40 % з них витрачається на процес помелу клінкеру. До числа факторів, за рахунок яких можна скоротити витрату електроенергії при заданих конструктивно-технологічних характеристиках помольних агрегатів, слід віднести застосування технологічних добавок хімічних речовин різної природи.

Механізм дії інтенсифікаторів помелу оснований на адсорбції молекул поверхнево-активних речовин на поверхні цементних частинок, що дозволяє [1]:

- погасити електростатичний заряд на поверхні частинок, що попереджає агрегування дрібних частинок, усуває проблему налипання матеріалу на кулі та бронефутеровку млина;
- знизити твердість подрібнюваних матеріалів, тим самим знизити енерговитрати на помел;
- змінити коефіцієнт зчеплення (тертя) між молотьними тілами, бронефутеровкою та матеріалом, тим самим підвищити силу удару та дію стирання;

- підвищити швидкість руху матеріалу по млину та циркуляцію його в перетині.

За хімічною природою більшість інтенсифікаторів помелу відносяться до алканоламінів та гліколей. Найбільш широко застосовуються триетаноламін, триізопропаноламін, етиленгліколь та пропіленгліколь [2,3].

В багаточисленних роботах вітчизнах та закордонних вчених показано, що найліпше на процес помелу клінкеру та фізико-механічні властивості цементу впливає триетаноламін [4]. Крім інтенсифікації помелу, триетаноламін сприяє прискоренню тужавлення і тверднення, та збільшенню марочної міцності цементів. При цьому відбувається прискорення гідратації C_3A , реакції взаємодії C_3A з гіпсовим каменем, перетворення еттрингіту в низькосульфатну форму, утворення гексагональних гідроалюмінатів та їх перетворення в кубічні форми. Також виявлено, що триетаноламін прискорює процес утворення фази AFt та процес її трансформації у фазу AFm [5].

Таким чином, великий інтерес представляє дослідження впливу азотвмісних органічних полук на процеси помелу клінкеру та пошук нових більш ефективних інтенсифікаторів. Цього можна досягнути, зокрема, шляхом хімічної переробки різноманітних відходів.

2. Матеріали та методи дослідження

Для дослідження застосовувався клінкер виробництва ПАТ «ВолиньЦемент» наступного мінералогічного складу, мас. %: C_3S – 58,62, C_2S – 12,79, C_3A – 7,06, C_4AF – 12,53.

В якості інтенсифікаторів помелу застосовувалися продукти хімічної переробки пластикової фракції комунальних відходів – ДОР № 1, П-86, П-53 та О-196.

ДОР № 1 – суміш амідів та амонієвих солей терефталевої кислоти, П-86 містить аміді та амонієві солі терефталевої кислоти, 2-оксазолідон, 2-імідазолідон, N-гідроксиетилімідазолідон. Склад П-53 аналогічний складу П-86, але додатково містить гліцерин. О-196 – добавка на основі імідазоліну.

Вище вказані добавки у вигляді 50 %-вих водних розчинів вводилися у кульових лабораторний млин при помелі клінкеру. Помел контрольного клінкеру та клінкеру з добавками різних концентрацій здійснювався за однакових умов.

3. Результати дослідження

Результати дослідження процесу помелу клінкеру з добавкою ДОР № 1 наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Дисперсність клінкеру з добавкою ДОР № 1

Концентрація добавки ДОР № 1, мас. % / Залишок на ситі № 008 після 120 хв помелу, мас. %							
0,000	0,025	0,035	0,045	0,055	0,065	0,085	0,105
18,1	10,5	7,4	9,0	6,9	7,3	14,9	12,9

Встановлено, що добавка ДОР № 1 є інтенсифікатором помелу клінкеру і сприяє збільшенню частки фракції менше 80 мкм порівняно з контрольним клінкером за однаковий час помелу. Оптимальний вміст добавки знаходиться в межах 0,055-0,065 мас. %. При цьому залишок клінкеру на ситі зменшується на 60-65 % порівняно з контрольним.

Результати дослідження помелу клінкеру з добавкою П-86 наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Дисперсність клінкеру з добавкою П-86

Концентрація добавки П-86, мас. % / Залишок на ситі № 008 після 120 хв помелу, мас. %			
0,000	0,055	0,085	0,115
16,4	12,6	10,5	16,1

Добавка П-86 аналогічно ДОР № 1 є інтенсифікатором помелу, однак менш ефективним. Оптимальні концентрації добавки знаходяться в межах 0,085 мас. %. При цьому залишок клінкеру на ситі № 008 зменшується на в середньому 36 % порівняно з контрольним клінкером.

Результати дослідження помелу клінкеру з добавкою П-53 наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 – Дисперсність клінкеру з добавкою П-53

Концентрація добавки П-53, мас. % / Залишок на ситі № 008 після 150 хв помелу, мас. %			
0,000	0,055	0,085	0,115
18,0	17,5	13,2	13,9

Оптимальний вміст добавки П-53 знаходиться в межах 0,085-0,115 мас. %. При таких концентраціях залишок клінкеру на ситі № 008 зменшується в середньому на 25 %. Таким чином, вказана добавка є ще менш ефективною за попередні дві.

Результати дослідження помелу клінкеру з добавкою О-196 наведені в таблиці 4.

Таблиця 4 – Дисперсність клінкеру з добавкою О-196

Концентрація добавки О-196, мас. % / Залишок на ситі № 008 після 60 хв помелу, мас. %		
0,000	0,025	0,050
11,8	1,8	2,3

Добавка О-196 є найбільш ефективним інтенсифікатором помелу з усіх досліджених. При оптимальних концентраціях порядку 0,025-0,050 мас. % залишок клінкеру на ситі № 008 зменшується в середньому на 83 %.

4. Обговорення

На поверхні клінкерних мінералів знаходиться велика кількість активних центрів, які утворюються в результаті випалу та помелу і представлені вільними електронами атомів кисню та вакантними орбіталями металів [4].

Спирти здатні реагувати з металами та утворювати алкоголяти. Таким чином, вони можуть адсорбуватися на поверхні клінкерних мінералів за рахунок утворення зв'язків між алкільними радикалами та лужними і лужно-земельними металами.

Атоми азоту, які мають неподілену пару електронів здатні вступати в донорно-акцепторні зв'язки з атомами металів, які мають вакантні орбіталі, в тому числі з атомами кремнію [5]. Таким чином, адсорбція азотвмісних сполук хімічних добавок може відбуватися на значно більшій кількості активних центрів, що обумовлює їх більшу ефективність впливу на процеси помелу клінкеру.

5. Висновки

Азовмісні сполуки різної структури, як лінійної, так і циклічної, можуть бути застосовані в цементній промисловості в якості інтенсифікаторів помелу. Причому досить ефективними добавками наряду з амінами є амідні карбонових кислот та імідазоліни.

Список використаних джерел

1. Шахова Л.Д. Классификация технологических добавок при помоле цемента / Л.Д. Шахова, Р.А. Черкасов, Н.М. Березина, Д.Б. Манелюк // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12 (часть 2). – С. 295-299.
2. Weibel M. Comprehensive understanding of grinding aids [Online resource] / Martin Weibel, Ratan K. Mishra. – Access mode: http://www.ifb.ethz.ch/pcbm/people/mishrar/Comprehensive_Understanding_of_Grinding_Aids.pdf.
3. Katsioti M. Characterization of various cement grinding aids and their impact on grindability and cement performance / M. Katsioti, P.E. Tsakiridis, P. Giannatos, Z. Tsibouki, J. Marinos // Construction and building materials. – 2009. – Vol. 23, Is. 5. – P. 1954-1959.
4. Heren Z. The influence of ethanolamines on the hydration and mechanical properties of Portland cement / Z. Heren, H. Olmez // Cement and Concrete Research. – 1996. – Vol. 26, Is. 5. – P. 701-705.
5. Han J. Mechanism of triethanolamine on Portland cement hydration process and microstructure characteristics / J. Han, K. Wang, J. Shi, Y. Wang // Construction and Building Materials. – 2015. – Vol. 93. – P. 457-462.
6. Теория цемента / Под ред. А.А. Пащенко. – К.: Будівельник, 1991. – 168 с.
7. Адамович Сергей Николаевич. Атраны и ионные комплексы в дизайне биологически активных соединений: дис. ... доктор хим. наук: 02.00.08 / Адамович Сергей Николаевич. – Иркутск, 2015. – 270 с. – Библиогр.: с. 228-270.