



УДК 622.788

DOI 10.17073/0368-0797-2023-1-86-88



Краткое сообщение  
Short report

## ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЕ В БРИКЕТАХ ИЗ ОКСИДА МАГНИЯ

Н. А. Бабайлов<sup>1</sup>, Ю. Н. Логинов<sup>2</sup>, Л. И. Полянский<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Институт машиноведения имени Э.С. Горкунова Уральского отделения РАН (Россия, 620049, Екатеринбург, ул. Комсомольская, 34)

<sup>2</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (Россия, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19)

<sup>3</sup> ООО «Спайдермаш» (Россия, 620049, Екатеринбург, ул. Студенческая, 54)

✉ fupi\_vs@e1.ru

**Аннотация.** В работе рассмотрена геометрия трещин в объеме брикетов из шлакообразующего материала, широко используемого в черной металлургии – оксида магния MgO. Представлены результаты измерения геометрии и расположения трещин в объеме брикетов, полученных методом валкового брикетирования. Возможность появления трещин в объеме брикетов является технологической особенностью валкового брикетирования. Этот дефект влияет на прочность брикетов, а также на выход годного (и производительность) в процессе брикетирования на валковых брикетировочных прессах. Количество и угол наклона трещин относительно направления брикетирования определено по фотографиям боковой поверхности брикета с использованием графических программ.

**Ключевые слова:** брикет, валковое брикетирование, оксид магния, трещины, угол наклона трещины, прочность брикетов, максимальное касательное напряжение

**Для цитирования:** Бабайлов Н.А., Логинов Ю.Н., Полянский Л.И. Трещинообразование в брикетах из оксида магния. *Известия вузов. Черная металлургия.* 2023; 66(1): 86–88. <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2023-1-86-88>

## CRACKING IN MGO BRIQUETTES

N. A. Babailov<sup>1</sup>, Yu. N. Loginov<sup>2</sup>, L. I. Polyanskii<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institute of Engineering Science, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (34 Komsomol'skaya Str., Yekaterinburg 620049, Russian Federation)

<sup>2</sup> Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin (19 Mira Str., Yekaterinburg 620002, Russian Federation)

<sup>3</sup> LLC “Spaidermash” (54 Studencheskaya Str., Yekaterinburg 620912, Russian Federation)

✉ fupi\_vs@e1.ru

**Abstract.** This paper examines the crack geometry of briquettes in magnesium oxide (MgO), a slagging material widely used in iron and steel making applications. Geometry measurement data and crack layout in briquettes are produced by roll briquetteizing. Cracking in briquettes is likely due to the workflow of roll briquetteizing. This defect affects the strength of briquettes and yield ratio (plus productivity rate) during briquetteizing using roll baling presses. A number and angles of cracks in respect to the briquetteizing direction were identified in accordance with photos of briquette side surfaces using graphical software.

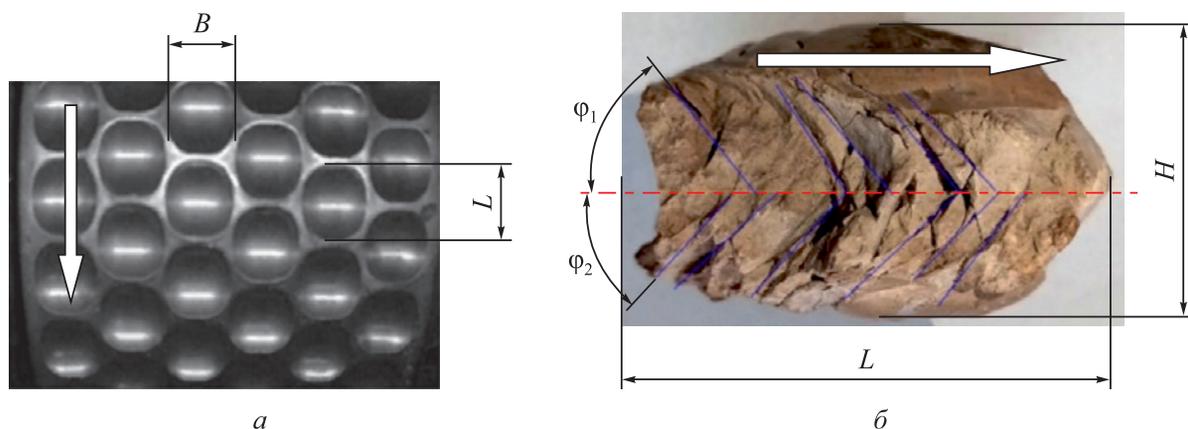
**Keywords:** briquette, roll mill briquetteizing, MgO, cracks, crack angle, briquette strength, maximum tangential stress

**For citation:** Babailov N.A., Loginov Yu.N., Polyanskii L.I. Cracking in MgO briquettes. *Izvestiya. Ferrous Metallurgy.* 2023; 66(1): 86–88. <https://doi.org/10.17073/0368-0797-2023-1-86-88>

Оксид магния MgO (содержание в шлаке 10 – 20 %) является обязательным компонентом для сталеплавильных шлаков. Количеством оксида магния в шлаке регулируют его вязкость. Оксид магния повышает серопоглонительную способность шлака, а также

стойкость футеровки сталеплавильных печей и ковшей.

Для подготовки порошковых материалов к металлургическому переделу часто используются приемы валкового брикетирования [1, 2]. Валковые прессы



Внешний вид ячеек на валке (а) и вид магниального брикета (б) (изображение повернуто), стрелка показывает направление брикетирования

External view of cells on the roll (a) and magnesian briquette (b) (the image is rotated), arrow shows briquetting direction

имеют валки, снабженные ячейками той или иной формы [3]. Известен факт образования при прессовании и прокатке порошковых материалов поперечных и диагональных трещин. Это часто встречающийся вид дефекта в процессах порошковой металлургии [4, 5]. Он предопределяет прочностные свойства продукции.

Целью работы является определение геометрии и расположения трещин, которые образуются при высоких давлениях прессования при сухом брикетировании криолита, фтористого алюминия, оксида магния и др.

Исследованы магниальные брикеты (10 шт.) после брикетирования на валковых брикетировочных прессах в валках (или бандажах), имеющих ячейки, обработанные механическим путем (см. рисунок, а). Гранулометрический состав смеси 0 – 1 мм. Плотность брикетов 2100 кг/м<sup>3</sup>. Прочность брикетов на сбрасывание 75 – 92 %. Размеры брикетов: длина  $L = 32 \pm 1$  мм; высота  $H = 19,5 \pm 0,5$  мм; ширина  $B = 29 \pm 1$  мм. В работе применен метод так называемого «сухого» брикетирования (т. е. брикетирования без связующего или влаги). Зазор между валками пресса при брикетировании составляет 5 мм. На рисунке, б приведена фотография боковой поверхности брикета из оксида магния с хорошо видимыми поверхностными трещинами.

Как видно из рисунка, трещины локализованы ближе к задней части брикета. Ранее было показано, что у ячейки валкового пресса есть нагнетающая сторона контура и противоположная ей. При этом большие давления создаются как раз на нагнетающей стороне, она формирует заднюю часть брикета. В данном случае трещины были созданы в зоне высоких давлений, т. е. они являются перепрессовочными.

С использованием графических программ определены средние углы наклона трещины в верхней и нижней частях брикета ( $\varphi_1 = 49,2^\circ$  и  $\varphi_2 = 48,4^\circ$ ). Количество видимых трещин в брикетах составляет 5 – 6 шт. Средний угол наклона трещин в объеме брикета  $48,8^\circ$  (это

значение укладывается в интервал значений  $45 - 60^\circ$ ). Обычно появление трещин, имеющих наклон примерно  $45^\circ$  к оси прокатки, связывают с действием максимальных касательных напряжений.

## Выводы

Выявлено, что трещины в брикетах создаются в задней части брикета, т. е. в зоне действия больших давлений. Одной из рекомендаций по исправлению полученного вида брака (перепрессовочных трещин) является увеличение зазора между валками брикетировочного пресса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Dec R.T., Zavaliangos A., Cunningham J.C. Comparison of various modeling methods for analysis of powder compaction in roller press. *Powder Technology*. 2003; 130(1–3): 265–271. [http://doi.org/10.1016/S0032-5910\(02\)00203-6](http://doi.org/10.1016/S0032-5910(02)00203-6)
2. Simonov K.V., Luzin A.G., Bocharov L.D., Fler S.A., Gol'dberg I.A., Timofeev N.N., Shumeiko R.M. Briquetting caustic magnesite on industrial type smooth rollers. *Refractories*. 1974; 15: 185–193. <https://doi.org/10.1007/BF01286260>
3. Bayul K.V. Effect of the geometrical parameters of roll press forming elements on the briquetting process: Analytical study. *Powder Metallurgy and Metal Ceramics*. 2012; 51: 157–164. <https://doi.org/10.1007/s11106-012-9411-8>
4. Eremin A.Ya., Babanin V.I., Kozlova S.Ya. Establishing the requirements for indices characterizing the mechanical strength of briquets with binders. *Metallurgist*. 2003; 47(11–12): 437–446. <https://doi.org/10.1023/B:MELL.0000019002.95148.fa>
5. Barsukov V.G., Krupicz B., Barsukov V.V. Tribomechanical analysis of interlayer shear and surface crack nucleation processes in compacted disperse materials. *Journal of Friction and Wear*. 2015; 36: 112–117. <https://doi.org/10.3103/S1068366615020026>

6. Бабайлов Н.А., Логинов Ю.Н., Полянский Л.И. Влияние зазора между валками на параметры валкового брикетирования металлургической извести и оксида магния. *Черные металлы*. 2022; (6): 9–14.  
<https://doi.org/10.17580/chm.2022.06.02>

Babailov N.A., Loginov Yu.N., Polyansky L.I. Influence of the gap between the rolls on parameters of the roll briquetting of metallurgical lime and magnesium oxide. *Chernye Metally*. 2022; (6): 9–14.  
<https://doi.org/10.17580/chm.2022.06.02>

### Сведения об авторах

### Information about the Authors

**Николай Александрович Бабайлов**, к.т.н., старший научный сотрудник лаборатории прикладной механики, Институт машиноведения имени Э.С. Горкунова Уральского отделения РАН  
**ORCID:** 0000-0002-6245-2841  
**E-mail:** fupi\_vs@e1.ru

**Юрий Николаевич Логинов**, д.т.н., профессор кафедры «Обработка металлов давлением», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина  
**ORCID:** 0000-0002-7222-2521  
**E-mail:** j.n.loginov@urfu.ru

**Леонид Иванович Полянский**, директор, ООО «Спайдермаш»  
**E-mail:** info@spidermash.ru

**Nikolai A. Babailov**, Cand. Sci. (Eng.), Senior Researcher of the Laboratory of Applied Mechanics, Institute of Engineering Science, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences  
**ORCID:** 0000-0002-6245-2841  
**E-mail:** fupi\_vs@e1.ru

**Yurii N. Loginov**, Dr. Sci. (Eng.), Prof. of the Chair “Metal Forming”, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin  
**ORCID:** 0000-0002-7222-2521  
**E-mail:** j.n.loginov@urfu.ru

**Leonid I. Polyanskii**, Director, LLC “Spaidermash”  
**E-mail:** info@spidermash.ru

### Вклад авторов

### Contribution of the Authors

**Н. А. Бабайлов** – проведение работ по определению угла наклона трещин в брикетах.

**Ю. Н. Логинов** – обзор и методика определения угла наклона трещины в брикетах.

**Л. И. Полянский** – проведение экспериментальных работ по валковому брикетированию.

**N. A. Babailov** – determining the angle of inclination of cracks in briquettes.

**Yu. N. Loginov** – review and method for determining the angle of inclination of crack in briquettes.

**L. I. Polyanskii** – conducting experiments on roller briquetting.

Поступила в редакцию 16.01.2023

После доработки 20.01.2023

Принята к публикации 20.01.2023

Received 16.01.2023

Revised 20.01.2023

Accepted 20.01.2023