

Айдана Ержан^{1*}, Светлана Сергеевна Квон¹, Константин Юрьевич Окишев²

¹Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, г. Караганда, Республика Казахстан.

²Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Российская Федерация

*aidana_kartu@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЯЗУЮЩЕГО НА ХАРАКТЕРИСТИКИ БРИКЕТОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРРОСПЛАВОВ

В данной работе представлены результаты исследований, направленных на поиск связующего для брикетирования высокодисперсной пыли ферросплавного производства (ВДП) казахстанского происхождения. Проведен анализ фракционного состава и формы частиц ВДП. В качестве связующего были использованы жидкое стекло и каустическая сода. Полученные результаты подтвердили возможность использования жидкого стекла в качестве связующего. Экспериментальные брикеты демонстрируют высокую прочность на сжатие и устойчивость к падению, что позволяет их эффективно транспортировать и загружать.

Ключевые слова: Высокодисперсная пыль, прочность, брикеты, жидкое стекло, фракционный состав, каустическая сода.

Yerzhan Aidana, Svetlana S. Kvon, Konstantin Yu. Okishev

STUDY OF THE EFFECT OF THE BINDER ON THE CHARACTERISTICS OF BRIQUETTES MADE FROM WASTE PRODUCTS OF FERROALLOYS

This paper presents the results of research aimed at finding a binder for briquetting highly dispersed ferroalloy dust (HDD) of Kazakhstani origin. The analysis of the fractional composition and shape of the HDD particles was carried out. Liquid glass and caustic soda were used as a binder. The results obtained confirmed the possibility of using liquid glass as a binder. Experimental briquettes demonstrate high compressive strength and resistance to falling, which allows them to be transported and loaded efficiently.

Keywords: Highly dispersed dust, strength, briquettes, liquid glass, fractional composition, caustic soda.

В процессе производства ферросплавов среди прочих техногенных отходов обязательно образуется высокодисперсная пыль (ВДП). Эта пыль имеет двойное происхождение: во-первых, она образуется в результате реализации самого технологического процесса при сбросе ферросплавного продукта; во-вторых, образуется как продукт работы газоочистительных систем [1].

Независимо от происхождения ВДП близка по составу к производимому ферросплаву и может быть использована как сырье для получения кондиционного продукта. В настоящее время ВДП казахстанских ферросплавных производств активно экспортируется за рубеж, в частности в Россию, а затем импортируется в РК в виде брикетированного продукта с высокой добавленной стоимостью.

ВДП сама по себе представляет экологическую опасность, т.к. требует значительных площадей для хранения, является источником загрязнения воздушного бассейна и обладает значительной пирофорностью за счет развитой поверхности взаимодействия [1,2]. Эти обстоятельства обуславливают актуальность поставленной проблемы.

В настоящее время в мире существует достаточное количество реализуемых технологий утилизации ВДП, но в нашей стране такие технологии широко не используются. Проблема усугубляется тем фактом, что простой трансфер технологии утилизации ВДП невозможен, т.к. ВДП каждого производства характеризуется определенными особенностями, такими как химический и фракционный составы, наличие примесей и пр. Это приводит к тому, что необходимо адаптировать даже известные технологии под локальный продукт.

Одним из перспективных направлений утилизации ВДП является производство брикетов, т.к. использование ВДП в исходном виде, без предварительного окускования не представляется возможным [3,4].

Цель данной работы - определить влияние некоторых связующих на прочность и твердость готового брикета, производимого на базе казахстанского сырья. В качестве основного сырья использовалась высокодисперсная пыль (ВДП) ТОО «YDD Corporation».

В качестве связующего для производства брикетов из ВДП были выбраны жидкое стекло (водный щелочной раствор силикатов натрия $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$) и 30%-ный водный раствор каустической соды NaOH .

Выбор связующих основан на результатах исследований [5-7], в которых в качестве связующих использовались данные вещества, однако состав химический и фракционный состав ВДП отличался от используемого в данной работе. Связующие и влага добавлялись сверх 100%, за 100% принималась масса чистой ВДП.

В таблице 1 приведены составы используемой шихты.

Таблица 1

Состав используемой шихты

Обозначение шихты	Количество $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n, \%$	Количество $\text{NaOH}, \%$	Вода, %
А	10	-	5
В	-	10	5

Все компоненты шихты тщательно смешивались в течение 5 минут до достижения гомогенной массы. Затем с помощью пресса из подготовленной шихты готовились образцы диаметром 35мм и высотой 10мм, давление прессования варьировалось в пределах от 30 до 60 кН.

Сырые брикеты подвергали сушке при температуре 60 °С в течение 2 часов. По окончании процесса сушки готовые брикеты испытывались на прочность на сжатие и прочность на сброс.

Прочность на сжатие определялась на машине Instron, прочность на сброс определялась по методике, указанной в работе [8].

В таблице 2 показаны результаты проведенных исследований.

Таблица 2

Результаты проведенных исследований

Номер образца	Шихта	Давление прессования, кН	Прочность на сжатие, МПа	Доля подрешетного продукта ≤ 10 мм, %
1	А	30	15	44
2		40	19	26
3		50	27	15
4		60	32	10
5	В	30	12	58
6		40	22	35
7		50	26	23
8		60	28	18

Как видно из данных таблицы 2 образцы серии А (связующее – жидкое стекло) по всем показателям показывают более высокие характеристики, чем образцы серии В. Следовательно, использование каустической соды в качестве связующего при брикетировании ВДП данного предприятия (ТОО «YDD Corporation») представляется менее целесообразным.

Если рассматривать взаимосвязь между давлением прессования и массовой долей подрешетного продукта (таблица 2), то можно сделать вывод, что использование давления прессования ниже 50кН также нецелесообразно, т.к. выход подрешетного продукта после испытаний на сброс превышает допустимую норму согласно ГОСТ 1415-93. Такие брикеты не могут быть использованы в дальнейшем, т.к. при транспортировке или загрузке они будут увеличивать количество твердых веществ, выбрасываемых в атмосферу, что свою очередь, приведет к ухудшению технико-экономических показателей, загрязнению окружающей среды и т.д.

Также надо отметить, что образцы № 3 и № 4 обладают достаточной прочностью на сжатие: 27 и 32 МПа соответственно. Согласно исследованию [9-10] для транспортировки брикетов необходимо обеспечить механическую прочность не менее 25 МПа.

Закключение. Проведенные исследования по поиску связующего для брикетирования высокодисперсной пыли ферросплавного производства показали возможность применения жидкого стекла в качестве связующего. Полученные результаты являются основанием для проведения более детальных исследований по разработке режимов прессования и сушки из ВДП казахстанского содержания для производства кондиционного продукта.

В дальнейшем необходимо исследовать химический состав и такие свойства брикетов, как пористость, распределение пор по размерам, удельная поверхность пор, т.к. эти параметры пористой структуры определяют электропроводность, теплопроводность и поверхность взаимодействия, которые в совокупности с механическими свойствами определяют качество конечного продукта.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Костиков В.И., Варенко А.Н. Промышленная и экологическая безопасность металлургических производств // М.: Экомет, 2006, 392 с.
2. Ожогин В.В.//Основы теории и технологии брикетирования измельченного металлургического сырья // Мариуполь: ПГТУ, 2012, 441с.
3. Meghana A Patankar, Sandeep Td Experimental Investigations on Effect of Alccofines and Microsilica on Durability Properties of High Performance Cocrete//International Journal of Advanced in Managment, Technology and Engineering Sciences//2018, v.8, pp.1-8.
4. Aubakirov D., Issagulov A., Kvon S., Kulikov V., Chsherbakova Y., Arinova S. Modifying Effect of a New Boron-Barium Ferroalloy on the Wear Resistance of Low-Chromium Cast Iron // Metals, 2022, 12(7), 1153.
5. Fei Li, Zhibo Sun, Fegyun Yan The agglomeration of solid Wastes for Ferroalloy Production // Infacon XVI:Internationalak Ferro-Alloys Congress? Trondheim 27029 September 2021.
6. Патент RU 2398029 // Способ получения брикетов из промышленных дисперсных ферросплавов
7. Патент RU 2156814 С1 // Способ получения брикетов из дисперсных и порошкообразных отходов ферросплавного производства.
8. Проценко Е.Л., Жуковский Т.Ф. Экспериментальные исследования процесса брикетирования мелкофракционной пыли производства ферросилиция // Вестник БГЕУ им. В.Г. Шухова, 2014, № 6 стр. 187-191.
9. Baisanov S., Tolokonnikova V., Narikbayeva G., Korsukova I., Mukhambetgaliyev Ye. Mathematical method of phase equilibrium of binary system Cr-Si based on Bjerrum-Guggenheimconcept // Metalurgija.. – 2020.- Vol.59, Issue 1. P.-97-100.
10. Aubakirov, D.R., Issagulov, A.Z., Akberdin, A.A., Kulikov V., etc. Influence of boron- and barium-containing modifiers on the structure of low-chromium cast iron // Heliyon, 2022, 8(11), e11496

REFERENCES

1. Kostikov V.I., Varenko A.N. Industrial and environmental safety of metallurgical industries // Moscow: Ekomet, 2006, 392 p.
2. Ozhogin V.V.//Fundamentals of the theory and technology of briquetting crushed metallurgical raw materials // Mariupol: PGU, 2012, 441s.
3. Megana A. Patankar, Sandip T. D. Experimental studies of the effect of alkophines and silica on the strength properties of high-performance concretes //International Journal of Advanced Sciences in Management, Technology and Engineering //2018, vol. 8, pp. 1-8.
4. Aubakirov D., Isagulov A., Kwon S., Kulikov V., Shcherbakova Yu., Arinova S. Modifying effect of a new boron-barium ferroalloy on the wear resistance of cast iron with a low chromium content // Metals, 2022, 12(7), 1153.
5. Fei Li, Zhibo Song, Yan Fegyun On agglomeration of solid waste for the production of ferroalloys // Infacon XVI century.: International Congress on Ferroalloys? Trondheim, 27029 September 2021
6. Patent RU 2398029 // Assistance in obtaining certificates from software products.
7. Patent RU 2156814 C1 // Assistance in obtaining certificates from foreign and foreign production.
8. Protsenko E.L., Zhukovsky T.F. Experimental studies of the process of briquetting fine-fraction dust produced by ferrosilicon // Bulletin of the BGEU named after V.G. Shukhov, 2014, No. 6 pp. 187-191.
9. Baysanov S., Tolokonnikova V., Narikbaeva G., Korsukova I., Mukhambetgaliev E. Mathematical method of division of labor based on intellectual property. Cr-Si systems based on the Berrum-Guggenheim concept // Metallurgy.. – 2020.-Volume 59, issue 1.- pp.97-100.
10. Aubakirov D.R., Isagulov A.Z., Akberdin A.A., Kulikov V.V. and others. The effect of modifiers holding boron and barium on the structure of cast iron with no one holding it // Helion, 2022, 8(11), e11496