

Утилизация хвостов обогащения железных руд в производстве строительных материалов

ТАЖИБАЕВА Дана Маратовна, магистр, старший преподаватель, dan4ik1511@mail.ru, Рудненский индустриальный институт, Казахстан, 111500, Рудный, ул. 50 лет Октября, 38.

Аннотация. Цель исследования – утилизация хвостов обогащения железных руд. В процессе добычи железной руды образуется большое количество отходов, которые складываются в хвостохранилищах. Зернистый техногенный материал отрицательно влияет на окружающую среду. Для утилизации хвостов обогащения предлагается технология получения мелкого заполнителя для строительных материалов. Приводятся технологические параметры, характеризующие песок, полученный из отходов обогащения железных руд. Приводятся выводы исследователей, работающих в этой сфере. Техногенный песок может быть использован в качестве мелкого заполнителя в тяжелых, мелкозернистых бетонах, асфальтобетонных смесях, а также в производстве силикатного и шлакового кирпича. Таким образом, можно решить проблему утилизации хвостового хозяйства горно-обогатительных комбинатов, тем самым расширить сырьевую базу для производства строительных материалов.

Ключевые слова: отходы, обогащение, руда, хвосты, песок, бетон.

Введение

В современном мире остро стоит проблема утилизации отходов промышленности. Порядка 90% приходится на отходы добычи и переработки полезных ископаемых. Одним из таких комплексов, создающих груды переработки отходов, является горнодобывающая промышленность. В статье речь пойдет о железорудной промышленности. Нередко можно наблюдать такую картину: вблизи территории градообразующих предприятий образуется искусственно созданный рельеф, точнее, груды накопленных отходов.

Львиную долю отходов занимают вскрышные породы – 60-70%, хвосты сухой магнитной сепарации (СМС) составляют 5-12%, хвосты мокрой магнитной сепарации (ММС) 35-85% от переработанной руды. Приведенные процентные показатели зависят от содержания железа в исходном сырье и глубины залегания.

Вскрышные породы, или вскрыша, – это отходы пустой породы, не содержащие в данном случае железа. Далее отходы обогащения железных руд делятся на два вида: хвосты сухой магнитной сепарации, зерновой состав которых достаточно крупный 20 мм. На предприятии, конечная цель которого – получение железорудного концентрата, данные отходы производства не являются объектом пристального внимания работников лабораторий и отдела технического контроля [1].

Наиболее стратегически важным объектом изучения в подобном производстве являются отходы ММС, так как их складирование предусмотрено в специализированных дамбах

– «хвостохранилищах». Это специальные железобетонные сооружения, позволяющие удерживать миллиарды кубометров пульпы. Пульпа поступает в хвостохранилище по специальным трубопроводам, перекачивается насосами. Места намыва хвостов регулируют работники хвостохранилища. Так, для обеспечения нормальной работы железорудной фабрики необходима бесперебойная работа хвостового хозяйства. По мере увеличения отходов необходимо расширение площадей дамбы, один из способов – это наращивание бортов хвостохранилища. Следует отметить, что водо-твердое отношение отходов ММС в среднем составляет 18:1. Одной из главных задач производства – организовать круговорот воды в технологическом процессе – осветление воды и возврат в цех.

Результаты исследования

Главная задача хвостового хозяйства – это поддержание склада отходов ММС в рабочем состоянии. Этот объект является объектом повышенного внимания. Нельзя допустить просачивание пульпы в грунт, поэтому необходимо следить за так называемыми «мокрыми пятнами», и, конечно же, особая опасность – это прорыв дамбы – меры по своевременному укреплению, бетонированию.

Работа хвостохранилища должна периодически контролироваться геотехническими и гидрогеологическими параметрами. Контроль заключается в следующем: отбор проб, определение физико-механических характеристик, анализ гранулометрического и химического состава хвостов с разных точек хвостохранилища, определение

физико-химического состава и степени осветления оборотной, дренажной и рудничной воды. Осуществляются наблюдения: за положением депрессионной кривой в теле дамбы хвостохранилища; выходом фильтрационных вод; уровнем грунтовых вод по створам наблюдательных скважин на территории, прилегающей к хвостохранилищу.

Характеристика хвостов ММС: средневзвешенный диаметр составил 0,21 мм.

Недостатком отходов ММС является непостоянный химический состав. Химический состав хвостов ММС в зависимости от периода представлен в таблице 1.

На разницу в показателях влияет место взятия пробы (дно или пляж), сезон (лето, зима), а также номер хвостохранилища. Физико-химические свойства хвостов ММС представлены таблицами 2, 3.

Для более полного представления масштабов складирования отходов приведен объем уложен-

ных хвостов, а также Т:Ж отношение, которое в большей степени раскрывает понятие «пульпы» (таблица 4).

По своим гранулометрическим и химическим свойствам отходы мокрой магнитной сепарации можно отнести к техногенным пескам.

Исследования к.т.н. Шейченко М.С. из Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова показали возможность использования отходов ММС Ковдорского месторождения в получении композиционного вяжущего вещества, что позволит сократить количество вяжущего как самого дорогостоящего и энергоемкого материала без снижения прочности конечного изделия. Шейченко М.С. в своей диссертационной работе доказал возможность использования полученного на основе отходов ММС композиционного вяжущего мелкозернистого бетона [2].

Использование отходов железных руд в виде

Таблица 1 – Полный химический состав хвостов ММС

Период/ квартал	Элементы и окислы												
	Массовая доля, %												
	Fe	S	Fe _{мар}	FeO	CaO	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	P	TiO ₂	MnO	Cu	Ni
I	12,55	3,03	2,22	6,42	12,0	41,5	6,2	12,7	0,24	0,438	0,264	0,062	0,005
II	12,47	3,39	2,04	6,73	11,4	41,4	6,6	12,3	0,31	0,450	0,288	0,040	0,005
III	12,54	2,78	2,86	6,53	11,7	41,7	6,1	12,3	0,28	0,446	0,280	0,040	0,005
IV	12,46	2,73	2,32	6,96	11,7	42,3	6,4	11,9	0,28	0,483	0,287	0,040	0,009

Таблица 2 – Характеристика хвостов отобранных со дна прудка и пляжей хвостохранилища

Показатели	Отсек № 2		Отсек № 3	
	со дна прудка	пляж	со дна прудка	пляж
Насыпная плотность сухого скелета, т/м ³	1,17	1,51	1,44	1,54
Истинная плотность, г/см ³	3,01	3,47	3,18	3,45
Средневзвешенный диаметр, мм	0,03	0,32	0,04	0,37

Таблица 3 – Результаты химического состава, истинной, насыпной плотностей технологических хвостов ММС

Период	Массовая доля, %		Насыпная плотность, т/м ³	Истинная плотность, г/см ³
	Fe _{общ}	S		
I квартал	12,55	2,91	1,55	2,02
II квартал	12,47	2,95	1,48	3,04
III квартал	12,54	2,74	1,50	3,04
IV квартал	12,46	2,62	1,49	3,06

минерального порошка в технологии гиперпресования кирпича описано в [3]. Шламовые отходы возможно использовать в технологии керамических стеновых изделий. Данный метод утилизации описан в трудах Столбоушкина А.Ю. [4].

Рассмотрим свойства и возможности утилизации отходов сухой магнитной сепарации. Гранулометрический состав, а также содержание Fe в хвостах СМС приведены в таблице 5.

Если отходы ММС – это техногенный мелкий

Таблица 4 – Количество сухих хвостов и объем перекаченной пульпы, поступивших на хвостохранилище

Период	Всего уложенных хвостов, т	Объем пульпы, млн м ³	Т:Ж	Массовая доля твердого состава пульпы, %
Январь	1462945	27,159421	1:18	5,20
Февраль	1284688	24,580672	1:19	5,05
Март	1617934	26,855080	1:16	5,79
Апрель	1465148	25,844086	1:17	5,46
Май	1462714	28,773978	1:19	4,92
Июнь	1440375	27,009297	1:18	5,15
Июль	1638349	28,734374	1:17	5,49
Август	1474958	27,389104	1:18	5,20
Сентябрь	1542951	26,849612	1:17	5,53
Октябрь	1556851	28,716115	1:18	5,23
Ноябрь	1340766	27,475615	1:20	4,72
Декабрь	1408056	30,246158	1:21	4,51
За год	17695735	329,633512	1:18	5,18

Таблица 5 – Гранулометрический состав, содержание остаточного Fe в хвостах СМС

Проба		Классы крупности, %								Итого
		-40+25	-25+20	-20+16	-16+12	-12+10	-10+5	-5+2	-2+0	
1	выход	4,3	20,1	26,6	12,7	9,3	11,6	8,4	7,0	100,0
	Fe _{общ}	7,8	9,6	10,2	10,5	9,6	9,8	9,9	17,0	10,4
	Fe _{магн}	4,1	2,0	2,4	2,0	1,9	1,9	1,8	7,8	2,6
2	выход	4,5	17,8	28,9	13,0	8,6	9,3	9,4	8,5	100,0
	Fe _{общ}	7,1	9,1	8,9	8,6	8,8	8,7	9,0	14,3	9,3
	Fe _{магн}	2,1	2,7	2,0	1,8	2,0	2,0	2,0	6,7	2,5
3	выход	6,1	3,3	14,6	11,5	9,7	15,7	16,2	22,9	100,0
	Fe _{общ}	6,0	6,2	6,6	7,9	8,6	8,8	9,6	15,4	9,7
	Fe _{магн}	1,4	1,2	1,7	1,9	2,4	2,1	2,6	9,0	3,6
4	выход	1,7	9,3	15,9	9,2	9,1	13,6	14,8	26,4	100,0
	Fe _{общ}	14,0	9,5	11,0	11,2	13,0	13,3	13,9	19,6	14,1
	Fe _{магн}	4,2	2,9	2,9	3,1	4,0	4,0	4,1	7,8	4,7
5	выход	16,3	25,4	29,9	8,7	6,3	5,5	3,3	3,5	100,0
	Fe _{общ}	8,4	9,0	5,9	6,5	5,8	6,7	7,0	15,9	7,5
	Fe _{магн}	4,2	4,3	1,4	1,3	1,0	1,8	1,9	5,8	2,7
6	выход	12,7	24,90	20,80	7,40	6,80	6,90	6,10	8,10	100,0
	Fe _{общ}	8,9	9,20	8,40	8,90	9,00	9,00	9,10	20,20	9,3
	Fe _{магн}	3,3	3,30	2,20	1,80	2,80	2,60	2,00	12,20	3,3

заполнитель (песок), то хвосты СМС-заполнитель более крупной фракции – щебень. В производстве строительных материалов использование отходов СМС намного проще, так как представляют собой уже готовый к применению продукт, нежели содержание воды в большом количестве, отходы ММС, нуждающиеся в откачке, фильтрации, отжиме и дальнейшей сушке.

Сферы использования отходов СМС в производстве строительных материалов:

- мелкозернистые бетоны, в качестве заполнителя;
- кислотоупорные строительные материалы, в качестве кремнийсодержащего компонента;
- цементная промышленность;
- асфальтобетоны и дорожные бетоны на основе цемента;
- для подстилающих слоев и дорожного основания.

Дворкин Л.И. на основании своих исследований утверждал, что бетоны на железисто-кварцитовом и гранитном щебне близки по свойствам, но бетонам на щебне из отходах ГОКов свойственна более низкая истираемость [1], одна из главных свойств дорожных материалов.

Заключение

Положительный момент использования отходов СМС в бетонах – это шероховатость поверхности зерен, которая увеличивает прочность сцепления заполнителей и вяжущего вещества, способствующая более прочному омоноличиванию. Имеются и определенные риски, в связи с тем, что отходы СМС являются продуктом дробления – запыленность заполнителя превышает запыленность обычного гранитного щебня. Еще одной важной характеристикой зернового материала является форма зерен. Как известно, для получения более высокопрочного материала, а в данном случае бетона, приветствуется кубовидная форма, однако исследования показали, что содержание лещадных и угловатой формы зерен также завышено.

Последние утверждения не должны отрицательно влиять на утилизацию железосодержащих отходов в производстве строительных материалов. Необходимо это рассматривать как брошенный вызов – технологическую задачу, решение которой откроет перспективы ресурсо-, энергосбережения, и самое важное – решить одну из главных экологических проблем металлургической промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дворкин, Л.И. Строительные материалы из отходов промышленности: учебно-справочное пособие / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – Ростов-н/Д: Феникс, 2007. – 368 с.
2. Композиционные вяжущие с использованием высокомагнезиальных отходов Ковдорского месторождения / М.С. Шейченко, В.С. Лесовик, Н.И. Алфимова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2011. – №1. С. 10–14.
3. Зуева, Л.М. Инновационное развитие предприятий строительных материалов [Электронный ресурс] / Л.М. Зуева, И.Г. Штанько, А.С. Лебедева. – Электрон. дан. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Экономика и предпринимательство. – 2013. – № 11. – С. 6-11. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/journal/issue/296625>
4. Столбоушкин А.Ю. Стеновые керамические изделия на основе отходов углеобогащения и железосодержащих добавок: монография / А.Ю. Столбоушкин, А.А. Карпачева, А.И. Иванов. – Новокузнецк: Изд-во «Интер-Кузбасс», 2011. – 156 с.

Құрылыс материалдары өндірісінде темір кендерін байыту қалдықтарын кәдеге жарату

ТАЖИБАЕВА Дана Маратовна, магистр, аға оқытушы, dan4ik1511@mail.ru,

Рудный индустриалдық институты, Қазақстан, 111500, Рудный, Қазанға 50 жыл көш., 38.

Аңдатпа. Зерттеудің мақсаты – темір кенінің байыту қалдықтарын кәдеге жарату. Темір кенін өндіру процесінде қоқыстардың көп мөлшері пайда болады, олар қалдық қоймаларында сақталады. Түйіршікті техногендік материал қоршаған ортаға теріс әсер етеді. Байыту қалдықтарын кәдеге жарату үшін құрылыс материалдарына арналған үшін ұсақ толықтырғыш алу технологиясы ұсынылады. Темір кендерін байыту қоқыстарынан алынған құмды сипаттайтын технологиялық параметрлер келтірілген. Осы салада жұмыс істейтін зерттеушілердің тұжырымдары келтірілген. Техногендік құм ауыр, ұсақ түйіршікті бетондарда, асфальтбетон қоспаларында, сондай-ақ, силикат пен қож кірпіш өндірісінде ұсақ толықтырғыш ретінде пайдаланылуы мүмкін. Осылайша, тау-кен байыту комбинаттарының қалдық шаруашылығын кәдеге жарату проблемасын шешуге, сол арқылы құрылыс материалдарын өндіру үшін шикізат базасын кеңейтуге болады.

Кілт сөздер: қоқыстар, байыту, кен, қалдықтар, құм, бетон.

Utilization of Iron Ore Dressing Tailings in Production of Building Materials

TAZHIBAEVA Dana, master, Senior Lecturer, dan4ik1511@mail.ru,
Rudny Industrial Institute, Kazakhstan, 111500, Rudny, 50 years of October str., 38.

Abstract. The purpose of the study is utilization of iron ore dressing tailings. During the extraction of iron ore, a large amount of waste is generated, which is stored in tailings. Granular anthropogenic material has a negative impact on the environment. A technology of producing fine aggregate for building materials is proposed for the disposal of tailings. The technological parameters characterizing the sand obtained of iron ore dressing wastes are given. The conclusions of researchers working in this area are presented. Man-made sand can be used as a fine aggregate in heavy, fine-grained concrete, asphalt-concrete mixtures, as well as in the production of silicate and slag bricks. Thus, it is possible to solve the problem of utilization of the tailings facilities of mining and processing plants, thereby expanding the raw material base for the production of building materials.

Keywords: waste, beneficiation, ore, tailings, sand, concrete.

REFERENCES

1. Dvorkin, L.I. Stroitelnye materialy iz otkhodov promyshlennosti: uchebno-spravochnoe posobie / L.I. Dvorkin, O.L. Dvorkin. – Rostov-n/D: Feniks, 2007. – 368 s.
2. Kompozitsionnye vyazhushchie s ispolzovaniem vysokomagnezialnykh otkhodov Kovdorskogo mestorozhdeniya / M.S. Sheichenko, V.S. Lesovik, N.I. Alfimova // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova. – 2011. – №1. S. 10–14.
3. Zueva, L.M. Innovatsionnoe razvitie predpriyatii stroitelnykh materialov[Elektronnyi resurs] / L.M. Zueva, I.G. Shtanko, A.S. Lebedeva. – Elektron. dan. // Nauchnyi vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Ekonomika i predprinimatel'stvo. – 2013. – № 11. – S. 6-11. – Rezhim dostupa: <http://e.lanbook.com/journal/issue/296625>
4. Stolboushkin A.Yu. Stenovye keramicheskie izdeliya na osnove otkhodov ugleobogashcheniya i zhelezosoderzhashchikh dobavok: monografiya / A.Yu. Stolboushkin, A.A. Karpacheva, A.I. Ivanov. – Novokuznetsk: Izd-vo «Inter-Kuzbass», 2011. – 156 s.