

УДК 67.08

Д.А. Ахмедов

Институт геологии и геохимии УрО РАН
им. академика А.Н. Заварицкого, г. Екатеринбург

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ТЕХНИЧЕСКИХ ПЕСКОВ СРЕДНЕУРАЛЬСКОГО МЕДНОГО ЗАВОДА (УРАЛ)

В статье отражено современное состояние проблемы производства отходов горнодобывающей отрасли и устаревание подхода к техногенным минеральным образованиям как к вредному продукту человеческой деятельности, исследованы контрастные свойства технических песков Среднеуральского медного завода, показаны перспективы более комплексного применения данного вида отходов в качестве железосодержащего и цинксодержащего сырья, сырья лакокрасочной промышленности, минеральной добавки к цементам, минеральных удобрений.

Ключевые слова: техногенно-минеральные образования, медеплавильные шлаки, комплексное использование минерального сырья.

DOI: 10.17072/chirvinsky.2023.7

Современная добывающая промышленность отличается особенностью развития – увеличенному формированию отходов производства. Согласно государственному докладу «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году» [10], суммарный объем образования отходов добычи полезных ископаемых за пятилетний период 2016–2020 гг. составил 31 млрд т, из которых около 8 млрд т приходится на добычу металлических полезных ископаемых и 1,6 млрд т на обрабатывающие производства. Объем добычи металлических полезных ископаемых, в свою очередь, оценен в 1,75 млрд т. В докладе приводится и оценка образования отходов на единицу ВВП, которая составила в 2020 году 78,4 т отходов на 1 млн рублей. Эти цифры достаточно красноречиво говорят о текущем общепринятом отношении к техногенным минеральным образованиям (ТМО) как к вредным отходам производства, оказывающим негативное воздействие на окружающую среду, изменение ее состава. На основании данных доклада мы построили гистограммы, показывающие соотношение извлеченных полезных компонентов к отходам горной добычи (рис. 1)

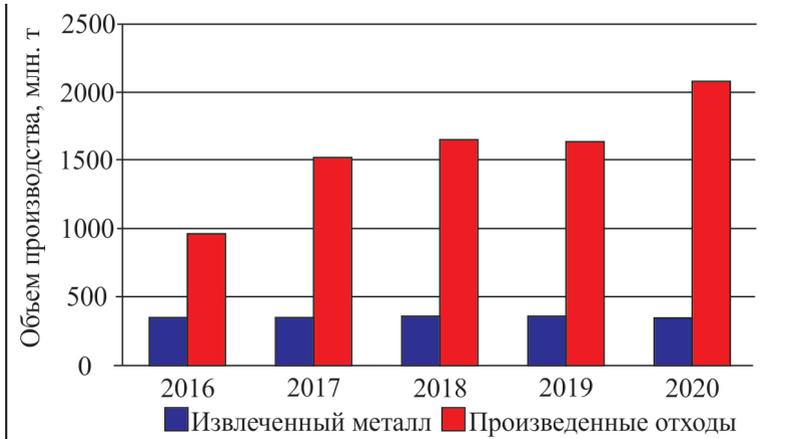


Рис. 1. Гистограмма соотношения извлеченных металлов и произведенных отходов

Из гистограммы видим, что при примерно одинаковом производстве металла, количество произведенных отходов растет ежегодно. Это соответствует многочисленным факторам, самыми очевидным из которых является истощение ресурсов крупных месторождений с большими содержаниями ценного компонента и неполное извлечение полезного компонента.

Техногенные минеральные образования, или, согласно докладу, отходы добычи полезных ископаемых, являются, как это часто бывает, и проблемой, и ее решением одновременно. Комплексное использование сырья техногенных минеральных образований, этого глубоко недооцененного ресурса, помогло бы решить нам проблему, в рамках которой при производстве одной тонны золота мы производим до миллиона тонн отходов (при бортовом содержании 1 г/т) в виде вскрышных пород и отвалов обогатительных фабрик.

Известно, что на Урале в 2000 году было учтено 188 техногенно-минеральных объектов с общими запасами отходов 8,5 млрд т [9]. Освоение ТМО происходит, и надо сказать, что некоторые виды техногенного сырья удается в полной мере приспособлять под нужды строительной промышленности. Так, например, прекратился рост складирования шлаков черной металлургии – им нашли применение в виде минеральной добавки к цементам. Однако не все ТМО осваиваются одинаково хорошо. Рассмотрим отходы медеплавильного производства на примере Среднеуральского медного завода (СУМЗ).

Общий объем накопленных шлаков медеплавильного производства на Урале оценивается в 110 млн т [8]. На момент публикации [4]

объем переработки литых шлаков оценивался в 1 млн т в год. Объем накопленных литых шлаков СУМЗ по данным [9] составлял 20 млн т.

Литые шлаки отражательных печей среди прочего содержат техногенную самородную медь, которой в шлаке тем больше, чем меньше ее извлекли на первом цикле обогащения. Главная цель переработки литых шлаков на сегодняшний день – это доизвлечение черновой меди. Технология доизвлечения меди из литых шлаков подразумевает их измельчение до крупности менее 0,071 мм с последующей флотацией техногенной самородной меди и сульфидных медесодержащих фаз. Хвосты флотации представляют собой продукт пылевой размерности,

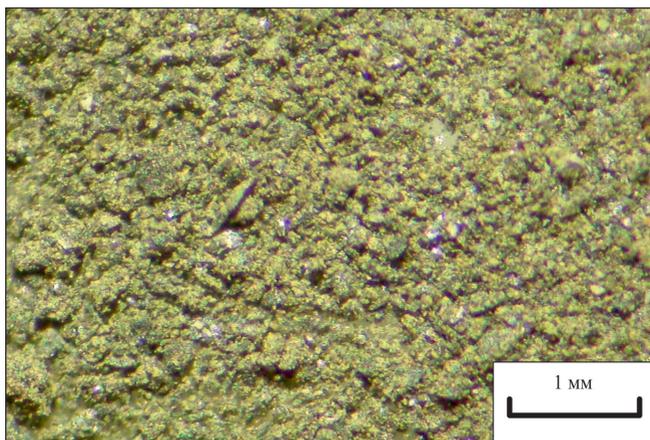


Рис. 2. Технические пески СУМЗ, общий вид. Увеличение $\times 40$. Диаметр поля зрения 5 мм

который квалифицируется как «технический песок» (рис. 2). Состоит он преимущественно из фаялита (45%), железистого стекла (30%), цинксо-держащего диоксида (8%), виллемита (8%), и в подчиненном количестве магнетита и сульфидов. Все минеральные фазы содержат в составе цинк. Химический состав песков характеризуется содержанием кремнезема в пределах 30-35%, глинозема 5-10%, оксида магния до 2%, оксида кальция 3-5% и оксидов железа суммарно 35-40%, до 4% цинка. Такой состав песков характеризует его как потенциальное железосодержащее минеральное сырье. Объемы накопленных «технических песков» в 2017 году оценивались более чем в 10 млн т [7].

Существует две простых принципиальных схемы обогащения хвостов флотации – гравитационная и магнитная. Гравитационные и магнитные свойства «технического песка» исследовались в отделе пробоподготовки ИГГ УрО РАН. Гравитационная сепарация производилась

в центрифуге с использованием бромформа (плотность 2,9 г/мл), магнитная сепарация производилась постоянным магнитом по сухой схеме. Результаты анализа представлены в таблице 1. По устному сообщению Рябина В. Ф., при обработке материала в магнитном сепараторе по мокрой схеме, в немагнитную фракцию отделяется до 5% массы песка, в слабомагнитную – около 10%.

Таблица 1

Результаты исследования контрастных свойств «технического песка»

Гравитационный анализ	$\omega(\text{ЛФ})$, г	$\omega(\text{ТФ})$, г	$\omega(\text{ЛФ})$, %	$\omega(\text{ТФ})$, %
	0,05	13,6	0,37	99,63
Магнитный анализ	$\omega(\text{НМФ})$, г	$\omega(\text{МФ})$, г	$\omega(\text{НМФ})$, %	$\omega(\text{МФ})$, %
	0,6	24,6	2,38	97,62

Примечание: ω – массовый выход, ЛФ – легкая фракция, ТФ – тяжелая фракция, МФ – магнитная фракция, НМФ – немагнитная фракция.

По данным таблицы видим, что материал в целом является довольно однородным в плане гравитационных и магнитных свойств. Из устного сообщения В. Ф. Рябина знаем, что «технические пески» опробованы для применения их в цементной промышленности в качестве минеральной добавки, и позволяют снизить расход энергии при обжиге клинкера до 30%. Согласно другим исследованиям [6], использование медеплавильного гранулированного шлака повышает удельную поверхность цементов за счет уменьшения размеров частиц при помоле, а также уменьшает время помола. Также известно, что А. Л. Котельникова занимается технологией получения коллоидных оксидов железа при растворении «технических песков», применимых для лакокрасочного производства, а В. Ф. Рябинин рассматривает данное сырье как перспективный материал для использования в качестве минеральных удобрений.

Исходя из состава, мы можем предложить использование этих песков в качестве компонента шихты для получения стеклокристаллических материалов (СКМ). Известны работы, в которых получают СКМ на основе шпинелид-пироксенового состава со сферолитовой структурой [5], а также исследования цинксодержащих систем в СКМ, для которых характерен виллемит, проводимые в НПО «Государственный оптический институт им. С. И. Вавилова» [1]. Виллемит как отдельный компонент, может быть интересен для получения керамических пигментов [2, 3] или как локальная руда цинка.

Полноценное и комплексное использование данного сырья, которое на данный момент подлежит захоронению, может позволить уменьшить затраты на хранение и рекультивацию отходов для собственника.

Библиографический список:

1. Алексеева И.П., Дымищ О.С., Жилин А.А., Запалова С.С., Шемчук Д.В. Прозрачные стеклокристаллические материалы на основе нанокристаллов ZnO и ZnO:Co 2+ // Оптический журнал. 2014. Т. 81. № 12. С. 27-34.
2. Димитров Ц.И., Марковска И.Г., Ибрева Ц.Х. Синтез и исследование кобальт-виллемитовых керамических пигментов // Евразийский союз ученых. 2018. № 5-2 (50). С. 55-58.
3. Димитров Ц.И., Ибрева Ц.Х., Марковска И.Г. Синтез и исследование керамических пигментов в системе MnO·ZnO·SiO₂ // Стекло и керамика. 2019. № 6. С. 19-22.
4. Ерохин Ю.В., Козлов П.С. Фаялит из шлаков Среднеуральского медеплавильного завода (г. Ревда) // Минералогия техногенеза – 2010. Миасс: ИМин УрО РАН, 32-40.
5. Игнатова А.М. Физико-химические закономерности получения и применение литых стеклокристаллических материалов шпинелид-пироксенового состава из природного и техногенного сырья // автореферат диссертации. Томск, 2019.
6. Капустин Ф.Л., Афанасьева М.А. Использование медеплавильного шлака в производстве цемента общестроительного назначения // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2013. Т. 13. №2. С. 51-55
7. Котельникова А.Л., Рябинин В.Ф. Особенности вещественного состава и перспективы использования отходов вторичной переработки отвальных медеплавильных шлаков // Литосфера. 2018. №1. С. 133-139.
8. Макаров А.Б., Талалай А.Г. Техногенно-минеральные месторождения и их экологическая роль // Литосфера. 2012. №1. С. 172-176.
9. Мориль С.И., Сальникова В.Л., Амосов Л.А., Хасанова Г.Г., Семячков А.И., Зобнин Б. Б., Бурмистренко А. В. Техногенные месторождения Среднего Урала и оценка их воздействия на окружающую среду // Под ред. Ю. А. Боровкова. – Екатеринбург: НИА–Природа, ДПР по Уральскому региону, АООТ «ВНИИЗАРУБЕЖГЕОЛОГИЯ», Геологическое предприятие «Девон», 2002. – 206 с.
10. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году. // Государственный доклад. – М.: Минприроды России; МГУ имени М. В. Ломоносова, 2021. – 864 с.

PHYSICAL PROPERTIES AND POSSIBILITIES OF
APPLIANCE OF IRON-CONTAINING TECHNICAL SANDS OF
SREDNEURALSKIY COPPER PLANT (URAL)

D.A. Akhmedov

e-mail: negleger@gmail.com

Article reflects current state of mining industry waste production and obsolete treatment of technogenic mineral formations as a harmful product of human activity, research on contrast properties of Sredneurskiy copper plant technical sands, possibilities of more comprehensive use of this type of waste as iron and zinc containing ores, materials for paint and building industry, mineral fertilizers.

Keywords: technogenic mineral formations, copper slags, comprehensive use of ores.