

О. А. МИРЮК

ПЕСОК ИЗ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

Бетон – основной материал современного строительства. Заполнитель доминирует в составе бетона и определяет ряд важных свойств этого композиционного материала.

При сокращении запасов кондиционных пород, используемых для получения заполнителя, замена природных источников доступными материалами становится актуальной. Анализ сведений о состоянии минерально-сырьевой базы стройиндустрии свидетельствует о неизбежности ее кардинального изменения за счет новых ресурсов. Важным источником нового сырья служат вскрышные породы, отходы добычи и обогащения руд, шлаки металлургии. Несмотря на огромное количество и доступность техногенных материалов, уровень их использования в стройиндустрии остается невысоким, что связано с малой изученностью и спецификой состава многих отходов, отсутствием единых норм оценки качества нового сырья. В то же время многие промышленные регионы, где образуются скопления техногенного происхождения, испытывают дефицит строительных материалов, поэтому утилизация отходов приобретает еще большую привлекательность [1].

Логическим продолжением разработок последних десятилетий по замене дефицитного сырья промышленными отходами являются выбор эффективных направлений утилизации и оптимизация технологических решений при использовании техногенных материалов.

Цель работы – исследование состава и свойств зернистых техногенных материалов.

Объектом исследования послужили отходы обогащения скарново-магнетитовых руд Соколовско-Сарбайского горно-производственного объединения (ССГПО) и отсев дробления гранодиоритов Надеждинского

месторождения Костанайской области.

Отходы обогащения скарново-магнетитовых руд образуются при сухой магнитной сепарации (хвосты СМС) полиминеральных пород. Хвосты СМС – дезинтегрированная масса, основная часть зерен которой не превышает 25 мм. Минеральную основу отходов составляют силикаты, отличающиеся генезисом, мас. %: пироксены 20 – 25; эпидот 10 – 13; полевые шпаты 8 – 12; хлориты 7 – 10; скаполит 8 – 11; гранаты 7 – 12; амфиболы 7 – 14. В отходах присутствуют, мас. %: кальцит 4 – 7; пирит 4 – 8; кварц 2 – 4; магнетит 3 – 4.

Пестрота минерального состава и диапазон размеров зерен хвостов СМС, не коррелирующие с характеристиками традиционных заполнителей, исключили отходы из перечня ресурсов для зернистых компонентов бетона. Однако указанные особенности хвостов СМС определяют возможность их механической переработки для получения фракций частиц заданного состава.

Отсев дробления гранодиоритов образуется в процессе производства щебня и представляет собой массу частиц, основная часть которых имеет размер не более 10 мм. Минеральный состав отсева дробления представлен, мас. %: плагиоклазами 35 – 40; калиевыми полевыми шпатами 20 – 26; кварцем 15 – 37; биотитом до 3.

Характеристика фракционного состава исходных техногенных материалов представлена в табл. 1.

Зерновой состав исследуемых отходов определяет возможность получения на их основе искусственного песка. Отходы обогащения руд, как крупнозернистый материал, измельчали в лабораторной щековой дробилке в несколько стадий. Кривые зернового состава хвостов СМС после трех стадий дробления и исходного отсева дробления гранодиоритов расположены за пределами области, рекомендуемой для песка – заполнителя бетона (рис. 1) из-за наличия в массе частиц крупностью более 5 мм.

Таблица 1. Фракционный состав техногенных зернистых материалов

Остатки на ситах, %	Фракция, мм									
	40+	40 – 20	20 – 10	10 – 5	5 – 2,5	2,5 – 1,25	1,25 – 0,63	0,63 – 0,315	0,315–0,14	0,14 – 0
Отходы обогащения скарново-магнетитовых руд										
Частные	2,09	53,60	39,80	3,34	0,41	0,05	0,03	0,07	0,33	0,28
Полные	2,09	55,69	95,49	98,83	99,24	99,29	99,32	99,39	99,72	100
Отсев дробления гранодиоритов										
Частные	–	–	–	50,20	16,80	5,00	4,80	7,00	9,90	6,30
Полные	–	–	–	50,20	67,00	72,00	76,80	83,80	93,70	100

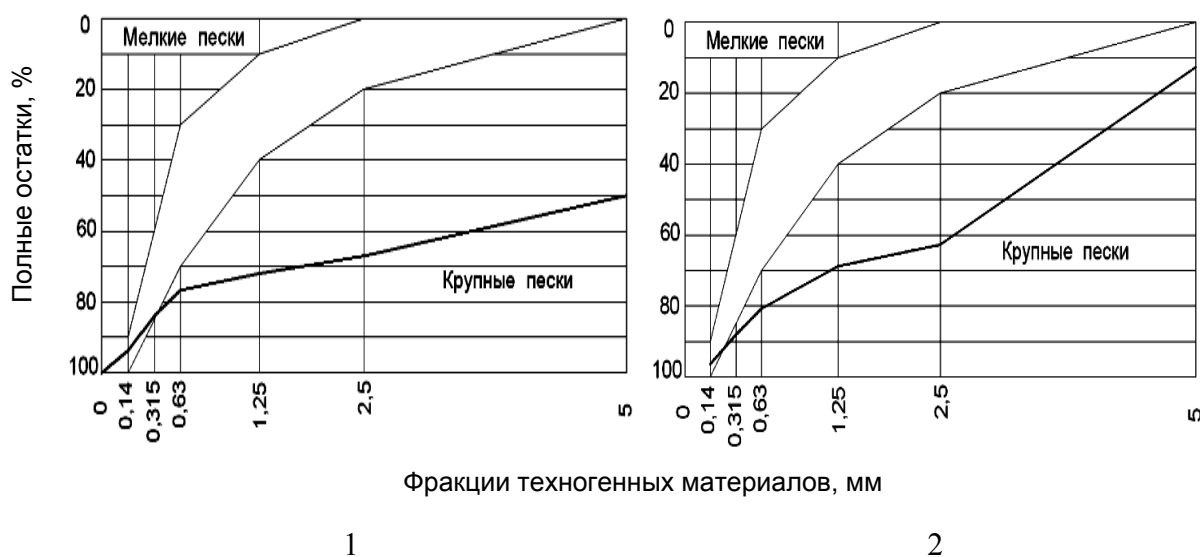


Рис. 1. Зерновой состав отсева дробления гранодиоритов (1) и дробленых отходов обогащения скарново-магнетитовых руд (2)

Отделение фракции частиц крупнее 5 мм позволяет получать из исследуемых техногенных материалов пески с модулем крупности 3,8 – 3,9. Такие пески повышенной крупности при использовании в бетоне обусловят повышение расхода цемента за счет повышенной пустотности.

Гранулометрия дробленого материала в значительной степени зависит от минерального состава техногенного отхода. Результаты рентгенофазового анализа (рис. 2) позволяют сравнить минеральный состав различных фракций частиц, выделенных на разных этапах дробления хвостов СМС.

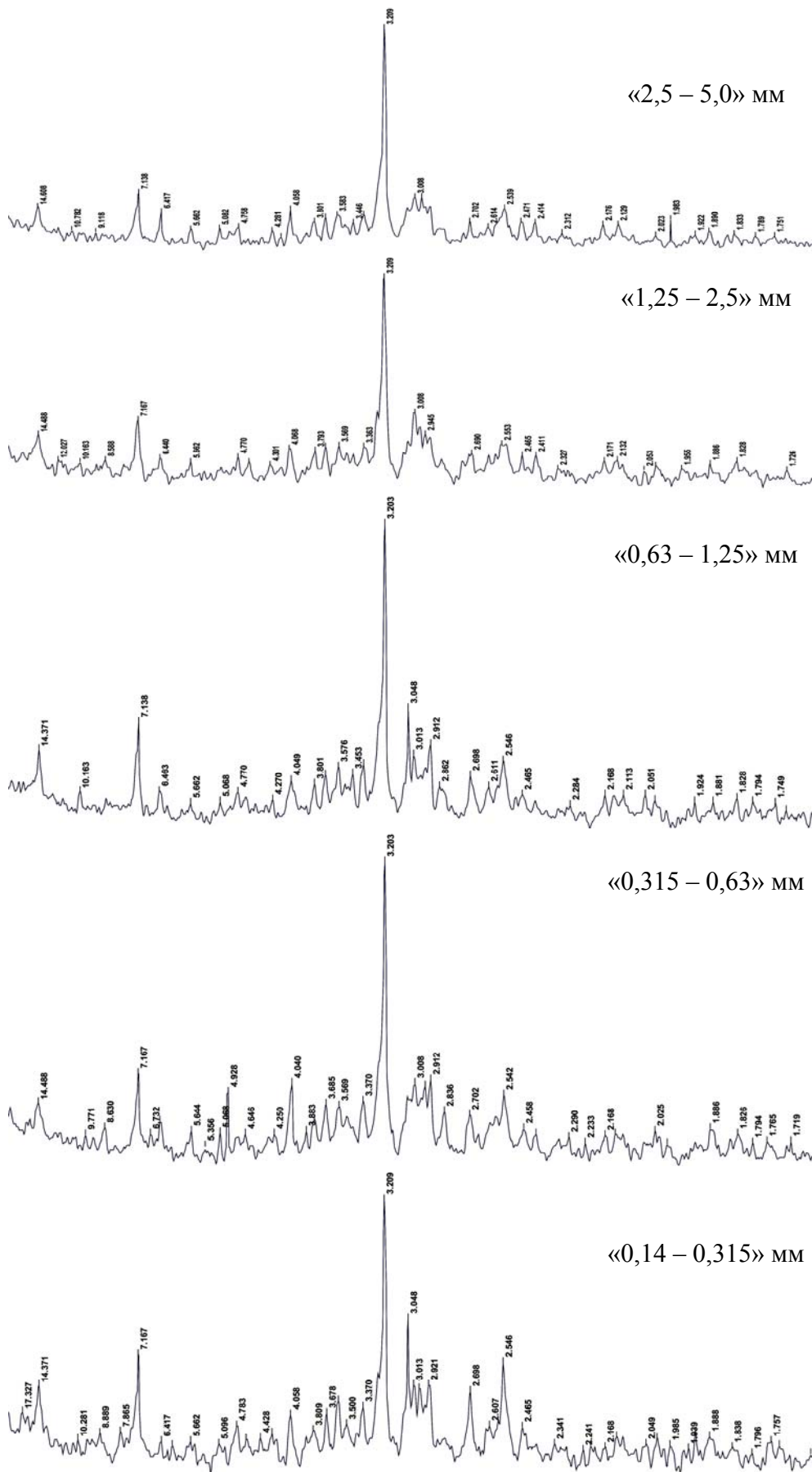


Рис. 2. Рентгенограммы фракций дробленых отходов обогащения руд

Сходство минерального состава отдельных фракций отходов является результатом сопоставимой дробимости различных минералов (твердость большинства минералов 5 – 7 по шкале Мооса), высокой степени срастания минералов. Вместе с тем, анализ рентгенограмм свидетельствует о повышенной доле хлоритов ($d = 7,16 \text{ \AA}$) – наименее твердых минералов (твердость 2 – 3 по шкале Мооса) во фракции «0,315 – 0,63» мм; о сосредоточенности пироксенов ($d = 2,54 \text{ \AA}$) во фракциях «0,14 – 0,315» и «0 – 0,14» мм; об отсутствии эпидота ($d = 2,41 \text{ \AA}$) и актинолита ($d = 8,63 \text{ \AA}$) в мелкодисперсной части материала.

Основу отсева дробления гранодиоритов составляют минералы, традиционные для заполнителей бетона. Высокое качество щебня, при производстве которого образуется отсев дробления, предопределяет пригодность техногенного материала аналогичного минерального состава для получения мелкого заполнителя бетона. Поэтому вещественный состав фракций отсева дробления гранодиоритов не исследовали.

При дроблении материалов, наряду с искомой фракцией, образуются тонкодисперсные пылеватые частицы, содержание которых в песке ограничивают 3 % по причине снижения прочности и морозостойкости бетона.

Для определения доли пылеватых частиц в дробленых отходах обогащения руд использовали отдельные фракции материала, которые подвергали отмучиванию [2]. Результаты обработки фракций дробленых отходов (табл. 2) показывают, что с уменьшением размера зерен фракции возрастает доля пылеватых частиц. Это в большей степени связано с повышенной силой поверхностного притяжения мелких частиц.

Результаты экспериментальных исследований бетонов из отдельных фракций дробленых отходов обогащения руд показывают, что удаление пылеватых частиц из тонких фракций позволяет повысить прочность бетона почти в два раза. Аналогичные результаты получены при исследовании отсева дробления гранодиоритов.

Таблица 2 – Содержание пылеватых частиц
в дробленых отходах обогащения руд (мас.%)

Фракции частиц, мм				
5 – 2,5	2,5 – 1,25	1,25 – 0,63	0,63 – 0,315	0,315 – 0,14
1,7	3,8	7,9	16,6	46,0

Результаты исследований состава и характера превращений при измельчении отходов положены в основу разработки технологической схемы переработки зернистых техногенных материалов (рис. 3).

Структурные характеристики техногенных материалов определяют характер технологического воздействия на них при производстве заполнителей бетона. Технологическая схема по выпуску искусственного песка включает двухстадийное измельчение техногенного материала в валковых дробилках. Метод избирательного дробления полиминеральных хвостов СМС позволит обогатить измельченную массу частицами с наибольшей прочностью. Классификация и последующее фракционирование дробленого техногенного отхода позволяют достичь необходимой granulometрии заполнителя.

Классификация дробленой массы осуществляется по сухому способу на вибрационных грохотах. Для уменьшения содержания пылевидных частиц на каждой стадии грохочения производится обдув материала сжатым воздухом. Очистка воздушного потока предусмотрена в установках циклонного типа различной конструкции. Фракции дробленого материала складывают с учетом размера зерен в виде штабелей (частицы крупнее 0,315 мм) и в силосах (частицы мельче 0,315 мм). Искусственный песок, производимый по предлагаемой схеме в виде отдельных фракций или их смесей, с учетом зернового состава предназначен для использования в качестве заполнителя и наполнителя бетонных смесей; в сухих строительных смесях; минеральной добавки в вяжущие вещества и композиции.

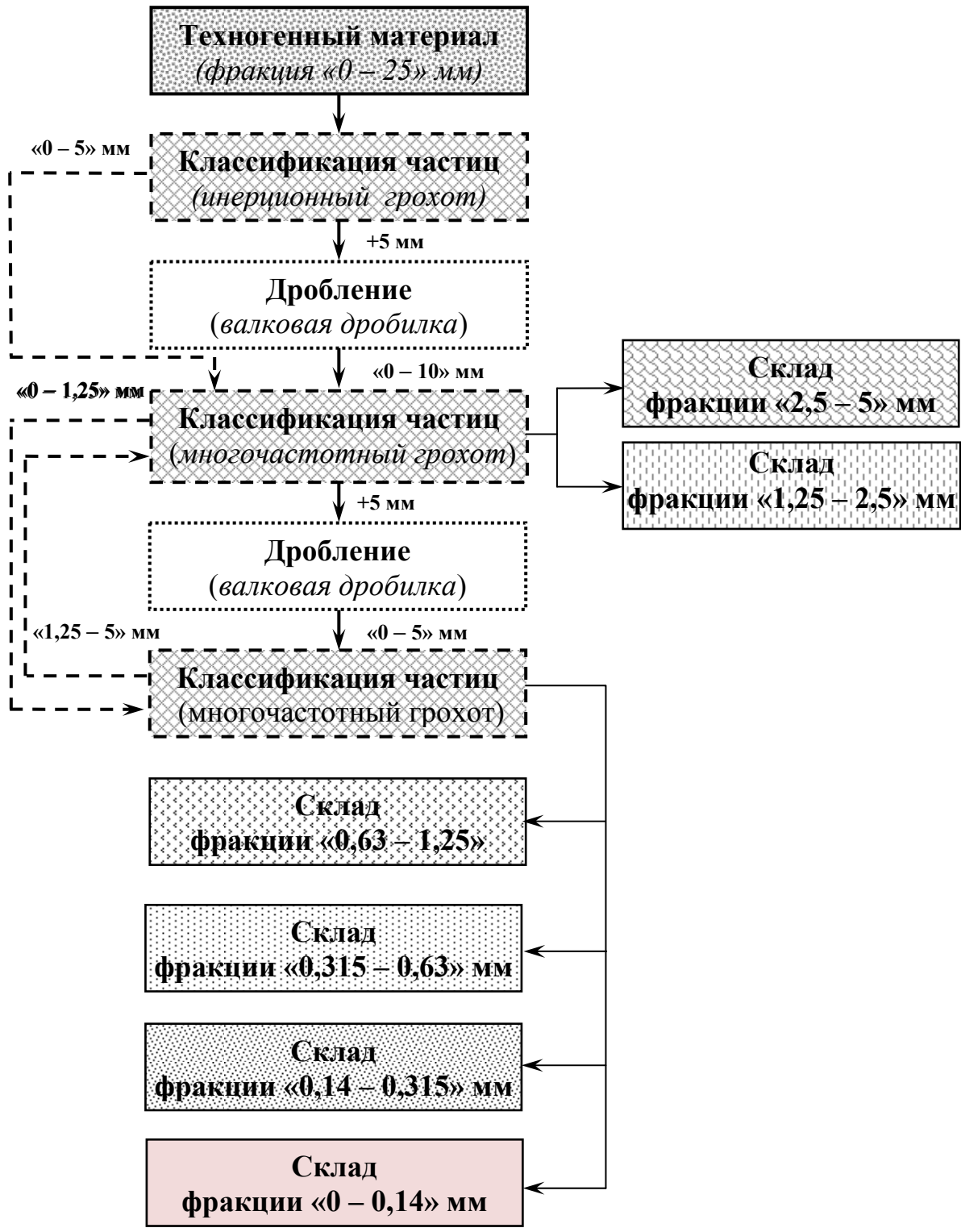


Рис.3. Технологическая схема производства искусственного песка из техногенных материалов

Выводы. Зерновой состав большинства техногенных материалов отличается от рекомендуемого для мелкого заполнителя бетона и требует корректировки путем дополнительного измельчения и классификации дробленого материала.

Разделение измельченной массы по размеру частиц позволит получать фракционированный песок заданного состава, исключит пылеватые и другие нежелательные составляющие, обеспечит безотходность технологии переработки техногенного материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Баженов Ю.М.* Многокомпонентные мелкозернистые бетоны // Строительные материалы, оборудование и технологии XXI века. 2001. № 10. С.15.
2. *Попов К.Н., Каддо М.Б.* Строительные материалы и изделия. М.: Высш. шк. 2008. 440 с.