

УДК 691.33

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ПОПУТНЫХ ПРОДУКТОВ ПРОИЗВОДСТВА

**С. В. Бондаренко, к. т. н., доц., О. Э. Севастьянова, к. т. н., доц.,
А. С. Бондаренко, студ.**

*ГВУЗ «Приднепровская государственная академия
строительства и архитектуры»*

На горно-обогатительных комбинатах Криворожского бассейна добываемое рудное сырье перерабатывается в железный концентрат. В ходе технологического процесса на предприятиях параллельно образуются попутные продукты производства – отходы добычи и обогащения, железных руд, которые вместе с добываемой пустой горной породой занимают по объему производства первое место среди промышленных отходов. В настоящее время в отвалах и шламохранилищах ГОК накопилось более 4 миллиардов м³ пород и около 2,5 миллиардов тон отходов, занимающих площадь более 13 тысяч гектаров земли. В Криворожском железорудном бассейне в пределах горных отводов пяти горно-обогатительных комбинатов сосредоточено 2200 миллионов м³ пород скальной вскрыши. Складирование отходов в отвалы приводит к значительным материальным потерям, наносящим ущерб экономике и экологии. Масштабы потерь увеличиваются, поскольку объем добываемой горной массы, если и сокращается в связи со снижением добычи, но незначительно, поэтому возрастает количество направляемых в отвалы отходов.

В результате проведенных исследований разработана и внедрена технология производства заполнителей – щебня из вмещающих горных пород и отходов сухого магнитного обогащения железистых кварцитов, которые широко могут использоваться в качестве крупного заполнителя для тяжелых бетонов, дорожных и других видов строительных работ.

Установлено, что основными особенностями щебня из отходов ГОК является наличие железорудных минералов (в пересчете на Fe_{общ} не более 30 %), повышенная истинная (3,01...3,3 г/см³) и насыпная (1410...1600 кг/м³) плотности, высокая морозостойкость (выдерживает 150...300 циклов попеременного замораживания и оттаивания) и прочность на сжатие (100...170 МПа).

Оптимальный зерновой состав щебня из вмещающих горных пород предусматривает содержание как крупных, так и мелких зерен, соблюдение равномерности состава, обеспечивающего наименьший объем пустот.

Анализ зернового состава щебня из вмещающих горных пород показывает, что щебень представлен смесью фракций св. 40 до 70, св. 20 до 40, св. 10 до 20, от 5 до 10 мм. Количество фракций менее 5 мм для исследуемого щебня составляет 0,9...3,4%.

Максимальная крупность зерен щебня после двухстадийного дробления не превышает 40 мм и содержание таких зерен составляет 0,6...14,8%. В основном щебень представлен смесью фракций от 0 до 20 мм, причем содержа-

ние фракций от 0 до 5, от 5 до 10 и свыше 10 до 20 мм изменяется в широких пределах. Содержание зерен размером от 0 до 5 мм в ряде проб значительно (до 50%), что является следствием текстурно-структурных особенностей исследуемых пород и несоблюдением параметров технологии дробления щебня.

Определение зернового состава щебня из вмещающих горных пород показало, что зерновой состав не укладывается в кривые оптимальных смесей. Как было отмечено выше, при промышленном производстве щебня с применением многостадийной схемы дробления можно получить щебня, отвечающего требованиям ДСТУ по зерновому составу.

Марка щебня из горных пород по износу (истираемости) в полочном барабане-И-1, а по сопротивлению удару при испытании на копре ПМ-У-50 и У-75.

Водопоглощение щебня колеблется от 0,2 до 5,4%, оно зависит от количества и диаметра открытых пор, микротрещин, смачиваемости и адсорбционной способности поверхности (внутренней и внешней), образцов породы и ее состояния, а также от состава и температуры воды. Водопоглощение щебня из вмещающих горных пород изучаемых месторождений меньше пористости, т.к. вода не проникает в замкнутые поры, а в крупных порах вода только смачивает стенки, не удерживаясь в них, и вытекает, как только материал извлекают из воды.

Истинная плотность щебня из вмещающих горных пород $2,5...3,76 \text{ г/см}^3$ в большей степени зависит от разновидности пород и их химико-минералогического состава. Наибольшая истинная плотность у щебня, содержащего железорудные минералы, и указывает на то, что данная порода в меньшей степени подвергалась процессам выветривания [1].

Средняя плотность дает представление о минералогической плотности породы, ее пористости и характере пор, для щебня из вмещающих горных пород составляет $2,05...3,72 \text{ г/см}^3$.

По сравнению с гранитами вмещающие горные породы ГОК имеют несколько повышенную истинную и среднюю плотность. Насыпная плотность щебня в зависимости от содержания железорудных минералов $1200...1760 \text{ кг/м}^3$.

Изучение электроизоляционных свойств показало, что удельная электрическая проводимость насыщенного раствора, образующегося от растворения в дистиллированной воде вмещающих горных пород, составляет $0,0112...0,038 \text{ См/м}$, что не превышает $0,6 \text{ См/м}$.

Проведенная радиационно-гигиеническая оценка щебня из вмещающих горных пород показала, что содержание естественных радионуклидов ($K40$, $Th232$, $Ra226$) во всех исследованных пробах в основном одинаково и не превышает предельно допустимую величину, установленную ДБН В 1.4-1.01 для смеси указанных радионуклидов в строительных материалах, используемых во всех вновь строящихся жилых и общественных зданиях.

Отходы текущего производства по зерновому составу представляют тонкомолотый материал содержащий $70...75 \%$ зерен крупностью $0,085...0,16 \text{ мм}$ и

7,7...17,3 % зерен крупностью 0,16...3,0 мм, удельной поверхностью 30...40 м²/л. Отходы текущего производства по зерновому составу для всех горно-обогатительных комбинатов примерно одинаковы. Это обусловлено одинаковым технологическим процессом и серийностью оборудования обогатительных фабрик.

Полученные после классификации отходы фракции 0,16...3,0 мм имеют однородный гранулометрический состав и представляют искусственный кварцево-железистый песок модулем крупности 1,7...3,6, насыпной плотностью 1500...1600 кг/м³, пустотность которых 43...49 % и суммарное содержание пылевидных и глинистых частиц 1,8...3% по массе. Полученные пески по зерновому составу и свойствам более однородны по сравнению с природными песками, так как они получаются из смеси горных пород путем сложного процесса обогащения, включающего до пяти стадий измельчения и классификации. В соответствии с требованиями разработанных государственных стандартов и схем классификации было организовано производство кварцево-железистого песка.

Форма зерен является очень важной характеристикой для кварцево-железистых песков, полученных из отходов ГОК. Она определяется способом измельчения и структурно-литологическими особенностями породы. При способе измельчения, в котором основной силой разрушения является сжатие (щекковая, конусная, валковая дробилки), получается наибольшее количество зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы - от 33 до 47%. При способе разрушения ударом (молотковая и роторная дробилки), количество лещадных зерен сокращается до 2...6%.

При сопоставлении свойств природных и искусственных песков обращают на себя внимание основные, принципиальные различия этих материалов. Если первые являются в основном кварцевыми, с правильной формой зерен и гладкой поверхностью, то вторые имеют различия по составу и свойствам исходных пород, форме зерна и шероховатости их поверхности. Искусственные пески имеют свежееобнаженную поверхность. В результате их свойства различны. Взаимодействие поверхности дробленых песков с цементным тестом и цементным камнем значительно сложнее, чем у природных песков. Без учета этого взаимодействия невозможно изучить влияние гранулометрического состава, формы зерен, шероховатости поверхности и других характеристик песка на свойства бетонных смесей и бетонов [2].

Кварцево-железистый песок представляет несвязный материал, состоящий из остроугольных шероховатых зерен раздробленных минералов и их сростков, отличаясь этим от природных песков, имеющих окатанную круглую форму. Величина зерен кварцево-железистых песков в зависимости от степени измельчения породы бывает различной: от нескольких миллиметров до сотых и тысячных долей миллиметра. Свойства его определяются минеральным и зерновым составом исходной породы. С уменьшением размера кварцево-железистого песка качество зерен ухудшается до тех пор, пока сохраняется полиминеральность состава зерен. Чем крупнее порообразующие зерна

(выше степень метаморфизма), тем лучше форма зерен, больше шероховатость его поверхности, больше водопотребность крупных фракций и меньше у мелких фракций, представленных мономинералами. Кварцево-железистые пески практически не содержат пылевидных и глинистых примесей, которые могли бы агрегировать мелкие фракции.

Чистые дробленые пески, благодаря угловатой форме зерен и шероховатой их поверхности, повышают пустотность бетона и, хотя расход цемента несколько увеличивается в связи с возрастанием водопотребности бетонных смесей, положительное влияние оказывается более значимым, и, в конечном счете, бетоны становятся экономичными [1, 2].

Однако, не смотря на всё выше изложенное, уровень использования отходов остаётся крайне низким и составляет 20-35 % годового выхода. Это не позволяет улучшить общую экологическую обстановку в регионе.

Вредное воздействие осуществляется объектами горнорудного производства; карьерами, отвалами, шламохранилищами в виде неорганизованного пылегазовыделения и нарушения пригодных к использованию плодородных земель; дробильными, агломерационными, окомковательными фабриками ГОК в виде организованного пылегазовыделения. Большую тревогу вызывает постоянное увеличение бортов дамб оборотного водоснабжения горно-обогатительных комбинатов и объёмы накапливаемой в прудах воды, хотя для их строительства и намыва карт дамб используют попутные продукты.

Нарушение земли карьерами зависит от объемов выемки горной массы и к настоящему времени площади карьеров достигли огромных размеров около 5000 гектаров. В ближайшее время рекультивировать эти земли не представляется возможным из-за длительного срока эксплуатации месторождений. Поэтому, учитывать эти площади, как фактор улучшения экологической обстановки в ближайшее десятилетие не рационально. Возможно, только уменьшить прирост нарушения земли за счет уменьшения производственных мощностей предприятий.

Для улучшения экологической обстановки в регионе следует повысить уровень использования попутных продуктов производства до 45-50 %, более широко использовать строительные материалы на их основе. Широкое использование щебня и кварцево-железистого песка позволит решить проблему качественных заполнителей в Днепропетровской и соседних областях.

Список использованных источников

1. «Отходы горно-обогатительных комбинатов и их использование в строительстве»./ В.И. Большаков, С.В. Бондаренко.- Днепропетровск: 1999г. - 96 с.
2. С.В. Бондаренко Использование отходов горных предприятий Украины для получения качественных заполнителей бетонов/ XVI Польско-українсько-літовський-збірник праць № 16 „Теоретичні основи будівництва” Варшава, Варшавська Політехніка, 2008. - 575-578 с.