

Список литературы

1. Урсул, А. Д. Устойчивое развитие и безопасность : учеб. пособ. / А. Д. Урсул, Т. А. Урсул. — М. : Экологическая безопасность, 2013. — 515 с.
2. Баласанян, Г. А. Оценка эффективности интегрированных когенерационных систем / Г. А. Баласанян // Экотехнологии и ресурсосбережение. — 2006. — № 3. — С. 9–12.
3. Селиванов, Г. И. Анализ запасов в отработанных газогенераторах Южно-Абинской станции «Подземгаз» применительно к их отработке методом подземного сжигания / Г. И. Селиванов, И. М. Закоршменный, Г. А. Янченко // Защита окружающей среды при разработке угольных месторождений : сборник статей. — Караганда : Карагандинское обл. правление Союза научн. и инж. обществ СССР, 1991. — С. 30–32.

УДК 669.04.52

Ноженко А. А.
ст. преп.,

Федорова В. С.
к. фарм. н.

ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», г. Алчевск, ЛНР

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ШЛАКИ КАК СЫРЬЕВАЯ БАЗА ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Проанализированы возможные варианты использования шлаковых отходов металлургического производства в качестве строительных материалов.

Ключевые слова: *шлаки, отвалы, грануляция, шлаковая пемза, щебень, минеральная вата.*

Несмотря на применение совершенных технологий, агрегатов и разработок металлургическое производство, всё же сопровождается образованием большого количества отходов, среди которых первое место занимают шлаки. Известно, что только в Донецком экономическом районе, каждый год образуется более 16 млн т доменных и сталеплавильных шлаков. Шлаковые отвалы предприятий занимают более 150 га, а запасы шлаков в них составляют десятки миллионов тонн.

В черте города Алчевска, вблизи металлургического комбината находятся два шлаковых отвала (доменный и мартеновский), которые нарушают ландшафт, занимают земельные угодья и ухудшают экологическую обстановку в целом. Шлаковые отвалы оказывают существенное негативное влияние на атмосферный воздух, водные экосистемы и почвы. С отвалов на большие расстояния разносится пыль и токсичные вещества, которые затем оседают на почвенный покров. В результате этого изменяется химический состав почвы и ее функции. Шлаковые отвалы также приводят к повышению кислотности почвы, что в свою очередь способствует подвижности тяжелых металлов.

Шлаки — это не отходы, а ценнейшее строительное сырье. Основным фактором, определяющим практически все свойства шлаков, является их химический состав. От химического состава и температуры зависит вязкость шлакового расплава — одна из характеристик, определяющая качество поризованного шлакового массива при производстве пемзы, толщину волокон минеральной ваты — при изготовлении минераловатных изделий. Свойства твердых шлаков определяются минералогическим составом, который также находится в прямой зависимости от химического.

Любой металлургический шлак является многокомпонентной системой оксидов, включающей SiO_2 , CaO , MgO , FeO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , MnO , Cr_2O_3 , P_2O_5 , V_2O_5 , TiO_2 и т. д.

Основными компонентами доменных шлаков являются CaO и SiO₂, сумма которых составляет около 90 %, содержание Al₂O₃ в них достигает 9,5 %.

Компонентом, оказывающим существенное влияние на процессы поризации шлаков, является сера, газообразные соединения которой SO₂ и H₂S входят в газовую фазу, заполняющую образующиеся в шлаке поры. Основными компонентами мартеновских и конвертерных шлаков являются CaO, SiO₂, FeO, MgO, сумма которых составляет около 80 %.

Одна из основных характеристик, позволяющая судить о пригодности шлака для использования в той или иной области, — его склонность к распаду, т. е. самоизмельчению в процессе охлаждения или в результате процессов гидратации при взаимодействии с влагой [1].

В настоящее время накоплен значительный опыт по организации переработки металлургических шлаков. Некоторые комбинаты перерабатывают практически все шлаки текущего производства. Из шлаков производятся пемза, различные щебни, гранулированный шлак, удобрения, минераловатные изделия.

Одним из наиболее массовых видов продукции, получаемой из металлургических шлаков, является гранулированный шлак, представляющий собой мелкие частицы твердого шлака, образующиеся в результате резкого охлаждения раздробленной струи шлакового расплава.

Для производства гранулированного шлака в условиях Донбасса используются только доменные шлаки. К наиболее важному свойству гранулированных шлаков необходимо отнести их вяжущую способность, которая и определяет области применения этого вида продукции. Гранулированные шлаки применяются в качестве составной части шихты при производстве цемента [2].

Гидрожелобные установки, которыми оборудованы участки грануляции металлургических комбинатов, обеспечивают производство более 95 % от всего объема производства гранулированного шлака предприятиями Донецкого бассейна. Интенсивность слива шлака при применении этого способа составляет 2,5–6,0 т/мин, расход воды 1,1–3,5 м³/т при давлении 0,4–0,6 МПа. Насыпная плотность граншлака 700–1000 кг/м³, влажность 5–10 % [3].

Шлаковая пемза различных фракций применяется в качестве заполнителя при изготовлении теплоизоляционного и конструкционного легких бетонов, сборных и монолитных бетонных и железобетонных изделий и конструкций. Шлаковая пемза делится на щебень (фракции от 5 до 10 мм, от 10 до 20 и от 20 до 40 мм) и песок (фракции от 0 до 5 мм). В отдельных случаях допускается поставка щебня с размерами зерен от 5 до 20 мм при содержании в нем объемных долей фракций от 5 до 10 мм от 40 до 60 %.

Металлургическими комбинатами опробованы различные способы производства пемзы: траншейно-брызгальный, водозаторный, гидроэкранный, траншейно-желобный. Наиболее простым, с точки зрения организации производства, является траншейно-брызгальный способ. При его применении для производства пемзы используют только доменные шлаки, получаемые при выплавке фосфористого чугуна, как наименее подверженные силикатному распаду.

Металлургические предприятия Донбасса выпускают различные виды щебня из доменных и сталеплавильных шлаков. К их числу относятся: щебень и песок шлаковые для дорожного строительства, щебень из доменного шлака для бетона, щебень из доменного шлака для производства минеральной ваты, шлак дробленый для дорожного строительства.

Щебень, песок, щебеночно-песчаная смесь, применяемые для строительства автомобильных дорог, могут быть изготовлены из доменных, мартеновских, конвертерных шлаков. По размерам зерен щебень подразделяется на несколько фракций, мм: от 5 до 10 (от 3 до 10); свыше 10 до 20; свыше 20 до 40; свыше 40 до 120.

Весьма распространенным видом продукции из шлаков, применяемой в дорожном строительстве, является щебеночно-песчаная смесь. Самым простым по технологии изготовления видом продукции является дробленый шлак для дорожного строительства, производство которого вызвано отсутствием на металлургических предприятиях необходимых мощностей для производства фракционированного щебня.

Более сложным видом продукции является щебень из доменного шлака для бетона. Для производства щебня используются шлаки от выплавки литейных и передельных чугунов

в виде шлаков текущего производства, коржевых остатков или отвальных. Получаемый щебень применяется в качестве заполнителя для тяжелого бетона, сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкций, деталей зданий и сооружений [4].

В современной металлургической практике накоплен значительный опыт переработки доменных и сталеплавильных шлаков в щебень, исследованы свойства различных щебней, определены области их применения. Необходимость экономии природных ресурсов (в данном случае — горных пород, пригодных для изготовления щебня) требует поиска новых областей применения шлакового щебня. Перспективным направлением в расширении областей применения шлакового щебня является их использование при строительстве гидротехнических сооружений.

Характеристики данного материала позволяют сделать вывод о возможности его применения при возведении упорных призм и ограждающих дамб обжатого профиля, различного рода накопителей с нейтральной и щелочной средой. Для накопителей с кислой средой щебень из конвертерных шлаков не пригоден, а в упорных призмах может укладываться в зоны, расположенные за пределами фильтрующего потока.

Нефракционированный щебень может быть также использован для устройства откосных креплений отстойников, прудов-охладителей, шламонакопителей и других сооружений промышленной гидротехники, у которых срок службы не превышает 15–20 лет, при условии возникновения волн высотой до 1 м.

Из-за низкой морозостойкости щебень из конвертерных шлаков не рекомендуется использовать для крепления берегов и откосов постоянных сооружений, эксплуатирующихся в условиях открытого моря или больших водохранилищ. Этот вид щебня нельзя применять в обратных фильтрах для организации различного рода дренажей из-за изменчивости во времени коэффициента фильтрации [5].

Минеральная вата, получаемая из шлаков, предназначена для изготовления тепло- и звукоизолирующих, а также звукопоглощающих изделий. Используется минеральная вата в строительстве и промышленности для теплоизоляции поверхностей с температурой не более 700 °С.

Производство минераловатных изделий является одним из наиболее сложных с точки зрения организации технологического процесса и требует весьма высокой квалификации персонала. Существенным отличием технологии производства минераловатных изделий в условиях металлургического комбината от аналогичных производств предприятий строительной индустрии является то, что на комбинате применяются жидкие доменные шлаки, а значит, исключается необходимость в дополнительных затратах топлива на нагрев и расплавление исходного сырья. Так, для производства 1 т расплава на комбинате расходуется примерно $1,67 \cdot 10^6$ кДж, а на предприятиях, плавящих шлаковый щебень в вагранках — $8,34 \cdot 10^6$ кДж. Для производства минеральной ваты и плиты применяется доменный шлак, полученный при выплавке фосфористого передельного чугуна.

Переработка шлаковых отходов предприятий черной металлургии позволит освободить значительные площади земельных угодий в промышленных агломерациях Донбасса, снизить загрязнение окружающей среды, увеличить рентабельность металлургического производства.

Список литературы

1. Промышленные отходы. Технологии и оборудование. Проблемы и решения : учеб. пособ. / А. М. Касимов, В. Т. Семенов, А. А. Романовский ; под ред. А. М. Касимова. — Харьков : ХНАГХ, 2007. — 412 с.
2. Стройматериалы из промышленных отходов / Т. Б. Арбузова [и др.]. — Самара : Кн. изд-во, 1993. — 96 с.
3. Пальгунов, В. В. Утилизация промышленных отходов / В. В. Пальгунов, М. В. Сумароков. — М. : Стройиздат, 1990. — 352 с.
4. Хоботова, Э. Б. Защита окружающей природной среды при утилизации отвальных доменных шлаков в производстве строительных материалов : монография / Э. Б. Хоботова, Ю. С. Калмыкова. — Харьков : ХНАДУ, 2014. — 233 с.