

## **УТИЛИЗАЦИЯ ОТВАЛЬНЫХ ДОМЕННЫХ ШЛАКОВ В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ШЛАКОЩЕЛОЧНЫХ ВЯЖУЩИХ**

Добываемые природные минеральные ресурсы не всегда используются рационально. Значительная их часть (до 90 % и более) отправляется в отвалы, водоемы, атмосферу. При этом создаются огромные запасы отходов, так называемые "техногенные месторождения", которые нарушают экологическое равновесие в природе. В связи с появлением в металлургии большого количества шлаков производители металлопродукции стали активно искать направления их утилизации. Отходы металлопроизводства являются весьма ценными продуктами. Процесс переработки и использования вторичных ресурсов в последнее время стремительно набирает обороты. Промышленной отраслью, в которой утилизированные промышленные отходы (шлаки) представлены наиболее сильно, является производство стройматериалов.

Нами рассмотрено использование отвальных доменных шлаков в качестве компонента шлакощелочных вяжущих (ШЩВ), что позволит утилизировать накопленные в отвалах шлаки и существенно расширить сырьевую базу производства строительных материалов. Научные данные по обоснованию утилизации отвальных доменных шлаков в производстве ШЩВ ограничены.

**Целью работы** является обоснование ресурсной ценности отвальных доменных шлаков металлургических предприятий Украины, расширение сырьевой базы производства ШЩВ за счет применения продуктов техногенного происхождения. Для приготовления ШЩВ использованы отвальные доменные шлаки ПАО «Мариупольский металлургический комбинат имени Ильича» (ММК); ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» («АрселорМиттал»). Полученные ранее результаты по минералогическому и оксидному составам отвальных доменных шлаков, их модульная классификация, наличие гидравлически активных минералов и аморфной фазы свидетельствуют о возможности их использования в производстве вяжущих веществ. Согласно этим критериям шлаки могут быть перспективными для получения ШЩВ.

**Экспериментальные методы исследования.** Отвальные доменные шлаки измельчали на шаровой мельнице до удельной поверхности  $S_{уд.}=2700-4950 \text{ см}^2/\text{г}$ . Для затворения использовали содощелочной плав (СЩП) состава, %: 33,7  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и 0,71  $\text{NaOH}$ . Из вяжущего теста формовали кубики, которые испытывали на прочность на прессе марки Р-5. Минералогический состав ШЩВ определен с помощью рентгенофазового анализа на дифрактометре «Siemens D500»; элементный состав – методом электронно-зондового микроанализа на сканирующем электронном микроскопе JSM-6390 LV.

**Минералогический состав ШЩВ.** Образцы ШЩВ, приготовленных на основе отвальных шлаков «АрселорМиттал» и ММК, плохо закристаллизованы и отличаются по минералогическому составу. Образцы ШЩВ на основе отвальных шлаков «АрселорМиттал» на 28 и 90 сутки твердения сходны по своему составу и характеризуются высокой степенью превращения минералов исходных шлаков. По сравнению со шлаками в ШЩВ уменьшилось содержание ранкинита и ларнита, не обнаружены минералы окерманит, бредигит, якобит и микроклин. Вместо сребродольскита  $\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$  зарегистрирована другая кальциферратная фаза  $\text{Ca}_2\text{Fe}_9\text{O}_{13}$ . Гидравлической активностью обладают минералы: кальцит, деллаит, рихтерит, нортупит, гидрокалюмит, доусонит, фторапофиллит, киллалаит, гейлюссит и др.

Новообразования представлены минералами различного происхождения: алюмосиликатами Ca и Mg, карбонатными соединениями и натрийсодержащими фазами – продуктами гидратационного твердения. Многие из обнаруженных минералов ранее не были зарегистрированы при твердении ШЩВ за исключением карбонатных фаз, донпикорита  $(\text{Mn},\text{Mg})\text{MgSi}_2\text{O}_6$ , микроклина  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ , деллаита. Карбонаты: кальцит  $\text{CaCO}_3$ , доломит  $\text{Ca}(\text{Ca}_{0,13}\text{Mg}_{0,87})(\text{CO}_3)_2$ , пирсонит и  $\text{Ca}_4\text{A}_{12}(\text{OH})_{12}(\text{CO}_3)(\text{H}_2\text{O})_5$ , являются продуктами перерождения части гидросиликатных новообразований под действием углекислого газа, что приводит к уплотнению структуры и повышению прочности отвердевшего материала. Образование безводных образований обуславливает специальные свойства цементов, в частности, жаростойкость.

**Выводы:** Доказана целесообразность использования отвальных доменных шлаков для получения ШЩВ, что расширяет сырьевую базу производства ШЩВ и их номенклатуру. Зарегистрирована высокая активность ШЩВ на основе отвальных доменных шлаков «АрселорМиттал» и ММК.