

Е. С. Гумирова, Л. Л. Абржина,  
*Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия*

## **УТИЛИЗАЦИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ**

Utilization methods and processing of metallurgical slags, the list of products obtained on the basis of blast furnace slags, and also advantages from slags utilization are presented.

В настоящее время практически любое материальное производство может обладать негативными аспектами и последствиями, в частности, образованием промышленных отходов или побочных продуктов, которые представляют остатки твердых, жидких или газообразных веществ антропогенного или природного происхождения различного химического состава. Часть таких образований можно применять в технологии производства продукции, тем самым утилизируя их, но те вещества, которые не подлежат переработке, переходят в разряд безвозвратных потерь и транспортируют на специальные полигоны.

Безвозвратные (технологические) потери – это такие потери сырья и материалов, которые возникают при производстве или транспортировке и связаны с технологическими особенностями производственного цикла или процесса транспортировки, а также физико–химическими характеристиками самих материально-производственных запасов.

Их стоимость включена в себестоимость производимого продукта. Производственные отходы не подвергаются стоимостной оценке. Это значит, что их не нужно вносить в бухучет. Производственные потери не ведут к коммерческой выгоде предприятия, а значит, не могут приносить ему прибыль.

Хранение шлаков осуществляется открытым способом, вследствие чего могут происходить выбросы загрязняющих веществ в воздух, а также в объекты гидросферы и в почву. В связи с этим оказывается огромное негативное влияние на состояние флоры, фауны и здоровье людей. По мере расширения масштабов приватизации объектов размещения отходов (свалок) увеличивается угроза потери государственного контроля над ростом стоимости услуг по

обезвреживанию и захоронению отходов, в то время как экологическая опасность таких объектов продолжает оставаться высокой.

Значительной по объему образования является группа металлургических шлаков: доменных, ферросплавных, конвертерных, мартеновских и др. Основным потребителем этих отходов является промышленность строительных материалов, поскольку по химическому и минералогическому составу они схожи с составом природного сырья.

Самый распространенный вид используемых шлаков – это доменные шлаки. Доменные шлаки – это материалы с потенциальными вяжущими свойствами. Способность к твердению проявляется у них в гранулированном виде, т. е. преимущественно в стекловидном состоянии под действием активизирующих добавок, к которым относятся щелочи, известь, сернокислый кальций и др. В цементной промышленности они используются в качестве активной минеральной добавки при производстве шлакопортландцемента – вяжущего вещества, твердеющего на воздухе и в воде. Шлакопортландцемент получают при совместном тонком помоле клинкера, доменного гранулированного шлака и гипсовой добавки.

Активные вещества, содержащиеся в шлаке, способны к самостоятельному твердению, они богаты силикатами кальция, что обуславливает широкое использование шлаков в этой области. Использование доменных шлаков при производстве шлакопортландцемента приводит к экономии глинистых пород, снижению расхода известняка в 1,2–1,6 раз, увеличению в 1,5–2 раза объема производства цемента, а также позволяет снизить расход энергии на 40 % по сравнению с производством обычного портландцемента. Также стоит отметить, что стоимость шлакопортландцемента гораздо ниже, чем, например, у портландцемента. Это связано с тем, что дорогой клинкер частично заменяется гранулированным шлаком, который является более дешевым сырьем. До 20 % образующихся доменных шлаков перерабатывается в щебень, который можно использовать для устройства оснований дорог. Фракцию размером до 5 мм, называемой шлаковой мелочью,

которая обладает вяжущими свойствами, используют при возведении монолитных шлакобетонных оснований.

Превосходными строительными материалами, которые получают на основе доменных шлаков, являются шлакоситаллы. Шлакоситаллы – стеклокристаллические материалы, получаемые управляемой катализированной кристаллизацией стекол, сваренных на основе металлургических, топливных и др. шлаков, минерального и синтетического сырья. Они обладают высокой прочностью на изгиб и сжатие: они прочнее, чем изделия из каменного литья, фарфора, кислотоупорной керамики и др. Прочность на изгиб приближается к прочности чугуна, но отличительная черта шлакоситаллов – это легкость; этот материал легче чугуна в 3 раза. Шлакоситаллы имеют высокое сопротивление истиранию: в 4–8 раз выше, чем у каменного литья, примерно в 20–30 раз – чем у гранита и мрамора и в 35 раз больше, чем у фарфора. Шлакоситаллы тепло- и морозостойки, а также устойчивы к воздействию кислот и щелочей, имеют низкий коэффициент термического расширения.

Перечисленные свойства шлакоситаллов определяют области их применения: из них делают листовые панели и трубы для различного химического оборудования, электроизоляторы, электровакуумные и оптические приборы, подшипники и фильеры, мелющие тела и т. д.

При производстве легких бетонов, а также теплоизоляционных засыпок используют термозит (шлаковую пемзу) – искусственный пористый заполнитель, который получают вспучиванием расплавов металлургических шлаков при помощи быстрого охлаждения ограниченным количеством воды с последующей кристаллизацией и отжимом образующейся пористой массы. Применение термозита в качестве заполнителя для легких бетонов и теплоизоляционных материалов позволяет снижать массу ограждающих конструкций зданий по сравнению с кирпичными конструкциями на 10–15 %, а расход цемента – на 15–20 %, а также шлаковая пемза является наиболее дешевым пористым заполнителем.

Металлургические шлаки являются отличным сырьем для изготовления минеральной ваты. Основным сырьем служат кислые доменные шлаки, которые богаты глиноземом и кремнеземом, а также мартеновские и ваграночные шлаки. Повышенная пористость минеральной ваты и ее химический состав обеспечивают высокую термо-, водо- и морозостойкость, что позволяет использовать ее для изготовления теплоизоляционных и звукоизоляционных изделий,

Учитывая большие объемы образующихся металлургических шлаков, проблема их утилизации является актуальной, т. к., во-первых, можно изготавливать на их основе качественные строительные материалы, а во-вторых, решать экологические проблемы с их хранением.

При внедрении шлаков в производство появляется возможность существенной экономии ресурсов в следующих областях:

1) в электросталеплавильном производстве – это практика работы на «болоте» (в результате возрастает производительность, ускоряется шлакообразование, достигается экономия флюса, снижается расход электроэнергии);

2) в конвертерном производстве – при оставлении конечного шлака в печи улучшается тепловой баланс, ускоряется шлакообразование, экономится флюс, снижаются потери железа со шлака;

3) в конвертерном производстве – благодаря «раздувке» шлака на поверхности футеровки после выпуска плавки возрастает стойкость футеровки, снижается расход огнеупоров;

4) в строительной индустрии и др.

Основными путями утилизации шлаков сталеплавильного производства являются:

1) извлечение металла;

2) получение железофлюса для вагранок и аглодоменного производства;

3) получение щебня для дорожного и промышленного строительства;

4) использование основных шлаков в качестве известковых удобрений (шлаковой муки) для сельского хозяйства;

5) использование фосфорсодержащих шлаков для получения удобрений для сельского хозяйства;

б) вторичное использование конечных сталеплавильных шлаков.

Таким образом, при использовании шлака снижается себестоимости основной продукции, а также появляется возможность снизить величину безвозвратных потерь и повысить экономическую эффективность производства. Эффективное использование шлака в промышленности приведет к уменьшению шлаковых отвалов, что положительно скажется на экологической ситуации.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Букин, В. И. Переработка производственных отходов и вторичных сырьевых ресурсов, содержащих редкие, благородные и цветные металлы / В. И. Букин, М. С. Игумнов. – М. : Деловая столица, 2002. – 224 с.

2. Поляк, В. В. Технология строительного и технического стекла и шлакоситаллов: учебник для техникумов / В. В. Поляк, П. Д. Саркисов, В. Ф. Солинов, М. А. Царицын. – М. : Стройиздат, 1983. – 432 с.

3. Романенко, А. Г. Металлургические шлаки / А. Г. Романенко. М. : Металлургия, 1997. – 197 с.

4. Довгопол, А. Г. Переработка и использование шлаков черной металлургии за рубежом / А. Г. Довгопол, М. И. Панфилов, Е. И. Филиппова. – М. : Черметинформация, 1980. – 21 с.