

УДК 669.15-98

## *Фізико-хімічні властивості шламів від збагачення уранових руд як джерела для одержання залізовмісної вторинної сировини*

А. С. Петрищев

С. М. Григор'єв\*, доктор технічних наук

Запорізький національний технічний університет, Запоріжжя

\*Запорізький національний університет, Запоріжжя

*Досліджено структуру і хімічний склад шламів від збагачення уранових руд в цілому і окремих його часток із застосуванням растрової електронної мікроскопії і рентгенівського мікроаналізу. Проведено аналіз можливості і доцільності використання даного виду техногенних відходів після попередньої обробки як вторинної залізовмісної сировини для сталеплавильного виробництва.*

Підвищення цін на світовому ринку на залізний лом [1, 2] призводить до необхідності пошуку нових більш доступних джерел одержання залізовмісної сировини для металургійного виробництва. Актуальним на сьогоднішній день є напрямок ресурсозбереження й утилізації залізовмісних відходів [3, 4]. Одним з видів залізовмісних відходів є хвости шламів від збагачення уранових руд.

Мета даної роботи - розробка оптимальних технологічних параметрів переробки шламів від збагачення уранових руд з одержанням залізовмісної сировини для металургійного виробництва; конкретні завдання даних досліджень полягали у вивченні структури й хімічного складу шламу в цілому й окремих його часток.

Структуру зразків досліджували на растровому електронному мікроскопі з системою рентгеноспектрального енергодисперсійного мікроаналізу (РСМА). Визначення складу фаз виконували безеталонним методом розрахунків фундаментальних параметрів: поправочних коефіцієнтів відбиття електронів зонда, поглинання характеристичного рентгенівського випромінювання й флуоресценції за описаною у роботі [5] методикою.

За результатами досліджень виявлено, що шламові відходи збагачення уранових руд у більшій мірі складаються з дрібних часток розмірами 10 – 40 мкм. Рідше зустрічаються частки розмірами до 150 – 200 мкм. РСМА дослідженої ділянки (рисунок) показав високу концентрацію заліза (51,09 – 52,56 %) і кисню (30,76 – 31,73 %), що може вказувати на переважну більшість в шламі оксиду заліза. Решта в шламі це супутні домішки кремнію, кальцію, магнію, алюмінію, марганцю, калію, натрію, які, скоріше за все, також входять до складу оксидів. Супутні шкідливі домішки сірки і фосфору виявлені у кількості 0,06 % і 0,07 % відповідно.

Вивчення розподілу хімічних елементів у матеріалі дало додаткову інформацію щодо природи досліджуваних шламів. Більшу площу досліджуваних ділянок займають частки з переважаючим вмістом заліза й кисню (Fe – 69,54 %, O – 30,46 %). В меншій кількості виявлено частки, які містять переважну кількість кремнію та кисню



Структура зразків шламів збагачення уранових руд (зображення одержано в режимі відбитих електронів).

(Si – 43,70 %, O – 55,68 %, Fe – 0,62 %). Домішки кальцію, магнію, алюмінію, марганцю, калію, натрію, хрому зосереджені в основному в комплексі з кремнієм і залізом. Виявлено поодинокі випадки присутності часток, що містять сірку, фосфор і цирконій.

Низький вміст шкідливих домішок є однією із сприятливих умов для використання шламів збагачення уранових руд для виробництва залізвмісного матеріалу для виробництва сталі.

Згідно результатів досліджень виявлено, що використання шламових відходів збагачення уранових руд для одержання вторинного сировинного залізвмісного матеріалу прямого відновлення для виробництва сталі є доцільним [6, 7]. На це вказують наступні фактори:

- радіаційне  $\gamma$ -випромінювання в межах припустимих значень;
- високий вміст заліза – 51,09 – 52,56 %, що визначає можливість одержання високоякісного залізвмісного матеріалу для прямого відновлення;
- низька концентрація шкідливих домішок сірки і фосфору у межах до 0,07 %, що дозволяє застосовувати одержаний матеріал по діючих технологічних нормах;
- дисперсна структура, що забезпечує можливість теплової обробки без необхідності попереднього подрібнення;
- підвищений вміст оксидних кремнійвмісних часток, що з високою вірогідністю складаються переважно з  $\text{SiO}_2$ , вказує на доцільність використання вторинної залізвмісної сировини прямого відновлення на основі шламів збагачення уранових руд у сталеплавильному виробництві із застосуванням “кислої” футеровки. Це дозволить мінімізувати реакції, що призводять до її роз’їдання.

**Висновки** Виявлено дисперсний характер зразків шламу збагачення уранових руд з розмірами більшості часток 10 – 40 мкм. Високий вміст заліза (51,09 – 52,52 %) і кисню (30,76 – 31,73 %) вказує на переважаючу кількість в структурі часток оксидів заліза. У меншій кількості виявлено кремній-кисневмісні частки. Перераховані вище властивості, а також низька концентрація шкідливих домішок сірки і фосфору (у

межах до 0,07 %) і допустимі значення радіаційного  $\gamma$ -випромінювання, обумовлюють доцільність та ефективність використання шламів збагачення уранових руд для одержання високоякісного залізовмісного матеріалу прямого відновлення для виробництва сталі. Тим більше, що за період від 11.2008 р. до 02.2012 р. спостерігалось поступове підвищення ціни на світовому ринку на лом чорних металів від 150 до 410 доларів США за тону [8], що підтверджує актуальність пошуку та використання альтернативних економічно вигідних джерел залізовмісної сировини.

### Література

1. Керкхофф Х.Ю. Взрыв цен на сырье – угроза экономическому подъему. // Черные металлы. – 2010. – № 10. – С. 61– 66.
2. Грищенко С.Г. Мировой финансово-экономический кризис и металлургия. // Сталь. – 2009. – № 2. – С. 68 – 71.
3. Сидоров Е.В., Валуев А.Г., Босякова Н.А. Подготовка железосодержащих отходов для использования в качестве сырья. // Сталь. – 2009. – № 10. – С. 105 – 106.
4. Эндеман Г., Люнген Х.Б., Вупперман К.-Д. Образование пыли, окалина и шлама и их утилизация на металлургических заводах Германии. // Черные металлы. – 2007. – № 2. – С. 49 – 56.
5. Практическая растровая электронная микроскопия. / Под. ред. Дж. Гоулдстейна, Х. Яковица. – М.: Мир, 1978. – 656 с.
6. Острик П.Н., Попов А.Н., Бастрыга И.М. Исследование влияния вида железорудного сырья на процесс получения железного порошка. // Физико-химия прямого получения железа. – М.: Наука, 1977. – С. 31 – 36.
7. Некрасов З.И., Нижегородова Б.А., Маймур Б.Н. Исследование процесса восстановления железорудных брикетов горячего прессования комбинированным восстановлением. // Физико-химия прямого получения железа. – М.: Наука, 1977. – С. 37 – 41.
8. Металлургический бюллетень (Информационно-аналитический журнал). – Цены на металлолом. – 2012. – № 1.

Одержано 29.11.11

**А. С. Петрищев, С. М. Григорьев**

### **Физико-химические свойства шламов от обогащения урановых руд как источника для получения железосодержащего вторичного сырья**

#### **Резюме**

Исследована структура и химический состав шламов от обогащения урановых руд в целом и отдельных его частиц с применением растровой электронной микроскопии и рентгеновского микроанализа. Проведен анализ возможности и целесообразности использования данного вида техногенных отходов после предварительной обработки как вторичного железосодержащего сырья для сталеплавильного производства.

**A. S. Petryshchev, S. M. Grygor'ev**

### **Physicochemical properties of final tailings of uranium ores enrichment as source for obtaining raw material**

#### **Summary**

The structure and chemical compound of final tailings of uranium ores enrichment in whole and its separate parts with application of a raster electronic microscopy and X-ray microanalysis is investigated. The analysis of possibility and expediency of use of the given aspect of a technogenic waste after preparative treatment as secondary iron-containing raw materials for steel-smelting manufacture is carried out.