

## АНАЛИЗ ШЛАКОВ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ДОЛГОВЕЧНОСТИ

Сидашенко А.И., Скобло Т.С., Ольгинский А.Г., Власовц В.М., Пасько Н.С.  
(ХНТУСГ, ХНАДУ)

*Виконано аналіз мінералогічного та хімічного складу шлаків Нікопольського ферросплавного заводу. Визначено температурні параметри його складових, нахили рекомендації щодо використання при відновленні деталей.*

Обеспечить повышение надежности восстанавливаемых деталей машин возможно путем нанесения покрытий, обладающих специальными свойствами.

Очень часто входят в противоречие использование покрытий из легирующих материалов с их эксплуатационными свойствами. Это связано с тем, что чем больше легирующих элементов входят в состав покрытия, тем они менее технологичны при их нанесении и эксплуатации. Их низкая технологичность проявляется в результате появления трещин, пор, плохой сцепляемости с основой, а при эксплуатации повышенной склонностью к выкрашиванию.

Высоколегированные покрытия характеризуются и повышенной стоимостью наносимого материала. Это приводит к технологической и экономической нецелесообразности их использования.

В ХНТУСХ есть опыт применения для модифицирования шлаков-отходов от сгорания угля на ТЭС, в частности, на Змиевской ГРЭС [1]. Установлена эффективность использования такого материала при нанесении покрытий.

Введение шлака измельчает зерно, способствует выделению дисперсных оксидов V и Ti, модифицирует жидкую ванну такими элементами как Mn, Ca, Se.

Вместе с тем известно, что существуют шлаки, которые еще не нашли применение в промышленности.

К их числу относятся шлаки, которые являются отходами производства при изготовлении ферросплавов, например, на Никопольском заводе ферросплавов.

Прежде чем, использовать такой материал необходимо изучить его минералогический состав, оценить температурные параметры составляющих, химический состав, плотность и характеристики, чтобы научно обосновано выбрать параметры нанесения покрытий и определить наиболее эффективную область применения.

Спектральным методом исследованы шлаки Никопольского завода ферросплавов.

Данные приведены в табл. 1.

Таблица 1. Среднее значение содержания компонентов в шлаке

| Химический элемент | Концентрация, % | Погрешность, % |
|--------------------|-----------------|----------------|
| Магний             | 3,144           | ±0,27182       |
| Алюминий           | 4,623           | ±0,180327      |
| Кремний            | 18,988          | ±0,242806      |
| Кальций            | 36,554          | ±0,30547       |
| Титан              | 0,598           | ±0,024703      |
| Ванадий            | 0,055           | ±0,006622      |
| Хром               | 0,069           | ±0,006084      |
| Марганец           | 33,39           | ±0,123865      |
| Железо             | 0,104           | ±0,006493      |
| Медь               | 0,312           | ±0,013319      |
| Стронций           | 2,162           | ±0,056007      |

Дополнительно производился анализ на основании результатов физико-химических исследований, с использованием независимых методов рентгеновской дифрактометрии и оптической микроскопии. Рентгеновские исследования выполнены на дифрактометре ДРОН-0,5 с медным антикатодом при напряжении 40 кВ и силе тока 19 мА. Оптические исследования проведены на прозрачных шлифах шлаков с использованием усовершенствованного поляризационного микроскопа МБИ-6 при увеличениях  $\times 17,5-250$  раз.

Исследованиям подвергнуты две пробы шлаков, различаемые визуально по плотности и размеру пор на пробах Ф-1 и Ф-2 (отобраны в разные периоды времени).

В пробе Ф-1 с общей пористостью от 32 до 50% (для различных участков) присутствуют поры двух размерных фракций 1200-3000 мкм (неравномерно) и от 30-570 мкм. В первой размерной фракции преобладают поры размером 1200-1450 мкм, во второй 190-380 мкм.

Проба Ф-2 характеризуется неоднородностью пористостью – внутренними участками практически – плотными, однородными с пористостью около 0,5-1% и участками поверхности, где пористость достигает 27-42%, представленных порами от 15 мкм до 850 мкм. Преобладают поры размерами 25-190 мкм и 350-600 мкм.

Проба Ф-1 характеризуются наличием типично шлаковых минералов, в которых преобладают, такие составляющие как монтичеллит -  $\text{CaMg}[\text{SiO}_4]$  с  $d_2^* = 0,265; 0,181; 0,159; 0,286$  нм; форстерит –  $\text{MgSiO}_4$  с  $d_a = 0,244; 0,148; 0,388$  нм; глаукохронит –  $\text{CaMnSiO}_4$ ; гелаксит  $\text{MnAl}_2\text{O}_4$  с  $d_a = 0,249; 0,292; 0,146$  нм; тефрит –  $\text{MnSiO}_4$  с  $d_a = 0,181; 0,268; 0,255; 0,394; 0,362; 0,260$  нм и минералов мелниитового ряда, состоящих из окерматита –  $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$   $d_a = 0,284; 0,174; 0,304$  нм и геленита –  $\text{Ca}_2\text{AlSiAlO}_7$  (первый из которых доминирует). Кроме этого, существенно наличие гидратных форм силикатов в виде антигорита.

$\text{Mg}_3(\text{OH})_4\text{Si}_2\text{O}_5$  с  $d_2 = 0,724; 0,361; 0,259; 0,213$  нм и гиролита –  $\text{Ca}_4\text{Si}_6\text{O}_{15}(\text{OH})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  с  $d_2 = 0,336; 0,424; 0,285; 0,188; 0,960$  нм, образовавшихся в результате технологически предусмотренного полива шлакового расплава водой для обеспечения растрескивания и поризации шлака, исключаящих его дробление при использовании. В таких же условиях не исключено образование

манганита -  $MnO[OH]$  с  $d_a=0,270; 0,166; 0,380; 0,234$  нм. Возможно образование перовскита -  $CaTi_2O_7$  с  $d_a=0,196; 0,425; 0,962$  нм.

Не исключено образование в шлаках оксидов кремния в виде различных кристаллографических оформленных фаз кристобалита с  $d_a=0,404; 0,249; 0,285$  нм и тридимита с  $d_a=0,431; 0,406; 0,380$  нм.

В пробе Ф-2 также преобладают шлаковые минеральные фазы, отмеченные и в пробе Ф-1 кроме форстерита и  $Ca_3Ti_2O_7$ . Заметно уменьшается относительное количество перовскита, а наличие тридимита практически отсутствует.

В результате выполненного анализа выявлено, что температура плавления фазовых составляющих изменяется от  $765^\circ C$  до  $1710^\circ C$  (табл. 2).

Таблица 2. Физико-технические характеристики минеральных фаз

| № п/п | Название, формула минерала | Генезис   | Окраска                                | Температура плавления  |
|-------|----------------------------|---|--|--|
| 1     | монтichelлит               | из расплава<br>$T=1490^\circ C$                                   | бесцветный<br>оливково-зеленый         | $1530^\circ C$   |
| 2     | форстерит                  | из расплава   | оливково-зеленый                       | -  |
| 3     | глаукохроит                | из расплава<br>$t=1450-1500^\circ$                                | голубовато-зеленый                     | $1355^\circ C$   |
| 4     | галаксит                   | с $t=1100-1300^\circ C$   | интенсивно<br>коричневый до<br>черного | -  |
| 5     | тефroit                    | из расплава   | пепельно-серый                         | $1300^\circ C$   |
| 6     | окерманит                  | из расплава<br>$t=1590^\circ C$                                   | бесцветный                             | $1458^\circ C$   |
| 7     | геленит                    | из расплава   | бесцветный                             | $1590^\circ C$   |
| 8     | антигорит                  | гидротермы и давление   | зеленый до коричневого                 | $\sim 800^\circ C$   |
| 9     | гиролит                    | гидротермы при<br>$t=120^\circ C$ (особенно<br>$>t=150^\circ C$ ) |  | $>800^\circ C$ диморфен с обратным переходом при $765^\circ C$ |
| 10    | манганит                   | низкотемпературные гидротермы                                     | стально-серый с коричневым оттенком    | до $990-1000^\circ C$  |
| 11    | $Ca_3Ti_2O_7$              | -   | -                                      | -  |
| 12    | перовскит                  | магматический   | голубовато-серый с коричневым оттенком | -  |
| 13    | кристобалит                | магматический и в шлаках  | бесцветный                             | $1710^\circ C$   |
| 14    | тридимит                   | магматический и в шлаках  | бесцветный                             | -  |

Наиболее высокую температуру имеет кристобалит, однако фракция этих фаз минимальна по размерам относительно других, поэтому можно предположить, что и при несколько более низких температурах она будет плавиться, но использовать этот шлак для нанесения покрытий на детали из чугуна, температура плавления которого не превышает 1370°C, является нецелесообразным. Наиболее приемлемым для рафинирования жидкой ванны следует признать использование такого шлака для легирования и модифицирования покрытий, наносимых на детали из доэвтектоидной стали, что обеспечит формирование качественной переходной зоны.

При проведении экспериментов необходимо определить эффективные параметры нанесения покрытий и оптимальную долю вводимого шлака.

### Список литературы:

1. Флюс для нанесения покрытия: декларационный патент 13760 Украина. МПК С23С 2/30 / Власовещ В.М., Скоблю Т.С., Рідний Р.В., Коломість В.В., Сілашенко О.І., Рідний В.Ф. (Україна) №ч200509975; заявл.24.10.2005; опубл.17.04.2006; Бюл.№4

### Аннотация

#### АНАЛИЗ ШЛАКОВ ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ДОЛГОВЕЧНОСТИ

*Виконано аналіз мінералогічного та хімічного складу шлаків Нікопольського феросплавного заводу. Визначено температурні параметри його складових, надані рекомендації щодо використання.*

### Abstract

#### ANALYSIS SHLAKOV OF USED FOR RENEWAL DETAILS OF AGRICULTURAL TECHNIQUE FOR THE RISE THEIR LONGEVITY

*The analysis of mineralogical and chemical composition of shlakov of the Nicopolscogo ferro-alloy factory is executed. The temperature parameters of his constituents are definite, the given recommendations in relation to the use.*