

$$q_{\text{пр}}^{\text{ст}} = 2,584 + 0,17 \cdot \frac{100}{100} + 0,09 \cdot \frac{100}{5} = 2,584 + 0,17 + 1,8 = 4,554 \text{ кг/т;}$$

$$q_{\text{пр}}^{\text{оп}} = 0,771 + 0,096 \cdot \frac{100}{100} + 0,048 \cdot \frac{100}{5} + 0,32 \cdot \frac{100}{3000} = 1,834 \text{ кг/т.}$$

Отношение $q_{\text{пр}}^{\text{ст}}$ к $q_{\text{пр}}^{\text{оп}}$ составило примерно 2,5, т.е. при использовании оптимизированного состава флюса приведенные значения выбросов пыли в 2,5 раз ниже, чем для стандартного флюса, что также подтверждает его более высокую экологическую безопасность.

Список литературы

1. Повышение экологической безопасности процессов плавки и рафинирования алюминиевых сплавов / С.П.Задруцкий [и др.]. – Минск: БНТУ, 2012. – 231 с.
2. Альтман М.Б. Неметаллические включения в алюминиевых сплавах. – М.: Металлургия, 1965. – 126 с.
3. Экология литейного производства / Ю.С. Юсфин [и др.]. – Брянск: Изд-во БГТУ, 2001. – 315 с.

УДК 669

В.М. Константинов, Д.В. Гегеня, М.И. Богданчик

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

ОБЗОР РЫНКА ЦИНКА И ЦИНКОВЫХ ОТХОДОВ

По данным World Bureau of Metal Statistics (WBMS), добыча цинка в руде в мире в 2007 г. составила около 11 млн т, что на 3,9% выше, чем в 2006 г., благодаря росту ее в КНР, Перу, Австралии, Казахстане и Намибии [1]. Ведущими странами в добыче цинковых руд традиционно являются КНР, Австралия, Перу, Канада, США, Мексика и Казахстан.

По данным ILZSG (The International Lead and Zinc Study Group), спрос цинка в мире в 2007 г. вырос до 11,4 млн т (почти на

500 тыс.) против 10,9 млн в 2006 г. (рис. 1). При этом потребление цинка в Китае достигло 3,6 млн т (31,5% общего спроса) [2].

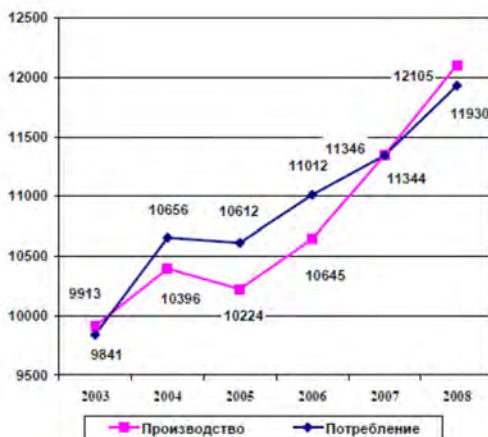


Рис. 1. Динамика мирового производства и потребления цинка в 2003–2008 гг., тыс. т [3]

Что касается мировых цен на цинк, то в 2001–2002 гг. на LME (London Metal Exchange) были отмечены достаточно низкие среднегодовые цены на рафинированный цинк – соответственно 778,7 и 885,8 долл./т. До этого (1998–2000 гг.) и несколько лет после (2003–2004 гг.) среднегодовая цена на цинк была в пределах 1017–1128 долл./т (рис. 2). С 2006 г. на рынке цинка отмечен рост цены до 3275 и 3242 долл./т соответственно в 2006 и 2007 гг. [3].

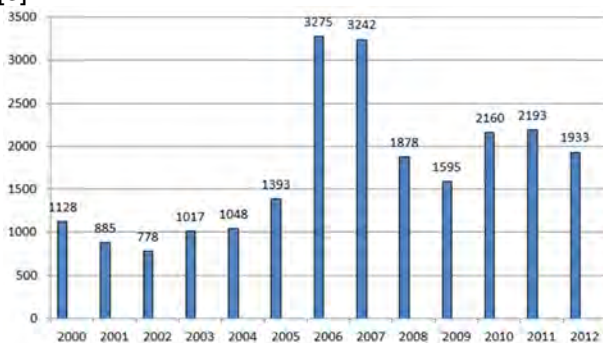


Рис. 2. Динамика среднегодовой мировой цены на цинк (2000 – 2012), долл./т [3]

Таким образом, производство и потребление металлического цинка на мировом рынке ежегодно возрастает. Максимальная стоимость цинка наблюдалась в 2007 году, после чего она снизилась до отметки в 2000 USD/т, однако по-прежнему остается достаточно высокой.

Отходы цинковой промышленности

Цинк и сплавы на его основе – единственный металл, обеспечивающий надежную долговечную защиту стали от атмосферной коррозии за счет электрохимической защиты, в которой цинк является анодным протектором.

Переработка металлолома имеет огромное экономическое и экологическое значение. Так как при учёте современного индустриального развития мира и объёмов металла, вовлечённого в сферу промышленного использования, становится ясно, что объём металла колоссален, то и объёмы постоянно поступающего в утиль металлолома также весьма велики.

Исходя из этого положения, во многих странах более ста лет существуют мощности по переработке отходов металла.

Основные стимулы и выгоды переработки металлических отходов:

- Сокращение нагрузки на месторождения металлов (к настоящему времени сильно истощённые).
- Улучшение экологической обстановки.
- Сокращение объёмов топлива для получения важнейших металлов.
- Уменьшение рассеяния и распыления металлов в глобальном масштабе.

Так как цинк является востребованным, находящим широкое применение в промышленности и дорогим металлом, целесообразно рассматривать вопросы о его переработке.

Цинковый отход существует в нескольких различных видах с различным содержанием цинка. На протяжении многих лет разрабатывались технологии, направленные на то, чтобы обеспечить

наиболее эффективные и экономичные методы восстановления цинка из этих отходов.

Полное восстановление цинка в мировой металлургии составляет 2,9 млн т, из которых 1,5 млн т – это первичный отход или технологические остатки и 1,4 млн т – вторичный отход. Источники для переработки цинка представлены в табл. 1.

Треть (31%) мировой цинковой продукции изготавливается из цинковых отходов. Основными поставщиками цинковых отходов является Европа и Азия, более (70%) всего отхода сосредоточено на евразийском континенте [5].

Отходы горячего цинкования занимают второе место в мировом производстве – 27% по удельному весу после отходов латунной промышленности – 41% (см. табл. 1). Но, в отличие от латуни, отходы горячего цинкования не могут быть повторно использованы при горячем цинковании.

Таблица 1

Источники цинковых отходов [5]

Источник	Первичный отход, млн т	Вторичный отход, млн т	Суммарно, млн т	%
Отход латуни	0,7	0,50	1,2	42
Отходы горячего цинкования	0,8	-	0,8	27
Литье	менее 0,1	0,4	0,4	15
Стальная промышленность	-	0,2	0,2	6
Листовой цинк / полуфабрикаты	менее 0,1	0,2	0,3	6
Химическая промышленность	менее 0,1	0,1		2
Другое	менее 0,1			1
Итого	1,5	1,4	2,5	100

Типичное соотношение масс цинка и отходов цинкования на предприятиях по горячему цинкованию представлено на рис. 3. При цинковании каждых 1000 кг стальных изделий образуется 10,1 кг гартцинка и 9,1 кг цинковой золы. Содержание металлического цинка в этих отходах 8,6 и 9,1 кг соответственно. Эти данные получены из источника [6], используя балансовую

модель масс Вилсса [7]. Предприятия по горячему цинкованию среднего размера ежемесячно обрабатывают порядка 1,5 т стали.



Рис. 3. Соотношение масс цинка и отходов в процессе горячего цинкования

Поэтому, когда эти отходы удалены и проданы на переработку сторонним торговым компаниям, феноменальное количество «хорошего» цинка теряется с отходами материала. Типичное производство цинкования может образовывать до 18 т золы и 12 т гартцинка каждый месяц. Если эти отходы содержат 80–90% металлического цинка, тогда это приравнивается к более чем 50 000 долл. в утерянном цинке ежемесячно. Таким образом, значительные финансовые потери причиняются предприятиям путем выбрасывания или складирования цинкового отхода.

Стоимость отходов горячего цинкования колеблется в пределах 50–80% от закупочной стоимости чистого цинка (табл. 2) [8].

Таблица 2
Анализ отходов горячего цинкования [8]

Вид отхода	Содержание цинка, масс. %	Стоимость от цены чистого цинка, %
Изгарь	70–80	35–45
Гартцинк	До 96	65–75

Республика Беларусь не имеет собственных металлургических ресурсов и, в частности, собственного цинка. Есть два крупных производства горячего цинкования «РМЗ», Речица и «Конус», Лида. Сумарная масса отходов горячего цинкования составляет около 300 т/год (табл. 3).

Таблица 3

Анализ гартцинка предприятий РБ

Предприятие	Химический состав, %			Объем отхода, т/год
	Zn	Fe	Al	
РМЗ	86	7	1,8	130
«Конус»	96	2,5	1,5	156

В процессе горячего цинкования образуется большое количество цинксодержащих отходов, которые в основном состоят из соединений Fe_nZn_m и могут быть использованы при изготовлении смесей для нанесения цинковых покрытий. Только на РУП «Речицкий метизный завод» в месяц получается 13 т гартцинка, 20 т изгари и около 8 т пусьеры.

На РДПП «КОНУС» г. Лида уже накопилось порядка 120 т цинксодержащих отходов. Разработка конкурентоспособной технологии цинкования на базе смесей, полученных из цинксодержащих отходов, позволит не только расширить применение этого метода, но и повысить качество покрытия и обеспечить переработку десятков тонн цинксодержащих отходов.

Поэтому встает вопрос о необходимости нахождения новых путей использования и переработки отходов цинковой промышленности, в особенности горячего цинкования.

Отсутствие собственных сырьевых металлургических ресурсов усугубляет проблему повышения стоимости цинка для отечественных производителей и требует рационального использования металлов для защитных покрытий, в частности цинка. Решением данных проблем может стать изготовление насыщающих смесей для термодиффузионного цинкования с использованием отходов производств горячего цинкования.

Список литературы

1. Материалы World Bureau of Metal Statistics (WBMS) [Электронный ресурс] / Statistic. – Режим доступа: <http://www.wbms.com> (дата обращения: 25.03.2014).

2. Материалы International Lead and Zinc Study group (ILZSG) [Электронный ресурс] / Published statistics of the IZSG. – Режим доступа: <http://www.izsg.org> (дата обращения: 09.04.2014).
3. Материалы London Metal Exchange (LME) [Электронный ресурс] / Zinc. – Режим доступа: <http://www.lme.org> (дата обращения: 09.04.2014).
4. Материалы Исследовательской группы ИнфоМайн [Электронный ресурс] / Обзор рынка цинка. – Режим доступа: <http://www.infomaine.ru> (дата обращения: 09.04.2014).
5. Zinc Recycling. The general Picture // International Zinc Association – Europe, 2011.
6. Krüger, Joachim et.al. (2001): Sachbilanz Zink, 68–70; Aachen.
7. Wills, B.A. (1992): Mineral Processing Technology, 5 Ed.: 163–176; Oxford.
8. Материалы IndiaMartCo [Электронный ресурс]/ Published price of the hardzinc. – Режим доступа: <http://dir.indiamart.com/impcat/zinc-dross.html> (дата обращения: 15.02.2014).