

Л. И. Леонтьев, О. С. Брянцева, В. Г. Дюбанов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЕВОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕХНОГЕННЫХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В УСЛОВИЯХ МОДЕРНИЗАЦИИ ЦИНКОВОЙ ОТРАСЛИ¹

Статья освещает проблемы накопления и использования техногенных металлургических ресурсов в регионах размещения крупнейших металлургических производств. Раскрыты особенности освоения и развития минерально-сырьевого потенциала техногенных металлургических ресурсов на основе внедрения технологий глубокой комплексной переработки техногенного сырья. Обоснована актуальность использования техногенного сырья для расширения минерально-сырьевой базы производителей цинка в РФ. Исследованы перспективы цинковой отрасли в части развития сырьевых переделов за счет использования техногенных ресурсов. Разработан методический подход к оценке эффективности использования техногенного металлургического сырья. Определены подходы к установлению цены на техногенное сырье, показана целесообразность повышения экологических платежей за размещение отходов. Методические разработки апробированы для оценки эффективности использования техногенных отходов комбинатов черной металлургии РФ в качестве сырья для цинкового производства. Установлены приоритетные направления использования сырьевого потенциала техногенных ресурсов для развития цинковой отрасли.

Ключевые слова: металлургия, техногенные ресурсы, минерально-сырьевая база, комплексное использование сырья, техногенное сырье, эффективность, цинк

Значительный рост потребления цветных и редких металлов в последние десятилетия в условиях истощения запасов разрабатываемых богатых месторождений обостряет проблему расширения минерально-сырьевой базы металлургии. Длительное развитие отечественных добывающих отраслей на основе модели экстенсивного недропользования привело к образованию огромных объемов накопления техногенных ресурсов в виде отходов металлургических, энергетических, химических отраслей, содержащих ценные компоненты. В настоящее время

в старопромышленных районах, являющихся крупнейшими центрами размещения горно-металлургических комплексов, запасы первичного минерального сырья близки к исчерпанию, а объемы неиспользуемых техногенных ресурсов неуклонно возрастают.

Наиболее остро необходимость вовлечения в хозяйственный оборот техногенных ресурсов проявляется в промышленно развитых регионах с высокой негативной нагрузкой на состояние окружающей среды, где хранилища отходов являются мощными очагами экологического загрязнения. К таким регионам относится, прежде всего, Урал, и в частности Свердловская область, где накоплено уже более 8,5 млрд т промышленных отходов. При этом около 80% объема образования отходов приходится на организации по добыче руд цветных и черных металлов, около 11% — на предприятия металлургического комплекса, 4% — на предприятия энергетических отраслей [5].

¹ Статья подготовлена в рамках Программы Президиума РАН №27П «Фундаментальный базис инновационных технологий прогноза, оценки, добычи и глубокой комплексной переработки стратегического минерального сырья, необходимого для модернизации экономики России», по теме: «Оценка объемов ежегодного образования цинкосодержащих отходов металлургического производства, ресурсный прогноз, технико-экономическое обоснование целесообразности их переработки».

Кроме того, в Уральском регионе наиболее остро стоит проблема сырьевого обеспечения металлургических предприятий по производству цветных и редких металлов в связи со снижением разведанных запасов разрабатываемых месторождений. В частности, крупнейший производитель цинка в России — Челябинский цинковый завод (далее — ЧЦЗ) производит более 60% отечественного цинка, при этом испытывает постоянный недостаток первичного минерального сырья. По итогам 2011 г. компания покрыла только около 19% потребности в сырье за счет предприятий собственного сырьевого дивизиона — поставок цинковых концентратов с Акжальского ГОКа (Казахстан). В связи с ростом объемов производства затраты ЧЦЗ на цинковый концентрат, вторичное цинкосодержащее сырье, материалы для производства сплавов и вспомогательные материалы в 2011 г. возросли на 15%, что объясняется увеличением переработки покупного сырья вместо давальческого, а также возобновлением закупки более дорогостоящих импортных концентратов [7]. Согласно последнему годовому отчету компании [1], основными российскими поставщиками цинковых концентратов выступают Уральская горно-металлургическая компания, и Русская медная компания, совместно контролируемые 58% акций ЧЦЗ. За счет отечественных поставок цинковых концентратов удовлетворяется чуть более 20% потребностей ЧЦЗ в первичном рудном сырье, в то время как более 50% сырья поставляется иностранными производителями.

Рост производства оцинкованного металлопроката крупнейшими металлургическими компаниями России (ММК, Северсталь, НЛМК) вызывает увеличение внутреннего спроса на цинк. В 2011 г. внутренний спрос на металлический цинк вырос почти на четверть, со 175 до 215 тыс. т [4]. За прошедшее десятилетие в пять раз возросло количество агрегатов и цехов горячего цинкования в РФ: с 10 в 2001 г. до 50 в 2011 г. Российские производители оптимистично оценивают перспективы внутреннего потребления цинка в связи с ростом производства оцинкованных изделий и улучшением культуры потребления металлопроката с покрытиями, что определяет стратегические планы по увеличению производства цинка. Основным ограничением этого роста выступает обеспеченность сырьем. Поэтому перспективные задачи по увеличению производства цинка, модернизации технологи-

ческих процессов, вводу новых электролизных мощностей должны обеспечиваться расширением сырьевых переделов.

В исследованиях, проведенных Институтом металлургии и материаловедения РАН им. Байкова совместно с Институтом экономики УрО РАН, показано, что в настоящее время существуют альтернативные сырьевые источники обеспечения цинковым сырьем отечественных металлургических предприятий. В связи с возрастающим использованием оцинкованного черного лома для выплавки стали в электродуговых печах, в системах газоочистки металлургических агрегатов скапливается значительное количество пылей, обогащенных цинком. Цинкосодержащие пыли в черной металлургии образуются в ходе практически всех процессов, связанных с получением расплавленного чугуна и стали. Основными полезными компонентами в них являются железо и цинк.

Анализ состава металлургических шламов сталеплавильных печей показал, что содержание металлов в таких отходах определяется типом используемого сырья, кроме того, содержание железа обусловлено типом применяемого процесса, а содержание цинка — количеством металла в исходной шихте. [2] Так, содержание железа в пылях составляет 45–70%, содержание цинка в пыли доменных сталеплавильных печей достигает 5–7%, в пыли электросталеплавильных печей — на уровне 10–25%. Утилизация, или возвращение таких отходов в аглопередель при производстве черных металлов невозможно без предварительного обесцинкования, поскольку цинк вызывает разрушение кладки доменных печей, образование цинкатыстых настывов, забивает аспирационные системы. Использование цинкосодержащих пылей в цветной металлургии также требует их предварительной подготовки для отделения железа и примесей. Таким образом, проблема переработки цинкосодержащих пылей актуальна как для черной, так и для цветной металлургии. На крупных комбинатах цветной металлургии ежегодные объемы образования цинкосодержащих пылей составляют десятки тысяч тонн. Например, ОАО Северсталь по официальным данным производит 70 тыс. т цинкосодержащих пылей электродуговых печей с содержанием цинка 16%. Таким образом, данный вид сырья может стать альтернативным источником получения железа и цинка.

Проанализированы состав и объемы образования цинкосодержащих отходов металлургичес-

Таблица 1

Содержание цинка в отходах различных металлургических производств

Предприятие	Производство	Вид отходов	Среднее содержание цинка, (% вес.)
ОАО Северсталь	Электросталеплавильное	Пыль ДСП	17,3
ОАО Нижнесергинский металлургический завод	Электросталеплавильное	Пыль ДСП	19,2
ОМК-Сталь	Электросталеплавильное	Пыль ДСП	10,0
ОАО ЗСМК	Доменное	Шлам	6,5
ОАО Северсталь	Доменное	Шлам	6,1
ОАО Уралэлектромедь	Медеплавильное	Шлак	4,0

ких предприятий РФ. В результате проведенного анализа установлено, что наиболее перспективными источниками получения цинксодержащего техногенного сырья являются пыли систем газоочистки дуговых сталеплавильных печей, в связи с высоким содержанием в них цинка. [1] В таблице 1 представлены данные о некоторых предприятиях, характеристика металлургических отходов которых отражает приведенную выше градацию.

Установлено, что ежегодный объем образования пылей с высоким (более 10%) содержанием цинка на российских металлургических предприятиях составляет около 300 тыс. т в год. Несложный расчет позволяет сделать вывод, что при рациональном использовании только текущих объемов цинксодержащих техногенных отходов существует реальная возможность дополнительно получать не менее 30 тыс. т в год высококачественного металлического цинка, т.е. около 15% производимого в РФ цинка.

В настоящее время основным методом получения оксида цинка — промежуточного продукта в производстве металлического цинка — является вельц-процесс, который используется на ЧЦЗ — флагмане цинковой промыш-

ленности РФ — для переработки вторичного цинксодержащего сырья. Проведенный в условиях ЧЦЗ технико-экономический анализ производственного процесса с учетом использования в шихте вельц-печи цинксодержащих металлургических отходов позволил сформулировать требования по содержанию цинка в ней. Оно не должно быть ниже 15%. Этому требованию удовлетворяют отходы только первых двух предприятий, указанных в таблице 1: пыли дуговых сталеплавильных печей ОАО Северсталь и ОАО Нижнесергинский металлургический завод. Вместе они могут производить до 100 тыс. т электропечной пыли в год, что может покрыть более 50% годовой потребности ЧЦЗ во вторичном сырье. При условии использования уже накопленных за многие годы работы ОАО Северсталь запасов цинксодержащих шламов эта доля может быть значительно увеличена.

В настоящее время на базе вельц-комплекса ОАО ЧЦЗ перерабатывается более 150 тыс. т окисленного цинксодержащего сырья в год. Динамика объемов переработки вторичного сырья в рамках вельц-комплекса представлена на рис. 1.

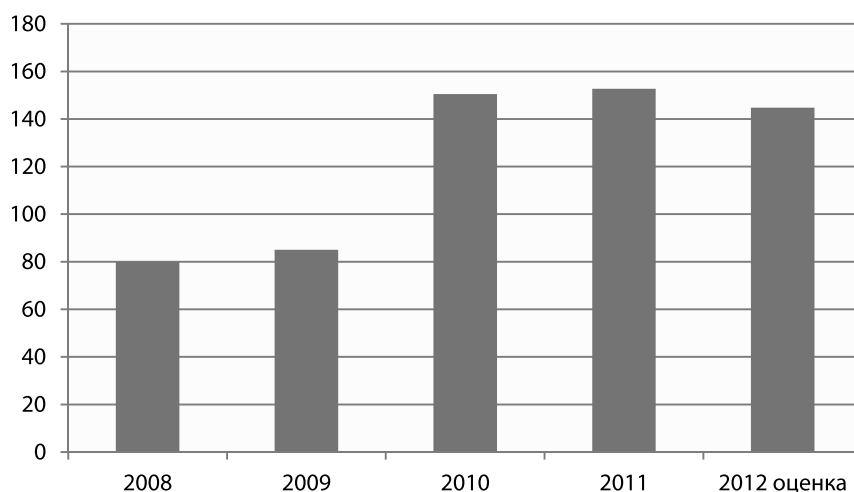


Рис. 1. Динамика объемов переработки техногенного сырья ЧЦЗ, тыс. т

Основной объем переработки вельц-комплекса ОАО ЧЦЗ — 75% составляют цинковые кеки собственного производства, что позволяет рециклировать цинковое сырье с целью максимально рационального его использования. Незначительная доля использования кеков из запаса свидетельствует о том, что в настоящее время предприятие практически полностью избавилось от накопленных ранее отвалов цинксодержащих отходов. Полиметаллические кеки перерабатываются вельцеванием также с целью дополнительного извлечения цинка и рециклинга других металлов, используемых в сплавах: свинца, таллия, индия и др. Доля переработки техногенного сырья составляет около 20%. В качестве цинксодержащего техногенного сырья используется гартцик, изгари, пыли, шламы и т. д.

Ввод новых мощностей электролизного производства, очистке растворов, плавке металла на ОАО Челябинский цинковый завод, рассчитанных на выпуск 200 тыс. т цинка в год, планы по увеличению объемов производства цинка все более обостряют необходимость диверсификации сырьевых источников. В настоящее время ЧЦЗ планирует более широкое вовлечение в переработку окисленного цинксодержащего техногенного сырья, такого как пыли электродуговых сталеплавильных печей комбинатов черной металлургии, пыли полиметаллического производства, шламы медеплавильного производства и др. С этой целью уже разработан технологический регламент для строительства комплекса еще одной крупногабаритной вращающейся вельц-печи с учетом достижений и новых изобретений в области вельцевания цинксодержащих материалов. [1] Таким образом, на ближайшие годы запланировано увеличение объемов переработки цинксодержащего техногенного сырья вельцеванием, что является в настоящее время одним из приоритетных направлений развития сырьевого потенциала ЧЦЗ.

В апреле 2012 г. Институтом металлургии и материаловедения РАН им. Байкова совместно с Инженерным центром ОАО Челябинский цинковый завод впервые в России проведена промышленная переработка пыли электродуговых печей с применением вельц-процесса. Пыли электродуговых сталеплавильных печей комбината ОАО Северсталь перерабатывались в вельц-печи большой мощности (более 300 т/сут.) ОАО Челябинский цинковый завод. Переработка пы-

лей осуществлялась на базе вельц-комплекса ЧЦЗ, включающего крупногабаритную вращающуюся печь, диаметром 4 м и длиной 60 м, комплекс вспомогательных сооружений. Состав переработанной пыли полиметаллический, что позволяет отнести ее к комплексному сырью: цинк — 17,6%, свинец — 2%, железо — 26%.

В результате промышленных испытаний по комплексной переработке цинксодержащего сырья вельцеванием по схеме с прокалкой получаемой вельц-оксида получены следующие продукты: вельц-оксид с содержанием цинка 63-65%, железосодержащий клинкер с содержанием железа более 34%, вторичные возгоны с содержанием свинца 42%. На основе проведенных промышленных испытаний Институтом экономики УрО РАН проведена оценка эффективности использования цинксодержащего техногенного сырья в условиях ЧЦЗ. Основные технико-экономические показатели переработки цинксодержащих металлургических пылей приведены в табл. 2.

Таблица 2
Основные технико-экономические показатели переработки цинксодержащих металлургических пылей

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
Объем переработки металлургической пыли	т/год	25 000
Содержание цинка в перерабатываемой пыли	%	17
	т/год	4250
Сквозное извлечение цинка из пыли в металл	%	82
Цена цинка принятая для расчетов	\$/т	2100
	руб./т	66 150
Товарная продукция		
цинк металлический	т	3526
	тыс. руб.	233 270

В соответствии с проведенными расчетами, полная себестоимость получения цинка из техногенного сырья составит 197 300 тыс. руб/т; удельная себестоимость производства цинка из пылей электросталеплавильных печей составит 55,9 тыс. руб/т цинка. Как ожидалось, наибольший удельный вес в структуре имеет стоимость сырья и технологических материалов (39%), энергоресурсов и топлива (23%), цеховые расходы.

На основе разработанного методического подхода определен уровень цены на техногенное сырье при условии извлечения из него цинка.

$$Ц_c = (\sum C_i K_{извл\ i} Ц_i - УЗ_{пер}) \times K_{эф},$$

где $Ц_c$ — уровень цены на техногенное сырье; C_i — содержание i -го полезного компонента в сырье; $K_{извл\ i}$ — коэффициент извлечения i -го полезного компонента в готовую продукцию; $Ц_i$ — цена i -го полезного компонента в готовой продукции; $УЗ_{пер}$ — удельные затраты на переработку 1 т сырья; $K_{эф}$ — коэффициент распределения эффекта между производителем и потребителем сырья. Расчетные параметры цены приведены в табл. 3. Расчетный уровень цены использован для проведения оценки эффективности использования техногенного сырья в условиях ЧЦЗ.

В настоящее время металлургические комбинаты устанавливают цену на техногенные материалы на основе индивидуального подхода. Так, пыль для проведения промышленных испытаний ОАО Северсталь с содержанием цинка 17% была продана по цене 1,5–4 тыс. руб/т, что не отражает ее рыночной стоимости и препятствует активизации ее переработки предприятиями цветной металлургии. Если учесть стоимость ее транспортировки до места переработки, себестоимость производства цинка из данного типа сырья при текущем уровне цены окажется нерентабельной. При этом экономия производителя отходов на экологических платежах при их продаже составляет около 1700 руб/т пыли. В странах Еврозоны стоимость складирования 1 т пылей электродуговых печей составляет 150 евро (более 6000 руб. по текущему курсу). [6] Таким образом, производитель отходов получает эффект от их продажи на сторону и экономии на экологических платежах, в то время как доходность их переработки остается низкой.

Интересен в этом отношении опыт развитых стран (Германия, США и др.), где законодательно установлен высокий уровень платы за размещение отходов с высоким содержанием цинка и строго ограничено содержание металла, при котором производители отходов обязаны доставить собственные отходы к месту их использования, либо переработать их самостоятельно. При содержании цинка в отходах менее 25% производитель отходов обязан передать их на переработку бесплатно и доставить на площадку предприятия-переработчика. Таким образом, в развитых странах существуют и эффективно используются законодательные инструменты по созданию условий для переработки

Таблица 3

**Расчет цены 1 т техногенного сырья
(цинкосодержащие пыли)**

Наименование показателя	Обозначение	Ед. изм.	Значение
Содержание цинка в пыли	C_1	%	17
Коэффициент извлечения цинка в металл	$K_{извл}$	%	85,5
Обменный курс рубля к доллару		руб/долл.	31,5
Цена цинка на LME	$Ц_1$	руб/т	66150
		долл. США/т	2100
Удельная себестоимость переработки 1 т пыли	$УЗ_{пер}$	руб/т	3600
		долл. США/т	114,3
Коэффициент распределения эффекта	$K_{эф}$	доли ед.	0,2
Цена цинкосодержащей пыли	$Ц_c$	руб/т	1203
		долл. США/т	38,2

техногенных ресурсов, которые применимы и в нашей стране. В первую очередь, это высокие экологические платежи за размещение отходов и четко прописанные процедуры обращения с отходами производства.

В результате использования цинкосодержащего техногенного сырья в производстве цинка полученный интегральный экономический эффект оценивается на уровне 142257 тыс. руб., в том числе экологический эффект, рассчитываемый на основе оценки предотвращенного ущерба, составляет 95 505 тыс. руб. На основании исходных данных, описывающих технологию, сформирован отчет о движении денежных средств и определена коммерческая, эколого-экономическая и бюджетная эффективность проекта использования цинкосодержащего техногенного сырья в условиях ЧЦЗ. Проведены расчеты по оценке эколого-экономической эффективности использования цинкосодержащего сырья на основе показателя предотвращенного ущерба, оценена бюджетная и интегральная эффективность, результаты полученных оценок приведены в табл. 4.

В условиях нестабильной рыночной конъюнктуры и неопределенности экологической и экономической ситуации повышаются требования к проведению оценки эффективности проектов использования техногенного сырья, поскольку традиционные методы дисконтированных денежных потоков и сценарного анализа не дают достоверных оценок инновационных проектов.

Таблица 4
Основные показатели эффективности использования техногенного сырья

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
Эколого-экономическая эффективность (ЧДД _э)	тыс. руб.	504699
Чистый приведенный доход бюджета (ЧДД _б)	тыс. руб.	25125
федерального бюджета	тыс. руб.	17811
регионального бюджета	тыс. руб.	7314
Интегральная эффективность проекта (ЧДД _{инт})	тыс. руб.	747234

Для оценки стратегической гибкости проектов переработки техногенного сырья в условиях неопределенности внешней среды Институтом экономики предложен методический подход на основе методологии реальных опционов. В соответствии с разработанным подходом, проведена оценка эффективности инвестиционного проекта использования цинкосодержащих металлургических пылей.

Оценка стратегической гибкости проекта строится на основе комбинирования дерева событий и модели Блэка — Шоулза. Дерево событий представляет собой упрощенный вид биномиальной модели оценки проекта с учетом стоимости реальных опционов (рис. 2).

В точках принятия решений происходят отклонения в реализации проекта от рассчитанного ранее базового сценария, которые представляют собой реальные опционы, стоимость которых оценивается с использованием модели Блэка — Шоулза. Проведены расчеты показателей NPV для каждого варианта изменения графика осуществления проекта в точках b_2 , c_1 , c_2 , c_3 , c_4 . Определены реальные опционы, возникающие на различных этапах реализации проекта. Проведена оценка стоимости реальных опционов расширения, продуктовой гибкости и ресурсной гибкости.

Ценность опциона продуктовой гибкости заключается в возможности расширения производства за счет выпуска железорудных окатышей из используемого техногенного сырья, ценность реального опциона ресурсной гибкости заключается в стратегической возможности использования техногенного сырья с низким содержанием цинка, ценность опциона расширения заключается в возможности полностью загрузить имеющиеся мощности по переработке техногенного сырья. Результаты оценки стратегической гибкости проекта на основе выявленных реальных опционов сведены в табл. 5. Проведенный анализ эффективности использования техногенного сырья на основе метода реальных опционов значительно увеличил ценность проекта по сравнению с базовым вариантом оценки на основе показателя чистого дисконтированного дохода.

Таблица 5
Оценка стоимости реальных опционов проекта по переработке цинкосодержащего техногенного сырья

Реальный опцион	Точка	Характеристика	Стоимость, тыс. руб.
Опцион продуктовой гибкости	b_2	Возможность производить два вида продукции (цинк и окатыши) из одного объема перерабатываемого сырья	108859
Опцион ресурсной гибкости	c_2	Возможность перехода на сырье более низкого качества	18959
Опцион расширения	c_4	Возможность увеличения объемов переработки сырья и выпуска продукции при благоприятном развитии рынка	594642
Ценность стратегической гибкости проекта		Оценка совокупной стоимости заложенных в проект реальных опционов	722460

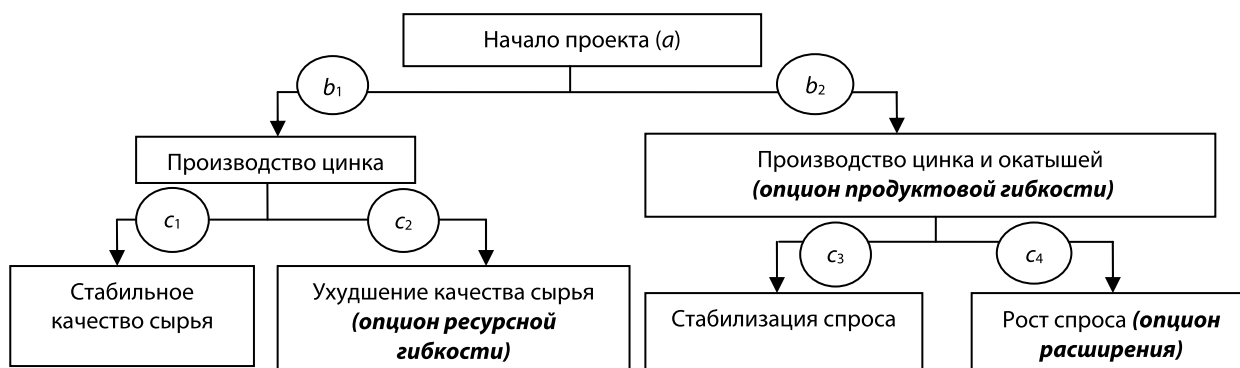


Рис. 2. Дерево решений проекта переработки цинкосодержащего техногенного сырья

Наибольшую ценность имеет заложенная в проекте стратегическая возможность увеличения объемов переработки металлургических пылей (опцион расширения).

Таким образом, разработка и внедрение в производство новых эффективных технологий использования сырьевого потенциала техногенных ресурсов позволят создать альтернативную по отношению к импортным поставкам и разработке новых месторождений сырьевую базу цинковой промышленности, дополнительно по-

лучить на предприятиях экономический эффект и предотвратить нанесение ущерба окружающей среде, которая испытывает все возрастающие нагрузки. Учитывая масштабы накопления техногенных ресурсов в РФ и связанные с этим экологические проблемы, эффективное управление техногенными ресурсами следует рассматривать как одно из приоритетных направлений дальнейшего развития российского металлургического комплекса.

Список источников

1. Годовой отчет ОАО «Челябинский цинковый завод» за 2011 год. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.zinc.ru>.
2. Дюбанов В. Г., Леонтьев Л. И. Состояние проблемы образования и переработки цинкостержащих металлургических шламов // Сборник докладов международного симпозиума, посвященного комплексной переработке техногенных отходов металлургического производства. — М., 2009.
3. Концепция вовлечения в производство металлического цинка цинкостержащих металлургических отходов / Дюбанов В. Г., Козлов П. А., Брюквин В. А., Леонтьев Л. И., Романова О. А., Брянцева О. С. // Труды Международного Конгресса «Фундаментальные основы технологий переработки и утилизации техногенных отходов». — Екатеринбург, 2012.
4. Паньшин А. Текущая задача — совершенствование технологии // Уральский рынок металлов. — 2012. — № 3.
5. Рукотворные месторождения ждут своего часа // Уральский рынок металлов. — 2012. — № 3.
6. Современное состояние и перспективы использования вельц-процесса для извлечения цинка из пылей электродуговых печей / Козлов П. А., Пovyшева Е. В., Золкина А. В., Воробьев А. Г. // Цветные металлы. — 2009. — № 7.
7. Чистая прибыль ЧЦЗ снизилась на 50% // Коммерсант. — 2012. — №190 (10 окт.).

Сведения об авторах

Леонтьев Леопольд Игоревич (Москва, Россия) — академик РАН, доктор технических наук, член Президиума РАН, руководитель Управления земельно-имущественного комплекса РАН, председатель научного совета по металлургии и материаловедению (119991, г. Москва, Ленинский пр., 14, корп. 5, e-mail: leo@presidium.ras.ru).

Брянцева Ольга Сергеевна (Екатеринбург, Россия) — ведущий экономист центра структурной политики, Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук (620 014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29., e-mail: o.bryantseva@yandex.ru).

Дюбанов Валерий Григорьевич (Москва, Россия) — кандидат технических наук, зав. лабораторией №3, Институт металлургии и материаловедения РАН им. А.А. Байкова (117911, г. Москва, Ленинский пр., 49, e-mail: dyuba@ultra.imet.ac.ru).

L. I. Leontiev, O. S. Bryantseva, V. G. Dyubanov

Technogenic metallurgical resources raw potential usage under conditions of the zinc industry modernization

The article deals with the problem of accumulation and usage of technogenic metallurgical resources in the regions where the largest steel plants are accommodated. The features of exploration and development of the mineral potential of technogenic metallurgical resources are presented through the introduction of technologies of deep complex processing of technogenic raw materials. The topicality of technogenic raw materials usage to expand the mineral resource base of zinc producers in Russia is substantiated. The prospects of the zinc industry in terms of development of raw conversion by using technological resources are explored. A methodical approach to evaluating the effectiveness of the usage of technogenic metallurgical raw materials is developed. Approaches to establish the price of technogenic raw materials are determined; the expediency of increasing environmental charges for waste disposal is highlighted. Methodological developments are tested to assess the effectiveness of the usage of technogenic waste products made by ferrous metallurgy plants in Russia as a raw material for zinc production. There are set of the priorities for the usage of raw potential of the technogenic resources to develop the zinc industry.

Keywords: metallurgy, technogenic resources, mineral resources, complex usage of raw materials, technogenic raw materials, efficiency, zinc

References

1. Godovoy otchet ОАО «Chelyabinskiy tsinkovyy zavod» za 2011 god [The annual report of JSCo «Chelyabinsk Zinc Plant» for 2011.]. Available at: <http://www.zinc.ru>.
2. Dyubanov V. G., Leontev L. I. (2009). Sostoyaniye problemy obrazovaniya i pererabotki tsinkosoderzhashchikh metallurgicheskikh shlamov [Problem state of formation and processing of zinc-containing metallurgical sludge]. Sbornik dokladov mezhdunarodnogo simpoziuma, posvyashchennogo kompleksnoy pererabotke tekhnogennykh otkhodov metallurgicheskogo proizvodstva. — M., 2009.

dunarodnogo simpoziuma, posvyashchennogo kompleksnoy pererabotki tekhnogennykh otkhodov metallurgicheskogo proizvodstva [The collection of reports of the international symposium devoted to complex processing of technogenic waste of metallurgical production], Moscow.

3. Dyubanov V. G., Kozlov P. A., Bryukvin V. N., Leontev L. I., Romanova O. A., Bryantseva O. S. (2012). Kontseptsiya вовлечения в производство металлического tsinka tsinkosoderzhashchikh metallurgicheskikh otkhodov [The concept of including of zinc-containing metallurgical waste into production of metal zinc]. Trudy Mezhdunarodnogo Konressa «Fundamentalnyye osnovy tekhnologii pererabotki i utikizatsii otkhodov» [Works of the International Congress «Fundamental bases of technologies of processing and utilization of technogenic waste»], Yekaterinburg.

4. Panshin A. (2012). Tekushchaya zadacha — sovershenstvovaniye tekhnologii [The current task — technological advancement]. Uralskiy rynek metallov [Ural metal market]. 3.

5. Rukotvornyye mestorozhdeniya zhdu svoego chasa [Man-made fields are waiting in the wings]. (2012). Uralskiy rynek metallov [Ural metal market]. 3.

6. Kozlov P. A., Povysheva E. V., Zolkina A. V., Vorobev A. G. (2009). Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy ispolzovaniya velts-protsesta dlya izvlecheniya tsinka iz pyley elektrodugovykh pechey [Current state and prospects of use of waelz process for zinc extraction from dusts of electric arc furnace]. Tsvetnyye metally [Non-ferrous metals], 7.

7. Chistaya pribyl ChTsZ snizilas na 50 % [The net profit of Chelyabinsk Zinc Plant decreased for 50 %]. (2012). Kommersant. 190 (10 of Oktober).

Information about the authors

Leontiev Leopold Igorevich (Moscow, Russia) — academician of the Academy of Sciences, Doctor of Engineering, member of the presidium of RAS, Head of the Land and Property Relations Department of Russian Academy of Science, the Chairman of Research Council of Material Studies and Metallurgy. (119991, Moscow, Leninsky Avenue, 14, building 5, e-mail: leo@presidium.ras.ru).

Bryantseva Olga Sergeevna (Yekaterinburg, Russia) — lead economist of the center of structural policy, Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Science. (620014, Yekaterinburg, Moscovskaya st., 29., e-mail: o.bryantseva@yandex.ru).

Dyubanov Valeriy Grigorevich (Moscow, Russia) — PhD in Technical Sciences, Head of the laboratory №3, Institute of Material Studies and Metallurgy of Russian Academy of Science named after Baykov A. A. (117911, Moscow, Leninsky Avenue, 49, e-mail: dyuba@ultra.imet.ac.ru).