

ВОСПРОИЗВОДСТВО СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ЦИНКА НА ОСНОВЕ РЕЦИКЛИНГА ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ¹

В статье рассмотрены перспективные направления расширения минерально-сырьевой базы российских производителей цинка на основе рециклинга техногенного сырья. Обоснована важная роль рециклинга ресурсов для устойчивого развития общества и повышения экологической безопасности производства. Рассмотрены основные структурные и динамические характеристики использования минерально-сырьевой базы производства цинка в РФ. Проанализированы сырьевые возможности и ограничения для развития цинкового производства. Исследованы структура и динамика использования вторичного сырья крупнейшим производителем цинка в РФ. Предложен и апробирован методический подход к оценке экономической и экологической эффективности промышленного использования техногенного металлургического сырья с учетом стратегической гибкости реализации проектов. Проведена оценка эффективности комплексной промышленной переработки цинкосодержащих металлургических пылей в условиях реального производства. На основе разработанного методического подхода определена ценность стратегической гибкости проекта промышленной переработки цинкосодержащего техногенного сырья. Раскрыто значение процессов рециклинга для устойчивого развития производства цинка в России.

Ключевые слова: минерально-сырьевая база, комплексное использование сырья, техногенное сырье, цинк, эффективность, стратегическая гибкость проекта

Современный этап общественного развития характеризуется все более возрастающим уровнем потребления металлосодержащей высокотехнологичной продукции, предназначенной для ежедневного использования, начиная с мобильных устройств и персональ-

ного компьютера, заканчивая средствами передвижения — автомобилями, оснащенными спутниковыми навигационными системами. Среднестатистический мобильный телефон начала XXI в. содержит около сорока различных металлов, а современный домашний компьютер — более 60 наименований металлов. Согласно последним исследованиям ученых, уже в ближайшие десятилетия возрастающий дефицит сырьевой базы многих базовых металлов приведет к резкому повышению их стоимости, в результате чего, к примеру, сегодня сравнительно недорогие цинк и железо могут уже в ближайшем будущем стать ценными металлами [4]. В связи со все возрастающим не-

¹ Статья подготовлена в рамках Программы Президиума РАН № 27 П «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 цинк-содержащих отходов металлургического производства, ресурсный прогноз, технико-экономическое обоснование целесообразности их переработки».

гативным воздействием металлургической промышленности на состояние окружающей среды, наибольшую важность приобретают технологии, обеспечивающие устойчивое развитие за счет повышения энергоэффективности, комплексного использования сырья, снижения экологической нагрузки и производственных издержек [7]. Примером такого технологического решения является рециклинг металлов.

Развитие рециклинга в рамках международной инициативы «3R» (*Reduce, Reuse, Recycle*) предполагает комплексный подход к решению проблемы растущих отходов и энергоэффективности за счет повторного использования отходов и создания замкнутого цикла производства. При этом речь идет о повышении эффективности технологий по всей производственной цепочке: добыча сырья — транспортировка — производство — потребление — рециклинг. В настоящее время основная масса рециклируемого сырья приходится на металлы, и это — одна из причин того, что большинство новых идей и технологий вторичного и многократного использования сырья приходит из этой отрасли. Рециклинг металлов — это лидирующая отрасль в области переработки техногенного сырья, в том числе и в плане инвестиционной привлекательности. При вторичном использовании металлов энергосбережение составляет для алюминия — 95 %, стали — 74 %, цинка — 60 %, свинца — 65 %, меди — 85 % [8]. По оценкам отраслевых экспертов, в настоящее время тонна железа, получаемая из техногенных ресурсов, в 5–7 раз дешевле тонны железа, полученного из первичного рудного сырья [6].

По оценкам ученых шведского Университета Лунда, уровень использования природных ресурсов, который находится в функциональной зависимости от роста численности мирового населения и других демографических факторов, приближается к границам физического предела планеты [10]. Запасы десяти наиболее востребованных металлов могут быть полностью истощены уже в текущем столетии. В соответствии с прогнозными расчетами, пик производства железа наступит в 2060 г., после чего нарастающий дефицит железа и резкий рост цен сделает его редким ресурсом. Для свинца, цинка, серебра пик придется на 2030-е гг., для меди, хрома, никеля — пик добычи прогнозируется на 2040–2050-е гг., в результате истощения сырьевой базы уже к концу века ожидается дефицит по всем основным металлам.

В связи с представленными прогнозами, уже в ближайшем будущем можно ожидать

ускоренного роста цен на металлы, в результате которого вторичная переработка отходов и вовлечение в хозяйственный оборот различных техногенных ресурсов станет весьма и весьма выгодным бизнесом. В настоящее время в мире во вторичную переработку вовлекается около 50 % железосодержащих техногенных ресурсов, однако при увеличении переработки до 80 %, прогнозируемый дефицит металла можно отсрочить на 100 лет и более [10]. Таким образом, рециклинг приобретает принципиальную важность уже сейчас как фактор устойчивого развития мирового сообщества. В настоящее время требуется распространение таких технологий, которые бы позволили обеспечить развитие человечества неограниченно долго, и среди таких решений рециклинг металлов является наиболее проработанным.

Наибольший интерес для процессов рециклирования представляют масштабные с точки зрения потребления металлы: железо, сталь, алюминий, медь, цинк, свинец, а также редкие металлы и платиноиды. Внедрение технологий рециклинга техногенного металлосодержащего сырья является одним из основных вопросов развития цинкового производства РФ, поскольку именно для предприятий цинковой отрасли проблема обеспеченности собственным первичным сырьем стоит наиболее остро.

По данным Государственного доклада о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов РФ [3], Россия обеспечивает около 1,8 % мирового производства цинковых концентратов и 2–3 % — рафинированного металла. В недрах Российской Федерации заключено 60,7 млн т цинка, что составляет 9 % его мировых запасов. В то же время перспективы расширения минерально-сырьевой базы металла сравнительно невелики, поскольку основные запасы сосредоточены в труднообогатимых полиметаллических рудах с низким содержанием цинка, либо в отдаленных районах со сложными климатическими и геологическими условиями — республиках Бурятия и Якутия. За последнее десятилетие ежегодный прирост разведанных запасов цинка в результате геологоразведочных работ компенсировал только около трети убыли запасов при добыче. Как показывает динамика добычи цинкового сырья, потребность в сырье металлургических предприятий постоянно растет. По данным на конец 2010 г., общие разведанные запасы цинка в РФ сократились на 278 тыс. т, или 0,7 %.

Выпуск цинковых концентратов российскими обогатительными фабриками в 2010 г. составил 410,5 тыс. т при среднем содержа-

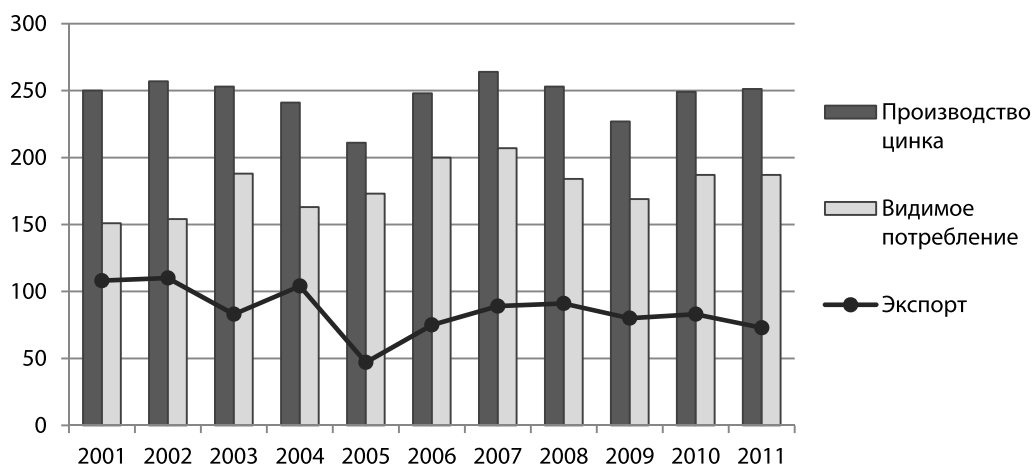


Рис. 1. Динамика производства, видимого потребления и экспорта металлического цинка в РФ, тыс. т

нии в них цинка 45,5%, убыль по показателю содержания цинка в концентрате составила 28% от значения предыдущего года [3]. Основной объем производства цинковых концентратов приходится на Южный Урал — более 70% сырья производится горнодобывающими предприятиями Свердловской, Челябинской, Оренбургской областей и Республики Башкортостан. Добывающие предприятия, расположенные на Урале и подконтрольные холдингу ОАО «Уральская горно-металлургическая компания» (далее «УГМК»), производят чуть менее 80% всего российского первичного цинкового сырья.

Основные поставки цинковых концентратов, выпускаемых обогатительными предприятиями ОАО «УГМК», ориентированы на металлургический завод по производству цинка и свинца ОАО «Электроцинк» (г. Владикавказ), являющийся дочерней организацией холдинга. Меньшая часть цинковых концентратов поставляется на ОАО «Челябинский цинковый завод» (далее — ЧЦЗ). ОАО «Челябинский цинковый завод» является крупнейшим в России производителем цинка, на его долю приходится более 60% производимого металла, однако в отличие от завода «Электроцинк», несмотря на свою близость к уральским горнодобывающим предприятиям, на протяжении многих лет испытывает дефицит сырья.

Обеспеченность ОАО «ЧЦЗ» собственной сырьевой базой составляет менее 20%. Основной объем концентратов поставляется российскими и зарубежными производителями. Общество ведет разработку Акжальского цинкового месторождения в Казахстане, где владеет собственным горнодобывающим предприятием «Nova Цинк». За счет отечественных поставок цинковых концентратов удовлетворяется чуть более 20% потребностей ЧЦЗ

в первичном рудном сырье, более 50% сырья покрывается за счет импортных поставок [9].

Совокупный выпуск рафинированного цинка в России в 2011 г. возрос на 0,9% и составил более 250 тыс. т (рис. 1). В 2012 г. прирост производства металлического цинка составил 2,8%. Из них на Челябинском цинковом заводе произведено более 60%, что составляет в натуральном выражении около 160 тыс. т. Видимое потребление металлического цинка отечественными компаниями составляет три четверти от всего произведенного в России цинка.

Анализ приведенной динамики внутреннего потребления показывает, что значительная часть производимого в стране металла поставляется отечественным металлургическим комбинатам. Так, основными потребителями продукции завода «Электроцинк» являются предприятия и цехи горячего цинкования холдинга «Уральская горно-металлургическая компания». Основными потребителями цинковой продукции выступают крупнейшие российские металлургические холдинги — производители оцинкованного стального проката и оцинкованной металлопродукции: ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», ОАО «Северсталь», ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат» и другие. Таким образом, отечественная цинковая отрасль имеет большое значение для производства конкурентоспособной металлургической продукции в РФ [2].

Динамика российского экспорта рафинированного цинка сохраняется довольно стабильной на протяжении последних пяти лет: удельный вес экспортируемого металла в общем объеме производства сохраняется на уровне выше 30%. Основные зарубежные поставки российского цинка ориентированы на европейские страны: Нидерланды, Турцию, Германию (бо-

лее 80% экспорта), а также США, Словакию, Украину, Азербайджан и другие. Главным экспортером рафинированного цинка и сплавов на его основе в России является Челябинский цинковый завод, на долю которого приходится 1,5% мирового производства металла.

В настоящее время производственные мощности российских цинковых заводов задействованы на 87%, однако в планах российских производителей на ближайшие годы стоит увеличение объемов производства металла. Это обусловлено ростом потребления металла, как на внутреннем, так и на мировом рынке. В России за последнее десятилетие постоянно растет количество заводов и цехов горячего цинкования. В ближайшие годы крупнейшие аналитические компании прогнозируют рост мирового потребления цинка с 12,5 млн т в настоящее время до 15 млн т к 2015 г., согласно прогнозам, темп роста составит более 20%. Планы по увеличению объемов производства цинка все более обостряют необходимость диверсификации сырьевых источников.

В связи с постоянным недостатком первичного сырья вопросы увеличения объемов рециклинга техногенных ресурсов как никогда актуальны для Челябинского цинкового завода. В целях рециклинга цинка из отходов собственного производства — цинковых кеков, — на ЧЦЗ построен производственный комплекс вельцевания вторичного цинкового сырья на базе крупногабаритной вращающейся трубчатой печи. В настоящее время на базе вельц-комплекса ОАО «ЧЦЗ» перерабатывается более 150 тыс. т вторичного цинкодержущего сырья в год. Структура вторичного сырья, перерабатываемого вельц-комплексом ОАО «ЧЦЗ» в 2011 г. представлена на рис. 2. В настоящее время 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 запасов цинкодержущих отходов. Доля переработки техногенного сырья составляет около 20%.

Наиболее перспективным источником цинкодержущего техногенного сырья являются пыли сталеплавильных печей в связи с высоким содержанием в них цинка [1]. По результатам ранее проведенных исследований установлено, что ежегодный объем образования

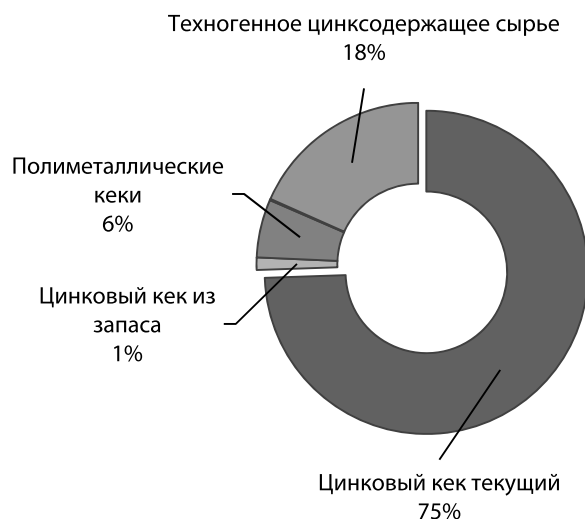


Рис. 2. Структура переработки вторичного цинкодержущего сырья вельцеванием ОАО «ЧЦЗ», 2011

пылей с высоким (более 10%) содержанием цинка на российских металлургических предприятиях составляет около 300 тыс. т в год. [5]

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 «Северсталь» перерабатывались в вельц-печи большой мощности (более 300 т/сут.) «Челябинского цинкового завода». Переработка пылей осуществлялась на базе вельц-комплекса «ЧЦЗ», включающего крупногабаритную вращающуюся печь, диаметром 4 м и длиной 60 м, комплекс вспомогательных сооружений.

В соответствии с разработанным Институтом экономики УрО РАН методическим подходом, проведена оценка эффективности промышленной переработки пылей электродуговых печей, которая строится на расчете показателей в три этапа:

- оценка интегрального экономического эффекта, возникающего вследствие переработки техногенного сырья;

- обоснование эффективности проекта использования техногенного сырья в промышленном производстве;

- оценка стратегической гибкости проекта на основе методологии реальных опционов.

Для проведения оценки эффективности промышленной переработки пыли электродуговых печей приняты следующие условия. Расчет ведется по двум вариантам переработки: на объем производства 70 тыс. т, что соответствует 50% загрузке вельц-комплекса

Таблица 1

Основные технико-экономические показатели промышленной переработки пылей электродуговых печей

Показатель	Ед. изм.	Вариант 1	Вариант 2
Объем переработки сырья	т/год	70000	150000
Товарная продукция			
цинк металлический (Zn 65 %)	т/год	9875	21160
железосодержащий клинкер (Fe 35 %)	т/год	50712	108688
вторичные возгоны (Pb26 %)	т/год	2782	5960
Себестоимость передела	тыс. руб/год	548946	1176375
Расчетная прибыль	тыс. руб/год	176578	378319
Экономия платы за размещение отходов	тыс. руб/год	119000	255000
Годовой экономический эффект	тыс. руб.	475603	765851

существующей крупногабаритной вращающейся печи ЧЦЗ, без инвестиционных затрат; на объем производства 150 тыс. т, при строительстве дополнительной вельц-печи большой мощности с объемом инвестиционных затрат 38 млн долл. (1200 млн руб.)

Расчет товарной продукции произведен в соответствии с материальным балансом процесса переработки, составленным на базе проведенных промышленных испытаний. Основные технико-экономические показатели переработки цинксодержащих металлургических пылей представлены в таблице 1. Следует отметить, что технология вельцевания отвечает требованиям комплексного использования сырья, поскольку в результате переработки достигается разделение основных полезных компонентов сырья в отдельные получаемые продукты.

Высокий уровень разделения полезных компонентов позволяет оценить стоимость товарной продукции по всем полученным сырьевым материалам. В результате использования цинксодержащего техногенного сырья в производстве цинка, полученный интегральный экономический эффект при объеме переработки 150 тыс. т/год оценивается на уровне 765851 тыс. руб., в том числе экологический эффект, рассчитываемый на основе оценки предотвращенного ущерба составляет 490823 тыс. руб.

Проведены расчеты по оценке эффективности инвестиционного проекта переработки цинксодержащих металлургических пылей для годового объема переработки пыли 150 тыс. т. Техничко-экономические показатели переработки пылей электросталеплавильного производства с целью получения цинка приведены в таблице 2. Доход от продаж товарной продукции в год выхода на проектную мощность составит 1554694 тыс. руб/год, показатель чистой прибыли от переработки 150 тыс. т пыли до-

стигнет 297628 тыс. руб/год. Чистая приведенная стоимость проекта составит 490783 тыс. руб. Таким образом, полученные показатели эффективности позволяют сделать заключение о коммерческой эффективности проекта. Проведены расчеты по оценке эколого-экономической эффективности использования цинксодержащего сырья, на основе показателя предотвращенного ущерба, оценена бюджетная и интегральная эффективность.

Экологическая эффективность проекта составит 3096577 тыс. руб. Бюджетная эффективность реализации проекта в данных расчетах представлена одной ее составляющей, связанной с налоговой эффективностью. Совокупные дисконтированные налоговые поступления в федеральный и региональный бюджет вследствие реализации проекта использования цинксодержащих металлургических пылей для производства цинка составят 763372 тыс. руб.

После проведения промышленных испытаний и производства пилотных партий продукции возможны несколько вариантов развития

Таблица 2

Показатели эффективности проекта переработки пылей ЭДП

Показатель	Ед. изм	Значение
Расчетный период проекта	лет	10
Потребность в инвестициях	млн руб.	1200
Ставка дисконтирования	%	15
Полная себестоимость	тыс. руб/год	1199498
Доход от продаж (выручка)	тыс. руб/год	1554694
Чистая прибыль	тыс. руб/год	297628
Дисконтированный срок окупаемости	лет	7
Чистая приведенная стоимость (ЧДД)	тыс. руб.	490783
Экологическая эффективность (ЧДДэкол)	тыс. руб.	3096577
Бюджетная эффективность (ЧДДбюдж)	тыс. руб.	763372

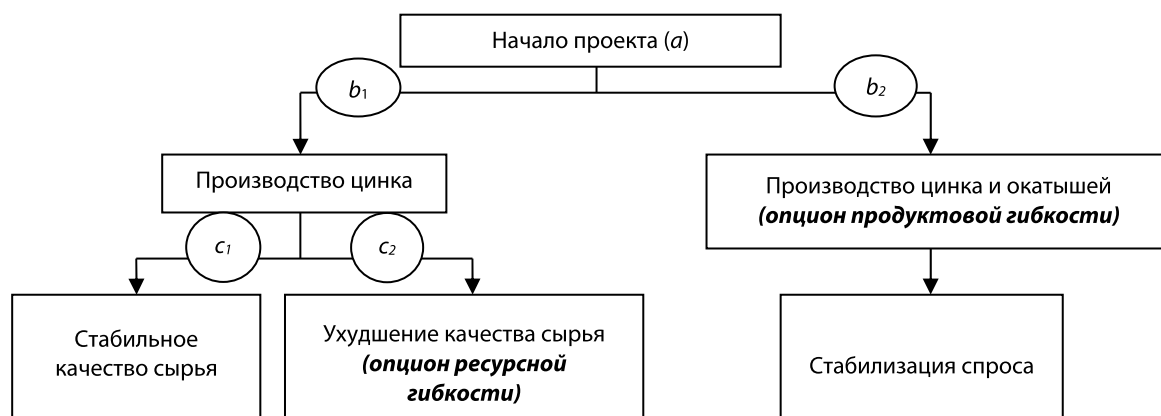


Рис. 3. Дерево решений проекта переработки цинкосодержащего техногенного сырья

проекта, в зависимости от текущей ситуации. Соответственно, предлагается рассчитать стоимость реальных опционов, заложенных в проекте в связи с реализацией стратегических возможностей. Оценка стратегической гибкости проекта в работе строится на основе комбинирования дерева событий и модели Блэка — Шоулза. Как будет выглядеть в наиболее простом варианте дерево решений проекта на три ближайших перспективных периода, показано на рис. 3. Цифрами обозначены варианты отклонения от базового сценария развития проекта. Таким образом, в модель заложены различные виды опционов, связанные с разнообразными факторами внешней и внутренней среды проекта.

Наиболее явным стратегическим преимуществом рассматриваемого проекта переработки техногенного сырья является возможность производства двух видов продукции при использовании одного и того же объема ресурсов. При введении определенных добавок в состав исходной шихты в процессе вельцевания могут быть получены железорудные окатыши, являющиеся высококачественным сырьем для выплавки стали. Таким образом, уже на первой стадии реализации проекта возникает опцион продуктовой гибкости, который может быть реализован при устойчивом спросе на железорудное сырье.

Существенным фактором, влияющим на эффективность проекта, является качество исходного сырья — пылей электродуговых печей. Неустойчивым может быть содержание цинка в сырье, что существенно влияет на показатели эффективности. Технология вельцевания

в этом смысле является универсальной, поскольку позволяет повторно перерабатывать металлосодержащее сырье для достижения требуемой концентрации цинка в вельц-окси. Таким образом, при ухудшении качества исходного сырья проект имеет возможность сохранить экономическую устойчивость, которая является опционом ресурсной гибкости.

В соответствии с разработанным методическим подходом определена ценность реальных опционов проекта. Ценность опциона продуктовой гибкости составила 267256 тыс. руб., ценность опциона ресурсной гибкости составила 10998 тыс. руб. Таким образом, оценка стратегической гибкости проекта, проведенная на основе реальных опционов, увеличила ценность проекта на 278254 тыс. руб.

Увеличение объемов рециклинга техногенных материалов является перспективным направлением расширения сырьевой базы предприятий по производству цинка. Переработка пылей электродуговых печей вельцеванием обеспечивает комплексное использование сырья за счет разделения основных полезных компонентов пыли: цинка, железа, свинца, и вызывает существенный экологический эффект. Освоение потенциала цинкосодержащих техногенных ресурсов может стать мощным фактором воспроизводства минерально-сырьевой базы на период подготовки к освоению богатых полиметаллических месторождений. Внедрение современных ресурсосберегающих технологий рециклинга техногенного сырья является стратегически важным шагом на пути модернизации металлургического производства.

Список источников

1. Брянцева О. С., Дюбанов В. Г. Инновационный фактор в развитии минерально-сырьевой базы металлургической промышленности // Экономика региона. — 2010. — №3. — С. 152-157.
2. Годовой отчет ОАО «Челябинский цинковый завод» за 2011 год. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.zinc.ru/>.

3. Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2010 году. — М.: Минерал, 2011. — 190 с.
4. Костина Г. Внукам точно не хватит // Эксперт. — 2012. — № 3. — С. 48-52.
5. Леонтьев Л. И., Брянцева О. С., Дюбанов В. Г. Использование сырьевого потенциала техногенных металлургических ресурсов в условиях модернизации цинковой отрасли // Экономика региона. — 2012. — № 4. — С. 166-173.
6. Новиков Н. И. Некоторые подходы к увеличению доли железосодержащих отходов в балансе сырья // Труды второго международного конгресса «Цветные металлы — 2010». — Красноярск, 2010. — С. 766-769. [Электронный ресурс]. URL: <http://nfmsib.ru/images/download/sborniki/2010/part9.pdf>.
7. Романова О. А. Развитие высокотехнологичных производств в региональных промышленных системах // Вестник УрФУ. — 2012. — № 3. — С. 80-92. — (Экономика и управление).
8. Ульяновская С. Рынок вторичных металлов // Снабжение и контракты. — 2011. — №1. — С. 12-13.
9. Чистая прибыль ЧЦЗ снизилась на 50 % // Коммерсант. — 2012. — № 190. — С. 8.
10. Sverdrup H., Ragnarsdottir K. V. Challenging the planetary boundaries II: Assessing the sustainable global population and phosphate supply, using a systems dynamics assessment model // Applied Geochemistry. — 2011. — № 26. — С. 307-310.

Информация об авторах

Брянцева Ольга Сергеевна (Екатеринбург, Россия) — кандидат экономических наук, младший научный сотрудник центра структурной политики, Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук (620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29, e-mail: o.bryantseva@yandex.ru).

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

Паньшин Андрей Михайлович (Верхняя Пышма, Россия) — кандидат технических наук, технический директор, ОАО «Уральская горно-металлургическая компания» (624091, Свердловская область, г. Верхняя Пышма, ул. Ленина, 1, e-mail: a.panshin@ugmk.com).

Козлов Павел Александрович (Челябинск, Россия) — доктор технических наук, профессор, начальник инженерного центра, ОАО «Челябинский цинковый завод» (454 008, г. Челябинск, Свердловский тракт, 24, e-mail: pak@zinc.ru).

O. S. Bryantseva, V. G. Dyubanov, A. M. Panshin, P. A. Kozlov

Replacement of reserves zinc based on the recycling of technogenic raw materials

In the article, the perspective trends of the expansion of the mineral-ore base of the Russian producers of zinc by recycling of technogenic raw materials are considered. The important role of recycling of resources for sustainable development of society and improve the environmental safety is justified. The main structural and dynamic characteristics of the use of mineral resource base for the production of zinc in Russia are considered. Raw materials opportunities and constraints for the development of zinc production are analyzed. In the paper, the structure and dynamics of the use of recycled materials by the largest producer of zinc in Russia are investigated. The methodical approach to the estimation of effectiveness of the industrial processing of technogenic metallurgical raw materials with the strategic flexibility of the implementation of projects is proposed and approved. The estimation of the effectiveness of a complex industrial processing of metallurgical zinc-containing dusts in a real production is carried out. The value of the strategic flexibility of the project of the industrial processing of the zinc-containing technogenic raw material is determined on the basis of the developed systematic approach. The value of the processes of recycling for sustainable production of zinc in Russia is revealed.

Keywords: raw-material base, the complex use of raw material, technogenic raw material, zinc, effectiveness, strategic flexibility of the project

References

1. Bryantseva O. S., Dyubanov V. G. (2010). Innovatsionnyy faktor v razvitii mineralno-syryevoy bazy metallurgicheskoy promyshlennosti [Innovation Factor in the Development of Mineral Resources Base of Metallurgical Industry]. *Ekonomika regiona* [Economy of Region], 3, 152-157.
2. Godovoy otchyot ОАО «Chelyabinsky tsinkovyy zavod» za 2011 god [Annual Report of Ltd. «Chelyabinsk Zinc Plant»]. Available at: <http://www.zinc.ru/>
3. Gosudarstvennyy doklad o sostoyanii i ispolzovanii mineralno-syryevykh resursov Rossiyskoy Federatsii v 2010 godu [The State Report on Condition and Use of Mineral Raw Material Resources of the Russian Federation in 2010.]. Moscow, Mineral, 190.
4. Kostina G. (2012). Vnukam tochno ne khvatit [Grand Children Definitely Won't Get Any]. *Expert*, 3, 48-52.
5. Leontyev L. I., Bryantseva O. S., Dyubanov V. G. (2012). Ispolzovaniye syryevogo potentsiala metallurgicheskikh resursov v usloviyakh modernizatsii tsinkovoy otrasli [Technogenic Metallurgical Resources Raw Potential Usage Under Conditions of the Zinc Industry Modernization]. *Ekonomika regiona* [Economy of Region], 4, 166-173.
6. Novikov N. I. (2010). Nekotoryye podkhody k uvelicheniyu doli zhelezosoderzhashchikh otkhodov v balance syrya [Some Approaches to Increase a Share of Ferrous Waste in Balance of Raw Materials]. *Trudy vtorogo mezhdunarodnogo kongressa "Tsvetnyye metally — 2010"* [Proceedings of the second international congress «Non-Ferrous Metals», 766-769. Available at: <http://nfmsib.ru/images/download/sborniki/2010/part9.pdf>
7. Romanova O. A. (2012). Razvitiye vysokotekhnologichnykh proizvodstv v regionalnykh promyshlennykh sistemakh []. *Vestnik UrFU* [Bulletin of the Ural Federal State University], 3, 80-92. (Economics and Management).
8. Ulyanovskaya S. (2011). Rynok vtorichnykh metallov [Market of Secondary Metals]. *Snabzheniye i kontrakty* [Supply and Contracts], 1, 12-13.

9. Chistaya pribyl ChTsZ snizilas na 50 % [Net Profit of Chelyabinsk Zinc Plant decreased by 50 %]. (2012). Kommersant, 190, 8.
10. Sverdrup H., Ragnarsdottir K. V. Challenging the planetary boundaries II: Assessing the sustainable global population and phosphate supply, using a systems dynamics assessment model //Applied Geochemistry. (2011), 26, 307-310.

Information about the authors

Bryantseva Olga Sergeevna (Yekaterinburg, Russia) — PhD in Economics, Research Assistant at the Center of Structural Policy, Institute of Economics of the Ural Branch, RAS (620014, Yekaterinburg, Moskovskaya Str., 29, e-mail: o.bryantseva@yandex.ru).

Dyubanov Valery Grigoryevich (Moscow, Russia) — PhD in Technical Sciences, Head of the Laboratory №3, Baikov Institute of Metallurgy and Materials Science, RAS (117911, Moscow, Leninsky Prospect, 49, e-mail: dyuba@ultra.imet.ac.ru).

Panshin Andrey Mikhaylovich (Verkhnyaya Pyshma, Russia) — PhD in Technical Sciences, Technical Director, the Ural Mining and Metallurgical Company (624091, Russia, Sverdlovsk region, Verkhnyaya Pyshma city, Lenina Str, 1, e-mail: a.panshin@ugmk.com).

Kozlov Pavel Aleksandrovich (Chelyabinsk, Russia) — Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Engineering Center «Chelyabinsk Zinc Plant» (454008, Chelyabinsk, Sverdlovsk tract, 24, e-mail: pak@zinc.ru).

The article is prepared in the framework of the Program of Presidium of the Russian Academy of Sciences No 27 «Fundamental basis of innovation forecast technologies, assessment, extraction and deep complex processing of the strategic mineral raw materials necessary for modernization of Russian economy», on the subject: «Assessment of annual formation volume of zinc-containing waste of metallurgical production, resource forecasting, feasibility study of their processing expediency».