

Абылайханова Т.А.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ В ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Abylayihanova T.A.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE COMPLEX OF MINERAL-FERROUS METAL

УДК: 338.22.336/75

В статье рассматривается горно-металлургическая отрасль Казахстана, ориентированная на экспорте сырья и первичных металлов, а также использование минерального сырья в цветной металлургии и повышение её эффективности.

The article deals with mining and smelting industry in Kazakhstan, focused on exporting raw materials and primary metals, and the use of mineral raw materials in ferrous metallurgy and its effectiveness.

Сегодня горно-металлургическая отрасль Казахстана ориентирована на экспорт сырья и первичных металлов. В предстоящие годы основной задачей развития отрасли должно стать поэтапное создание новых перерабатывающих производств металлургической промышленности, связанных с выпуском продукции с высокой добавленной стоимостью, обеспечивающей как рост производства высокотехнологичной продукции и расширение ее экспорта на внешние рынки, так и удовлетворением потребностей внутреннего рынка.

В настоящее время в республике накоплено более 20 млрд. тонн промышленных отходов, из них техногенные отходы предприятий цветной металлургии составляют 10,1 млрд. тонн, черной - 8,7 млрд. тонн. Ежегодно образуется порядка 700 млн. тонн промышленных отходов из них токсичных - около 250 млн. тонн. Менее 2% техногенных отходов в республике перерабатывается и подвергается утилизации. Наибольший удельный вес имеют отходы горнорудных и обогатительных комплексов Карагандинской (29,4%), Восточно-Казахстанской (25,7%), Костанайской (17,0%) и Павлодарской (14,6%) областей [1].

В Программе развития горно-металлургической отрасли Республики Казахстан на 2010 - 2014 годы отмечается, что сырье меняется, становится все более бедным, цикл работ дорожает, но технологии извлечения и переработки остаются прежними, поэтому ставится задача в процессе переработки извлекать все попутные металлы. Важность развития системы вторичного использования отходов и переход в ресурсосберегающую и комплексную переработку по извлечению цветных, драгоценных и редких металлов крайне необходима с целью оздоровления экологической обстановки, особенно в районах концентрации предприятий добывающей промышленности, металлургии и химии. Полное и эффективное использование техногенных отходов имеет важное направление по улучшению состояния окружающей среды.

Утилизация промышленных отходов является одним из направлений повышения эффективности производства. В связи с этим эффективность комплексного использования минерального сырья в цветной металлургии рассчитаем на примере проекта "Вывод мышьяка из сырья, отходов и промпродуктов в цветной металлургии и перевод его в малотоксичное соединение". Потенциальными потребителями данной технологии являются предприятия цветной, и золотодобывающей промышленности [2].

Экологически чистые технологии в металлургии цветных металлов практически невозможны без решения проблемы обезвреживания мышьяк содержащих отходов. Только на ТОО "Казцинк" ежегодно вырабатывается более 1,5 тыс. тонн мышьяка, который в виде некондиционных арсената и арсенита кальция, относящихся к сильноядовитым веществам (2-ой класс токсичности) хранится на отвалах. Так же предусматривается хранить мышьяк на отвалах в виде арсената кальция с вводом в эксплуатацию золотомышьяксодержащих упорных концентратов (Бакырчик и др. месторождения) [3].

ТОО "Казцинк" является крупным производителем цинка и свинца высшего качества, золота и серебра, а также редких металлов - селена, теллура, таллия, ртути, висмута и др. Наиболее приоритетными в обеспечении собственной сырьевой базы являются Малевский рудник с мощностью 2,25 млн. тонн руды в год и Тишинский рудник с уровнем добычи 1,25 млн. тонн руды в год.

ТОО "Казцинк" ежегодно выпускает около 100 тыс. т свинца, более 280 тыс. т цинка, около 7-8 т золота, более 200 т серебра, небольшое количество редких металлов. В структуре дохода компании около 41% приходится на цинк, 25% - на медь, 16% - на золото, 10% - на серебро и 8% - на свинец. Продукция, выпускаемая ТОО "Казцинком", имеет большой спрос в основном за пределами республики: в США, Испании, Италии, Германии, Канаде. Согласно данным таможи, производство необработанного свинца в Казахстане выросло в 2007 году на 0,9%, достигнув 117,06 тыс. т. При этом на долю ТОО "Казцинк" пришелся основной объем выпускаемого в стране свинцового концентрата (свыше 58%).

В настоящее время в подразделениях ТОО "Казцинк" в целях повышения эффективности комплексного использования минерального сырья наибольшее внимание уделяется совершенствованию технологии обогащения полезных ископаемых, разработке и внедрению принципиально

новых технологических схем, совершенствованию технологии и оборудования для добычи руд, созданию и внедрению безотходных и малоотходных технологий в металлургии.

Предприятия подотрасли имеют реальные возможности для расширения масштабов использования новейших процессов и оборудования, повышения уровня автоматизации, увеличения единичной мощности основных агрегатов, утилизации отходов производства и улучшения на этой основе комплексного использования минерального сырья.

Предлагаема новая технология обезвреживания мышьяксодержащего сырья, практически снимает проблему захоронения мышьяксодержащих токсичных отходов в Республике Казахстан, попутно уменьшая их объем в 5-6 раз. Полупромышленные испытания данной технологии, проведенные ТОО "УК НПЦ НТ" на различном металлургическом оборудовании достигли положительных результатов, одобрены техническим советом ТОО "Казцинк".

Эта технология позволяет вывести мышьяк в малотоксичный отход железо-мышьяковистую шпейзу и извлечь ценные компоненты: черновой свинец 85-93%, цинк в возгонах 85-90%, драгоценные металлы в черновой свинец 93-96% с высокой рентабельностью производства. Успешно проводятся испытания по промышленной переработке.

Технология вывода мышьяка. Мышьяк является сопутствующим элементом многих руд цветных металлов. В сульфидных рудах он содержится преимущественно в виде аринопирита ($FeAsS$), аурипигмента (As_2S_3), реальгара (AsS), реже в виде лелменгита ($FeAs_2$), и более сложных сульфидных минералов, содержащих два и более металлов. В окисленных рудах мышьяк встречается в виде арсенатов и арсенидов. Мышьяк из технологических процессов, в основном выводится в форме оксида при окислительном обжиге или в виде арсенат-арсенилсульфидного кека при переработке щелочных растворов и сплавов. При производстве цветных металлов мышьяк накапливается в полупродуктах и является вредной и трудноудаляемой примесью практически на всех пределах.

Отвалы мышьяксодержащих отходов являются источником загрязнения окружающей среды. Задача обезвреживания мышьяксодержащих продуктов является составной частью общей проблемы мышьяка.

В металлургическую переработку все шире вовлекается мышьяксодержащее сырье и в будущем данный подход станет преобладающим.

В настоящее время разработана технология электроразложения отходов, содержащих мышьяк на шпейзу. Шпейза исследована на определение опасности и отнесена к четвертому классу. Однако плавка отходов на шпейзу требует большого расхода электроэнергии и недостаточно отработана для сульфидных материалов.

Существующая технология производства свинца и цинка не позволяет в одном технологическом цикле извлечь все ценные компоненты

полиметаллических руд и для комплексного использования сырья требует комбинирования внутри производства и обязательной кооперации смежных отраслей (медной, химической, строительной и др.).

На свинцовых и цинковых заводах получают свыше 20 наименований полупродуктов и отходов производства.

Многие полупродукты (пыли, возгоны, окислы, кеки, шламы и другие) перерабатываются внутри комбинированных предприятий на специализированных установках или, как оборотные материалы (пыли, богатые шлаки), в голове основного производства.

Однако на предприятиях накоплено значительное количество полупродуктов и отходов производства, которые в настоящее время перерабатываются в незначительных объемах или совсем не перерабатываются ввиду отсутствия производственных мощностей и эффективных технологий их переработки.

- Отходы и продукты цветной металлургии могут рассматриваться как перспективная сырьевая база для получения дополнительного количества цветных металлов, а также железа, содержание которого в некоторых отходах (например, в шлаках, клинкере) сопоставимо с его содержанием в перерабатываемых железных рудах.

Однако в отличие от рудного сырья полупродукты и отходы производства - это сырье, которое не требует затрат на добычу, и для вовлечения их в переработку на специальных установках необходимо лишь осуществить транспортно-погрузочные работы.

Новые технологии переработки полупродуктов и отходов производства являются составной частью программы научно-технического развития производства, поэтому методические вопросы определения их экономической эффективности решаются на основе общих методик по комплексной оценке экономической эффективности мероприятий научно-технического прогресса на предприятиях цветной металлургии.

В новых экономических условиях важное значение при решении вопроса внедрения мероприятия НТП имеет хозрасчетный экономический эффект. Однако при определении отвальности полупродукта и отхода или его складирования с целью перспективной переработки необходимо попутно рассматривать вопросы их реализации на другие предприятия, либо использования для производства строительных, химических и др. материалов народного потребления.

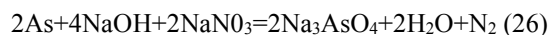
Наиболее важной проблемой в технологии комплексной переработки полупродуктов металлургического производства является удаление, обезвреживание или использование мышьяка. При наличии в сырье мышьяка в ходе технологических процессов он переходит практически во все твердые продукты обжига, плавки, конвертирования, а также концентрируется в отходящих газах и сточных водах. Наиболее значительна концентрация мышьяка в

пылях свинцового производства. Содержание его в пылях зависит от содержания в сырье, флюсах и топливе и может изменяться в пределах от 1,5 до 20%. Оборот пылей в свинцовом производстве и циркуляция с ними мышьяка осложняют технологию извлечения основных компонентов, увеличивают потери свинца со шлаком, повышают выход шпейзы и потери с ней благородных металлов, вызывают значительные трудности при рафинировании свинца и, в конечном итоге, снижают его извлечение в металл [98].

Таким образом, возврат пыли в голову процесса без вывода вредных примесей приводит к нежелательным последствиям. Разнообразие и сложность процессов связанных с выводом мышьяка (а также хлора и фтора) и извлечением многих ценных компонентов различными способами, вызывает необходимость создания на предприятиях специализированных цехов по переработке металлургических пылей.

На ТОО "Казцинк" вывод мышьяка из свинцовых пылей осуществляют в процессе их переработки методом сульфатизации в фимико-металлургическом цехе. Сущность технологии заключается в том, что пыли гранулируют с крепкой серной кислотой на вращающемся чашевом грануляторе, полученные гранулы подвергают термической обработке в печах кипящего слоя при температуре 350-400°C, выщелачивают и из раствора извлекают ценные компоненты. В процессе сульфатизации мышьяк улавливается в шламы, из которых его отмывают раствором соды, осаждают из раствора известью арсенит кальция и таким образом выводят мышьяк из общего цикла свинцового производства.

Из черного свинца мышьяк удаляется в процессе щелочного рафинирования в виде арсенитов (As^{+5}):



Полученный щелочной сплав подвергают гидрометаллургической переработке с целью регенерации щелочи и извлечения мышьяка и сурьмы. Мышьяк извлекается в отвальный продукт - арсенат кальция с содержанием до 18% мышьяка.

Используемые на ТОО "Казцинк" методы вывода мышьяка имеют ряд существенных недостатков, основными из которых являются следующие:

а) технология переработки свинцовых пылей методом сульфатизации с выводом мышьяка в арсенит кальция является материалоемким и энергоемким процессом, в результате которого свинец извлекается в полупродукт - свинцовый кек, направляемый на переработку снова в голову свинцового производства, что значительно увеличивает эксплуатационные затраты на получение конечной товарной продукции;

б) мышьяк содержащие твердые отходы - арсената и арсениты кальция складываются на территории УК МК на открытой площадке. К настоящему времени накоплен отвал мышьяк-

содержащих отходов массой более 270 тыс. тонн. Этот отвал является источником загрязнения окружающей среды, так как арсенаты и арсениты кальция относятся к высокоопасным отходам (2 класс токсичности).

Нами предлагается осуществление вывода мышьяка в арсенат кальция в рафинировочном цехе, совместная плавка текущего арсената кальция рафинировочного цеха и свинцовых пылей с выводом мышьяка в железомышьяковистую шпейзу, взамен технологии сульфатизации свинцовых пылей.

Плавке подвергается смесь текущего арсената кальция рафинировочного цеха и пылей свинцового производства; кроме того, в шихту плавки вводится шлак свинцового производства, металлическое железо и коксик.

В результате плавки образуется:

- свинцово-цинковые возгоны, направляемые на переработку в цинковое производство;
- черновой свинец, направляемый на рафинирование в свинцовое производство;
- железо-мышьяковистая шпейза, направляемая в отвал как отход четвертого класса опасности;
- шлак, направляемый в отвал.

По новой технологии, разработанной ТОО "УК НПЦ НТ", мышьяк на 91,45% переходит в шпейзу и на 1,96% в шлак.

Экономическое обоснование проекта. Определим экономическую эффективность переработки мышьяк содержащих полупродуктов и отходов с выводом мышьяка в железо-мышьяковистую шпейзу по сравнению с существующей на УК МК технологией сульфатизации мышьяк содержащих свинцовых пылей с выводом мышьяка в арсенат кальция с последующим захоронением его на спецполигоне.

Переработка черного свинца предполагается в рафинировочном цехе свинцового завода УК МК ТОО "Казцинк" с получением рафинированного свинца, аффинированного золота и серебра после купеляции и аффинажа, возгонов - на цинковом заводе УК МК.

Разработанная технология совместной переработки свинцовых пылей и мышьяк содержащих отходов позволяет извлечь ценные компоненты с высокой рентабельностью производства.

Общая стоимость проекта зависит от способа его реализации:

- на существующем оборудовании (электро-термическая печь, агломерационное и пылеулавливающее отделения, вспомогательные помещения) - 120 млн. тенге;
- при проектировании и новом строительстве - 1-2 млрд. тенге.

Потребность в инвестициях продиктована необходимостью:

- создания материального запаса сырья и материалов, поскольку на начальном этапе работ, когда предприятие начинает расширять производство до проектной мощности, затраты на

основные расходные материалы и сырье являются наиболее значительными, а недостаточность выручки приводит к денежному дефициту, производство может остановиться;

- развития инфраструктуры предприятия, поскольку имея налаженное производство, но, не имея необходимых систем охраны, жизнеобеспечения предприятия и т.д., говорить о полноценно работающем предприятии невозможно;

- завершения научных исследований с целью дальнейшего совершенствования технологии.

В связи с тем, что ТОО "УК НПЦ НТ" осуществляет реализацию проекта на действующих производственных мощностях, сумма необходимого финансирования составляет 250 млн. тенге.

Производственный план предусматривает переработку:

-3942 т в год конвертерных пылей с содержанием 47 % свинца, 6 % цинка;

- 1095 т/год арсената кальция рафинировочного цеха с содержанием 13% мышьяка;

-4380 т/год граншлака из отвала с содержанием 3,6 % свинца, 6,5 % цинка и золотосодержащего продукта.

Расчет объемов производства от заданного объема шихты представлен в таблице 1, в форме материального баланса, составленного исходя из существующей производительности Опытного свинцового завода ТОО "Казцинк".

В процессе переработки шихты свинец на 96 % извлекается в черновой свинец и на 0,5 % в возгоны. Цинк на 92,5 % извлекается в возгоны. Золото и серебро извлекаются в черновой свинец на 99,5 %.

Таблица 1.

Материальный баланс и распределение основных компонентов плавки конвертерных пылей и мышьяксодержащих отходов на годовой объем шихты

Наименование продукта	Масса		Свинец		Цинк		Мышьяк		Золото		Серебро	
	тонн	%	тонн	%	тонн	%	тонн	%	г/т	кг	г/т	кг
Загружено:												
Конвертерная пыль	3942	36,0	1852	47,0	236,5	6,0	591,3	15,0	2,8	11,0	200,0	788,4
Арсенит, арсенат кальция	1095	10,0	5,5	0,5	78,8	2,0	142,4	13,0				
Железный продукт	2190	20,0			21,9	1,0			5,0	11,0	51,3	168,5
Граншлак	3285	30,0	118,7	3,6	246,4	7,5						
Коксик	438	4,0										
Шихта	10950	100,0	1976,2	18,0	583,6	4,48	733,7	6,7	1,36	22,0	251,3	956,9
Получено:												
Черновой свинец	1881	17,2	1801	96,0					11,6	21,9	508,3	952,1
Шпейза	2080	19,0	41,6	2,0			704,4	96,0				
Шлак	5987	54,7	89,8	1,5	12,0	0,2	2,2	0,29				
Цинковые возгоны	972	8,8	4,9	0,5	540	92,5	3,1	0,42				
Потери и невязка	30	0,3	38,9	-	31,6	-	24,0	-		0,1		4,8
Итого:	10950	100,0	1976,2		583,6		733,7			22,0		956,9

Расчет товарной продукции при переработке свинцовых пылей и арсената кальция с выводом мышьяка в железомышьяковый сплав по новой технологии представлен в таблице 2.

Таблица 2.

Расчет товарной продукции при переработке свинцовых пылей и арсената кальция с выводом мышьяка в железомышьяковый сплав

Наименование показателей	Количество, тонн / кг	Цена, долл. США	Сумма, тыс. долл. США	Сумма, тыс. тенге
Свинец в черновом свинце	1801	1700	3061,7	459255
Золото в черновом свинце	21,9	17300	378,9	56835
Серебро в черновом свинце	952,1	360	342,8	51420
Кадмий в возгонах	200	1500	300,0	45000
Цинк в возгонах	540	700	378,0	56700
Вывод мышьяка	733,7	1200	880,4	132060
Складирование арсенита 2 класса опасности	3000	13	39,0	5850
Итого товарной продукции			5380,8	807120

Примечание: Рассчитано автором на основе статданных и данных ТОО "Казцинк".

Таким образом, определение экономической эффективности безотходной технологии переработки минерального сырья имеет сложный многоцелевой характер. Народнохозяйственный эффект от комплексной утилизации отходов производства при переработке минерального сырья складывается из величины производственного эффекта, получаемого в результате использования отходов, и предотвращенного ущерба, наносимого окружающей среде при неполном использовании сырья. В экономической практике, как правило, определяется лишь первая составляющая эффекта безотходного производства. И только в последние годы начали оценивать вредное влияние промышленных загрязнений на окружающую среду.

В данный момент ТОО "Казцинк" является конкурентоспособным предприятием. Однако, в условиях рыночных отношений, когда каждое предприятие стремится выдвинуться на новые горизонты рынка, совершенствуя свою технологию, расширяя производство и уделяя внимание потребностям и желаниям клиентов, условия конкурентной борьбы все более ожесточаются. Поэтому, чтобы не потерять свою нишу на международном рынке, предприятию необходимо повышать качество выпускаемой продукции, использовать новое высокопроизводительное оборудование.

Литература:

1. Промышленность Казахстана и его регионов 2006-2008. Статистический сборник. - Астана, 2009. - С. 245.
2. Программа по развитию горно-металлургической отрасли в Республике Казахстан на 2010 - 2014 годы//Постановление Правительства Республики Казахстан от 30 октября 2010 года № 1144.
3. Экономический рост в цветной металлургии и перспективы развития, 15.10.2009, официальный сайт Департамента статистики по Восточно-Казахстанской области, shygys.stat.kz.
4. Осипов М. А. Комплексная переработка свинца и цинка// Проблемы стратегического обеспечения рыночно-ориентированных общественных преобразований: матер, междунар. науч.-практ. конф. - Усть-Каменогорск, 2004.
5. Петров Н.И. Комплексная переработка мышьяксодержащего сырья // Цветная металлургия. - 2002. - № 4. - С. 22.
6. Резниченко В.А., Липихина М.С., Морозов А.А. и др. Комплексное ис-пользование руд и концентратов.- М.: Наука, 2006.- 172 с.

Рецензент: д.э.н., профессор Кайгородцев А.А.
