УДК 338.4:669.1

Организационно-экономические аспекты развития металлургии на базе металлоотходов металлургических комбинатов

© 2013 г. О.В. Силаева, В.П.Третьякова, М.К. Какимов*

Сегодня уже ни у кого не вызывает сомнения, что конкурентоспособной может быть такая экономика, в которой предприятия работают по безотходным технологиям по всей цепочке: исследование – разработка – производство – использование – утилизация. Особенно это важно для предприятий материалоемких отраслей промышленности, таких как металлургия и машиностроение. В идеальном случае реализация безотходной технологии по всей приведенной выше цепочке может быть осуществлена путем строительства новых металлургических комплексов.

Однако в настоящее время как в Российской Федерации (РФ), так и в Республике Казахстан существует ряд проблем, препятствующих такому строительству. Это экономические и организационные проблемы, а также отсутствие научных проработок отдельных технических и технологических вопросов в условиях конкретных производств, применительно к конкретным видам сырья. Рыночные отношения диктуют свои законы и правила. В настоящее время в условиях рыночной экономики у государств, бывших союзных республик все еще недостаточно ресурсов для финансирования фундаментальных и прикладных научных, изыскательских и проектных работ. Отсутствуют также ресурсы и экономическая целесообразность создания новых металлургических комбинатов, работающих по безотходным технологиям. В то же время иностранные владельцы металлургических заводов, заработав на этих заводах деньги, тем более, думается, не будут инвестировать средства в развитие современных дорогостоящих процессов и технологий. Основания для таких предположений дает семнадцатилетний опыт эксплуатации Карагандинского металлургического комбината иностранной компанией.

В результате на сегодняшний день можно отметить, что эффективное использование металлоотходов крупного металлургического комбината возможно лишь с привлечением малого и среднего индустриального бизнеса в интеграции с отечественным машиностроением, с учетом его потребностей в металле [1]. Под индустриальным бизнесом в данном случае рассматривается малая металлургия, производящая товарный металл, в идеальном случае – сталь разнообразного перечня марок, необходимых в небольших количествах для широкого круга производств машиностроения.

В процессе оказания методической и практической помощи предпринимателям Карагандинской области при расчетах бизнес-планов, обосновании экономической целесообразности открытия новых предприятий и производств по утилизации отходов, содержащих металл, была выявлена проблема технической и технологической недоработки проектируемых и планируемых предпринимателями производств. Зачастую основное оборудование для выплавки товарного металла (чугуна и стали) выбирали либо по объявлениям о продаже на интернетовских сайтах, либо выкупали старые печи, например на бывшем Темиртауском литейном механическом заводе. При этом не оговаривались ни химический состав, ни физико-механические свойства шихты и товарного металла. Разрабатывая технологию, в ряде случаев не учитывали целевое назначение производимого металла по проектируемым и планируемым производствам, а также потребности и возможности замещения потребляемого машиностроением Республики Казахстан импортного металла, как чугуна, так и стали самых различных марок, используемых в небольших количествах, производить которые невыгодно металлургическому гиганту. А машиностроительным предприятиям невыгодно покупать металл через посреднические фирмы по завышенным ценам. Стандарты на отгружаемый предприятием-гигантом металл не всегда соответствуют стандартам, требуемым для нужд производств машиностроительных предприятий. В результате большую часть металла машиностроительные предприятия Республики Казахстан приобретают за рубежом.

Развитие малого и среднего индустриального бизнеса на базе использования отходов крупного металлургического комбината целесообразно было бы в рамках кластера, но создавать такой кластер проблематично, например, при существующем доминирующем положении АО «Arselor Mittal

*Силаева О.В. – канд. экон. наук, доц. Карагандинского государственного индустриального университета.
Третьякова В.П. – ст. преподаватель Карагандинского государственного индустриального университета.
Какимов М.К. – магистрант Карагандинского государственного индустриального университета.

Temirtau» в металлургии республики, да и ряда других стран. Думается, Казахстану, как и России, в недалеком будущем предстоит создание нового современного металлургического комплекса на базе безотходного производства, использования и утилизации металлотходов и металлопродукции. Видимо, при этом должна будет использоваться кластерная форма организации экономики [2].

В настоящее время, как отмечалось выше, возможно развитие малого и среднего бизнеса малой металлургии на базе использования металлоотходов крупного металлургического комбината [1]. Рынком сбыта товарной продукции малой металлургии могут быть как минимум малые производства отечественной машиностроительной отрасли. На потребности данных производств и необходимо ориентироваться предпринимателям при выборе видов и типов восстановительных или плавильных металлургических печей, видов и марок товарного металла. Естественно, соответствующие технологии и оборудование должны проектироваться с учетом специфических особенностей даже аналогичных отходов, но разных металлургических комбинатов, использующих различное исходное сырье. Следует отметить наличие научно-исследовательских, проектных, опытно-конструкторских разработок, лабораторных и промышленных испытаний по проблеме использования некоторых отходов конкретных металлургических производств, перерабатывающих конкретные виды металлсодержащего сырья, уже выполненных в Советском Союзе и за рубежом. Существуют и более поздние разработки, обобщающие итоги многих ранее проведенных исследований. Но, как показывает наш опыт, накопленные наукой знания предпринимателями практически не применяются, по крайней мере на примере использования отходов АО «Arselor Mittal Temirtau».

Сегодня предприниматели малого и среднего индустриального бизнеса не имеют возможности тратить деньги на качественные научные и проектные разработки по своим специфическим техническим и технологическим проблемам, в том числе и по вопросам развития малой металлургии на базе использования отходов металлургических производств.

На наш взгляд, начинать решение проблемы реализации безотходных технологий целесообразно было бы на уровне государственной постановки проблемы повышения эффективности использования металлсодержаших минеральных ресурсов. Одним из инструментов такого регулирования может стать модель управления комплексностью использования минерального сырья [3].

Под управлением комплексностью использования минерального сырья, на наш взгляд, следует понимать процесс, включающий в себя набор методик, направленных на совершенствование учетной политики и управленческой практики, исходя из критериев успешности использования минеральных ресурсов. В наиболее общем виде это интегрированная система управления использованием минеральных ресурсов. При этом необходимо планировать инвестирование всех этапов комплексного плана, включая научные разработки и практическую их реализацию. Контроль должен основываться на организационной системе, включающей информацию в виде форм отчетности по результатам выполнения плана (показатели, индикаторы и др.). Руководство использованием минеральных ресурсов предполагает принятие решений и несение ответственности за их эффективность.

При моделировании управления комплексностью использования минерального сырья прежде всего необходимо определиться с его организационной формой. На наш взгляд, возникновение и развитие металлургических кластеров на базе использования природного сырья явится одним из оптимальных направлений совершенствования организационных форм экономики и России, и Казахстана.

Рассмотрим возможность моделирования системы управления комплексным использованием минерального сырья на примере железосодержащих руд Лисаковского месторождения в Казахстане. Следует отметить, что вопросами комплексного использования этих руд в 1980 – 90-х гг. занимались как российские, так и казахстанские ученые, но окончательно проблема не решена и ныне.

Пригодная для моделирования управления организационная схема цикла движения и использования минеральных ресурсов Лисаковского месторождения с указанием предприятий и производств переработки представлена на **рис. 1.** Были проанализированы и систематизированы все виды отходов АО «Arselor Mittal Temirtau», что является удобным для поиска путей повышения эффективности их использования. Приведенная схема также может служить основой при поиске направлений создания и развития индустриального бизнеса на основе использования вторичных материальных ресурсов металлургического производства. Данная модель упрощает контроль и государственное регулирование использования природных ресурсов. Дерево модели – схемы может достраиваться отдельными фрагментами, как показано на **рис. 2 – 4**, по мере проработки вопросов использования отдельных видов вторичных материальных ресурсов.

Рассмотрим три примера такой работы с деревом модели.

Учеными металлургами Химико-металлургического института АН КазССР в свое время были проведены лабораторные исследования и опытно-промышленные испытания по улучшению комплексного использования железосодержащих руд Лисаковского месторождения. В результате было установлено, что наиболее эффективными способами переработки магнезиальных и втористомагнезиальных доменных геленитных шлаков на глинозем являются: содово-известковое спекание по технологии Пикалевского глиноземного комбината и Волховского

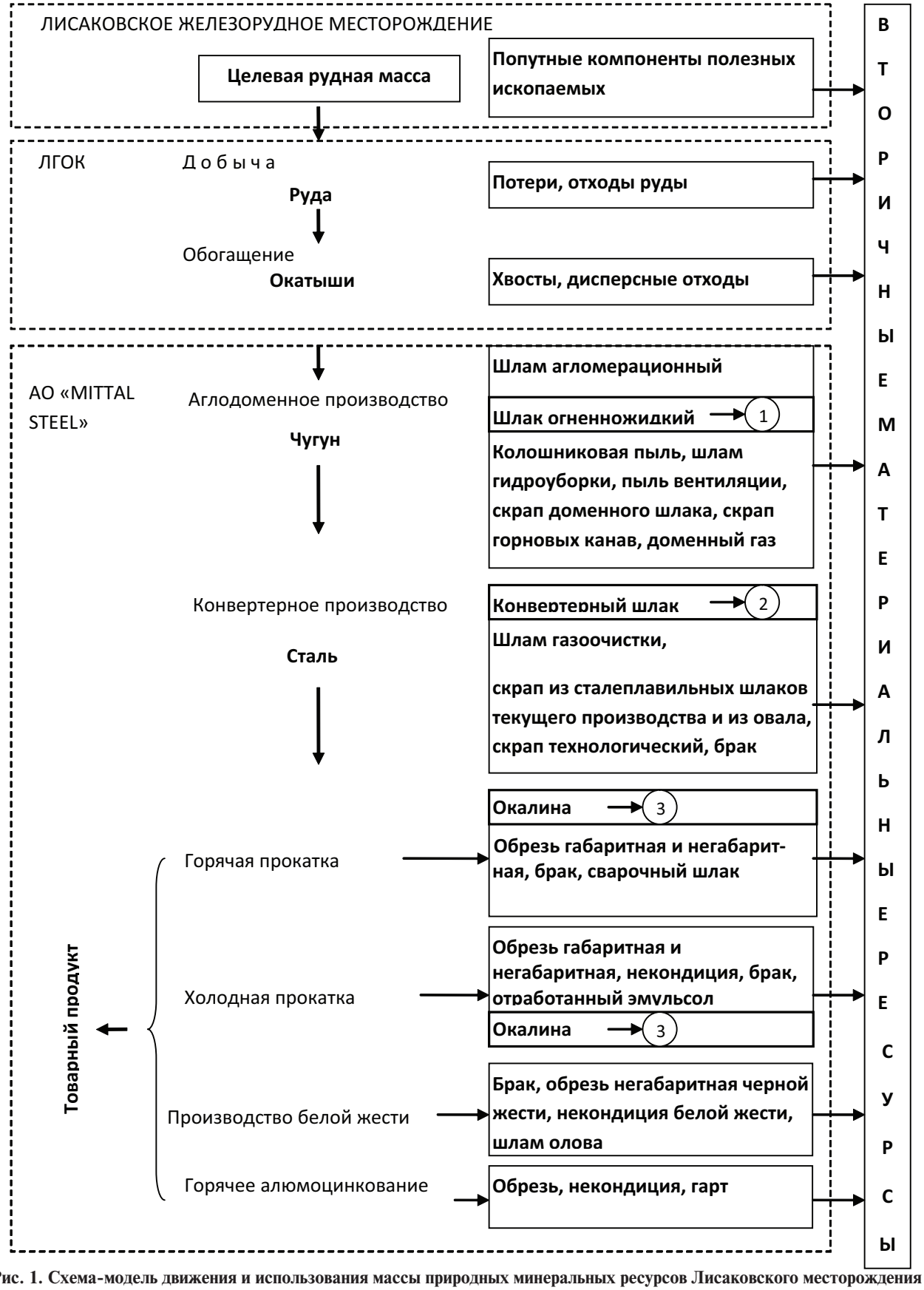

Рис. 1. Схема-модель движения и использования массы природных минеральных ресурсов Лисаковского месторождения и отходов металлургического производства

алюминиевого завода, а также совместное спекание геленитных шлаков с красным шламом применительно для Павлодарского алюминиевого завода. Выполнены также технико-экономические расчеты переработки различных типов геленитных доменных шлаков в условиях работы Павлодарского алюминиевого завода [4]. Расчеты показали, что специализированный металлургический завод или комбинат производительностью 5 млн т чугуна в год при работе на смеси агломератов и окатышей из лисаковских низкомодульных концентратов сможет выплавить 1,95 млн т геленитных шлаков, что даст возможность производить 455 тыс. т глинозема в год. Это эквивалентно количеству глинозема, производимого из 1,35 млн т краснооктябрьского боксита. Ожидаемый годовой экономический эффект составлял 392 млн руб. без затрат на добычу боксита. Белитовые шламы, получаемые в количестве 4,15 т/т глинозема, могут быть использованы для производства портландцемента различных марок с меньшими удельными капиталовложениями по сравнению с производством его из глин и известняка. Для переработки геленитных доменных шлаков, получаемых при доменной плавке окускованных низкомодульных концентратов, целесообразно строительство специализированного комплекса.

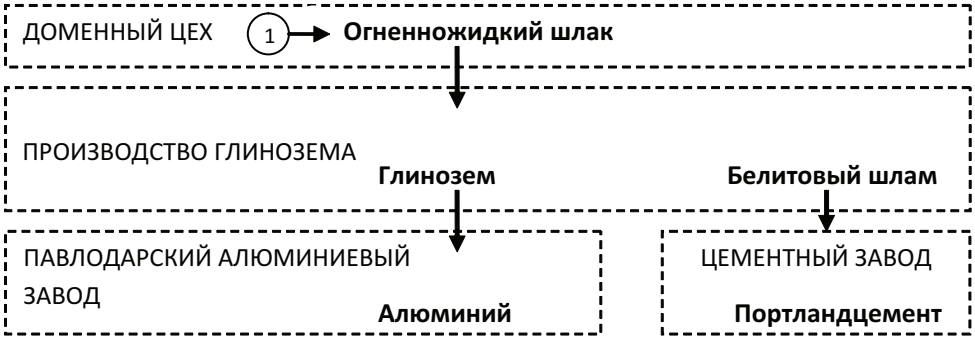

Рис. 2 . Использование доменного геленитного шлака

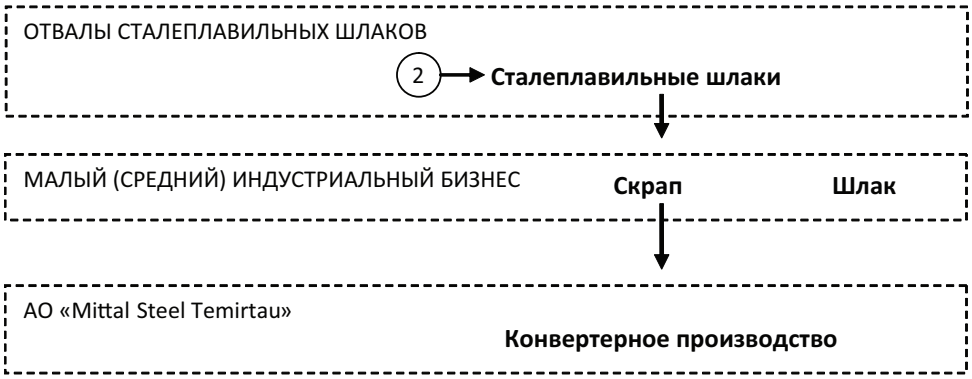

Рис. 3. Использование сталеплавильного шлака

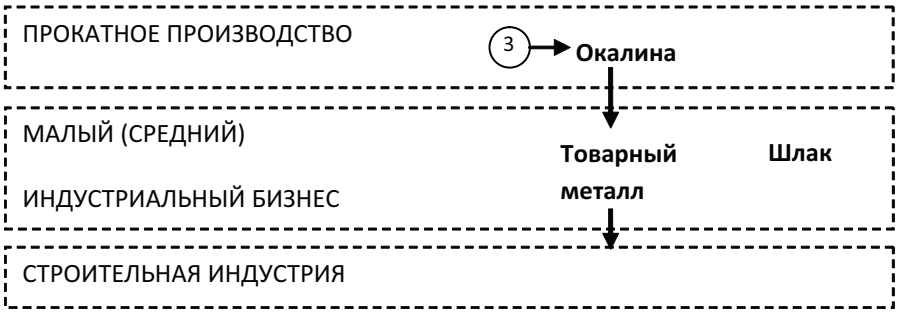

Рис. 4. Использование окалины прокатного производства

При появлении возможности переработки не использованных отходов, в частности для производства глинозема или цемента, схема – модель, представленная на рис. 1, может быть дополнена (рис. 2).

Следующим шагом развития схемы – модели металлургического кластера является бизнес-план, разработанный для предприятия по переработке сталеплавильного шлака из отвалов АО «Mittal Steel Temirtau» на установке для отделения магнитного продукта без классификации конечного шлака. Основанием данного проекта послужили технология, внедренная на ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (ММК) в 1991 г., и результаты проводимых в Академии Наук Республики Казахстан исследований по переработке и использованию сталеплавильных шлаков. Технико-экономические расчеты показали, что при годовом выходе продукта 105 120 т и его цене 336 руб./т инвестиции окупятся за 4,6 года, что свидетельствует об экономической целесообразности работы такого предприятия [5]. Второй фрагмент, дополняющий схему–модель движения и использования массы природных ресурсов, представлен на рис. 3.

Для использования отходов прокатного производства – окалины предложен бизнес-план предприятия по переработке окалины в шахтной восстановительной печи полезным объемом 100 м^3 с суточной производительностью 150 т товарного металла [5]. Годовой объем производства товарного металла составит 53 550 т. Местом строительства шахтной печи выбран город Темиртау (Республика Казахстан, Карагандинская обл.). Рынком сбыта товарно-

го металла может стать машиностроение и строительная индустрия. Для осуществления проекта необходимы инвестиции в размере 157,62 млн руб., которые должны окупиться за 3,6 года – срок, вполне приемлемый для инвесторов. Третий фрагмент общей схемы–модели представлен на рис. 4.

После выбора организационной формы управления использованием минеральных ресурсов при разработке схемы–модели контроллинга необходимо определить с методику оценки эффективности его применения.

В данном случае предлагается применить методику оценки эффективности использования минерального сырья с помощью системы коэффициентов оценки комплексности [6]. В общем виде коэффициент комплексности использования железорудного сырья ($К_{кис}$) можно определить по формуле:

$$К_{кис} = \frac{\sum_{i=1}^{m} В_{тов_i}}{\sum_{i=1}^{n} В_i}, \quad (1)$$

где $\sum_{i=1}^{n} В_i$ – суммарная стоимость компонентов в сырье, выраженная в действующих ценах; $\sum_{i=1}^{m} В_{тов_i}$ – суммарная стоимость компонентов, извлеченных в товарную продукцию, выраженная в действующих ценах; n – число компонентов, содержащихся в сырье; m – число компонентов, извлеченных в товарную продукцию.

С точки зрения количества или числа извлекаемых компонентов можно рассчитать три коэффициента комплексности использования минеральных ресурсов – геологический ($К_г$), технический ($К_т$) и экономический ($К_э$). Геологический коэффициент комплексности учитывает степень использования всех полезных компонентов, содержание которых определено в сырье; технический – те компоненты, извлечение которых технически возможно на современном уровне техники и технологии; экономический – те компоненты, извлечение которых экономически целесообразно на сегодняшний день.

С точки зрения степени извлечения компонентов следует определять полный, прогрессивный и плановый коэффициенты комплексности. Полный коэффициент, как следует из формул (2) и (3), предполагает при исчислении геологического и технического коэффициентов в знаменателе учитывать содержание соответствующего числа компонентов без учета извлечения каждого из них.

$$К_{ГП} = \frac{N_1Ц_1 + N_2Ц_2 + ... + N_mЦ_m}{M_1Ц_1 + M_2Ц_2 + ... + M_nЦ_n} \times 100\% = \frac{\sum_{i=1}^{m} N_iЦ_i}{\sum_{i=1}^{n} M_iЦ_i}, \quad (2)$$

$$К_{ТП} = \frac{N_1Ц_1 + N_2Ц_2 + ... + N_mЦ_m}{M_1Ц_1 + M_2Ц_2 + ... + M_pЦ_p} \times 100\% = \frac{\sum_{i=1}^{m} N_iЦ_i}{\sum_{i=1}^{p} M_iЦ_i}, \quad (3)$$

где $К_{ГП}$ – геологический полный коэффициент комплексности, %; $К_{ТП}$ – технический полный коэффициент комплексности, %; N_1, N_2, ..., N_m – количество каждого вида металла (компонента), извлеченного в товарную продукцию, т; M_1, M_2, ..., M_n – количество каждого вида металла (компонента), содержащегося в сырье; $Ц_1$, $Ц_2$,..., $Ц_р$ – действующая цена соответствующего металла (компонента), тенге/т; p – число компонентов в сырье, извлечение которых при данном уровне техники и технологии возможно.

При расчете прогрессивных технического и экономического коэффициентов комплексности в знаменателе следует учитывать наилучшую величину извлечения, достигнутую на отечественных или зарубежных предприятиях, либо извлечение, предусмотренное проектом, учитывающим последние достижения техники и технологии. Рассчитываются прогрессивные коэффициенты по формулам (4) и (5):

$$К_{т.пр} = \frac{N_1Ц_1 + N_2Ц_2 + ... + N_mЦ_m}{M_1E_1Ц_1 + M_2E_2Ц_2 + ... + M_pE_pЦ_p} \times 100\% = \frac{\sum_{i=1}^{m} N_iЦ_i}{\sum_{i=1}^{p} M_iE_iЦ_i}, \quad (4)$$

$$К_{э.пр} = \frac{N_1Ц_1 + N_2Ц_2 + ... + N_mЦ_m}{M_1E_1Ц_1 + M_2E_2Ц_2 + ... + M_чE_чЦ_ч} \times 100\% = \frac{\sum_{i=1}^{m} N_iЦ_i}{\sum_{i=1}^{ч} M_iE_iЦ_i}, \quad (5)$$

где $К_{т.пр}$ – технический прогрессивный коэффициент комплексности, %; $К_{э.пр}$ – экономический прогрессивный коэффициент комплексности, %; E_1, E_2, E_p, $E_ч$ – прогрессивный уровень извлечения соответствующего компонента, доли единицы; $M_ч$ – число компонентов в сырье, извлечение которых экономически целесообразно на современном уровне развития техники, технологии, экономики.

Плановый коэффициент комплексности при определении экономического коэффициента комплексности предполагает в знаменателе учитывать планируемое извлечение компонента для конкретных условий. Плановый экономический коэффициент комплексности – $К_{э.пл}$ рассчитывается по формуле:

$$К_{э.пл} = \frac{N_1Ц_1 + N_2Ц_2 + ... + N_mЦ_m}{M_1E_1^{'}Ц_1 + M_2E_2^{'}Ц_2 + ... + M_чE_ч^{'}Ц_ч} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{m} N_iЦ_i}{\sum_{i=1}^{÷} M_iE_i^{'}Ц_i}, \quad (6)$$

где $E_1^{'}$, $E_2^{'}$, $E_ч^{'}$ – извлечение каждого компонента, предусмотренное бизнес-планом, доли единицы.

Коэффициенты комплексности могут быть рассчитаны также с использованием математического матричного метода. Каждый из приведенных показателей служит для определенных целей анализа и оценки эффективности комплексного использования сырья. Для характеристики состояния и перспектив улучшения использования сырья могут быть рассчитаны полные коэффициенты комплексности – геологический и технический, а также технический прогрессивный. Для оценки целесообразности проектирования можно использовать прогрессивный экономический коэффициент комплексности. При разработке бизнес-планов действующего производства могут применяться два показателя – экономический прогрессивный и экономический плановый коэффициенты комплексности. Причем последний будет отражать степень выполнения заданий бизнес-плана и резервы, связанные с улучшением выполнения этих заданий, в то время как экономический прогрессивный коэффициент будет характеризовать потери, связанные с низким или недостаточно высоким уровнем техники и технологии на данном производстве. Для анализа степени безотходности технологий отдельных стадий производственного процесса или всего производства в целом можно использовать такой показатель, как коэффициент безотходности технологического процесса ($К_б$), который рассчитывают по формуле:

$$К_б = \frac{ГП + ИО}{ВМ}, \quad (7)$$

где ГП – готовая продукция технологического процесса или его отдельной стадии; ИО – используемые повторно отходы технологического процесса; ВМ – материальные ресурсы, вовлеченные в технологический процесс или в его отдельную стадию.

Обобщающими показателями экономической целесообразности извлечения отдельных компонентов или их групп при комплексном использовании сырья в условиях конкретного предприятия должны служить показатели рентабельности, рассчитанные с учетом приведенных выше коэффициентов комплексности или коэффициента безотходности.

Библиографический список

1. *Алимбаев А.А., Силаева О.В.* Развитие переделов в промышленности Казахстана //САЯСАТ. Информационно-аналитический журнал. Институт развития Казахстана. 2004. № 7 (июль). С. 63 – 65.

2. *Силаева О.В., Третьякова В.П., Мантуров К.В.* Вопросы моделирования кластера по комплексному использованию железных руд Лисаковского месторождения. Тр. междунар. науч.-практич. конф., Алматы, ЦАГС. 2006. С. 76 – 77.

3. *Силаева О.В., Третьякова В.П.* Моделирование контроллинга комплексности использования минерального сырья. Тр. 8 междунар. конф. «Современные технологии освоения минеральных ресурсов», 23 – 25 апреля 2010 г. Красноярск: ИПК СФУ, 2010. – С. 485 – 492.

4. *Рахимов А.Р., Павлова (Третьякова) В.П., Бенуни А.Х.* Технико-экономические расчеты переработки геленитных доменных шлаков способом содово-известкового спекания / Проблемы обогащения и комплексности переработки фосфористых лисаковских руд. Тез. докл. науч-технич. совещания. – Темиртау, 1979. – С. 118 – 121.

5. *Алимбаев А.А., Силаева. О.В.* Повышение эффективности использования сырья черной металлургии / Междунар. науч.-практич. конф. «Конкурентоспособность экономики Республики Казахстан: состояние, проблемы и приоритеты развития». Астана, ИЭФ им. Т. Рыскулова, 2005. 24 – 25 марта. С. 72 – 77.

6. *Силаева О.В.* Оценка использования сырьевых ресурсов как инструмент эффективного государственного управления / Матер. II Академического симпозиума, Астана: Академия государственного управления при Президенте Республики Казахстан 2010 г. 26 ноября. – С. 264 – 267.