

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВ С КОМПЛЕКСНЫМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЫРЬЯ

*Мирзоева А.Р., кандидат экономических наук, доцент,
Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова*

Аннотация: в статье раскрываются технологические особенности переработки многокомпонентного сырья, на примере вольфрамо-молибденового месторождения, оказывающие влияние на построение системы учета затрат и калькулирование себестоимости продукции в комплексных производствах.

Выявлено, что минералогический состав и концентрация полезных компонентов руд цветных металлов, технические условия предопределяют переход непромышленных руд в состав промышленных. В статье рассмотрены минералогические особенности вольфрам-молибденовой руды, оказывающие влияние на технологические схемы ее переработки. Большое внимание уделено вопросам обогащения вольфрам-молибденовой руды, позволяющей повысить качество добываемых руд по содержанию в них металлов и вредных примесей.

Рассматривая качественную схему обогащения, показывающую направление продуктов и последовательность операций, применяемых в процессе обогащения, а также качественные изменения продуктов, можно обозначить объекты учета затрат на производство и объекты калькуляции.

Исследование показало, что структура производственного процесса при комплексном использовании сырья определяет организацию учета затрат на производство и калькулирование себестоимости получаемых продуктов переработки, последние в свою очередь, оказывают влияние на объективность оценки экономической эффективности комплексного использования сырья.

Анализ организации и технологии переработки вольфрам-молибденовых руд на горно-обогатительных комбинатах позволил выявить характерные особенности производств с комплексным использованием сырья, которые должны быть учтены при информационно-аналитическом обеспечении менеджмента предприятий с комплексным производством.

Ключевые слова: комплексное использование сырья, многокомпонентное сырье, технология, химическая переработка

ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL FEATURES OF PRODUCTIONS WITH COMPLEX USE OF RAW MATERIALS

Mirzoeva A.R., Candidate of Economic Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov

Abstract: *the article reveals the technological features of the processing of multicomponent raw materials, using the example of a tungsten-molybdenum deposit, which influence the construction of a cost accounting system and the calculation of the cost of production in complex productions.*

It was revealed that the mineralogical composition and concentration of useful components of non-ferrous metal ores, technical conditions predetermine the transition of non-industrial ores to industrial ones. The article discusses the mineralogical features of tungsten-molybdenum ore, affecting the technological schemes of its processing. Much attention is paid to the issues of enrichment of tungsten-molybdenum ore, which allows to improve the quality of the mined ores by the content of metals and harmful impurities in them.

Considering the qualitative scheme of enrichment, showing the direction of products and the sequence of operations used in the enrichment process, as well as qualitative changes in products, you can identify the objects of cost accounting for production and costing objects.

The study showed that the structure of the production process with the integrated use of raw materials determines the organization of cost accounting for the production and calculation of the cost of the processed products, the latter, in turn, affect the objectivity of the assessment of the economic efficiency of complex use of raw materials.

Analysis of the organization and technology of processing of tungsten-molybdenum ores at mining and processing plants allowed us to identify the characteristic features of production with the complex use of raw materials, which should be taken into account when providing information and analytical support to the management of enterprises with integrated production.

Keywords: *complex use of raw materials, multicomponent raw materials, technology, chemical processing*

Применение комплексного использования сырья характерно для таких производств как пиролиз керосина, электролиз поваренной соли, гидролиз древесины, переработка химических и полиметаллических руд, нефти и многих других в промышленности и сельском хозяйстве.

Объектом нашего исследования является комплексная переработка руды на примере ОАО “Тырныаузский горно-обогатительный комбинат” (далее ОАО “ТГОК”) Кабардино-Балкарской Рес-

публики, созданного на базе Тырныаузского вольфрамо-молибденового месторождения, расположенного в районе Передового хребта Северного Кавказа.

Горно-обогатительный комбинат организован на основе последовательной и комплексной переработки сырья в готовый продукт (добыча, обогащение) и представляет собой единый организационно-технологический комплекс.

Анализ организации и технологии переработки комплексного сырья на этом комбинате позволит выявить характерные особенности производств с комплексным использованием сырья, оказывающие влияние на построение учета затрат и калькулирование себестоимости продукции в таких производствах.

Тырныаузское вольфрамо-молибденовое месторождение расположено в пределах 2015-2615 м над уровнем моря. Для доступа к рудным телам месторождения оно вскрыто горными выработками.

Важной характеристикой руд цветных металлов является их минералогический состав. Химические элементы содержатся в природе обычно в связанном состоянии в виде минералов или минеральных соединений, число которых определяется в несколько десятков тысяч наименований. Не все минералы, содержащие одни и те же химические элементы, одинаково пригодны для промышленного использования. В современных технических условиях не все руды могут эффективно использоваться промышленностью.

Промышленная руда – это горная порода, содержащая один или несколько полезных компонентов в таких количествах, соединениях и концентрациях, при котором ее промышленное использование технически возможно и экономически целесообразно [2]. Понятие промышленной руды меняется во времени. Непрерывным прогрессом техники и технологии руды, считавшиеся ранее непромышленными, переходят в разряд промышленных. Руда в цветной металлургии должна удовлетворять и другим требованиям. Так, имеет значение минералогический состав руды: металлы в одних минералах хорошо поддаются обогащению, в других хуже или совсем не обога-

щаются. Важны кусковатость руды, крупность кристаллизации, наличие или отсутствие взаимного прорастания минералов и др. Все вышеперечисленные особенности минерального сырья цветной металлургии оказывают влияние на технологические схемы переработки сырья с получением до нескольких десятков видов продукции.

В Тырныаузском вольфрамо-молибденовом месторождении выделено для промышленной отработки три типа руд: скарные вольфрамо-молибденовые; скарнированные мраморы с вольфрамо-молибденовым орудинением; биотитовые роговики с молибденовым орудинением.

В связи с различными горногеологическими и горнотехническими условиями этих типов полезного ископаемого применялись и различные системы их разработки. Для любой системы разработки рудные тела условно делятся на выемочные единицы-блоки. Система разработки таких блоков заключается в проведении в них выработок для вскрытия, подготовки, нарезки, а после выполнения этих операций – бурения массива блока скважинами с их последующим заряданием взрывчатыми веществами и отбойкой запасов блока. Технология добычи руды заключается в выпуске из блоков отбитых запасов с помощью самоходных погрузо-доставочных машин (ПДМ) или доставочных самоходных автосамосвалов типа МОаЗ. Погруженная в эти виды оборудования отбитая руда доставляется к рудоспускам. К рудоспускам (вертикальные или наклонные горные выработки, пройденные через все горизонты) на каждом горизонте (высотной отметке) есть подходы для разгрузки отбитой руды в них самоходными машинами. Разгруженная в рудоспуски отбитая рудная масса выпускается на транспортном горизонте 2015 м в железнодорожные вагоны, составы кото-

рых доставляются электровозами на поверхность - на промплощадку рудника "Молибден", где вагоны разгружаются в бункера. Из бункеров рудная масса поступает в дробильные агрегаты и подвергается дроблению, посредством чего достигается отделение ценных компонентов минералов от пустой породы и друг от друга. Дробленая рудная масса поступает по конвейеру на корпус самоизмельчения, где она измельчается в шаровых мельницах до требуемых размеров частиц (до крупности 62-65% класса 0, 074 мм). Переизмельчение руды сверх необходимой крупности нежелательно, так как измельчение является дорогой операцией, а очень мелко измельченный материал труднее подвергается обогащению. Далее из корпуса самоизмельчения измельченная рудная масса направляется по трубам гидропроката на обогатительную фабрику.

Металлургическая промышленность в настоящее время предъявляет очень высокие требования к рудам в отношении содержания в них основных металлов и примесей. Вместе с тем руды, которые могли бы удовлетворять этим требованиям, встречаются редко, и количество их не может обеспечить современные потребности в металлах. Поэтому возникает необходимость повысить качество добываемых руд по содержанию в них металлов и вредных примесей, что и достигается в процессе обогащения. При этом состав минералов, составляющих руду, не меняется. Меняется только соотношение этих минералов в продуктах, получаемых в результате обработки.

Производство на обогатительной фабрике отличается от процессов в других цехах горнообогатительного комбината. По степени оснащенности труда и роли человека в обработке комплексного сырья обогащение относится к машин-

но-аппаратурному автоматизированному процессу. Это непрерывный процесс, для которого свойственна поточная технология производства, отличающаяся полным совмещением рабочих процессов и операций во времени и непрерывной выдачей продукции в течение рабочего времени, предусмотренного суточным режимом работы. По своей структуре обогащение относится к сложному производственному процессу, по содержанию оно подразделяется на несколько организационно и технологически взаимосвязанных комплексов рабочих процессов: подготовка руды, дробление, грохочение, измельчение, классификация, собственно обогащение, сгущение, сушка и погрузка концентратов.

На каждом из названных комплексов рабочих процессов осуществляются в определенной последовательности целесообразно направленные действия над полезным ископаемым. Можно выделить конкретные рабочие процессы и операции. Например, для стадии измельчения характерны следующие рабочие процессы: подготовка руды к измельчению, загрузка ее в мельницу, собственно измельчение, загрузка шаров (стержней), подача воды, выгрузка руды в классификатор. Для загрузки руды в мельницу выполняются такие операции, как подача руды на конвейер и транспортирование ее в мельницу, взвешивание, опробование и загрузка в мельницу.

Структура производственного процесса зависит от состава, качества и принятой технологии переработки сырья и материалов. Она может различаться при одинаковых по назначению производственных процессах даже при изготовлении одной и той же продукции в условиях переработки разного по составу и качеству сырья.

В свою очередь, структура производственного процесса определяет организацию учета затрат на производство на предприятии. С изменением структуры производственного процесса может изменяться и организация учета затрат на производство.

Процесс обогащения каждой руды имеет свои особенности в зависимости от ее минералогического состава, характера и крупности вкрапленно-

сти и требований к полученным концентратам. Так, в настоящее время известно около 15 минералов вольфрама, из которых промышленное значение имеют только четыре: вольфрамит, шеелит, глюбнерит и фебенит (табл. 1).

Молибден входит в состав примерно 20 минералов. Важнейшим минералом является молибденит, на долю которого приходится около 90 % добычи молибдена.

Таблица 1

Главнейшие минералы вольфрама

Минералы	Химический состав	Содержание, %		Удельный вес, %	Твердость
		WO ₃	W		
Ферберит	FeWO ₃	76,3	60,5	7,5	5
Вольфрамит	(Fe,Mn)WO ₄	76,5	60,6	7,1-7,5	5-5,5
Глюбнерит	MnWO ₄	76,6	60,7	7,1	5
Шеелит	CaWO ₄	80,6	63,9	5,8-6,2	4-5

Вульфенит, повеллит и ферромolibдит (табл. 2) имеют второстепенное значение, остальные же относятся к редким молибденсодержащим минералам.

Таблица 2

Важнейшие минералы молибдена

Минералы	Химический состав	Содержание, %	Твердость	Удельный вес, %
Модибденит	MoS	Mo 59,96	1	4,7-5,0
Вульфенит	PbMoO ₄	MoO ₃ 38,6	3	6,3-7,0
Повеллит	CaMoO ₄	MoO ₃ 72,0	3,5	4,25-4,52
Ферромolibдит	Fe ₂ O ₃ 3MoO ₃ 7,5H ₂ O	MoO ₃ 59,5	2	4,5

На Тырнаузской обогатительной фабрике обогащению подвергаются молибденит, вольфрамит и шеелитовые руды. Обогащение осуществляется методом селективной флотации.

Флотацией называется процесс обогащения полезных ископаемых, основанный на избирательном прилипанию минеральных частиц к пузырькам воздуха в водной суспензии [1]. Воздух специаль-

но вводится в флотационный аппарат и в виде пузырьков проходит сквозь слой пульпы. Всплывшие с частичками минерала пузырьки воздуха образуют пену, удаляемую с поверхности пульпы, наполняющей флотационную машину. Не прилипшие к пузырькам воздуха минералы остаются в машине. Прилипание к пузырьку воздуха одних минералов и не прилипание других объясняется

различием физико-химических свойств минералов.

Эти различия могут быть усилены специальными реагентами и менять флотуемость отдельных минералов в требуемом направлении.

В зависимости от роли, выполняемой в процессе флотации, разделяют реагенты на [3]:

- собиратели, назначение которых заключается в повышении флотуемости минерала (олеиновая кислота, керосин и т.п.);

- депрессоры, их назначение – препятствовать коллектору повышать флотуемость минералов нежелательных в концентратах (щелочи, цинковый купорос, жидкое стекло и т.п.);

- активаторы, способствующие взаимодействию собирателя с минералом, который требуется флотировать, а также если надо нейтрализовать действие депрессора (медный купорос, серная кислота, сернистый натр);

- регуляторы, способствующие действию других реагентов и предохраняющие их от разрушения (кальцинированная сода, известь, едкий натр или серная кислота);

- вспениватели, регулирующие степень дисперсии воздуха в пульпе и прочность пены. Наиболее распространение в качестве пенообразователя получило сосновое масло.

Флотация состоит из следующих стадий:

1. Изменение поверхности минеральных частиц воздействием флотационных реагентов, что создает условия для прикрепления частиц определенных минералов к пузырькам воздуха и, наоборот, предотвращает прикрепление других минеральных частиц;

2. Образование в пульпе пузырьков воздуха в результате механического дробления воздуха и выделения его из раствора;

3. Прикрепление минеральных частиц к пузырькам воздуха с образованием минерализованных пузырьков;

4. Всплывание этих пузырьков и образование на поверхности пульпы слоя минерализованной пены;

5. Отделение минерализованной пены (пенного продукта) от пульпы (непенного продукта).

В пену обычно переходят полезные минералы, образуя концентрат. Минералы пустой породы, как правило, остаются в пульпе (хвосты).

В результате обогащения получают два или несколько окончательных продуктов:

- а) концентраты – продукты обогащения одним из минералов и по своему качеству пригодные для дальнейшего использования;

- б) хвосты – продукт, обедненный ценными минералами, дальнейшая обработка которого не оправдывается ни экономическими, ни техническими показателями;

- в) промежуточные (оборотные) продукты – продукты, требующие дальнейшей обработки.

Применяемые в практике схемы флотации отличаются большим разнообразием. Выбор схемы флотации зависит от вещественного состава обогащаемых руд, установленных кондиций на концентраты и экономических факторов.

При обогащении руд, содержащих два и более полезных минерала, возможны разные варианты. Можно вначале получить так называемый коллективный концентрат, а непенный продукт представляет собой хвосты. Впоследствии этот концентрат на основе использования физико-химических свойств минералов подвергается доизмельчению и разделению на мономинеральные концентраты. Возможна и непосредственная селективная флотация, то есть последовательное

выделение в концентрат отдельно каждого компонента. Тогда только после выделения всех полезных компонентов непенный продукт будет отвальным. Последний вариант обогащения и применяется на ОАО “ТГОК”.

Вначале руду измельчают, примерно до 60 % – 74 мм и флотируют молибденит (схема 3). В измельчение подают трансформаторное масло или керосин (70-100 г/т) и кальцинированную соду (700-800 г/т); во флотацию – терпинеол (50-60 г/т); в третью и четвертую перечистную флотации подают жидкое стекло (200-300 г/т руды), сернистый натрий (100 г/т) и цианистый натрий (50 г/т); в пятую и шестую перечистки молибденового концентрата – 20-50 г/т сернистого натрия и 100-150 г/т жидкого стекла.

Пропарка молибденового концентрата перед четвертой перечисткой при 60 С пульпы осуществляется с реагентами для депрессии халькопирита, загрязняющего молибденовый концентрат, причем четвертая перечистная флотация проводится при температуре пульпы 30 - 40 С.

Хвосты четвертой контрольной молибденовой флотации поступают на основную флотацию коллективного медно-молибденового концентрата, куда подается собиратель – ксантогенат (50 г/т). Коллективный концентрат третьей перечистой медно-молибденовой флотации подвергается пропарке с 3 кг/т сернистого натрия для десорбции ксантогената с поверхности халькопирита и цианистым натрием для его депрессии, после чего осуществляется селективная флотация молибденита. В первую и вторую контрольные флотации добавляют сернистый натрий; хвосты представляют собой медный продукт, содержащий 12-14% меди. Хвосты основной молибденовой флотации по-

сле трехкратной очистки поступают на шеелитовую флотацию. В основную шеелитовую флотацию подается 400-500 г/т жидкого стекла и 40-50 г/т олеиновой кислоты; в перечистные операции добавляют около 200 г/т жидкого стекла для депрессии кварца, кальцита и других минералов, в контрольные флотации 40-50 г/т олеиновой кислоты. Для более полного удаления из шеелитовых концентратов кварца, кальцита и других минералов породы их подвергают доводке по методу Петрова: сгущенный продукт, содержащий около 60% твердого, подают в два последовательно установленных чана, куда направляют горячий пар, подогревающий пульпу до 80-85 С, и жидкое стекло, концентрацию которого в чане доводят до 4-5%. Перемешивание пульпы в течение 30 минут обеспечивает десорбцию собирателя (олеиновой кислоты) с поверхности минералов породы и их депрессию.

Шеелитовые концентраты содержат фосфор, а иногда и кальций в повышенном количестве за счет содержания апатита и других веществ. Чтобы получить кондиционные концентраты, их выщелачивают раствором соляной кислоты. После выщелачивания кондиционные шеелитовые концентраты промывают, фильтруют, сушат и отправляют потребителю.

Таким образом, схема флотации на ОАО “ТГОК” предусматривает извлечение в сульфидном цикле минералов молибденита в черновой концентрат, содержащий 5-7% молибдена, с последующей доводкой его до 35-45% путем перечистных операций. При этом получают концентрат молибденовый флотационный марки КМФ-8, КМФ-7. Содержание металлов в %: Мо (молибден) – 35-45%, As (мышьяк) – 0,05, MgO (оксид магния) – 0,4, P (фосфор) – 0,02, Cu (медь) – 0,01,

SiO₂ (двуокись кремния) – 3,5, WO₃ (трехокись вольфрама) – 0,8-1,0, MnO₂ (двуокись марганца) – 0,01, S (сера) – 30, R₂O₃ – 5,3, Bi (висмут) – 0,15, CaO (оксид кальция) – 5, TiO₂ (двуокись титана) – 0,03, CaCO₃ (известь) – 7, H₂O (вода) – 8, Pb (свинец) – 0,14.

Сульфидный молибденовый концентрат марки КМФ отправляется на электрометаллургический комбинат для производства ферромолибдена. Из хвостов молибденовой доводки могут извлекаться сульфиды меди, висмута и благородные металлы. Поэтому он предлагается покупателям как медно-висмутовый продукт для извлечения меди, висмута, золота и серебра. Получаемый продукт имеет следующие металлы, % : Mo (молибден) – 0,3, Cu (медь) – 4-7, P₂O₅ (оксид фосфора) – 0,15, S (сера) – 23, SiO₂ (двуокись кремния) – 9, MnO (оксид марганца) – 0,2, Bi (висмут) – 0,4-0,9, Fe (железо) – 32, CaO (оксид кальция) – 23, As (мышьяк) – 2, Al₂O₃ (оксид алюминия) – 2,5, MgO (оксид магния) – 3, TiO₂ (двуокись титана) – 0,04, Pb (свинец) – 0,6, Zn (цинк) – 2,5, Au (золото) – 15-30 г/т, Ag (серебро) – 60-140 г/т.

Хвосты сульфидной флотации основного рудного цикла поступают на шеелитовую флотацию для извлечения вольфрама и окисленных форм молибдена. Черновой вольфрамовый концентрат с содержанием 3% трехокси вольфрама подвергается сгущению по методу Петрова до 32% – концентрат молибдено-шеелитовый промежуточный марки КМШП-3. Состав концентрата в % : WO₃ (трехокись вольфрама) – 32, Мообщ (молибден в общем) – 3,2, Моокис. – 2,9, Cu (медь) – 0,03, P (фосфор) – 0,25, SiO₂ (двуокись кремния) – 1,5, TiO₂ (двуокись титана) – 0,004, Bi (висмут) – 0,004, Sn (стронций) – 0,015, As (мышьяк) – 0,004, H₂O (вода) – 14, P₂O₅ (оксид фосфора) – 3,7, CaCO₃ (известь) – 47. В последующем его отправляют на гидрометаллургический завод для получения вольфрамового ангидрида и концентрата молибденового гидрометаллургического марки КМГ.

Отходы обогащения (табл. 3) после цикла шеелитовой флотации складированы в хвостохранилище, которое находится на расстоянии 12 км от фабрики, в районе п. Былым.

Таблица 3

Хвосты (отходы) обогатительной фабрики ОАО “ТГОК”

Наименование	Химический состав, %						
	Mo	WO ₃	Mo окис.	Cu	P ₂ O ₅	SiO ₂	S
Старые хвосты	0,0007	0,0035	0,0005	0,0003	0,009	58,66	0,0084
	Bi	As	Sn	R ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
	0,0002	0,0004	0,0012	19,00	3,03	20,10	1,55
	Ti O ₂	H ₂ O	Au г/т	Ag г/т	MnO		
	0,0295	4,71	0,19	0,4	0,498		
Новые хвосты	Mo	WO ₃	Mo окис.	Cu	P ₂ O ₅	SiO ₂	S
	0,0011	0,0055	0,0005	0,0003	0,0076	46,85	0,0185
	Bi	As	Sn	R ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
	0,0003	0,0005	0,0014	16,90	2,83	25,78	1,70
	Ti O ₂	H ₂ O	Au г/т	Ag г/т	MnO		
	0,240	5,38	н/о	0,35	0,570		

Транспортировка отходов происходит самотеком по магистральным трубопроводам. В настоящее время имеются два хвостохранилища – №1 и №2. Хвостохранилище №1 законсервировано, объем отходов составляет 25 млн. т. Хвостохранилище №2 действующее и в настоящее время, в нем находится отходов около 110 млн. т.

Рассматривая качественную схему обогащения, показывающую направление продуктов и последовательность операций, применяемых в процессе обогащения, а также качественные изменения продуктов, можно обозначить объекты учета затрат на производство и объекты калькуляции.

Изучение организации и технологии переработки вольфрамо-молибденовых руд на ОАО “ТГОК” позволяет выявить характерные особенности производств с комплексным использованием сырья, которые оказывают значительное влияние на построение и организацию учета затрат на производство и калькулирование себестоимости продукции в них:

- большая изменчивость и разнообразие поступающего на переработку сырья. Например, в зависимости от месторождения изменения в характере руды могут быть очень частыми или, наоборот, руда может отличаться постоянством состава. Изменения в составе руды могут быть случайными или могут носить закономерный характер. В зависимости от этого схемы переработки могут слегка корректироваться или претерпевать коренные изменения;

- многообразие технологических процессов, которое связано в основном с большой разнородностью минералогического и химического состава руд цветных металлов;

- многоступенчатость технологических процессов, состоящих из ряда взаимосвязанных переделов сырья и промежуточных продуктов, полуфабрикатов и отходов основного производства. Она обусловлена комплексностью сырья, низким содержанием в нем полезных компонентов и высокими требованиями, предъявляемыми к чистоте цветных металлов;

- непрерывность протекания технологических процессов во времени, что связано с массовым характером производства основных видов продукции, со специализацией технологических процессов для производства строго определенного круга выпускаемой продукции, часто с передачей продуктов из основного агрегата в другой в горячем или подогретом состоянии, что позволяет экономить труд, топливо, энергию;

- использование для получения продуктов закрытых аппаратов, сложных систем и агрегатов;

- одновременное выполнение ряда операций и работ, совмещение во времени различных технологических процессов, то есть в процессе переработки сырья происходит разветвление и одновременное протекание технологического процесса и то, что часто является отходами производства одного компонента, становится ценным сырьем для получения другого;

- получение большого числа промежуточных продуктов, накапливаемых и циркулирующих в технологической схеме;

- строгая последовательность и регламентация технологических процессов;

- одновременное получение в одном технологическом процессе из единого состава сырья несколько разнородных по химическому и физическому составу продуктов, обладающих разными потребительскими свойствами;

- наличие разного уровня готовности выходящих из процесса продуктов и т.д.

Вышеуказанные особенности должны быть положены в основу организации и построения

системы учета затрат и калькулирования себестоимости продукции на производствах с комплексным использованием сырья.

Литература

1. Кропачев А., Кулифеев В., Тарсов В. Комплексное использование сырья и отходов. Переработка техногенных отходов. М., 2009.
2. Ларичкин Ф.Д. Методические вопросы изыскания резервов комплексного использования сырья. М.: КНЦ РАН, 2005.
3. Лексин В.Н., Токарева А.Г. Экономика комплексного использования сырья в цветной металлургии. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1976.

References

1. Kropachev A., Kulifeev V., Tarsov V. Kompleksnoe ispol'zovanie syr'ya i othodov. Pererabotka tekhnogen-nyh othodov. M., 2009.
2. Larichkin F.D. Metodicheskie voprosy izyskaniya rezervov kompleksnogo ispol'zovaniya syr'ya. M.: KNC RAN, 2005.
3. Laksin V.N., Tokareva A.G. Ekonomika kompleksnogo ispol'zovaniya syr'ya v cvetnoj metallurgii. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Metallurgiya, 1976.