



УДК 504.55.054:622(470.6)

DOI 10.22363/2312-8143-2017-18-1-149-156

## ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

В.Х. Дзапаров

Северо-Кавказский горнометаллургический институт  
ул. Николаева, 44, г. Владикавказ, Россия, 362021

Актуальность проблемы выживания предприятий горной отрасли объясняется тем, что они в условиях новой экономической политики без государственного участия и инвестиций не могут обеспечить экономическое благополучие, так как добыча и переработка оставшихся запасов полезных ископаемых является нерентабельной.

Проведен критический анализ вклада ученых Осетии в развитие научно-технического прогресса горных технологий. Сформулированы условия восстановления горнодобывающего и горно-перерабатывающего производства в горнодобывающем регионе на примере Республики Северная Осетия — Алания. Для месторождений Садонской рудной провинции и их аналогов рекомендована комбинированная схема разработки, включающая элементы технологий с закладкой пустот твердеющими смесями, подземное и кучное выщелачивание бедных и забалансовых руд и выщелачивание хвостов с активацией в дезинтеграторе.

**Ключевые слова:** добыча, руда, металл, диверсификация, технологии, некондиционное сырье, выщелачивание, механохимия, эксперимент

### Введение

В новейшее время вопросы внедрения результатов фундаментальных научных исследований в практику, разработки стратегии эксплуатации становятся актуальнее в связи с глобализацией экономики, климатическими изменениями, последствиями демографических явлений, изменением географии и геополитики стран [1–5].

Наиболее остро стоят вопросы, связанные с особенностями добычи полезных ископаемых в горнодобывающих регионах России, которые в условиях формирующегося рынка имеют статус устойчиво депрессивных.

Трудности развития экономики горнодобывающих регионов могут быть проиллюстрированы практикой Республики Северная Осетия — Алания, обладающей развитой рекреационной зоной и большими запасами минеральных ресурсов — полиметаллических руд, глин, песков, известняков, доломитов, декоративно-облицовочных камней, минеральных вод и нефти.

В 1990-е годы комбинат лишился дотации государства, в результате чего были закрыты большинство рудников и одна обогатительная фабрика, добыча руд снизилась до 30 тыс. т/г.

Неготовое к принципиально новым рыночным отношениям предприятие с подорванной сырьевой базой, морально устаревшими горной техникой и техно-

логиями было обречено. Кризис явился следствием применения несовершенных способов управления геомеханикой массивов, связанных с высокими потерями и разубоживанием, недостаточной полнотой извлечения полезных компонентов как по полноте извлечения, так и по номенклатуре извлекаемых компонентов.

### **Цель работы**

Исследования состояния и перспектив горнодобывающей отрасли имеют целью обоснование возможности диверсификации традиционной технологии разработки с открытым выработанным пространством и повышенным разубоживанием и потерями руд путем вовлечения в производство некондиционного сырья и отходов обогащения с переработкой его нетрадиционными методами выщелачивания и механохимической активации.

### **Методы**

Возможность извлечения металлов из некондиционного сырья с использованием инновационных технологий выщелачивания обосновывается натурными и лабораторными экспериментами, в том числе промышленными.

Исследуются параметры извлечения цинка, свинца и других металлов из шахтных стоков, хвостов обогащения и некондиционных руд месторождений с различающимися свойствами.

### **Результаты**

Горно-металлургическая отрасль для Северной Осетии не имеет альтернативы, поэтому проблема ее восстановления становится приоритетной. Очевидно, что производство металлов не может быть рентабельным при прежней технологии с выборочной выемкой наиболее богатых руд для пиromеталлургической переработки.

С середины прошлого века в мировой практике конкурентоспособность горных предприятий обеспечивается добычей руд с твердеющей закладкой и с выщелачиванием металлов, а пиromеталлургия уступает место гидрометаллургическому переделу [6—9].

В условиях Северной Осетии новая технология может привести к разубоживанию руд, повысить полноту использования запасов и увеличить номенклатуру извлекаемых ценных элементов, что может сделать производство металлов рентабельным.

Изготовление твердеющих смесей для закладки пустот из хвостов обогащения руд после извлечения из них металлов до санитарного уровня позволит реально решить национальную проблему Северной Осетии — ликвидацию опасности хвостохранилищ обогатительных фабрики и завода «Электроцинк».

В настоящее время месторождения Садона представляют собой запасы бедных и забалансовых руд, экономически привлекательных для новых технологий, например, с выщелачиванием металлов реагентами из потерянных в выработанном пространстве руд, оруденелых пород и бедных руд на месте залегания. Металлы могут извлекаться и из растворов природного выщелачивания.

В рудных телах Садонских месторождений количество пригодных для отработки с использованием новых технологий руд достигает 30 млн т, что сопоставимо с уже извлеченными запасами. Еще более 10 млн т хвостов обогащения и металлургии содержится в техногенных месторождениях.

Возможности выщелачивания подтверждены на Фиагдонском месторождении осаджением из рудничных стоков за 48 суток 32 т цинка и на Архонском месторождении — за 51 сутки 40 т цинка, а также опытом выщелачивания урана из руд Быкогорского месторождения (Ставрополье) [10–12].

Очевидно, что традиционные для Республики Северная Осетия — Алания технологии добычи руд и извлечения из них металлов не в состоянии обеспечить экономического благополучия без коренной технологической диверсификации.

Для Садонских предприятий рекомендуется комбинированная схема разработки, включающая компоненты (рис.):

- добыча богатых руд с переработкой на заводе;
- подземное выщелачивание металлов из бедных руд;
- кучное выщелачивание металлов из бедных руд;
- механохимическое выщелачивание металлов из хвостов переработки.



**Рис. Комбинированная схема разработки месторождения:**  
 РКС — рудо-контрольная станция; ОФ — обогатительная фабрика;  
 ЗК — закладочный комплекс; ЦПР — цех переработки растворов  
 [Combined scheme of field development:  
 RKS — ore-control station; OF — beneficiation plant;  
 HCC — stowing facility; DMC — processing shop solutions]

Восстановление горнодобывающего и горно-перерабатывающего производства в Северной Осетии возможно при реализации условий [13–15]:

- придание недрам Северной Осетии статуса приоритетного достояния;
- использование минерального потенциала не только в качестве сырья для отраслей промышленности регионов России, а в большей мере для обеспечения собственного наукоемкого производства;
- поддержка горных предприятий Северной Осетии на федеральном уровне, так как затраты на диверсификацию горной отрасли не могут быть изысканы из ее бюджета;
- концентрация усилий ученых и инженеров на проблемах добычи, переработке и использовании минеральных ресурсов с извлечением максимальной прибыли при обеспечении экологически безопасной эксплуатации месторождений;

— имплементация направления технологической диверсификации эксплуатации минеральных ресурсов в традиционные системы природопользования, культурного и природного наследия Северной Осетии.

От успешности конверсии зависят одновременно все основные показатели жизнедеятельности региона — экономические, социальные и экологические. Хотя реализация концепции требует дополнительных затрат, использование ресурсосберегающих технологий даже в условиях дефицита инвестиций может быть экономически оправданным, как показывает опыт технологически развитых стран с ограниченными минеральными ресурсами.

У Северной Осетии есть возможность избежать недостатков выполненной по рекомендации МВФ реструктуризации угольной отрасли России, когда остановка почти половины шахт породила экономические и социальные проблемы угледобывающих регионов. Горная отрасль Северной Осетии может быть реанимирована путем технологической диверсификации на базе некондиционного ныне минерального сырья [16—18].

Новое столетие ознаменовалось резким обострением противоречий в системе «человек — окружающая среда — природные ресурсы». Вопросы защиты окружающей среды от негативного влияния горных технологий стали важнейшей составной частью межгосударственных отношений.

Несмотря на декларируемое сокращение нагрузки на окружающую природную среду в результате снижения объемов промышленного производства в России, экологические показатели не улучшились, а ухудшились в связи с делегированием регионам ряда контрольных функций при ослаблении системы контроля и дезинтеграции государственной системы.

В результате разработки месторождений Северной Осетии образовались ореолы химического загрязнения почв, водотоков и их отложений, где содержание металлов превышает допустимое значение. Ореолы формируются за счет растворения рудных фракций, хвостов обогатительной фабрики, сбрасываемых ранее в в. Ардон и ветрового переноса мелких фракций с пляжей хвостохранилищ.

В процессе добычи и переработки полезных ископаемых сульфиды и карбонаты, находясь в зоне окисления и подвергаясь выщелачиванию и выносу в речные системы, формируют очаги загрязнения цинком, свинцом, кадмием, висмутом, железом и другими элементами экосистем всего Северного Кавказа, от бассейнов Черного и Азовского морей до Каспия. Аэро- и гидродинамические связи хранилищ отходов горного производства с вещественными и энергетическими компонентами экологических систем окружающей среды пагубно влияют на экологию равнинных зон Предкавказья.

В хранении и утилизации отходов добычи и переработки минерального сырья положительных изменений не произошло, так как они оказались в распоряжении прежде дотационных предприятий, лишенных средств на переработку отходов.

К сожалению, проблема развития минерального производства в горных регионах сейчас решается преимущественно в экологическом аспекте. Считается, что неуклонное увеличение производства металлов должно обеспечиваться вовлечением в эксплуатацию новых участков литосферы с богатым содержанием метал-

лов, причем критерием является сохраняющееся столетия соответствие цены металлов ценам Лондонской биржи.

В этих условиях для регионов с депрессивной экономикой типа Северной Осетии может быть выгодной и более затратная добыча металла, компенсируемая прибылью от переработки сырья, с выпуском целого ряда товаров от извлечения ныне теряемых металлов до передачи строительству отвечающего санитарным требованиям вторичного сырья после активации в дезинтеграторах [19—20].

Последними исследованиями доказано, что применение конверсионных технологий позволяет извлечь из хвостов переработки до 70% металлов, практически до норм санитарной безопасности, что может обеспечить рентабельность производства, повысить полноту использования природных ресурсов.

Технологическая диверсификация способствует и развитию рекомендуемого Северной Осетии планами федерального правительства рекреационно-туристического направления экономики региона, поскольку повышает экологическую чистоту рекреационных объектов.

### Выводы

Условием восстановления горнодобывающей и горно-перерабатывающей отрасли Республики Северная Осетия — Алания является диверсификация горного производства.

В условиях месторождений Садонской рудной провинции рекомендуется к применению комбинированная схема разработки, включающая элементы технологий с закладкой пустот твердеющими смесями, подземное и ручное выщелачивание бедных и забалансовых руд и выщелачивание хвостов обогащения с активацией в дезинтеграторе.

Конверсия горного и перерабатывающего производств является инструментом реализации экономических и социальных проблем депрессивного горного региона.

© Дзапаров В.Х., 2017

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] Трубецкой К.Н., Корнилко С.В., Яковлев В.Л. О новых подходах к обеспечению устойчивого развития горного производства // Горный журнал. 2012. № 1. С. 15—19.
- [2] Воробьев А.Е., Голик В.И., Лобанов Д.П. Приоритетные пути развития горнодобывающего и перерабатывающего комплекса Северо-Кавказского региона. Владикавказ: Рухс, 1998. 360 с.
- [3] Haifeng Wang, Yaqun He, Chenlong Duan, Yuemin Zhao, Youjun Tao, Cuiling Ye. Development of Mineral Processing Engineering Education in China University of Mining and Technology // Advances in Computer Science and Engineering. AISC 141. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. 2012. Pp. 77—83.
- [4] Parker H.M. Reconciliation principles for the mining industry // Mining Techn. 2012. Vol. 121(3). Pp. 160—176.
- [5] Каплунов Д.Р., Рыльникова М.В., Радченко Д.Н. Расширение сырьевой базы горнорудных предприятий на основе комплексного использования минеральных ресурсов месторождений // Горный журнал. 2013. № 12. С. 29—33.

- [6] *Голик В.И.* Концептуальные подходы к созданию мало- и безотходного горнорудного производства на основе комбинирования физико-технических и физико-химических геотехнологий // Горный журнал. 2013. № 5. С. 54—58.
- [7] *Polukhin O.N., Komashchenko V.I., Golik V.I., Drebenedt C.* Technische University Bergakademie Freiberg, Germany Publisher: Medienzentrum der TU Bergakademie Freiberg Printed in Germany ISSN: 2014, 2190-555X. Pp. 402—413.
- [8] *Голик В.И., Хадонов З.М., Габараев О.З.* Управление технологическими комплексами и экономическая эффективность разработки рудных месторождений. Владикавказ: Терек, 2001. 309 с.
- [9] *Вагин В.С., Голик В.И.* Проблемы использования природных ресурсов южного федерального округа. Владикавказ: Проект-пресс, 2005. 191 с.
- [10] *Golik V., Komashchenko V., Morkun V.* Innovative technologies of metal extraction from the ore processing mill tailings and their integrated use // Metallurgical and Mining Industry. 2015. Т. 7. № 3. Pp. 49—52.
- [11] *Голик В.И., Брюховецкий О.С., Габараев О.З.* Технологии освоения месторождений урановых руд. М.: МГИУ, 2007. 131 с.
- [12] *Голик В.И.* Специальные способы разработки месторождений. М.: Инфра-М, 2014. 129 с.
- [13] *Келин В.Н.* Подземное выщелачивание свинца и цинка из бедных сульфидных полиметаллических руд на месте их залегания (на примере Какадур-Ханикомского месторождения): автореф. дисс. ... канд. техн. наук. М.: МГРИ, 1979. 22 с.
- [14] *Дзакохов А.С., Голик В.И.* Концепция международного сотрудничества в решении проблем горных регионов // Горный журнал. 2003. № 6. С. 12—17.
- [15] *Пагиев К.Х., Голик В.И., Габараев О.З.* Научно-технические технологии добычи и переработки руд. Владикавказ: Терек, 1998. 510 с.
- [16] *Голик В.И., Страданченко С.Г., Масленников С.А.* Экспериментальное обоснование возможности утилизации хвостов обогащения руд цветных металлов // Цветная металлургия. М.: ЦНИИЭИЦМ, 2011. № 3. С. 19—27.
- [17] *Комащенко В.И., Васильев П.В., Масленников С.А.* Технологии подземной разработки месторождений КМА — надежную сырьевую основу. Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2016. № 2. С. 101—114.
- [18] *Golik Vladimir, Komashchenko Vitaly, Morkun Vladimir, Buzdzieva Olga.* Metal extraction in the case of non-waste disposal of enrichment tailings // Metallurgical and Mining Industry. 2015. No. 10. Pp. 213—217.
- [19] *Golik V.I., Hasheva Z.M., Galachieva S.V.* Diversification of the economic foundations of depressive mining region // Social Sciences (Pakistan). 2015. T. 10. № 6. Pp. 746—749.
- [20] *Golik V., Komashchenko V., Morkun V., Khasheva Z.* The effectiveness of combining the stages of ore fields development // Metallurgical and Mining Industry. 2015. Т. 7. № 5. Pp. 401—405.

#### История статьи:

Дата поступления в редакцию: 19 декабря 2016

Дата принятия к печати: 20 января 2017

#### Для цитирования:

Дзапаров В.Х. Диверсификация горнодобывающего производства // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2017. Т. 18. № 1. С. 149—156.

#### Сведения об авторе:

Дзапаров Вячеслав Хаматканович, кандидат технических наук, доцент, Северо-Кавказский горно-металлургический институт (Государственный технологический университет). Контактная информация: e-mail: v.i.golik@mail.ru.



## DIVERSIFICATION OF THE MINING PRODUCTION

V.H. Japarov

North-Caucasian state technological University  
*Nikolaeva str., 44, Vladikavkaz, Russia, 362021*

The urgency of the problem of the survival of the mining industry due to the fact that they are in the new economic policy without government involvement and investment can ensure economic prosperity as the mining and processing of the remaining mineral reserves uneconomic.

The purpose of work consists in justification of diversification of the technology field development on the basis of involvement in the production of non-conforming raw materials and processing his unconventional methods of leaching and mechanical activation.

Methods. The possibility of extraction of metals from sub-standard raw material is confirmed by field and laboratory experiments, including industrial.

Results. Made a critical analysis of the contribution of scientists Ossetia to the development of scientific and technical progress of mining technology. The conditions of recovery of the mining and ore — processing production in the mining region on the example of the Republic of North Ossetia-Alania. For the deposits of Sadonsky ore province and their counterparts recommended combined scheme design, including elements of technology with the laying of the cavities hardening mixtures, underground and heap leaching of poor and off-balance ores and the leaching of tailings with activation in a disintegrator.

In conclusion, it is concluded that the conversion of the mining and processing industries is an instrument of economic and social problems of depressed mountain region.

**Key words:** mining, ore, metal, diversification, technology, substandard raw materials, leaching, Mechanochemistry experiment

### REFERENCES

- [1] Trubetzkoy K.N., Kornilkov S.V., Yakovlev V.L. On new view points for ensuring stable development of mining production. *Gornyi Zhurnal (Mining Journal)*, M., 2012. № 1. Pp. 15–19.
- [2] Vorobiev A.E., Golik V.I., Lobanov D.P. Priority ways of development of mining and processing complex in the North Caucasus region. Vladikavkaz: Rukhs, 1998. 360 p.
- [3] Haifeng Wang, Yaqun He, Chenlong Duan, Yueming Zhao, Youjun Tao, Cuiling Ye. Development of Mineral Processing Engineering Education in China University of Mining and Technology. *Advances in Computer Science and Engineering*. AISC 141. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2012. Pp. 77–83.
- [4] Parker H.M. Reconciliation principles for the mining industry. *Mining Techn.* 2012. Vol. 121(3). Pp. 160–176.
- [5] Kaplunov D.R., Ryl'nikova M.V., Radchenko D.N. Rasshirenije syr'evoj bazy gornorudnyh predpriyatij na osnove kompleksnogo ispol'zovanija mineral'nyh resursov mestorozhdenij. *Gornyj zhurnal*. 2013. № 12. S. 29–33.
- [6] Golik V.I. Konceptual'nye podhody k sozdaniju malo- i bezothodnogo gornorudnogo proizvodstva na osnove kombinirovanija fiziko-tehnicheskikh i fiziko-himicheskikh geotehnologij. *Gornyj zhurnal*. 2013. № 5. S. 54–58.
- [7] Polukhin O.N., Komashchenko V.I., Golik V.I., Drebenstedt C. Technische University Bergakademie Freiberg, Germany Publisher: Medienzentrum der TU Bergakademie Freiberg Printed in Germany ISSN: 2190-555X. Pp. 402–413.
- [8] Golik V.I., Hadonov Z.M., Gabaraev O.Z. Upravlenie tehnologicheskimi kompleksami i jekonomicheskaja jeffektivnost' razrabotki rudnyh mestorozhdenij. Vladikavkaz: Terek, 2001. 309 s.

- [9] Vagin V.S., Golik V.I. Problemy ispol'zovaniya prirodnykh resursov juzhnogo federal'nogo okruga. Vladikavkaz: Proekt-press, 2005. 191 s.
- [10] Golik V., Komashchenko V., Morkun V. Innovative technologies of metal extraction from the ore processing mill tailings and their integrated use. Metallurgical and Mining Industry. 2015. T. 7. № 3. Pp. 49—52.
- [11] Golik V.I., Brjuhoveckij O.S., Gabaraev O.Z. Tehnologii osvoeniya mestorozhdenij uranovykh rud. M.: MGIU, 2007. 131 s.
- [12] Golik V.I. Special'nye sposoby razrabotki mestorozhdenij. M.: Infra-M, 2014. 129 s.
- [13] Kelin V.N. Podzemnoe vyshhelachivanie svinca i cinka iz bednykh sulfidnykh polimetallicheskikh rud na meste ih zaleganiya (na primere Kakadur-Hanikomskogo mestorozhdenija): avtoref. diss. ... kand. tehn. nauk. M.: MGRI, 1979. 22 s.
- [14] Dzasohov A.S., Golik V.I. Konceptsiya mezhdunarodnogo sotrudnichestva v reshenii problem gornyh regionov. Gornyj zhurnal. 2003. № 6. S. 12—17.
- [15] Pagiev K.H., Golik V.I., Gabaraev O.Z. Naukoemkie tehnologii dobychi i pererabotki rud. Vladikavkaz: Terek, 1998. 510 s.
- [16] Golik V.I., Stradanchenko S.G., Maslennikov S.A. Jeksperimental'noe obosnovanie vozmozhnosti utilizacii hvostov obogashhenija rud cvetnykh metallov. Cvetnaja metallurgija. M.: CNIIJeICM, 2011. № 3. S. 19—27.
- [17] Komashhenko V.I., Vasil'ev P.V., Maslennikov S.A. Tehnologijam podzemnoj razrabotki mestorozhdenij KMA — nadezhnaja syr'evuju osnovu. Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle. 2016. № 2. S. 101—114.
- [18] Golik Vladimir, Komashchenko Vitaly, Morkun Vladimir, Burdzieva Olga. Metal extraction in the case of non-waste disposal of enrichment tailings. Metallurgical and Mining Industry. 2015. No. 10. Pp. 213—217.
- [19] Golik V.I., Hasheva Z.M., Galachieva S.V. Diversification of the economic foundations of depressive mining region. Social Sciences (Pakistan). 2015. T. 10. № 6. Pp. 746—749.
- [20] Golik V., Komashchenko V., Morkun V., Khasheva Z. The effectiveness of combining the stages of ore fields development. Metallurgical and Mining Industry. 2015. T. 7. № 5. Pp. 401—405.

**Article history:**

Received: 19 December 2016

Accepted: 20 January 2017

**For citation:**

Japarov V.H. (2017) Diversification of the mining production. *RUDN Journal of Engineering Researches*, 18(1), 149—156.

**Bio Note:**

Vyacheslav R. Japarov, candidate of technical science, associated professor North-Caucasian mining and metallurgical Institute. Contact information: e-mail: v.i.golik@mail.ru.