

УДК [622.014.3:553.042.004.14]:622.271.3.06/272

DOI: 10.18454/2313-1586.2016.01.006

Славиковский Олег Валерьянович

доктор технических наук,
профессор,
Уральский государственный
горный университет,
620144, г. Екатеринбург,
ул. Куйбышева, 30
e-mail: oleg.slavikovskiy.31@mail.ru

Slavikovski Oleg V.

doctor of technical sciences,
professor,
Ural State Mining University,
620144, Yekaterinburg,
Kuibyshev st., 30
e-mail: oleg.slavikovskiy.31@mail.ru

**КОМБИНИРОВАННЫЕ
ГЕОТЕХНОЛОГИИ – ОСНОВНОЕ
НАПРАВЛЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО
ОСВОЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ
РЕСУРСОВ НЕДР**

**COMBINED GEOTECHNOLOGIES –
BASIC OF COMPREHENSIVE
EXPLOITATION MINERAL RESOURCES
OF SUBSOIL**

Аннотация:

На основе анализа экологических проблем территорий с развитым горнопромышленным комплексом рассмотрены вопросы формирования и применения комбинированных геотехнологий как одного из основных направлений комплексного освоения недр и экологизации недропользования в целом. Обоснована актуальность развития и применения данного направления в условиях горнодобывающих предприятий Уральского региона.

Ключевые слова: комбинированная геотехнология, минеральные ресурсы недр, горнопромышленный комплекс, горнотехническая система, комплексное освоение недр, ресурсосберегающие и малоотходные технологии

Abstract:

The problems applications the combined geotechnologies – directions of comprehensive exploitation mineral resources of subsoil and ecologization of subsoil use are considered based on the analysis ecological problems of territories with the developed mining complex. This direction is actually on the mining enterprises of the Ural region.

Key word: combined geotechnologies, mineral resources of subsoil, mining complex, mining system, comprehensive exploitation resources of subsoil, resource-saving and low-waste technologies

Добыча и переработка минеральных ресурсов – безальтернативная основа развития существования цивилизации на современном уровне и одновременно источник ее экологических проблем, поскольку любая из традиционных геотехнологий (открытый, подземный, открыто-подземный способы разработки месторождений) связана с изменением в той или иной степени количественного и качественного состояния недр.

Основополагающее место в богатстве стран в общем развитии цивилизации занимают ресурсы земных недр. Человечество ежегодно извлекает из недр Земли многие сотни миллиардов тонн различных руд, горючих ископаемых и строительных материалов. В результате переработки этого сырья выплавляется свыше 800 млн тонн различных металлов, рассеивается на полях более 400 млн тонн минеральных удобрений и до 4 млн тонн различных ядохимикатов.

В ИПКОН РАН – основоположнике проектирования горнотехнических систем выполнен большой комплекс исследований по комплексному и экологически безопасному освоению недр, что позволило обосновать три этапа освоения месторождений полезных ископаемых:

– на первом этапе определяющим фактором является экономическая выгода его отработки в целом;

– на втором этапе основное направление его освоения связано со снижением себестоимости добычи на основе технического перевооружения горнодобывающего предприятия и применения инновационных технологий;

– третий этап – комплексное освоение минеральных ресурсов недр, которое в современных условиях предусматривает использование с максимальным эффектом всего ресурсного потенциала месторождений – богатых, рядовых и бедных руд, сопутствующих полезных ископаемых, техногенных образований прошлых лет, минерализованных вод, подземного пространства, а также текущих отходов добычи и переработки руд [1].

Длительное освоение рудных месторождений физико-техническими способами привело к истощению балансовых запасов и снижению их качества, а также накоплению большого количества отходов горно-металлургического производства в виде складирования хвостов обогащения и металлургических шлаков, отвалов некондиционных руд и пустых пород. На территории России к 2009 г. накоплено в отвалах и хвостохранилищах более 80 млрд тонн отходов горнопромышленного комплекса.

Горнопромышленный комплекс в настоящее время является одним из основных источников формирования экологических проблем, поскольку ежегодно в мире добывается и перерабатывается порядка 100 млрд тонн минеральных ресурсов. Формируемые в результате открытой разработки месторождений отвалы вскрышных пород и другие техногенные образования являются источником загрязнения поверхностных и подземных вод и атмосферного воздуха.

Ориентация горнодобывающих предприятий России на добычу определенного вида минеральных ресурсов привела к потерям в недрах многих видов минеральных ресурсов. Предприятия черной металлургии СССР были ориентированы в основном на извлечение железа на основе применения физико-технической геотехнологии, хотя многие отработываемые железорудные месторождения содержали и другие ценные минеральные компоненты. Целый ряд скарно-магнетитовых железорудных месторождений Урала (Высокогорское, Ново-Песчанское и др.) характеризуется повышенной концентрацией меди. Так, концентрация меди 0,3 – 0,4 % установлена в руде Ново-Песчанского месторождения. Однако длительное время основным конечным продуктом этих предприятий являлась железная руда.

Как известно, деятельность горных предприятий связана с образованием большого количества отходов. На территории Урала расположено большое число предприятий именно тех отраслей промышленности, которые оказывают сильное отрицательное воздействие на окружающую среду. Негативные экологические последствия их деятельности выражаются в загрязнении атмосферы, почвы, подземных и поверхностных вод, уничтожении растительного покрова, нарушении сложившегося гидро- и почвобаланса. Территории нарушенных земель (горные выработки, отвалы, шламоохранилища) занимают огромные площади и предопределяют необходимость принятия в настоящее время соответствующих технических решений по утилизации отходов горнодобывающих предприятий. Примером может служить ОАО «Гайский ГОК», где производится добыча медно-цинковых руд открытым и подземным способами и переработка их на обогатительной фабрике с получением медного и цинкового концентратов, при этом выход отходов обогатительного передела достигает 20 % общего объема перерабатываемой руды. В период с 1997 по 2007 г. в связи с увеличением производительности обогатительной фабрики с 3,9 до 5,4 млн тонн в год произошло увеличение объемов хвостов, получаемых при обогащении руды, что потребовало строительства нового хвостохранилища. Для реализации этого решения более 250 га сельскохозяйственных земель должны быть переведены в земли промышленного назначения. Чтобы этого избежать, на Гайском ГОКе был разработан проект размещения хвостов обогащения в выработанном пространстве карьера № 2 и использования их при изготовлении закладочных смесей.

Современный рудник – предприятие, имеющее комплексное механизированное производство, где технологические процессы выполняются различными видами машин и механизмов. Все процессы и технологические операции взаимосвязаны по производительности отдельных производственных звеньев, по временному фактору их использо-

вания и обеспечивают при соответствующих технологических решениях проектную производительность горного предприятия.

Принципиальное содержание подземного способа разработки месторождения отражает принятая технологическая схема рудника, стержнем которой являются не только технологические процессы, горные выработки и средства механизации, связанные с непосредственным воздействием на горную массу (основной объект труда), т.е. с отбойкой, доставкой, транспортированием и подъемом руды и горнопроходческими работами, но и целый комплекс вопросов, связанных со снижением экологической нагрузки на территории, где залегает разрабатываемое месторождение [2].

Для преодоления нарастающего технологического прессинга на природные экологические системы необходимо в первую очередь совершенствование, создание и широкое применение малоотходных, ресурсосберегающих и ресурсовоспроизводящих геотехнологий, направленное на изменение свойств горных пород и минерального вещества на макро- и микроуровнях, комбинацию открытой и подземной физико-технической геотехнологий с физико-химической, повышение технологических свойств попутно извлекаемых горных пород для превращения их в минеральное сырье, создание природно-техногенных и техногенных месторождений в выработанном пространстве, что возможно при переходе на комбинированную геотехнологию обработки месторождений [5].

В ИПКОН РАН обоснована и разработана идея полного цикла комплексного освоения месторождений, предусматривающая не только полную добычу полезных ископаемых и глубокую комплексную переработку руд, но и вовлечение в эксплуатацию техногенных георесурсов [3]. Одним из основных направлений комплексного освоения недр в целях повышения эффективности их использования и уровня экологизации недропользования является переход на малоотходные и ресурсосберегающие технологии. Цель развития малоотходных и ресурсосберегающих технологий – создание замкнутых технологических циклов с полным использованием поступающего сырья и отходов. Так, сооружение подземных обогатительных комплексов позволит отходы обогатительного передела размещать в подземных техногенных пустотах, а на поверхность выдавать только концентрат.

Ресурсосберегающие технологии дают возможность экономить минеральные ресурсы при одновременном снижении трудовых и материальных затрат. Ресурсосбережение обеспечивается за счет полноты выемки полезного ископаемого.

Малоотходные и ресурсосберегающие технологии являются взаимозависимыми, частично дополняющими друг друга, так как они создаются на основе использования выработанного пространства, техногенных месторождений, ресурсосберегающего оборудования и т.д.

Доказана эффективность формирования техногенных месторождений из отходов обогатительного передела определенного качества, что позволяет, в свою очередь, увеличить сроки существования предприятия в связи с процессом внедрения техногенного минерального сырья в промышленное производство. При этом затраты на добычу техногенного сырья минимальны, поскольку в отличие от традиционных технологий отсутствуют затраты на геологоразведочные, вскрышные, буровзрывные работы и т.д. Для этого на начальной стадии складирования шламов обогащения необходимо создать из шламохранилища новое техногенное месторождение с заданным распределением полезного компонента, который рассматривается в качестве сырьевого ресурса будущих периодов. На шламохранилищах поток гидросмеси разделяется на два основных направления: надводный, называемый пляжем шламохранилища, и подводный – прудок-отстойник. В результате этих процессов с использованием инновационных технологий, основанных на фракционировании по крупности, происходит осаждение определенного минерала в зоне пляжа. Исходя из условий, предъявляемых к формируемому техногенному типу полезного компонента, при проектировании определяются требуемые схемы изменения параметров намыва.

Впервые идея целенаправленного создания техногенных месторождений с заданными параметрами и технологическими характеристиками минерального сырья для последующего эффективного его использования впервые была выдвинута академиком К. Н. Трубецким [4].

Исходя из экономической ситуации, которая сложилась на территориях с развитым горнопромышленным комплексом, особенно с высоким уровнем урбанизации, необходимо изменить саму парадигму формирования технологической схемы рудника на основе перехода от проектирования горных предприятий к проектированию горно-технических систем. Горнотехническая система – это совокупность горных конструкций, технических и технологических подсистем открытых, подземных, открыто-подземных, физико-химических и специальных методов добычи во взаимодействии с вмещающими их участками недр [1].

Сложившийся дефицит минерально-сырьевой базы на действующих горнодобывающих предприятиях, имеющих развитую производственную и социальную инфраструктуру, к числу которых относятся и предприятия горно-металлургического комплекса Урала, вызывает необходимость разработки инновационных технологий комплексного освоения недр. При их формировании необходимо учитывать, что любая технология нарушает естественный оборот веществ и энергии в экосистеме, поскольку создает продукт ранее в ней не существовавший, так как нет экологически чистой технологии. Противоречия между добывающим предприятием и реальными экосистемами преодолеваются путем целенаправленного создания технологий, уровень внешнего воздействия которых не выходит за рамки диапазона толерантности, обеспечивающей бесконфликтное развитие техно- и биосферы.

На основании проведенных исследований для глубокозалегающих месторождений, характеризующихся низкими качественными характеристиками рудного сырья (типа Естюнинского железорудного месторождения, Гайского меднорудного месторождения), рекомендуется изменить порядок отработки месторождения от традиционного сверху вниз на ярусную технологию ведения горных работ снизу вверх с сооружением подземных обогатительных фабрик, с размещением отходов обогатительного передела в выработанном пространстве; при этом на поверхность выдается только конечный продукт.

В качестве методики оценки экологических и экономических факторов, действующих при комплексном освоении недр с позиции охраны природной среды, может быть использован показатель недроемкости геотехнологий [6]:

$$K = S_{\text{от}}/A_{\text{г}}, \quad (1)$$

где K – показатель недроемкости геотехнологий; $S_{\text{от}}$ – площадь горного отвода, м²; $A_{\text{г}}$ – годовой объем добычи руды, т.

Литература

1. Каплунов Д.Р. К обоснованию роли и значения геотехнологических модулей при проектировании комбинированной разработки рудных месторождений / Д.Р. Каплунов, М.В. Рыльникова, В.А. Юков // Комбинированная геотехнология: комплексное освоение и сохранение недр Земли: труды по материалам междунар. науч.-тех. конф. - Магнитогорск: МГТУ, 2011. – С. 12 – 22.
2. Славиковский О.В. Комбинированная геотехнология: учебное пособие / О.В. Славиковский, Ю.О. Славиковская. - Екатеринбург: УГГУ, 2011. – 174 с.
3. Каплунов Д.Р. Научно-методические основы проектирования экологически сбалансированного цикла комплексного освоения и сохранения недр Земли / Д.Р. Каплунов, М.В. Рыльникова, Д.Н. Радченко // ГИАБ. – 2015. – СВ № 15. – С. 5 – 11.
4. Горные науки. Освоение и сохранение недр Земли / РАН, АГН, РАЕН, МИА; под ред. Трубецкого К.Н. – М.: Изд-во Академии горных наук, 1997. – 478 с.

5. Каплунов Д.Р. Комбинированная геотехнология / Д.Р.Каплунов, В.Н. Калмыков, М.В. Рыльникова // Руда и металлы. – 2003. – № 3. – 560 с.

6. Славиковская Ю.О. Эколого-экономические аспекты освоения минеральных ресурсов на урбанизированных территориях / Ю.О. Славиковская. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2012. – 208 с.