

Геоэкологические проблемы разработки медно-никелевых месторождений и пути их решения

© *Л. И. Худякова*¹, *Е. В. Кислов*²

¹ Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия. E-mail: lkhud@binm.bsnet.ru

² Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия. E-mail: evg-kislov@yandex.ru

Освоение медно-никелевых месторождений сопровождается определенными геоэкологическими рисками. Негативным воздействиям, в первую очередь, подвергается литосфера. Образуется огромное количество отвальных пород, занимающих большие территории. Их необходимо вовлекать в производство с получением высококачественной продукции, в частности, строительных материалов. Данные решения показаны на примере дунитов Северного Прибайкалья.

Ключевые слова: геоэкологические риски; отвальные породы; литосфера; дуниты; строительные материалы.

The geocological problems of nickel-copper deposits mining and ways to solve them

*L. I. Khudyakova*¹, *E. V. Kislov*²

¹ Baikal Institute of Nature Management, SB RAS, Ulan-Ude, Russia. E-mail: lkhud@binm.bsnet.ru

² Geological institute, SB RAS, Ulan-Ude, Russia. E-mail: evg-kislov@yandex.ru

The nickel-copper deposits is accompanied by certain geocological risks. The lithosphere undergoes by negative influences, at first of all. A huge number of dump rocks are formed and occupied the large areas. They need to be involved in production with the receiving of high-quality products, in particular, building materials. These solutions are shown on the example of dunites of the Northern Baikal region.

Keywords: geocological risks; dump rock; lithosphere; dunites; building materials.

Развивающаяся экономика ведущих стран обусловила повышение покупательской способности населения в отраслях автомобилестроения, энергетики, строительства, приведет к сокращению складских запасов меди, никеля, алюминия, металлов платиновой группы [1]. Растущий в мире спрос на цветные металлы в контексте хорошего состояния макроэкономической среды требует увеличения добычи полезных ископаемых.

В то же время, все горные работы оказывают огромное влияние на природную среду [2, 3]. В наибольшей степени страдает литосфера. Изменяется рельеф местности: горы заменяются карьерами, а в местах складирования отвальных пород вырастают насыпи высотой до 100 и более метров. Нередко из оборота изымаются плодородные земли. Происходит истощение грунтовых вод и изменение гидрологического режима поверхностных вод. Это, в свою очередь, сказывается на состоянии флоры и фауны прилегающих территорий. В связи с чем, подготовка к освоению любого месторождения требует выявления сопутствующих геоэкологических рисков и определения путей их решения.

Рассмотрим данные проблемы на примере медно-никелевых месторождений. Они рассредоточены по всей территории нашей планеты. Они разведаны в США, Канаде, ЮАР, Бразилии, Китае, Австралии, Египте [4–6]. В России они находятся в Норильско-Талнахском районе, на Кольском полуострове, Камчатке, в районах Саяно-Тувинской провинции, Станового хребта, Восточного Саяна, Северного Прибайкалья [4, 7, 8].

На территории Северного Прибайкалья находится ряд плутонов, в числе которых Чайский и Йоко-Довыренский с медно-никелевым типом оруденения. Они сложены разнообразными породами, среди которых выделяются перидотиты, габброиды, дуниты [9]. При освоении месторождений эти породы в огромном количестве будут перемещаться в отвалы, обуславливая экологические риски для окружающей среды (рис. 1).

Один из способов решения данной проблемы — утилизация вскрышных и вмещающих пород на стадии их образования. Рассмотрим данное направление на примере дунитов, являющихся типичным представителем отвальных пород медно-никелевых месторождений. Изучение физико-механических свойств дунитов показало, что эти высококачественные породы по всем показателям соответствуют требованиям ГОСТ 8267-93 и могут применяться для всех видов строительных работ. Используя данные породы в качестве минеральной добавки при производстве цемента [10], можно получить его новые виды высокого качества и низкой себестоимости (табл. 1).



Рис. 1. Геоэкологические риски при освоении медно-никелевых месторождений Северного Прибайкалья

Таблица 1

Основные физико-механические показатели образцов цемента

Показатели	Требования ГОСТ 10178-85	Цемент с добавкой дунита
Начало схватывания	не ранее 45 минут	4 часа 10 минут
Конец схватывания	не позднее 10 часов	6 часов 20 минут
Распływ конуса	-	113
Предел прочности при сжатии, МПа	не менее 39,2	43,0
Предел прочности при изгибе, МПа	не менее 5,4	7,9
Предел прочности при сжатии после пропаривания, МПа	более 27	31,8

Щебень из дунитов и песок от их дробления являются высококачественными заполнителями для приготовления бетонной смеси (табл. 2) [11]. Полученный материал пригоден для изготовления специальных конструкций.

Таблица 2

Основные физико-механические показатели тяжелых бетонов

Показатели	Бетон	
	на гранитном щебне	на дунитовом щебне
Предел прочности при сжатии после тепловлажностной обработки, МПа	23,8	25,4
Предел прочности при сжатии после 28 суток твердения, МПа	27,3	28,8
Водоцементное отношение	0,6	0,6
Морозостойкость, цикл	50	50
Водостойкость, $K_{разм}$	0,80-0,82	0,85-0,87
Средняя плотность, кг/м ³	2310	2730

Тонкомолотые фракции дунита можно использовать в качестве добавки при производстве строительной керамики [12]. Керамический кирпич на его основе (табл. 3) применяется для кладки и облицовки стен зданий и сооружений.

Основные физико-механические показатели образцов керамики

Показатели	ГОСТ 530-2012	Керамика с добавкой дунита
Водопоглощение, %	не менее 6	8,7
Предел прочности при сжатии, МПа	не менее 2,5	31,4
Предел прочности при изгибе, МПа	-	4,3
Морозостойкость, цикл	не менее 25	150
Средняя плотность, кг/м ³	не более 2400	2120

Таким образом, освоение медно-никелевых месторождений влечет за собой определенные геоэкологические риски для окружающей природной среды, связанные, в первую очередь, с огромным количеством вскрышных и вмещающих пород. Вовлечение их в производство позволит не только не допустить формирование отвалов, но и снизить негативное воздействие на окружающую среду, а также получить новые виды высококачественной товарной продукции.

Работа поддержана грантом Российского Научного Фонда № 16-17-10129.

Литература

1. Итоги года: радужные перемены в цветной металлургии. Эл. ресурс: https://ria.ru/ny2018_resume/20171226/1511753613.html
2. Geoeological problems of zones of ore mining technogenesis in the north Caucasus / M. R. Uraskulov [et al.] // *Arid Ecosystems*. 2018. V. 8. № 1. P. 47–52.
3. Борисков Ф. Ф., Кантемиров В. Д. Экологические риски при освоении месторождений твердых полезных ископаемых в северных регионах Урала // *Экология и промышленность России*. 2016. № 20 (6). С. 54–57.
4. Налдретт А. Дж. Магматические сульфидные месторождения медно-никелевых и платинометалльных руд. СПб.: СПбГУ, 2003. 487 с.
5. A review of the Cu-Ni sulphide deposits in the Chinese Tianshan and Altay orogens (Xinjiang Autonomous Region, NW China): Principal characteristics and ore-forming processes / J. W. Mao [et al.] // *Journal of Asian Earth Sciences*. 2008. V. 32. № 2–4. P. 184–203.
6. The Ni-Cu-PGE mineralized Brejo Seco mafic-ultramafic layered intrusion, Riacho do Pontal Orogen: Onset of Tonian (ca. 900 Ma) continental rifting in Northeast Brazil / S. S. Salgado [et al.] // *Journal of South American Earth Sciences*. 2016. V. 70. P. 324–339.
7. Юричев А. Н., Чернышов А. И. Родоначальный расплав и геодинамика расслоенных мафит-ультрамафитовых массивов Канской глыбы Восточного Саяна // *Известия Томского политехнического университета*. 2014. Т. 324. № 1. С. 128–137.
8. Степанов В. А., Мельников А. В., Страха В. Е. Становая никеленосная провинция Дальнего Востока // *Вестник СВНЦ ДВО РАН*. 2008. № 2. С. 13–21.
9. Леснов Ф. П. Геология и петрология Чайского габбро-перидотит-дунитового никеленосного плутона (Северное Прибайкалье). Новосибирск: Наука, 1972. 228 с.
10. Худякова Л. И., Войлошников О. В., Котова И. Ю. Влияние механической активации на процесс образования и свойства композиционных вяжущих материалов // *Строительные материалы*. 2015. № 3. С. 37–41.
11. Худякова Л. И., Кислов Е. В., Войлошников О. В. Дуниты северного Прибайкалья и пути их использования // *Горный журнал*. 2013. № 10. С. 4–6.
12. Худякова Л. И., Войлошников О. В., Тимофеева С. С. Магнийсиликатные отходы горнодобывающей промышленности и технологии их утилизации. Новосибирск: Гео, 2014. 177 с.

Худякова Людмила Ивановна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Байкальского института природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ.