

УДК: 622.371/274.54

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ ТЕХНОЛОГИИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Е.В. Кузьмин¹,
А.В. Стародумов¹,
В.С. Святецкий²

¹ АО «ВНИПИПРОМТЕХНОЛОГИИ»,

² АО «АТОМРЕДМЕТЗОЛОТО»

В статье дан обзор и анализ технологии подземной добычи руд с примерами наиболее передовых технологий, позволяющих предприятиям успешно завоевывать лидирующие позиции на конкурентном рынке, имея наиболее низкую себестоимость добычи минерального сырья. Рассмотрены наиболее дешевые методы транспортировки рудной массы из рудника, наиболее эффективный метод пастовой закладки отработанных камер.

Ключевые слова: подземная разработка рудных месторождений, системы разработки с самообрушением руды, укрепление пород анкерной крепью, конвейерный поезд, пастовая закладка выемочных камер.

Одной из наиболее значимых тенденций в развитии современной технологии подземной разработки мощных крутопадающих рудных месторождений является применение систем разработки с этажным самообрушением руды – наиболее высокопроизводительных и низкочрезвычайных в сравнении со всеми остальными. Преимущество этих систем очевидно. Не случайно в настоящее время каждый заметный проект подземной разработки вначале проверяется на возможность отработки системами с самообрушением – проводится расчет гидравлического радиуса подсечки – минимальной площади обнажения, при которой начинается устойчивое самообрушение руды. Стимулирующим фактором этого процесса явилось развитие погрузо-доставочной техники, упрощение конструкции основания рудных блоков – переход на плоское днище.

Создание подсечки для самообрушения руды возможно в нескольких вариантах: плоской или зубчатой формы (рис. 1А), при плоском днище (рис. 1Б).

Доставка руды мощной самоходной техникой позволила изменить конструкции пунктов выпуска: ширина в нижней части составляет 4–5 м, диаметр воронок вверху – 20 м и более. На пункт выпуска при-

RECENT TENDENCIES IN UNDERGROUND MINING TECHNOLOGIES

E.V. KUZMIN, A.V. STARODUMOV,
V. S. SVJATETSKY

The article provides an overview and analysis of the technology of underground ore mining, with examples of the most advanced technologies, allowing businesses successfully conquer a leading position in the competitive market, with the lowest cost of production of mineral resources. Considered the cheapest methods of transportation of ore from the mine, the most effective paste filling method of working excavation.

KEYWORDS: *underground ore mining, block caving, roof support by anchoring, railveyor, pasta back filling of stopes.*

ходит значительное количество запасов. При массовой отбойке руды появилась возможность резко увеличить производительность очистных блоков (рис. 2).

Впервые на системах с самообрушением руды испытано дистанционное и удаленное управление погрузо-доставочными машинами (ПДМ) и автосамосвалами (рис. 3). Дистанционное управление ПДМ уже широко применяется ведущими компаниями во многих странах [2]. Работа мощных ПДМ и самосвалов требует наличия выработок больших размеров, что привело к поиску новых комплексных систем крепления выработок (рис. 4).

Для предотвращения осыпания неустойчивых пород на отбитую руду весьма интенсивно развивается технология предварительного тросоцементного укрепления контуров очистных камер. Данная технология широко внедряется на рудниках Канады. Экономический эффект очевиден – тросами удерживаются сотни тонн породного массива.

Применение дистанционного управления ПДМ в комбинации с предварительным укреплением вмещающих пород открывает широкую дорогу для повсеместного использования на месторождениях с крутым

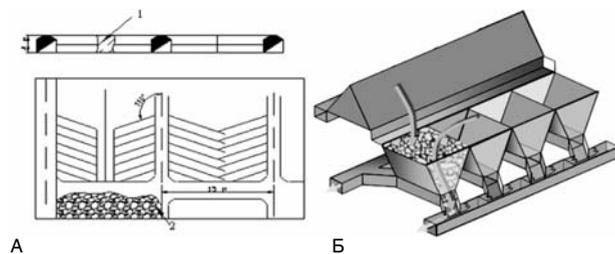


Рис. 1.

Создание подсечки, основания блока для самообрушения руды. А – подсечка плоской формы, Б – плоское днище



Рис. 2.

Современная погрузо-доставочная техника, грузоподъемность ковша – до 20 т



Рис. 3.

Перегрузка руды из ПДМ в автосамосвал, работа в автоматическом режиме

падением рудных тел этажно-камерных систем разработки, приемлемых для руд цветной и черной металлургии, урановых руд, залежей средней мощности.

Поиск вариантов с минимальным количеством погрузо-разгрузочных операций при транспортировке и подъеме руды ведется давно. Наиболее удачная идея, сочетающая все лучшее из двух видов транспорта, это конвейерные поезда. Но до сих пор они создавались в опытных вариантах. Канадской компанией «Rail-Veyor technologies global» была разработана конструкция такого конвейерного поезда, и в настоящее время ве-

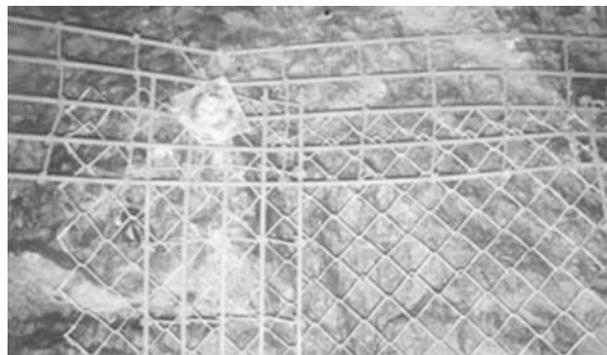


Рис. 4.

Комбинированное крепление выработок анкерами, сеткой и металлическими подхватами

дутся работы по широкому внедрению этой системы в производство. Освоение системы успешно выполнено на открытом руднике Stobie mine, Vale, и на подземном участке – рудное тело 114 рудника Vale, Copper Cliff North mine, Садбери, Канада, отработывающего меднорудное месторождение [3].

Система конвейерного поезда может использоваться для вывоза породы от проходки в тупиковых забоях – при строительстве уклонов, проходке горизонтальных выработок концентрационных и капитальных горизонтов, спиральных съездов с уклоном до 18°, при проходке сверху вниз и снизу-вверх. Для этого лишь наращиваются рельсы и устанавливаются приводные станции. При проходке тупиковых забоев он является наиболее удобным видом удаления породы, занимая при этом малую часть сечения выработки.

При подъеме поезда на уклон 15% потребляемая мощность 0,2 квт/час на один тонно-километр – это в 1,5 раза ниже, чем у конвейерного транспорта. Возможна погрузка и выгрузка нескольких сортов руды и породы, транспортировка грузов с поверхности, включая сыпучие (песок) и длинномеры (рельсы), на концентрационные горизонты рудника без перегрузок с одного вида транспорта на другой. При использовании конвейерного поезда совершается 1 операция – это загрузка руды вибропитателем из рудоспуска, все остальные 9 перечисленных выше операций при транспорте и подъеме горной массы до бункера на поверхности исключаются. Подъем руды производится по уклону или спиральному съезду, под углом 16–18°.

Управление конвейерными поездами, всей системой внутришахтного транспорта на их основе, осуществляется автоматически. Контроль осуществляется с удаленным доступом, с поверхности или с любого горизонта. Компанией реализован вариант управления конвейерными поездами дистанционно с помощью системы GPS.

Особое внимание привлекает к себе технология пастовой закладки на основе хвостов переработки



Рис. 5.
Подъем конвейерного поезда на 18°

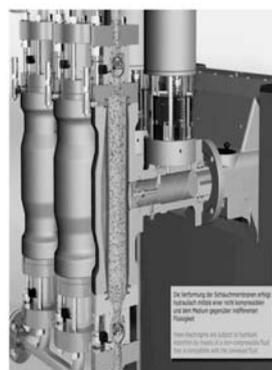
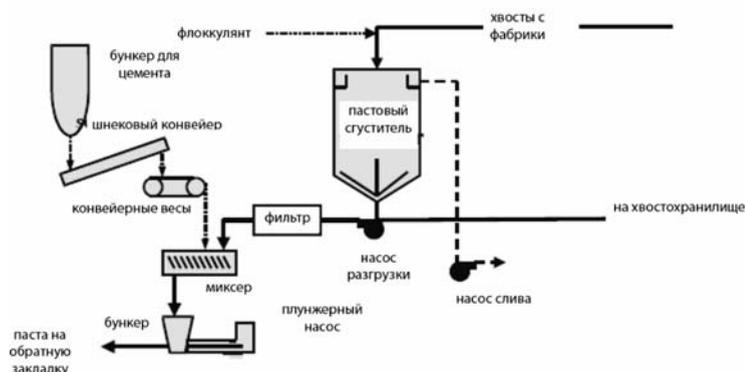


Рис. 6.
Технологическая схема приготовления пастовой закладки на основе хвостов переработки

руд, для заполнения отработанных выемочных камер.

Основные параметры пастовой закладки на основе хвостов переработки урановых руд (рис. 6) [1]:

- коагулянт из шламовых частиц твердого, флокулянтов и воды, соотношение Т:Ж = до 8:2, не выделяет свободную воду;

- шламовые хвосты, препятствующие набору прочности в твердеющей закладке, являются материалом, образующим с флокулянт гелем. Необходимое количество шламов (до 20 мкм) – минимум 15% (в хвостах ГМЗ ПАО «ППГХО» – 40%);

- гелеобразная масса высокой вязкости, пески в ней – неосаждаемая взвесь, транспортируется по трубопроводам, не разбавляется водой;

- расход флокулянтов – 50–60 г/т;
- при добавлении цемента (3%) прочность закладки 1,5 Мпа, (5% – 2,0 Мпа.);

- выделяет опасный газ – радон, проникающий в атмосферу рудника через трещиноватые вмещающие породы.

Пастовая закладка может иметь большой интерес для горнодобывающих предприятий. Паста может складироваться в поверхностных хвостохранилищах без сооружения дамб, изоляции ложа, так как не выделяет воду.

- Применение пастовой закладки обеспечивает:
- снижение ежегодных платежей за поверхностное размещение хвостов ГМЗ;
 - размещение опасных материалов – хвостов переработки урановых руд – в отработанных горных выработках;
 - подавление радоновыделения из пастовой закладки в атмосферу рудника путем тросоцементного укрепления вмещающих пород, изоляции закладки полимерными материалами;
 - безопасность подземных горных работ;
 - компактное хранение сгущенных пастовых хвостов на поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование свойств сбросных пульп золотосодержащего и ураносодержащего сырья. Отчет ЗАО Тра-не Текник, 2011.
2. Кузьмин Е.В., Узбекова А.Р. Самообрушение руды при подземной добыче. М.: Изд. МГУ. 2006, 262 с.
3. Материалы компании Rail Veyor Global Inc. 2014.

Кузьмин Евгений Викторович, д.т.н., профессор, начальник лаборатории моделирования производственных процессов подземных горных работ АО «ВНИПИпромтехнологии»
 ☎ 115409, г. Москва, Каширское ш., д. 33,
 тел.: +7 (499) 324-81-64, e-mail: kuzmin.e.v@vnipt.ru

Стародумов Алексей Владимирович, директор АО «ВНИПИпромтехнологии»
 ☎ 115409, г. Москва, Каширское ш., д. 33,
 e-mail: alexeys@vnipt.ru

Святецкий Виктор Станиславович, первый зам. генерального директора АО «Атомредметзолото»
 ☎ 109004, г. Москва, Б. Дровяной пер., д. 22,
 e-mail: StSvyatetsky@armz.ru