

## ПОГАШЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ПУСТОТ В НАГОРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

*К. Тажобаев, Ш. Абдибаитов*

---

Рассмотрены вопросы, связанные с выбором метода погашения пустот при подземной разработке рудных месторождений в горных районах. Предложены рекомендации по погашению пустот в сложных горно-геологических условиях.

*Ключевые слова:* погашение; самообрушение; пустоты; камера; закладка; поддержание; целик.

В последние годы наметилась тенденция по вводу в эксплуатацию месторождений со сложными горно-геологическими условиями, расположенных в высокогорье и в отдаленных районах. Удельный вес этих месторождений с каждым годом растет, и целый ряд цветных и редких металлов добывается, в основном, в горных районах.

Месторождения, расположенные в гористой местности, характеризуются сложным геологическим строением, разнообразием условий за-

легания и физико-механических свойств пород, резко выраженным рельефом поверхности, изолированными рудными телами сравнительно небольших размеров, проявлением современных тектонических процессов, которые существенно влияют на напряженное состояние массива пород и устойчивость конструктивных элементов систем разработки.

Погашение подземных пустот на таких месторождениях осуществляется комбинированным способом, включающим: поддержание

налегающих пород безрудными участками и целиками, закладкой части пустот и самообрушением слабых вмещающих пород кровли.

Рассмотрим в качестве примера опыт погашения подземных пустот в некоторых сложноструктурных месторождениях.

На Южном участке Терексайского месторождения очистные работы ведутся с 1954 г., а на Северном – с 1970 г. Основными применяемыми системами разработки являются: для условий пологого падения – сплошная и камерно-столбовая система, для условий крутого падения – система с магазинированием руды [1].

За время работы на руднике накопился довольно значительный объем подземных пустот (более 400 тыс. м<sup>3</sup>). Это, безусловно, представляет определенную опасность вследствие возможного саморазрушения целиков и кровли камер. В проектах отработки месторождения предусмотрены два способа погашения пустот – принудительное обрушение вышележащих пород и закладка выработанного пространства различными материалами. Однако на руднике они не применялись. Поэтому были разработаны мероприятия по выявлению наиболее опасных районов и выбору эффективных способов погашения пустот применительно к конкретным горно-геологическим условиям [2].

В качестве примера рассмотрим погашение пустот на Южном участке, в котором выделено две группы пустот, представляющих повышенную опасность, которые отделены друг от друга

безрудной зоной значительной площади (около 10 тыс. м<sup>2</sup>). Наибольшую опасность представляют пустоты, образованные при отработке следующих горизонтов: штольня 9, 5, 11 бис, западная, 13, 14, главная откаточная штольня (рис. 1). Суммарная площадь обнажения составляет 45 тыс. м<sup>2</sup>, которая поддерживается только междукамерными целиками. Объем пустот порядка 270 тыс. м<sup>3</sup>. Многие целики имеют срок службы 10–20 и более лет, они нарушены тектоническими трещинами, что создает опасность возникновения массового обрушения с образованием воздушного удара разрушительной силы (расчетная скорость воздушной волны 600 м/с). Кровля камер состоит на 70% из слабых пород (сланцев, сильно нарушенных джаспероидов в кварцевой брекчии) и на 30% из прочных (кварцевая брекчия, джаспероиды). Погашение пустот производилось комбинированным методом. На верхних горизонтах штолен 9 и 5 камера 1 и магазин 1 соединены с поверхностью. Погашение этих пустот с целью предотвращения расширения воронки обрушения, попадания туда людей, животных и т.д. осуществлялось засыпкой породы с поверхности.

Значительная часть камер была погашена регулируемым самообрушением пород кровли. Самообрушение осуществлялось в камерах, где кровля представлена слабыми породами (К-105, 159, 2-3, 15-16, 172-173 и др.), а в некоторых камерах – путем частичной выемки междукамерных целиков. В результате площадь обнаже-

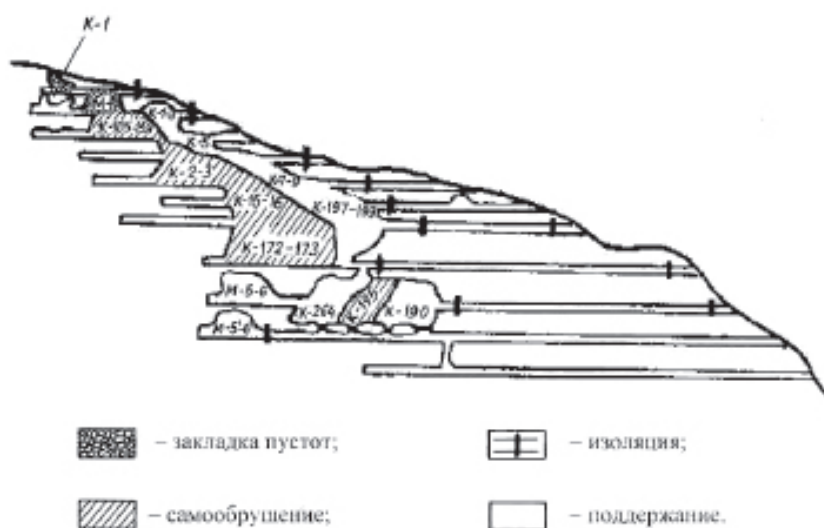


Рис. 1. Схема погашения пустот на Южном участке Терексайского месторождения

ния уменьшилась до 15 тыс. м<sup>2</sup>. Максимальная расчетная скорость воздушной волны составляет 70 м/с. Такая скорость является допустимой для распространенных типов изолирующих сооружений (кирпичные и бетонные перемычки, породные завалы). Поэтому остальные камеры (К-1-3,5,7-9,197-199 и др.) были изолированы бетонными перемычками толщиной 20 – 30 см и породными завалами длиной 3 – 4 м. Изолирующие сооружения на верхних горизонтах возводилась у устья штолен и в подходных выработках.

Другая группа пустот на горизонтах штолен 18 и Промежуточная имела площадь обнажения кровли 13000 м<sup>2</sup>, а объем – около 78 тыс. м<sup>3</sup>. Кровля этих камер представлена на 75 % прочными породами (джаспероиды) и на 25 % – слабыми (сланцы).

Камеры 195 и 218, кровля которых состоит из сланцев, погашались самообрушением пород кровли путем увеличения ширины камер и по истечении времени.

Так как эти камеры находятся в центре пустот, то в результате обрушения кровли в очистном пространстве образовалась породная полоса площадью около 4000 м<sup>2</sup>, разделившая его на участки. Обрушение на отдельных участках не представляет серьезной опасности, и они были изолированы от рабочего горизонта бутобетонными перемычками. Объем пустот, который был погашен на руднике в течение двух лет, составил 250 тыс. м<sup>3</sup>. Аналогичным образом погашались пустоты и на Северном участке месторождения.

На месторождении Пай-Булак отрабатываются полиметаллические руды высокой цен-

ности. На нем выделено большое количество рудных тел, значительная часть которых представлена сближенными залежами с весьма изменчивыми условиями залегания. Руды и породы месторождения являются крепкими и сравнительно устойчивыми, но имеют у поверхности зону выветривания и тектоническую нарушенность [3].

Добыча руды осуществляется камерными, камерно-столбовыми и системами с подэтажными штреками, что сопровождается накоплением подземных пустот. В то же время в проекте отработки погашение пустот предусматривалось только полным принудительным обрушением вмещающих пород и с большими затратами.

В связи с большой изменчивостью горно-геологических условий погашение пустот производилось комбинированно сочетанием принудительного обрушения и заполнением части камер обрушенными вмещающими породами и самообрушением, оставлением некоторых пустот незаполненными с их локализацией от рабочих горизонтов и полной закладкой нижних горизонтов месторождения (рис. 2).

Так, в частности, камера Ш-3, расположенная на юго-западном фланге горизонта 1275 м, погашалась принудительным обрушением налегающих пород с образованием породной подушки в сочетании с изоляцией. При максимальной высоте камеры 17 м толщина породной подушки составила 4 м.

Для предотвращения распространения воздушной волны в случае массового обрушения пород, в подходных выработках на горизонте сооружены породные завалы длиной 3 – 4 м, кото-

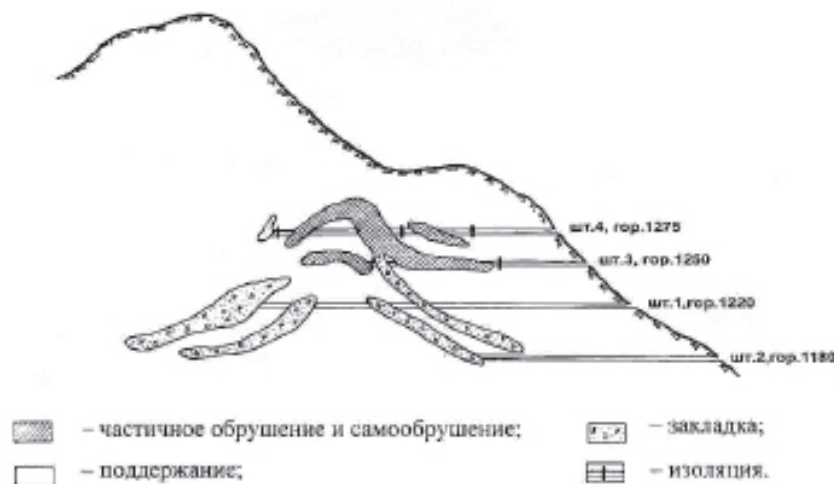


Рис. 2. Схема погашения пустот на месторождении Пай-Булак

рые полностью перекрывали сечение выработок. Возможно также устройство бетонных или бетонобетонных перемычек толщиной не менее 0,5 м.

Наибольшую опасность на данном горизонте представляет камера, в которой отработано рудное тело П-3. Расчетная максимальная скорость воздушной волны при обрушении составляет 56 м/с, что значительно превышает допустимую скорость (15 м/с). Поэтому, для предотвращения внезапного обрушения кровли, погашение этой камеры производилась частичным принудительным обрушением пород с образованием породной подушки в сочетании с изоляцией. Ввиду того, что под этой камерой на горизонте 1250 м отрабатывалось рудное тело Ш-2, то проведение взрывных работ, необходимых для образования породной подушки, могло ухудшить устойчивость потолочины. Поэтому, для обеспечения безопасности работ на горизонте 1275 м в подходных выработках к камере сооружены породные завалы длиной не менее 4 м, а после отработки нижележащего рудного тела Ш-2 образована породная подушка с учетом общих размеров обеих камер.

На поверхности зоны обрушений и опасных сдвижений ограждены для предотвращения доступа людей, транспорта, животных и т.д.

На северо-восточном фланге горизонта находится камера рудного тела П-10. При возможном обрушении кровли максимальная расчетная скорость воздушной волны составляет 10 м/с, что меньше допустимой. Следовательно, данная камера не опасна по воздушному удару и после полной ее отработки достаточно установления ограждения для предотвращения доступа людей.

Для отработки рудных тел ниже горизонта 1250 м принята система разработки с полной закладкой выработанного пространства.

Таким образом, погашение пустот на руднике Пай-Булак комбинированным способом показало безопасность и экономичность такого метода и позволило получить существенный экономический эффект.

Для сравнения рассмотрим опыт отработки рудных месторождений зарубежными фирмами. Рудником “Бункер Хилл” (США) отрабатывается месторождение, залегающее в гористой местности среди сильно нарушенных пород докембрийского возраста. Руды в месторождении разделяются на три типа: “Блу Бирд”, “Бункер Хилл” и “Джерси” [4]. Традиционно на руднике применяется система со станковой крепью и закладкой выработанного пространства.

В процессе разведочных работ в пределах месторождения было обнаружено рудное тело

“Таллон”, сложенное разрушенным тонкослоистым и аргиллитовым кварцитом. Разработка этой зоны системой с креплением и закладкой экономически не оправдалась. Малая устойчивость пород ограничивает ширину камер до 3 м. Поэтому было решено применить камерно-столбовую систему разработки с послышной гидравлической закладкой камер хвостами обогащения.

При ширине камер и целиков 3 м обеспечивается извлечение руды в размере 75 %. Около 25 % остается в постоянных целиках между заложными камерами.

Таким образом, в настоящее время наиболее распространенными способами ликвидации подземных пустот являются **обрушение, закладка и поддержание**. При этом использование каждого из этих способов ограничивается условиями применения. Так, обрушение вмещающих пород используется в тех случаях, когда естественным путем поддерживать налегающий массив невозможно или нецелесообразно (из-за больших потерь руды в целиках), а необходимость охраны земной поверхности и вообще поддержание налегающей толщи пород ограничивает применение такого метода погашения. Для погашения пустот **закладка** выработанного пространства – наиболее трудоемкий и дорогостоящий процесс, но позволяет отработать месторождение без оставления целиков, обрушения вмещающих пород и, следовательно, обеспечить минимальные потери и разубоживание руды (что особенно важно при разработке ценных руд). При применении этого способа удается сохранить ненарушенными налегающие массивы и земную поверхность (при полной и плотной закладке), отрабатывать самовозгорающиеся руды, разместить под землей часть отходов производства. **Поддержание** подземных пустот различного рода целиками производится за счет естественной устойчивости руд и вмещающих пород и, как следствие, обеспечивает наибольшую экономичность и простоту погашения пустот. Однако в связи с углублением горных работ этот способ приобретает существенные недостатки – увеличиваются потери руды и самое главное – возникает опасность внезапных обрушений.

Таким образом, при отработке небольших залежей рекомендуется обеспечивать безопасность работ изоляцией подземных пустот от действующих горизонтов и выработок путем сооружения перемычек или породных завалов. При значительной протяженности залежей погашение пустот рекомендуется производить разделением пустот на отдельные участки изоли-

рующими сооружениями или оставлением массивных барьерных целиков с последующей их отработкой и полной посадкой кровли.

В сложных горно-геологических условиях (изменчивость мощности, угла падения, морфологии рудных тел и т.д.) рекомендуется применять **комбинированный** способ погашения подземных пустот, как наиболее эффективный.

### *Литература*

1. *Ялымов Н.Г.* Погашение пустот при подземной разработке руд. Фрунзе: Илим, 1979. 128 с.

2. *Ялымов Н.Г.* Теоретические основы управления давлением пород при разработке месторождений в горных районах. Бишкек: Илим, 1992. 184 с.
3. Исследование условий залегания, создание эффективной и безопасной технологии отработки рудных залежей месторождения Пай-Булак // Труды ИФиМГП. Фрунзе, 1987.
4. *Именитов В.Р., Абрамов В.Ф., Попов В.В.* Локализация пустот при подземной добыче руды. М.: Недра, 1983. 192 с.