

Шекен Алихан Сеулетулы, магистрант,  
Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова  
Республика Казахстан, г. Караганда

## ЭМПИРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СПОСОБНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД К САМООБРУШЕНИЮ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АБЫЗ

**Аннотация:** при оценке способности горных пород к самообрушению прогнозируются размеры подсечки, необходимые для инициирования и развития самообрушения.

Основными факторами, которые могут оказывать влияние на самообрушение, являются геометрия и прочность нарушений сплошности, прочность горного массива, форма рудного тела, размеры подсечки, напряжения, индуцированные в задней части подсечки и зоны обрушения (Браун, 2007).

На практике способность к самообрушению может оцениваться несколькими методами: экспериментальным (по опыту работ), по диаграммам эмпирической устойчивости/обрушаемости пород, и методом числового моделирования.

Как правило, экспериментальные методы применимы для рудников, имеющих продолжительную статистику ведения работ с применением метода самообрушения при известных условиях механики горных пород (Brown 2007).

Эмпирические методы основываются на корреляционных соотношениях характеристик горного массива и геометрии подсечки. В настоящее время промышленным стандартом эмпирического метода оценки способности горных пород к самообрушению является метод с использованием диаграмм зон устойчивости / обрушаемости массива горных пород Д.Лобшира (Laubscher 1994).

Численное моделирование обеспечивает более фундаментальную оценку инициации и развития самообрушения, чем эмпирические методы (Brown 2007).

**Abstract:** when assessing the ability of rocks to self-destruct, the size of the cut is predicted, which is necessary for the initiation and development of self-destruction.

The main factors that can affect self-destruction are the geometry and fracture strength, the strength of the rock mass, the shape of the ore body, the size of the section, stresses arising in the back of the section and in the collapse zone (Brown, 2007).

In practice, the ability to self-destruct can be assessed by several methods: experimental (based on work experience), using diagrams of empirical stability/rock collapse, and using numerical modeling. As a rule, experimental methods are applicable for mines with long-term statistics of self-destruction operations under known conditions of rock mechanics (Brown 2007).

Empirical methods are based on correlations between the characteristics of the mountain range and the geometry of the section. Currently, the industry standard for an empirical method for assessing the ability of rocks to self-destruct is a method using diagrams of stability/destructibility zones of a rock mass, developed by D. Lobscher (Laubscher, 1994).

Numerical modeling provides a more fundamental assessment of the occurrence and development of self-destruction than empirical methods (Brown, 2007).

**Ключевые слова:** механика, самообрушение, горные породы, массив, устойчивость, методы, эксперимент.

**Keywords:** mechanics, self-destruction, rocks, massif, stability, methods, experiment.

Для оценки способности к самообрушению на ранних стадиях разработки проекта, таких как Scoring Study, аналогичных выполняемым в настоящее время для месторождения Абыз, эффективным является метод с использованием диаграммы профессора Д.Лобшира для определения зон устойчивости/обрушаемости пород.



Этот метод является практичным, основанным на минимальном количестве исходных данных по характеристикам горного массива, и он позволяет выполнить сравнение с другими операциями блочного обрушения. Поэтому для предварительной оценки способности к самообрушению пород на месторождении Абыз был принят метод Лобшира (Laubscher's method) (рис 1.1).

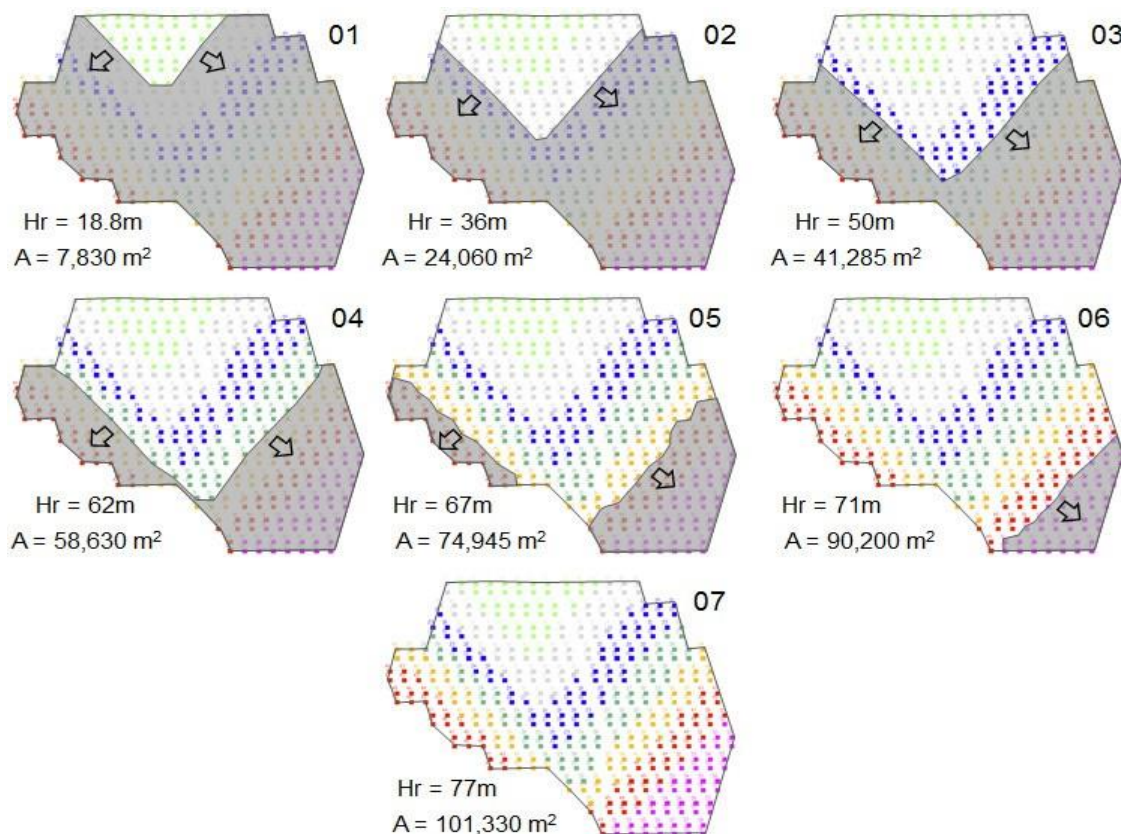


Рисунок 1.1 Предлагаемое выполнение подсечки по годам с расчетом гидравлического радиуса и участков к концу каждого года.

Как указывалось выше, классификация MRMR состоит из двух компонентов: рейтинга состояния горного массива RMRL90 и горных поправочных коэффициентов. Рейтинг RMRL90 оцениваемый в баллах по трем характеристикам массива горных пород: прочности ненарушенной породы массива (IRS), интенсивности нарушений горного массива (степень трещиноватости), и состояния нарушений (JC) с учетом гидрогеологических условий. Рейтинг прочности ненарушенной породы IRS, оцениваемый баллами от 1 до 20, связан с пределом прочности на одноосное сжатие ненарушенной породы. Интенсивность нарушений горного массива может рассчитываться, исходя из данных по густоте трещин – расстоянию между трещинами в массиве (FF), полученных из кернограмм. Баллы этого рейтинга – от 0 до 40.

Состояние нарушений оценивается на основании геометрических характеристик трещин, характеристик состояния поверхностей нарушений и материала заполнителя нарушений.

Компонент обводненности вводит поправку на присутствие грунтовых вод. Рейтинг последнего фактора RMRL90, состояния нарушений и обводненность, оценивается баллами от 4 до 40. Таким образом, рейтинг RMRL90 выводится путем суммирования баллов его составляющих. Окончательный общий рейтинг составляет от 5 до 100.



Горные поправочные коэффициенты системы классификации MRMR вводятся в виде понижающего коэффициента к RMRL90. Лобшир (1990) рассматривает четыре типа факторов влияния: выветривание, ориентация трещин, напряженное состояние в массиве и взрывные работы. В Табл. 6 в сводном виде представлены величины поправочных коэффициентов по определению Лобшира (1990). (рис 1.2).

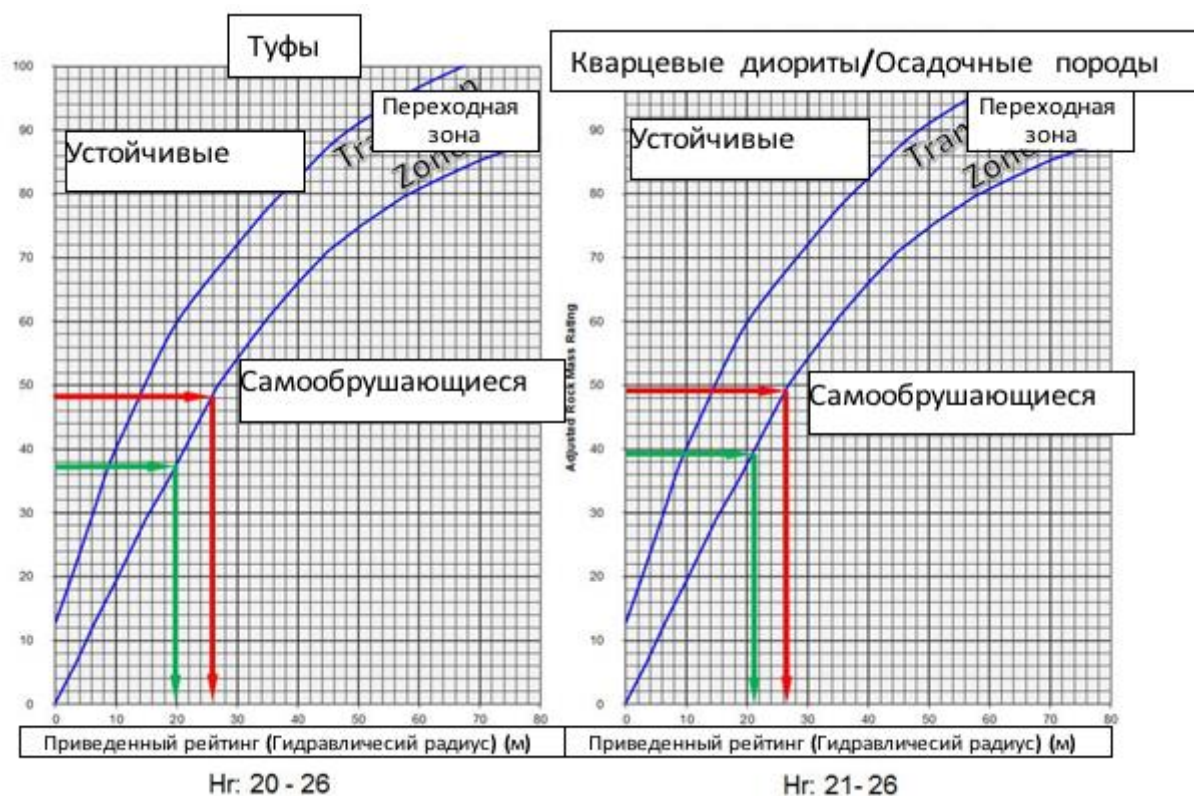


Рисунок 1.2 Результаты эмпирической оценки основных литологических единиц рудника Абыз.

Поправочные коэффициенты по отдельным факторам суммируются. Для того, чтобы рассчитать общий поправочный коэффициент, поправочные коэффициенты по отдельным факторам сначала перемножаются между собой, а затем полученный поправочный коэффициент применяется к рейтингу RMRL90 для расчета величины MRMR.

Анализ обрушаемости показывает, что гидравлический радиус, необходимый для поддержания процесса самообрушения (25 м), будет достигнут в течение второго года формирования горизонта подсечки. Ожидается, что к концу первого года будет сформирована площадь подсечки, около 7,830 тыс. м<sup>2</sup>. Такие результаты согласуются с текущей мировой практикой. Флорес и др. (2004 г.) отмечают, что площади подсечки для инициации самообрушения должны быть не менее 10 тыс. м<sup>2</sup>, которая, как ожидается, сформируется ко второму году.

Методология осуществления подсечки может быть усовершенствована при использовании квадратной формы начальной подсечки, а не треугольной. Это можно осуществить при начале выполнения подсечки в центре площади обрушения рудного тела, расширяя ее радиально к периферийной части площади обрушения. При таком подходе, вероятно, можно достигнуть состояния самообрушения раньше, чем при использовании предлагаемого метода подсечки. Тем не менее, необходимо учесть многие аспекты при разработке стратегий последовательности



подсечки (т.е. присутствие больших структурных элементов, очень прочных или слабых горных пород, и т.д.), при этом необходимо учитывать эксплуатационные/производственные ограничения.

Кажется, что скорость проходки горных выработок горизонта подсечки несколько занижена и в среднем составляет приблизительно 1000 м<sup>2</sup>/месяц в течение первых двух лет. В настоящее время типовые скорости проходки подсечки на рудниках, использующих блочное обрушение, составляют 2000-3000 м<sup>2</sup>/месяц (Flores et al. 2004). Однако при низкой скорости подсечки имеются и преимущества, например, связанные с потенциальным развитием сейсмичности, вызванной ведением горных работ. Этот вопрос может быть оценен и, при необходимости, откорректирован в ходе последующих инженерных исследований.

Эти анализы не учитывали влияние значительных геологических структур на обрушаемость.

Такие структуры, если они имеются, могут оказывать или не оказывать влияние на обрушаемость. Эффекты могут оказаться негативными такими, как возникновение завесаний, или позитивными такими, как вспомогательный эффект к процессу самообрушения. Влияние потенциальных значительных геологических структур на обрушаемость будет необходимо оценить на следующих стадиях.

Были сделаны допущения в отношении характера трещиноватости: допускалось наличие трещин от «волнообразных» до «прямых». Такие допущения целесообразны, поскольку охватывают широкий диапазон условий трещиноватости. Эти допущения необходимо будет подтвердить на последующих стадиях.

Эти анализы не учитывали влияния подземных вод: было сделано допущение, что массивы горных пород сухие. Как правило, подземные воды оказывают негативное влияние на качество массивов горных пород и устойчивость выработок. Следовательно, если подземные воды представляют проблему на месторождении Абыз, самообрушение может начаться при более низких значениях гидравлического радиуса, чем это было оценено.

При этом наличие подземных вод может создать дополнительные проблемы для хода операций самообрушения. Потенциальное влияние подземных вод будет необходимо оценить на последующих стадиях.

Оценка обрушаемости месторождения Абыз выполнялась на основе эмпирического метода Лобшира составления диаграмм обрушаемости. Компания Itasca считает этот подход адекватным для целей уровня технико-экономической оценки, что обговаривалось с компанией Hatch Ltd.

Этот метод должен использоваться с учетом ограничений, которые характерны для всех эмпирических методов. Itasca полагает, что и компания Hatch, и заказчик имеют четкое представление об этих ограничениях.

Результаты оценки потенциала самообрушаемости, представленные выше, должны интерпретироваться с учетом ряда допущений, некоторые из которых обсуждаются.

Эти допущения накладывают определенные ограничения на использование результатов анализов. Эти ограничения, а также другие ограничения описаны ниже.

Эмпирический метод Лобшира успешно используется на рудниках, обрабатываемых методом самообрушения, по всему миру. Однако диаграммы обрушаемости изначально разрабатывались на основе информации по менее крепким (с значениями MRMR ниже 50) и большим рудным телам (Браун 2007 г.). Следовательно, результаты, представленные в данной работе, должны быть дополнительно подтверждены численным моделированием.

*Список литературы:*

1. Машанова А.Ж., Нурпейісова М.Б., Геомеханика. Оқулық.-Алматы: ҚазҰТУ.2000



2. Жер қойнауы және жер қойнауын пайдалану туралы Қазақстан Республикасы заңы. – Алматы, 2010. 4.
3. Букринский В.А. Геометрия недр. – М.: Изд-во МГГУ, 2013. – 549
4. Жер қойнауы және жер қойнауын пайдалану туралы Қазақстан Республикасы заңы. – Алматы, 2010.
5. Попов В.Н., Букринский В.А., Бруевич П.Н., Горная книга, 2010г.

