

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОВЕДЕНИЯ МАССИВА ПОДРАБОТАННЫХ РУД ПРИ ТЕХНОГЕННОМ ВМЕШАТЕЛЬСТВЕ

*Майстров Ю.А., Габараев Г.О., Зассеев И.А., Абдулхалимов А.Г.  
Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный  
технологический университет), г. Владикавказ*

**Ключевые слова:** отработка месторождения, закладочная смесь, деформации, напряжения, массив горных пород.

**Аннотация.** Рассматриваются вопросы изучения поведения массива подработанных руд при техногенном вмешательстве. Численным моделированием, методом конечных элементов, определены параметры поля напряжений в рудовмещающем подработанном первоочередной выемкой богатых руд массиве. Установлено, что с увеличением пролета выработанного пространства растет протяженность зоны опорного давления впереди очистного фронта и концентрация напряжений в нем. При пролете выработанного пространства до 48 м опорное давление распространялось впереди очистного забоя на 40-50 м с максимумом 10 м от фронта очистной выемки.

## PATTERNS OF BEHAVIOR OF AN ARRAY OF MINED ORES UNDER TECHNOGENIC INTERVENTION

*Majstrov Y.A., Gabaraev G.O., Zasseev I.A., Abdulkhalimov A.G.  
North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological  
University, Vladikavkaz)*

**Keywords:** Mine development, backfilling mixture, deformations, tensions, array of mountain breeds.

**Abstract.** The questions of study of behavior of array of the earned additionally ores are examined at technogenic interference. The parameters of the field of tensions are certain a numeral design, method of eventual elements, in mountainous massif earned additionally by the primary coulisse of rich ores array. It is set that with the increase of flight of mine-out space the extent of zone of supporting pressure ahead of cleansing front and concentration of tensions grow in him. At flight of mine-out space to 48 m supporting pressure spread ahead of cleansing.

Участок месторождения подработанных вкрапленных руд представляет собой достаточно хорошо выдержанное по мощности и качеству тело линзообразной формы, полого, под углом  $5-10^0$ , погружающееся к северо-востоку и прослеживается в этом направлении около 5 км. Ширина залежи достигает 1,3 км. Глубина залегания рудного тела в пределах первоочередного участка колеблется от 420 до 640 м. Мощность рудного тела изменяется от нескольких метров до 60 м, средняя – порядка 40-45 м.

Вкрапленные руды залегают над сплошными и медистыми рудами, в ряде случаев разделены прослоями контактовых габбро-долеритов

мощностью до 10-12 м, либо роговиками и скарнами мощностью до 5-7 м. Площадь залегания вкрапленных руд значительно больше тела сплошных руд. При выклинивании сплошных руд в широтном направлении их продолжением являются тела медистых руд, которые в ряде случаев являются почвой и кровлей сплошных руд.

В пределах рассматриваемого поля выемка запасов производится поэтажно-камерной системой разработки со сплошным порядком отработки камер и с закладкой выработанного пространства твердеющими смесями, прочностью 4-6 МПа (рис. 1) [1].

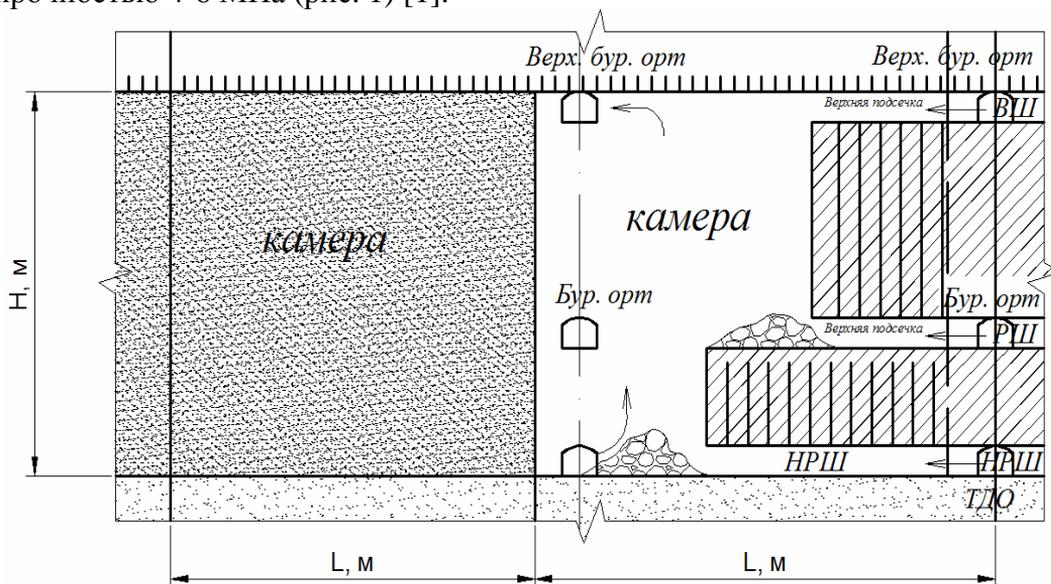


Рис. 1. Вариант поэтажно-камерной системы разработки

Горные работы ведутся двумя расходящимися фронтами с подвиганием на запад и восток. В процессе работ по сплошным рудам сохраняется сеть откаточных выработок гор. 471 м и выработок вентиляционно-закладочных горизонтов – 300м- 330 м.

В настоящее время пролет подработки залежи очистными работами по сплошным рудам достиг 600м. Существенных изменений в геомеханической ситуации в подработанном массиве от увеличения выработанного пространства за 2015-2019 гг. не произошло. Закономерности сдвижения подработанного массива сохраняются. С увеличением пролета подработки расширяется зона максимальных смещений, в которой продолжают определяемые временем оседания кровли. Сдвигения достигли поверхности и величина их здесь растет. Темпы сдвижения прогнозируются и при последующем расширении пролета подработки.

Для определения параметров поля напряжений применялось численное моделирование методом конечных элементов. Для оценки достоверности численного анализа использовались данные наблюдений за сдвигениями подработанного массива и результаты определения давления в закладочном массиве [2]. Полученные значения в центральной части отработанного

участка обладают хорошей сходимостью с экспериментальными данными. В таблице 1 представлены расчетные эпюры напряжений в закладочном массиве при пролетах подработки вкрапленных руд.

Табл. 1. Распределение напряжений над зоной очистных работ

Параметры напряжений, МПа	Удаление от зоны работ по простиранию залежей, м						
	в левую сторону от панели						
	100	200	300	400	500	600	700
Горизонтальная составляющая							
а) исходное состояние	15,2	15,7	15,9	16,0	16,0	16,0	16,0
б) в процессе работ	19,0	18,7	18,0	17,5	17,0	16,5	16,1
Вертикальная составляющая							
а) исходное состояние	16,6	16,2	16,0	15,3	14,8	14,7	14,7
б) в процессе работ	27,9	22,2	18,6	17,0	16,0	14,9	14,4
	в правую сторону от панели						
	100	200	300	400	500	600	700
Горизонтальная составляющая							
а) исходное состояние	14,5	14,0	13,8	13,6	13,5	13,4	13,3
б) в процессе работ	8,0	5,1	12,8	16,0	15,0	14,1	13,8
Вертикальная составляющая							
а) исходное состояние	17,7	18,2	18,6	18,9	18,8	19,4	20,0
б) в процессе работ	5,0	4,0	18,0	29,4	22,5	21,9	21,9

Закладочный массив начинает воспринимать нагрузку на расстоянии 40-50м от очистного фронта, что согласуется с данными натурных наблюдений. В центральной части подработанной зоны происходит уменьшение напряжений, на границе отработки залежи богатых руд значительно возрастают вертикальная и касательная компоненты напряжений.

В результате растягивающих деформаций в кровле подрабатываемой выработки возможны сдвиги по трещинам, существующим в массиве. Из-за неоднородности массива и нарушений сплошности в массиве возникают локальные вариации поля напряжений. Максимум концентрации опорного давления на кромках рудного тела достигает 29,4 МПа [3].

Исследования смещений реперов профильной линии геометрического нивелирования горизонта -471 метров показали, что зона повышенных величин сдвижения подрабатываемого массива горных пород формируется на границах примыкающих к ранее отработанной части рудной залежи. На участках примыкающих к нетронутому массиву, сохраняется тенденция однородного протекания процесса с незначительными величинами сдвижения (рис. 2).

В целом при выемке вкрапленных руд прослеживается закономерность развития процесса сдвижения в сторону ранее отработанных и заложенных

твердеющей закладкой участков рудной залежи. При этом направление вектора возрастания величин сдвига массива горных пород, примерно, совпадает с плоскостью тектонических нарушений.

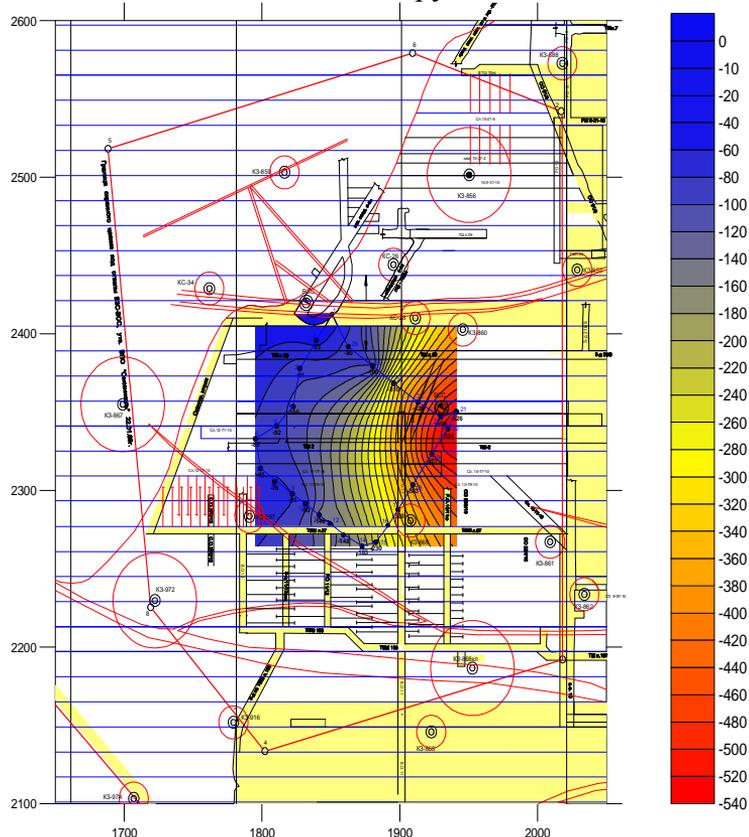


Рис. 2. Изолинии сдвига массива горных пород

С увеличением пролета выработанного пространства по сплошным рудам растет протяженность зоны опорного давления впереди очистного фронта и концентрация напряжений в нем. При пролете выработанного пространства до 48 м опорное давление распространялось впереди очистного забоя на 40-50 м с максимумом 10 м от фронта очистной выемки. Значительному распространению опорного давления способствовала большая изрезанность рудного массива подготовительными выработками.

### Список литературы

1. Габараев О.З., Дмитрак Ю.В., Дребенштедт К., Савелков В.И. Закономерности взаимодействия разрушенных геоматериалов и рудовмещающего массива при отработке подработанных вкрапленных руд // Устойчивое развитие горных территорий. – 2017. – №4. – С. 406-413.
2. Габараев О.З., Кожиев Х.Х., Битаров В.Н., Гашимова З.А. Технологии разработки сильнонарушенных руд // Устойчивое развитие горных территорий. – 2013. – №3. – С. 35-39.
3. Габараев О.З., Валиев Н.Г., Майстров Ю.А., Зассеев И.А. Обоснование параметров технологии отработки подработанных вкрапленных руд // Устойчивое развитие горных территорий. – 2020. – №1. – С. 109-115.

## References

1. Gabaraev O.Z., Dmitrak Yu.V., Drebenshtedt K., Savelkov V.I. Regularities of interaction of destroyed geo-materials and ore-bearing massif in the processing of processed deposited ore // Sustainable Development of Mountain Territories. 2017. No. 4, Vol. 4. P. 406-413.
2. Gabaraev O.Z., Kozhiev H.H., Bitarov V.N., Gashimova Z.A. Development technologies of severely disturbed ores // Sustainable Development of Mountain Territories. 2013. No. 3, Vol. 5. P. 35-39.
3. Gabaraev O.Z., Valiev N.G., Majstrov Y.A., Zasseev I.A. Substantiation parameters of development technology for underworked disseminated ores // Sustainable Development of Mountain Territories. 2017. No. 4, Vol. 4. P. 109-115.

### *Сведения об авторах:*

### *Information about authors:*

<b>Майстров Юрий Александрович</b> – аспирант	<b>Majstrov Yuri Alexandrovich</b> – postgraduate student
<b>Габараев Георгий Олегович</b> – студент	<b>Gabaraev Georgy Olegovich</b> – student
<b>Зассеев Игорь Анатольевич</b> – аспирант	<b>Zasseev Igor Anatoltvich</b> – postgraduate student
<b>Абдулхалимов Абдулгамид Гусейнович</b> – аспирант	<b>Abdulchaliimov Abdulgamid Guseinovich</b> – postgraduate student
Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), г. Владикавказ, Россия	North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), Vladikavkaz, Russia

*Получена 30.11.2020*