

УДК 622.831; 622.2; 622.235

ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ВНЕДРЕНИЯ НОВОГО ВАРИАНТА СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ НА ШЕРЕГЕШЕВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Еременко Андрей Андреевич¹,
доктор техн. наук, проф., зам. директора по научной работе. E-mail: eremenko@ngs.ru
Мельниченко Владимир Федорович²,
управляющий директор e-mail: Vladimir.Melinichenko2@evraz.com
Башков Владимир Иванович³,
главный инженер e-mail: Vladimir.Bashkov@evraz.com
Гахова Лидия Николаевна¹,
старший научный сотрудник E-mail: gahoval@mail.ru

¹ Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, Россия, 630091, г. Новосибирск, Красный проспект, 54.

² ОАО "Евразруда", 654027, Новокузнецк, пр. Курако, 49а;

³ ОАО "Евразруда", 654027, Новокузнецк, пр. Бардина, 49а.

***Аннотация:** Выполнена геомеханическая оценка варианта отработки Юго-Западного рудного тела участка Новый Шерегеш Шерегешевского железорудного месторождения. Согласно стратегии реконструкции рудника отработка запасов предусматривается с применением этажно-камерной системы разработки с шахматным расположением выемочных камер и междукамерных целиков. Для указанной системы разработки установлены закономерности формирования напряженно-деформированного состояния массива в районе очистной выемки камер и последующей отработки целиков, свидетельствующие о формировании в рудном массиве повышенных напряжений, превосходящих предел прочности рудного массива на сжатие, и зон неупругих деформаций, что может потребовать принятия дополнительных мер для обеспечения безопасной выемки рудных запасов. Предложен альтернативный вариант развития горных работ, заключающийся в изменении порядка отработки камер. Приведены результаты оценки напряженно-деформированного состояния массива при развитии работ на первой стадии «в линию» и при последующей корректировке порядка очистной выемки, позволяющей снизить риск развития неупругих деформаций в рудном массиве. Представлен один из вариантов порядка отработки запасов.*

***Ключевые слова:** Массив горных пород, месторождение, система разработки, напряжение, деформация, блок, закладка, целик*

Введение

Необходимость роста темпов освоения Шерегешевского железорудного месторождения привела к решению о переходе на новые технологические решения, заключающиеся в отказе от применения переносного оборудования и переходе к выемке запасов с помощью современного высокопроизводительного самоходного оборудования. Потребовались изменения технологических схем выемки руды, в том числе, изменения систем разработки, схем вскрытия и подготовки запасов на основных и подэтажных горизонтах, организации работ и другие мероприятия [1].

В рамках реализации предложенной ОАО "Уралмеханобр" стратегии реконструкции Шерегешевского рудника по согласованию с техническим руководством ОАО "Евразруда" для проверки технологических решений в производственных условиях организовано проведение опытно-промышленные испытания (ОПИ) по внедрению новых вариантов систем разработки с применением высокопроизводительного оборудования. В

качестве опытно-промышленного участка было выбрано Юго-Западное рудное тело, расположенное на участке Новый Шерегеш. В проекте ОПИ предложена этажно-камерная система разработки с шахматным расположением выемочных камер и междукамерных целиков (рис. 1), а также рассматриваются вопросы обоснования параметров систем разработки и проведения опытной отработки запасов руды.

Целью данной работы является оценка напряженно-деформированного состояния (НДС) массива горных пород Юго-Западного рудного тела участка Новый Шерегеш при выемке запасов руды с применением выше указанной системой разработки для принятия технологических решений, обеспечивающих повышение безопасности и эффективности ведения очистных работ.

Геологическая, горнотехническая и геомеханическая характеристика Юго-Западного рудного тела участка Новый Шерегеш

Горно-геологические условия эксплуатации

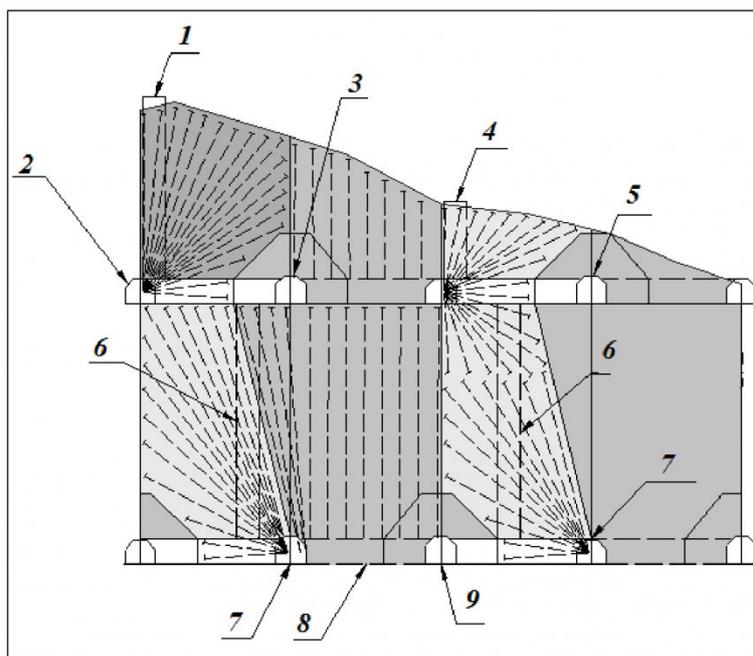


Рис. 1. Схема с шахматным расположением камер и обработкой запасов одновременно на всю мощность рудного тела: 1 — отрезной восстающий верхнего подэтажа камеры; 2 — подэтажный буровой штрек камеры; 3 — подэтажный транспортный штрек; 4 — отрезной восстающий верхнего подэтажа камеры; 5 — подэтажный транспортный штрек; 6 — отрезной восстающий нижнего подэтажа камеры; 7 — буровой штрек камеры; 8 — буровой орт целика; 9 — транспортный штрек

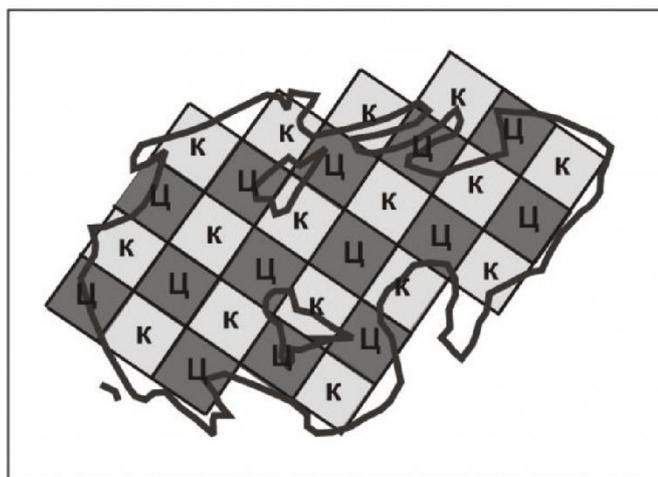


Рис. 2. Схема раскроя запасов Юго-Западного рудного тела при шахматном расположении камер (К) и целиков (Ц)

участка залежи определяются сложностью геологической структуры. Характерной особенностью рудного поля Шерегешевского месторождения является то, что рудовмещающая толща пород его сложена преимущественно породами (скарнами, диоритами, порфиритами и т. д.), крепость и упругие характеристики которых больше, чем у руды (до 1,5 раз), при том что руды имеют достаточно высокую прочность. Вмещающие породы и руды трещиноваты и относятся к III классу устойчивости. Текстура руд массивная. Обводненность слабая.

Данные о физико-механических свойствах горных пород и руд участка Новый Шерегеш,

представленные табл. 1, свидетельствуют о том, что прочность на сжатие горных пород колеблется от 1013 до 2404 кг/см²; коэффициент крепости по Протодяконову — от 8 до 21.

С горизонта +255 м и ниже Шерегешевское месторождение отнесено к опасным по горным ударам [2, 3]. Руды и вмещающие породы месторождения прочные, высокомодульные, хрупко разрушаются под нагрузкой, и способны накапливать значительную упругую энергию деформаций. Главными факторами, способствующими возникновению удароопасной ситуации, являются: глубина отработки, слепое залегание рудных тел, блочная тектоническая структура и разнородная

Таблица 1. Физико-механические свойства горных пород и руд [1]

Наименование пород	Прочность на сжатие $\sigma_{сж}$, кг/см ²	Прочность на растяжение σ_r , кг/см ²	Коэффициент Пуассона	Коэффициент сцепления К, кг/см ²	Объемный вес γ , г/см ³	Коэффициент крепости по Протодьяконову
Известняки	1013	92	0,27	80	2,56	8-10
Порфириды	1735	-	-	-	2,88	16-18
Туфы андезитовых порфиритов	2300	375	0,26	287	2,87	14-15
Сиениты	2367	280	0,26	270	2,66	16
Граниты	1848	170	0,19	200	2,66	18
Скарны	2404	390	0,20	378	3,18	18-21
Руды	1744	227	0,18	139	3,9	12-17

трещиноватость. К природным факторам зон формирования геодинамических явлений относятся:

- контакты разнопрочностных и разномодульных пород и руд, формирующие на участках массива концентрацию напряжений;
- изменчивость напряжённого состояния в крыльях тектонических нарушений, а также повышенная напряжённость у шва тектонического нарушения;
- наличие участков пересечения даек, а также участков, граничащих с безрудными зонами.

Проявления горного давления в динамической форме на месторождении начали отмечаться с гор. +325 м (стреляние горных пород, заколообразование). При вскрытии нижележащих горизонтов +255 м, +185 м, +115 м проявления горного давления участились. Проектный вариант отработки рудных запасов предполагает разделение рудных тел в плане на камеры и целики равных размеров (размеры камер и целиков приняты равными 20×20 м), расположенных в шахматном порядке относительно друг друга (рис. 1, 2). Отработка ведется на всю мощность рудного тела (до 45 м).

Согласно [4, 5] максимальные тектонические

напряжения на Шерегешевском месторождении ориентированы в северо-западном направлении и составляют 2,6 γH ; в юго-восточном – 1,4 γH , то есть естественное поле напряжений вне зоны влияния очистных работ на месторождении формируется в основном тектоническими силами. Проектируемый к отработке Юго-Западного участка залежи Новый Шерегеш располагаются по диагонали к действию горизонтальных напряжений (рис. 3).

Оценка напряженно-деформированного состояния массива горных пород при отработке Юго-Западного рудного тела

Оценка напряженно-деформированного состояния (НДС) массива горных пород осуществляется, как правило, экспериментальными и теоретическими методами, включая методы математического моделирования [2 – 13]. В связи с необходимостью оперативного принятия решения о рациональном порядке отработки камер и целиков, были выполнены расчеты НДС массива в окрестности конструктивных элементов системы разработки в процессе развития горных работ с применением метода граничных интегральных

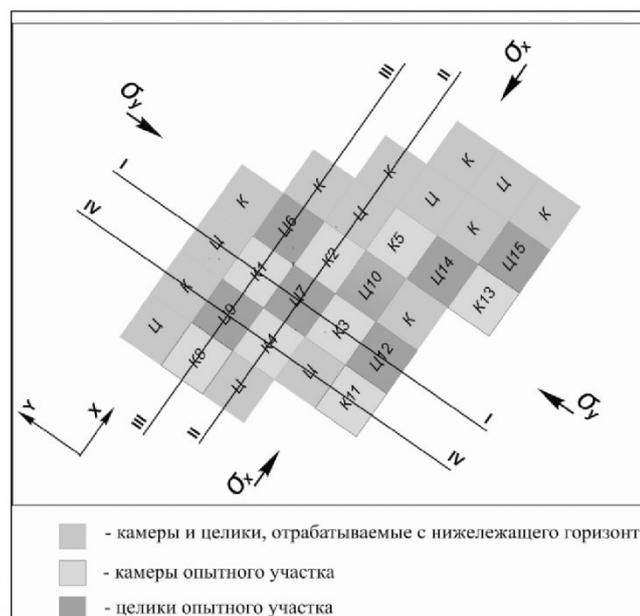


Рис. 3. Расчетная схема. Локальная система координат

уравнений [14, 15].

На рис. 3 приведена расчетная схема в плане и обозначена локальная система координат, направление осей которой соответствуют направлению действий горизонтальных напряжений нетрунтового массива.

Напряжения в массиве определяются весом пород и коэффициентом бокового отпора в ненарушенном массиве. На глубине 445 м в вертикальном направлении действует напряжение $\sigma_z = \gamma H$, где H – глубина, м, γ – удельный вес пород. В локальной системе координат горизонтальные напряжения: $\sigma_x = \lambda_1 \gamma H$; $\sigma_y = \lambda_2 \gamma H$, где λ_1, λ_2 – коэффициенты бокового отпора. Для условий месторождения интегральная характеристика $\gamma = 2,95$ г/см², $\lambda_1 = 1,4$, $\lambda_2 = 2,6$. Следовательно, для нетрунтового массива на глубине $\sigma_z^0 = 13,2$ МПа, $\sigma_x^0 = 18,5$ МПа, $\sigma_y^0 = 34,3$ МПа.

Результаты расчетов представлены в виде графиков изолиний компонентов тензора напряжений ($\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$) и напряжениями σ_s (сдвигающими напряжениями), сравниваемыми со сцеплением массива и позволяющими для анализа воспользоваться критерием разрушения Кулона-Мора [15, 16]:

$$\sigma_s = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2 \cos \varphi} - \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \operatorname{tg} \varphi,$$

где $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ – главные напряжения; φ – угол внутреннего трения.

С учетом коэффициента структурного ослабления критическая величина $\sigma_s^{\text{крит}} = 5$ МПа. Зоны массива, в которых рассчитанные σ_s превосходят критическую величину ($\sigma_s > \sigma_s^{\text{крит}}$), являются зонами возможного неупругого деформирования (возможного разрушения).

Оценка НДС массива в условиях проектного варианта отработки запасов

Для анализа проектного варианта выемки запасов выполнены расчеты располагаемых в шахматном порядке камер и целиков на всех этапах их отработки. На рис. 4 – 7 представлены некоторые результаты расчетов в плане и в вертикальных сечениях (см. рис. 2, сечения I-I...IV-IV).

Отработка камер 1 – 4 по приведенной схеме (рис. 3) приводит к образованию в сформированном целике между камерами области неупругих деформаций, охватывающей почти весь целик (рис. 4в). При этом борта камер К1 и К3 (со стороны целика) разгружены от действия σ_x и σ_y (рис. 4а, 4б) до значений, превосходящих предел прочности пород на растяжение, а в бортах камер К4 и К2 σ_y превышает σ_y^0 в 1,3 раза, достигая 45 МПа.

Дальнейшее развитие очистных работ приводит к росту вблизи камер и отработанных целиков

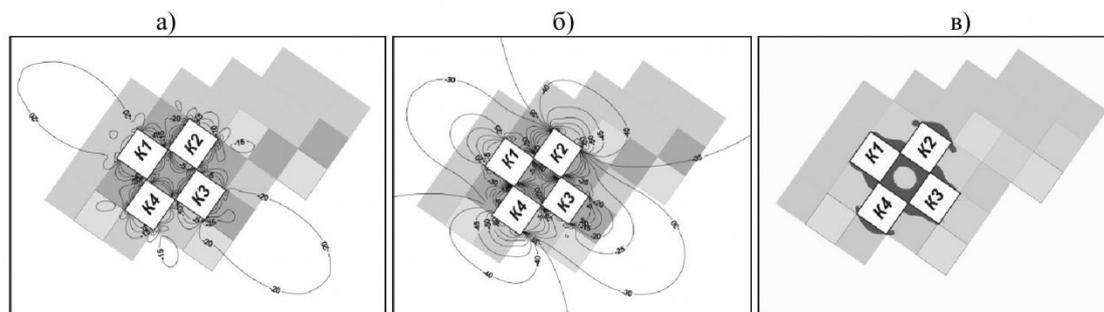


Рис. 4. Горизонтальные напряжения (МПа) σ_x (а), σ_y (б) и зоны неупругих деформаций А (в) в локальной системе координат (см. рис.2) при отработанных камерах К1, К2, К3, К4

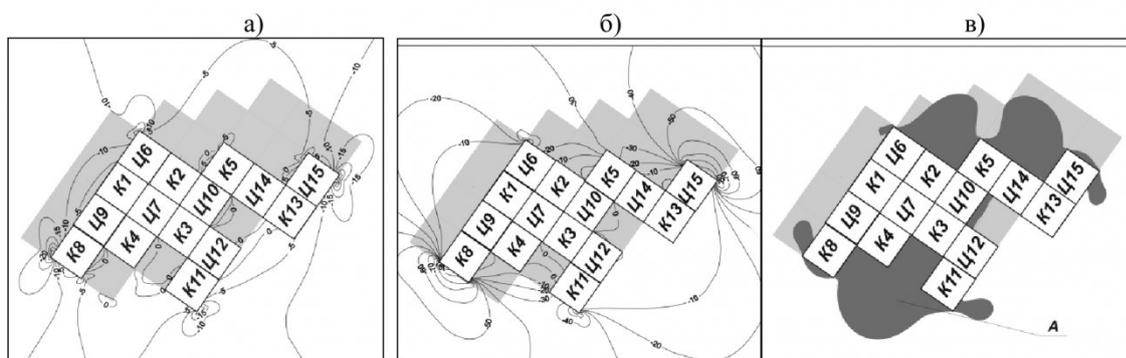


Рис. 5. Горизонтальные напряжения (МПа) σ_x (а), σ_y (б) и зоны неупругих деформаций А (в) в локальной системе координат (см. рис. 3). Отработаны камеры К1 – К5, К8, К11, К13 и целики Ц6, Ц7, Ц9, Ц10, Ц12, Ц14, Ц15

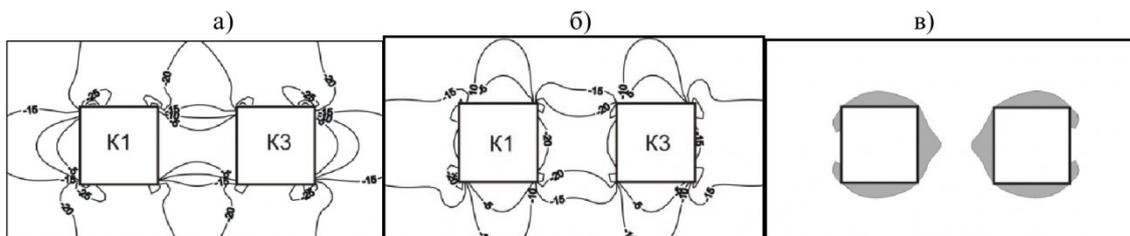


Рис. 6. Горизонтальные σ_y (а), вертикальные σ_z (б) напряжения (МПа) и зоны неупругих деформаций (в) в области влияния очистного пространства после обработки К1 и К3 в сечении I – I (см. рис. 2)

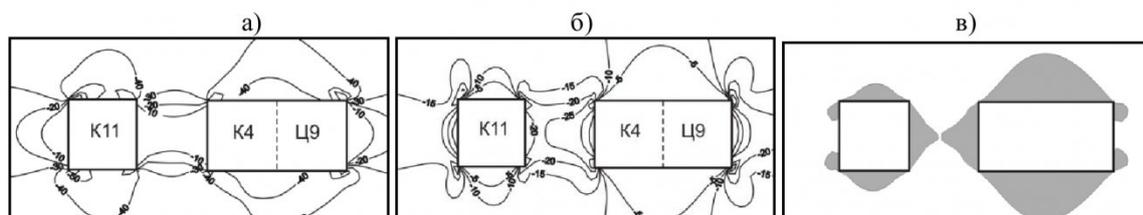


Рис. 7. Горизонтальные σ_x (а), вертикальные σ_z (б) напряжения (МПа) и зоны неупругих деформаций в области влияния очистного пространства (в) после обработки К1, К3 и Ц9 в сечении IV – IV (см. рис. 3)

(К₂, К₅, Ц₆, Ц₁₄) со стороны нетронутого массива горизонтальных напряжений σ_y , превышающих σ_y^0 (более чем в 2,5 раза, достигая 90 МПа, рис. 5б). В то же время в бортах этих же камер наблюдается разгрузка от горизонтальных напряжений σ_x , что приводит к формированию вблизи бортов К₂ и отработанного Ц₆ зон неупругих деформаций (рис. 5в). Аналогичная ситуация возникнет во вмещающем массиве вблизи К₃, К₄, К₈ и К₁₁. В этой связи можно предположить, что последующее развитие работ в нисходящем порядке может потребовать применения дополнительных средств укрепления этих нарушенных зон.

Распределение горизонтальных (σ_x , σ_y) и вертикальных (σ_z , $\sigma_z^0 = 13,2$ МПа) напряжений в сечениях I – I... IV – IV (рис. 6, 7) свидетельствует о том, что в целиках формируются вертикальные напряжения (σ_z), превосходящие в 1,5-1,6 раза вертикальные напряжения нетронутого массива (σ_z^0) и возрастающие до 25-29 МПа при обработке прилегающих к камерам целиков. Зоны неупругих

деформаций в целиках смыкаются при выемке прилегающих к камерам участков (рис. 7в).

Выполненная оценка геомеханического состояния массива горных пород при обработке Юго-Западного рудного тела на участке Новый Шерегеш выше горизонта +255 м с применением поэтажно-камерной системы разработки с шахматным расположением выемочных камер и межкамерных целиков показала, что большая часть целиков в рудном массиве будут обрабатываться в неблагоприятных условиях: обработка камер и целиков в заданном порядке приводит к формированию в рудном теле и во вмещающих горных породах напряжений, значительно превосходящих напряжения в нетронутом массиве (в 1,2÷2,2 раза), при этом появляются зоны неупругих деформаций в целиках, что в последующем может потребовать дополнительных мер обеспечения безопасности их обработки.

В этой связи было принято решение об изменении порядка обработки камер и целиков для повышения безопасности ведения очистных работ.

Оценка НДС массива для предложенного варианта изменения порядка обработки рудных запасов

Измененный порядок выемки камер и целиков представлен на рис. 8. На рис. 9, 10 представлены начальная и завершающая стадия развития очистных работ в блоке с указанием очередности выемки камер и целиков.

Анализ результатов расчетов позволил установить следующее:

- обработка камер К1, К3, К8 и целиков Ц6 и Ц9 (очередность 1-5) способствует разгрузке борта от напряжения (до 5 МПа), и формированию сжимающих σ_y (до -85 МПа) во вмещающем массиве (рис. 9а, б); области неупругих деформаций удалена вглубь рудного массива на расстояние до 3 – 4 м от поверхности камер. Во вмещающем массиве площадь сформировавшихся зон неупру-

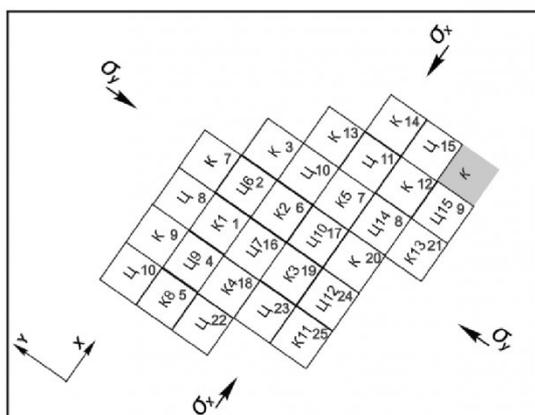


Рис. 8. Схемы расположения камер, целиков и очередность их обработки (1-25). Серые цифры, расположенные горизонтально – предлагаемая очередность обработки камер и целиков

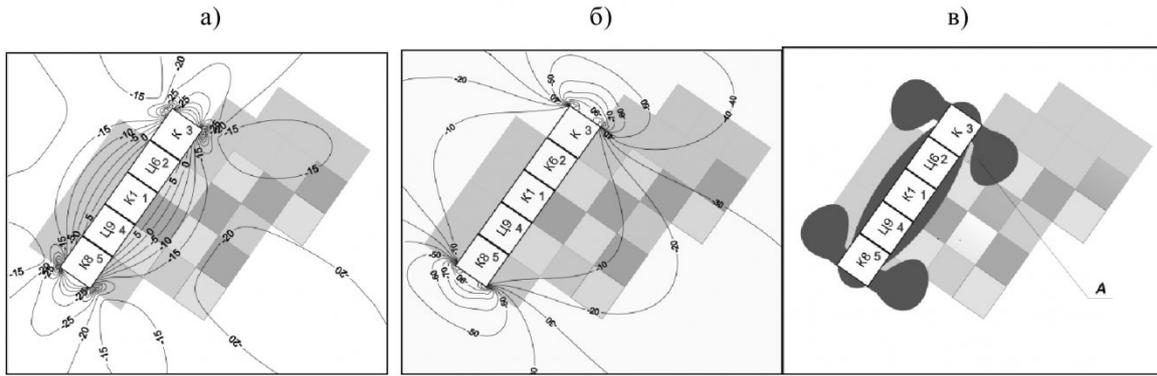


Рис. 9. Горизонтальные σ_x (а), вертикальные σ_z (б) напряжения (МПа) и зоны неупругих деформаций А (в) в области влияния очистного пространства. Отработаны камеры 1-5-й очереди

гих деформаций сопоставима с размерами камер (рис. 9в);

– дальнейшая отработка камер и целиков приводит к росту сжимающих σ_y в районе вмещающего массива (рис. 10 б);

– отработка отдельных камер (камеры 14, 15 очереди) и (22, 23, 25 очереди) будет производиться в неблагоприятных условиях.

Заклучение

Геомеханическая оценка проектного варианта отработки запасов Юго-Западного рудного тела, предполагающего применением этажно-камерной

системы разработки с шахматным расположением выемочных камер и междукамерных целиков, показала:

- отработка камер и целиков в предложенном проекте порядке приводит к формированию в рудном теле и во вмещающих горных породах напряжений, значительно превосходящих напряжения в нетронутым массиве;

- в целиках формируются зоны неупругих деформаций, что может потребовать дополнительных мер по обеспечению безопасных условий их отработки.

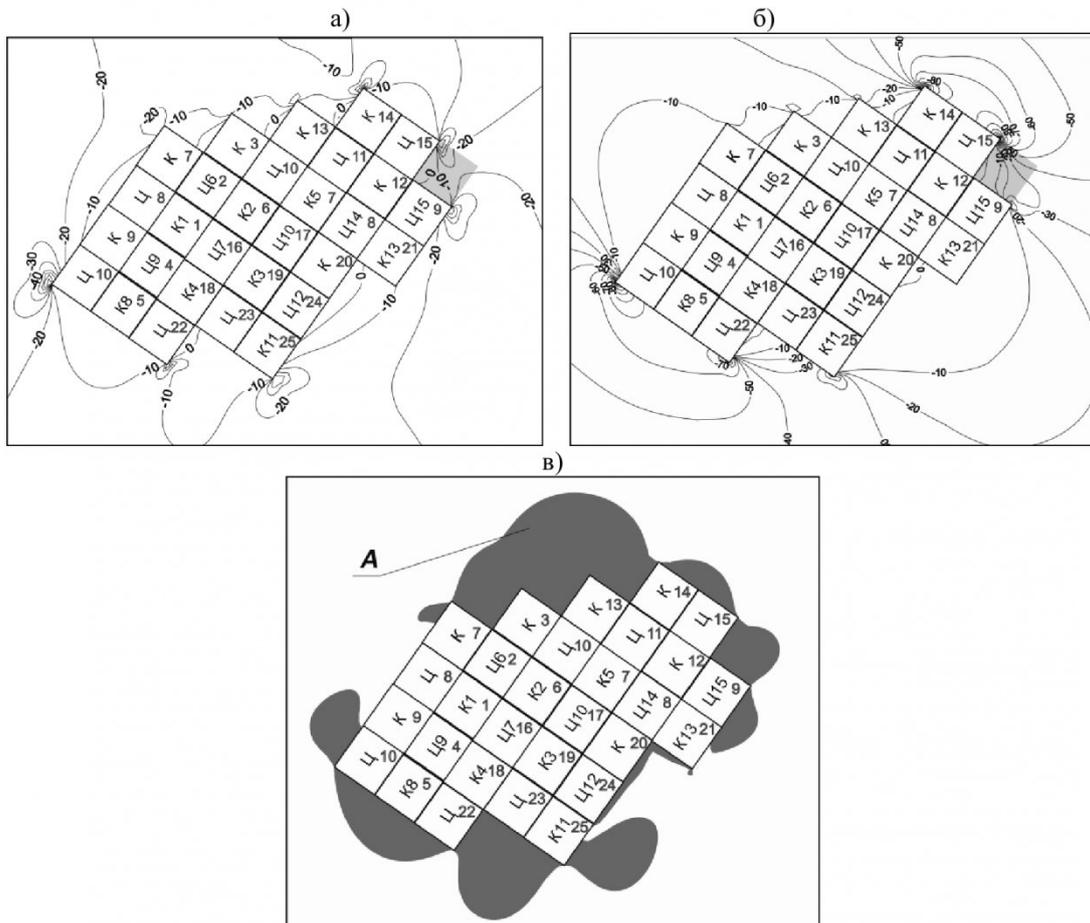


Рис. 10. Горизонтальные σ_x (а), вертикальные σ_z (б) напряжения (МПа) и зоны неупругих деформаций (в) в области влияния очистного пространства (в). Отработаны камеры 1-25-й очереди

Предложенный новый вариант изменения порядка выемки рудных запасов также приводит к формированию областей повышенных сжимающих напряжений и неупругого деформирования. Однако упреждающая отработка камер 1-5^й очереди (в линию) способствует образованию этих областей во вмещающем массиве. На этапах развития очистных работ формируются области неупругого деформирования в центральной части

рудного тела, влияние которых может быть снижена путем корректировки очередности отработки камер. Но основное количество камер центральной части рудного тела может быть отработано в благоприятных условиях. Отработка камер последней очереди на границе с вмещающим массивом потребует, возможно, дополнительных профилактических мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Техническое перевооружение технологического процесса отработки запасов Юго-Западного рудного тела участка Новый Шерегеш выше гор. +255 м. Отчет ОАО "Уралмеханобр" - ОАО "Евразруда" — Екатеринбург, 2014. — 165 с.
2. Еременко А. А., Еременко В. А., Гайдин А. П. Горно-геологические и геомеханические условия разработки железорудных месторождений в Алтае-Саянской складчатой области — Новосибирск: Наука, 2009.
3. Еременко А. А., Еременко В. А., Колтышев В. Н., Башков В. И., Щептев Е. Н., Штирц В. А. Особенности развития очистных работ в предохранительных целиках под промышленными и водными объектами // ГИАБ. — 2014. — № 4. — С. 11–17.
4. Указания по безопасному ведению горных работ на месторождениях Горной Шории, склонных и опасных по горным ударам. ОАО «ВостНИГРИ», Новокузнецк, 2001.
5. Инструкция по безопасному ведению горных работ на рудных и нерудных месторождениях, объектах строительства подземных сооружений, склонных и опасных по горным ударам, (РД 06-329-99) М., ГП НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2000 г.
6. Курленя М. В., Серяков В. М., Еременко А. А. Техногенные геомеханические поля напряжений — Новосибирск: Наука, 2005.
7. Ножин А.Ф., Зотеев В.Г. Расчет напряженно-деформированного состояния и устойчивости бортов глубоких карьеров, сложенных трещиноватыми породами. "Материалы VI Всесоюзной конференции по механике горных пород". Фрунзе, "Илим", 1979.
8. Burman В.С. A Numerical approach to the mechanics of discontinua. - Ph. D. Thesis, James Cook Univ., 1971, 383 p.
9. Cundall P.A. The measurement and analysis of accelerations in rock slopes. Ph. D. Thesis, Univ. of London (Imperial Coll. of Sci. and Tech.), 1971.
10. Zienkiewicz O.G., Vallipan S., King J.K. Stress analysis of Rock as a No-Tension Material // Geotechnique.- 19.-1968.
11. Erzanov Z.S., Knoll P., Sinaev A.J., Huls W. und and. Berechnung modelle fur das gekluftete Gebirge und ihre Anwendung. - Freilinger Forschungshefte, A 596, Leipzig, 1978.
12. Knoll P., Huls W. Uber die Anwendung die graphischen Methode Von Kuznezov zur Bestimmung des Grenzzustandes der inhomogenen Massivs. - Neu Bergbautechnik, 1995, Vol. 5, Nr. 3.
13. Knoll P., Huls W. Wechselwirkung verschidener Ausbauarten mit dem festen geklufteten Gebirge. - Neu Bergbautechnik, 1975, Vol. 5, Nr. 9.
14. Гахова Л.Н. Решение задач теории упругости слоистого массива в трехмерной постановке методом граничных интегральных уравнений / Труды XX конф. «Геодинамика и напряженное состояние недр Земли»: Новосибирск, ИГД СО РАН, 2013. – С. 185 – 190.
15. Курленя М. В., Барышников В. Д., Гахова Л. Н. Развитие экспериментально-аналитического метода оценки устойчивости горных выработок // ФТПРПИ. — 2012. — № 4. — С. 20-28.
16. Барышников В.Д., Барышников Д.В., Гахова Л.Н., Качальский В.Г. Геомеханический мониторинг при разработке полезных ископаемых // ФТПРПИ. – Новосибирск.– 2014. – № 5.

Поступило в редакцию 20.09.2015

UDC 622.831; 622.2; 622.235

GEOMECHANICAL SUBSTANTIATION OF PROCESS DESIGNS IN INTRODUCTION OF NEW MINING SYSTEM VERSION IN SHEREGESH MINE

Eremenko Andrey A. ¹,
Dr Sci (Engineering), Prof, Deputy Director for Science, E-mail: eremenko@ngs.ru
Melnichenko Vladimir F. ²,
Executive Director, E-mail: Vladimir.Melinichenko2@evraz.com
Bashkov Vladimir I. ³,
Principal Engineer, , E-mail: Vladimir.Bashkov@evraz.com

Gakhova Lidia N. ¹,Senior Researcher, E-mail: gahoval@mail.ru

¹ Chinakal Institute of Mining, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 54 Krasny prospect, 630091 Novosibirsk, Russia.

²EVRAZRUDA, 49a Kurako prospect, 654207 Novokuznetsk, Russia,

³ EVRAZRUDA, 49a Bardina prospect, 654207 Novokuznetsk, Russia.

Abstract: *Geomechanical assessment of a new mining system version for South Western ore body in New Sheregesh site of Sheregesh iron ore mine has been made. In accordance with the mine modernization strategy, it is planned to implement room-and-pillar mining with staggered rooms and fenders. For such mining system, regular patterns of stress–strain state generation in rock mass in the vicinity of room-and-pillar work are found and indicate formation of zones of high stresses, exceeding ultimate compressive strength of ore, and inelastic strains, which may call for additional measures to be undertaken to maintain the mine safety. The authors propose an alternative scenario with the changed sequence of mining. The article reports estimates of stress–strain state under first-stage in-line advance of mining operations and next stage adjustment of mining sequence, which allows abating risk of inelastic strains in the ore body. One of the mining sequence variants is described.*

Keywords: *Rock mass, mineral deposit, mining system, stress, strain, block, backfill, pillar*

REFERENCES

1. Technical upgrading of mining process flow in South Western ore body, New Sheregesh site, above level +255 m. Uralmekhanoobr Report. Evrazruda, Ekaterinburg, 2014. 165 p.
2. Eremenko A.A., Eremenko V.A., Gaidin A.P. Geological and geomechanical conditions at iron ore deposits in the Altai-Sayan folded region. Novosibirsk: Nauka, 2009.
3. Eremenko A.A., Eremenko V.A., Koltyshev V.N., Bashkov V.I., Shcheptev E.N., Shtirts V.A. Features of ore extraction from protective pillars under surface infrastructure and water bodies, GIAB, 2014, No. 4, pp. 11–17.
4. Safety guidelines for rockburst-hazardous mining in Gornaya Shoria. Novokuznetsk: VostNIGRI, 2001.
5. Safety guidelines for metal and nonmetal mining and underground construction under the conditions of rockburst hazard (RD 06-329-99), Moscow: Nauch.-Tekh. Tsentr Bezop. Prom. Gosgortekhnadzor Rossii, 2000.
6. Kurlenya M.V., Seryakov V.M., Eremenko A.A. Induced geomechanical stress fields. Novosibirsk: Nauka, 2005.
7. Nozhin A.F., Zoteev V.G. Calculation of stress state and stability in deep pit walls composed of jointed rock mass. Proc. YI All-Union Conference on Rock Mechanics. Frunze: Ilim, 1979.
8. Burman B.C. A numerical approach to the mechanics of dissonant. Ph. D. Thesis, James Cook Univ., 1971, 383 p.
9. Cundall P.A. The measurement and analysis of accelerations in rock slopes. Ph. D. Thesis, Univ. of London (Imperial Coll. of Sci. and Tech.), 1971.
10. Zienkiewicz O.G., Vallipan S., King J.K. Stress analysis of rock as a no-tension material, Geotechnique, 19, 1968.
11. Erzanov Z.S., Knoll P., Sinaev A.J., Huls W. Berechnung modelle fur das gekluftete Gebirge und ihre Anwendung, Freilerger Forschungshefte, A 596, Leipzig, 1978.
12. Knoll P., Huls W. Uber die Anwendung die graphischen Methode Von Kuznezov zur Bestimmung des Grenzzustandes der inhomogenen Massivs, Neu Bergbautechnik, 1995, Vol. 5, Nr. 3.
13. Knoll P., Huls W. Wechselwirkung verschiedener Ausbauarten mit dem festen geklufteten Gebirge, Neu Bergbautechnik, 1975, Vol. 5, Nr. 9.
14. Gakhova L.N. Boundary integral approach to three-dimensional elasticity problems on foliated rock mass, Proc. XX Conference on Geodynamics and Stress State of the Earth's Interior. Novosibirsk: IGD SO RAN, 2013, pp. 185–190.
15. Kurlenya M.V., Baryshnikov V.D., Gakhova L.N. Experimental and analytical method for assessing stability of slopes, Journal of Mining Science, 2012, Vol. 48, No. 4, pp. 609–615.
16. Baryshnikov V.D., Baryshnikov D.V., Gakhova L.N., Kachalsky V.G., Practical experience of geomechanical monitoring in underground mineral mining, Journal of Mining Science, 2014, Vol. 50, No. 5, pp. 855–864.

Received 20 September 1015

УДК 622.223.4

ОПТИМИЗАЦИЯ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК ПРИ ОСВОЕНИИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КУЗБАССА

Татарина Оксана Андреевна,

младший научный сотрудник, e-mail: TatarinovaOA@yandex.ru

Институт угля Сибирского отделения Российской академии наук, 650065, Россия, г. Кемерово, пр-т Ленинградский, 10

Аннотация: При строительстве новых шахт в Кузбассе меняются традиционные подходы, применяются более совершенные технологические решения по вскрытию, подготовке и отработки запасов угля на основе качественного изменения горнотехнологической структуры угольных шахт. Грузоперевозки в горной науке традиционно рассматривается как основная часть более широкой проблемы доступа к георесурсам и выбора оптимального вскрытия шахтного поля. Отсюда и появилась задача определения местоположения грузоподъемного ствола и транспортных коммуникаций с учетом более широкого круга влияющих факторов. Как показал анализ проблемы в целом, ее решение все еще сталкивается с рядом трудностей. По сравнению с традиционной технологией вскрытия шахтного поля, вскрытие угольного пласта с делением его на модульные шахтоучастки усиливает влияние фактора примыкания участков к наземной инфраструктуре. Таким образом, исследования, направленные на совершенствование методов комплексного обоснования геотехнологических решений доступа к угольным месторождениям для строительства высокопроизводительных шахт являются актуальной научной задачей. В статье рассматривается вопрос о рациональном размещении главных вскрывающих выработок с учетом минимизации подземных и поверхностных грузоперевозок первоочередных участков Терсинского месторождения Кузбасса. Размещение главных выработок происходит с учетом очередности освоения участков данного месторождения, экологической составляющей на природу, особенностей рельефа данного района, характера залегания пластов, минимизации подземных и поверхностных грузоперевозок. В статье произведены расчеты подземных грузоперевозок и построена транспортно-технологическая характеристика для пластов 66, 67, 73, 78н.п. (участок Увальный 1-4, Увальный Южный) Терсинского геолого-экономического района. На основе анализа построенной транспортно-технологической характеристики подземных грузоперевозок для пластов Терсинского ГЭР выбрана оптимальная схема вскрытия для данных горно-геологических условий месторождения.

Ключевые слова: месторождение, промплощадка, шахтное поле, транспорт, грузоперевозки, инфраструктура

Современное состояние угольной промышленности Кузбасса характеризуется ростом объемов производства и переходом к инновационным технологиям обеспечивающим конкурентоспособность продукции на внутреннем и внешнем рынке. Основной задачей проводимого исследования является минимизация затрат на строительство и эксплуатацию высокопроизводительных угольных предприятий за счет рационального размещения технологических объектов угледобывающего комплекса и экологического ущерба. Возникновение задачи рационального размещения технологических объектов на поле УДК обусловлено появлением новой структуры вскрытия и отработки. Необходимость разработки методов оптимального размещения технологических объектов на поле УДК продиктована отсутствием методов решения названной задачи в приложении к специфике новой структуры (модульный шахтоучасток) [1].

Целью исследования является повышение эффективности технологических решений посредством рационального размещения транспортно-технологических объектов угольных шахт в

недрах и на дневной поверхности.

Применением методов транспортной логистики при освоении угольных месторождений состоит в том, что ее результаты позволяют:

- решать задачи размещения коммуникационного коридора и технологических объектов на поверхности угольных месторождений;
- определять оптимальную трассу подъездного пути на поверхности угледобывающего комплекса;
- выбирать первоочередные участки освоения новых угольных месторождений;
- находить области расположения главных вскрывающих выработок угледобывающего комплекса с учетом поверхностных и подземных характеристик;
- обосновывать геотехнологические решения при вскрытии угольных пластов с учетом более широкого ряда факторов.

Транспортная задача в классической постановке не дает возможности учитывать многие факторы, от которых зависит в итоге, эффективность организации перевозок. Учет всех факторов отражает тот важный факт, что планирование,