ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень /
MIAB. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2020;(2):22-33
ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL PAPER

УДК 622.112.3 622.031.4 622.012.22 622.272.6 DOI: 10.25018/0236-1493-2020-2-0-22-33

ПРОГНОЗ ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ В ПРЕДЕЛАХ РАБОЧИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ДЛЯ ШАХТНОГО ПОЛЯ ИМ. В.Д. ЯЛЕВСКОГО

А.А. Мешков[1], А.Л. Попов[2], Ю.В. Попова[2], А.В. Смолин[2], А.Н. Шабаров[2]

[1] АО «СУЭК-Кузбасс», Ленинск-Кузнецкий, Россия
[2] Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия,
e-mail: popov_al@pers.spmi.ru

Аннотация: Современные темпы добычи угля требуют всестороннего обеспечения производственного процесса, в частности, речь идет о постоянном научном сопровождении процессов отработки запасов месторождений и прогнозировании состояния горного массива на различных этапах производственного процесса. Данный функционал является задачей не только специалистов технического отдела шахты, но и геолого-маркшейдерских служб, а также организаций, осуществляющих научное сопровождение отработки месторождения. На примере шахты им. В.Д. Ялевского показан пример комплексирования различных методов прогноза состояния горного массива с использованием современных методических подходов при подготовке прогнозных данных, включающих планы горных работ, горно-геологические прогнозы и другие прогностические материалы. Согласно предлагаемой концепции, подготавливаемые прогнозы содержат в себе исчерпывающие сведения о геологическом строении массива, его гидрогеологических, геомеханических особенностях, а также данные о локализации в пределах выемочных единиц признаков протекания геодинамических процессов. Данный подход достигается путем комплексной компиляции всех геотехнических и геологических сведений об объекте в единой базе данных, выражающей своего рода цифровой двойник производственной единицы. Опираясь на опыт внедрения данного подхода на производственных объектах, несмотря на значительную трудоемкость подготовительных работ, связанных с необходимостью систематизации абсолютно всех данных об объекте и их интеграции в горно-геологическую информационную систему, можно говорить о высокой эффективности методики.

Ключевые слова: геодинамика, геомеханический прогноз, горно-геологический прогноз, численное моделирвоание, тектоника, свита угольных пластов, распределение напряжений в массиве, зоны повышенного горного давления.

Для цитирования: *Мешков А. А., Попов А. Л., Попова Ю. В., Смолин А. В., Шабаров А. Н.* Прогноз опасных явлений в пределах рабочих угольных пластов для шахтного поля им. В.Д. Ялевского // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 2. – С. 22–33. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-2-0-22-33.

Prediction of hazardous phenomena within operating coal seam for the Yalevsky mine field

A.A. Meshkov[1], A.L. Popov[2], Popova Yu.V.[2], A.V. Smolin[2], A.N. Shabarov[2]

[1] SUEK-Kuzbass JSC, Leninsk-Kuznetskiy, Russia
[2] Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg, Russia, e-mail: popov_al@pers.spmi.ru

© А.А. Мешков, А.Л. Попов, Ю.В. Попова, А.В. Смолин, А.Н. Шабаров. 2020.

Abstract: The recent rates of coal mining call for the full-scale support of production, in particular, for the continuous scientific supervision of mining and prediction of rock mass behavior in different operation phases. This composite function is the mission of engineering offices of a mine, geological surveying services as well as institutions engaged in scientific supervision of mining. In terms of the Yalevsky Mine, the case-study of complexing of different methods to predict rock mass behavior using various technical approaches to preparation of prediction data, including mine plans, geological forecasts and other prognostic materials, is given. According to the proposed concept, the prepared predictions contain comprehensive information on structure, hydrogeology and geomechanics of rock mass, as well as on localization of geodynamic processes within extraction panels. The objective is met through integrated compilation of all geological and geotechnical data within a single database representing a digital twin of a production unit. The practical introduction of this approach at mine production units, despite considerable content of preparatory works connected with the required systematization of the whole totality of data on the production unit and integration of the data in the geological information system, demonstrates high efficiency of the procedure.

Key words: geodynamics, geomechanical prediction, geological prediction, numerical modeling, tectonics, coal series, stress distribution in rock mass, increased rock pressure zones.

For citation: Meshkov A. A., Popov A. L., Popova Yu.V., Smolin A. V., Shabarov A. N. Prediction of hazardous phenomena within operating coal seam for the Yalevsky mine field. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020;(2):22-33. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-2-0-22-33.

В работе представлены промежуточные результаты научного сопровождение отработки запасов шахтного поля шахты им. В.Д. Ялевского, а именно прогнозирование состояния горного массива в процессе отработки очистных забоев на смежных угольных пластах 50 и 52. Проводимые исследования базируются на полученных ранее схемах геодинамического районирования и созданных трехмерных геолого-структурных моделях угленосной толщи.

По мере отработки запасов месторождения ведутся систематическое пополнение и актуализация базы горно-геологических сведений, полученных ранее. В частности производится ежемесячная корректировка схем расположения тектонически нагруженных и разгруженных зон в пределах шахтного поля шахты им. В.Д. Ялевского на основании выполненного геомеханического и геолого-структурного моделирования, а также углубленного анализа данных о зафиксированных в процессе отработки запасов опасных явлениях.

Получаемые в процессе отработки месторождения геотехнические и геологические сведения компилируются в единую схему, которую сопоставляют с ранее полученными схемами геодинамического районирования. На рис. 1 отчетливо прослеживается влияние глубинных, высокоранговых нарушений, формирующих блочную структуру шахтного поля, а также положение зон влияния разрывных нарушений четвертого (желтый) и третьего (оранжевый) ранга.

Стоит также отметить, что выделенные структуры формируют тектонические блоки в пределах шахтного поля [1]. Каждый блок отличается определенными геолого-структурными особенностями и соответствующими для них геодинамическими и геомеханическими осложнениями [2, 3].

По результатам корректировки геолого-структурной модели для планируемых к отработке выемочных единиц подготовлен горно-геологический прогноз по ходу движения очистных забоев. Результаты прогнозирования геологиче-

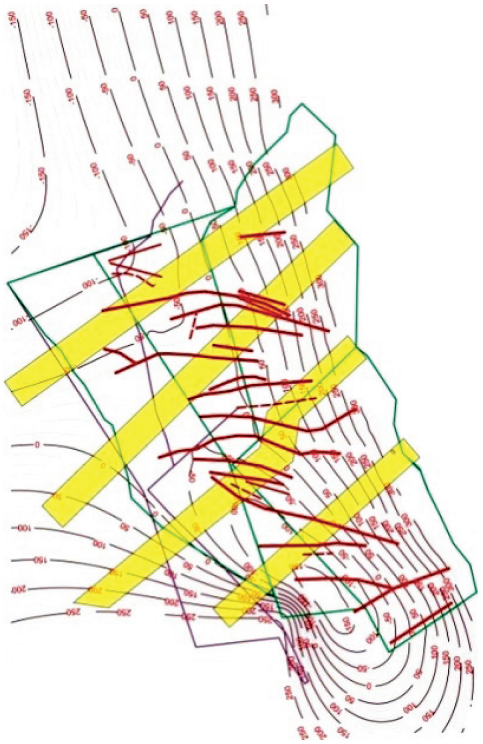

Рис. 1. Схема совмещения разломов V ранга, зон влияния активных разломов III–IV рангов, установленных по результатам морфоструктурного анализа, и линеаментов с гипсометрией кровли. Красным цветом показаны разломы. Желтым цветом — зоны влияния активных разломов III–IV рангов и линеаментов. Зеленым и фиолетовым — границы лицензионных участков

Fig. 1. Superimposition of rank V faults, influence zones of III–IV rank faults, determined from morphostructural analysis, lineaments and roof hypsometry. Red points at faults. Yellow colors influence zones of III–IV rank active faults and lineaments. Green and violet mark boundaries of licensed sites

ской ситуации на выемочных единицах представлены на рис. 2.

Из результатов полученного прогноза отчетливо видно, что для лав 5005 и 5006 ожидается достаточно выдержанная по мощности кровля пласта, сложенная песчаниками. Для лав 52 пласта характерна сложная кровля, непосредственная кровля представлена алевролитами невыдержанной мощности с пережимами по ходу движения лав.

Полученные данные по прогнозированию геодинамической и геологической обстановки ложатся в основу геомеханического моделирования [3, 4] состояния породного массива угольного месторождения, являясь неотъемлемой частью осуществляемого сопровождения. От качества заложенной информации напрямую зависит точность дальнейших прогнозов [5—7].

Для выполнения прогноза напряженного состояния породного массива в окрестности очистных работ на угольном пласте № 52 численная конечно-элементная модель была доработана с учетом следующих дополнений [8—11]:

- очистные работы на пластах № 50 и № 52 распараллелены и ведутся последовательно;
- для оценки влияния ранее выполненных очистных работ на пластах № 50 и № 52 в расчете учтена существующая обширная зона подработки [12];

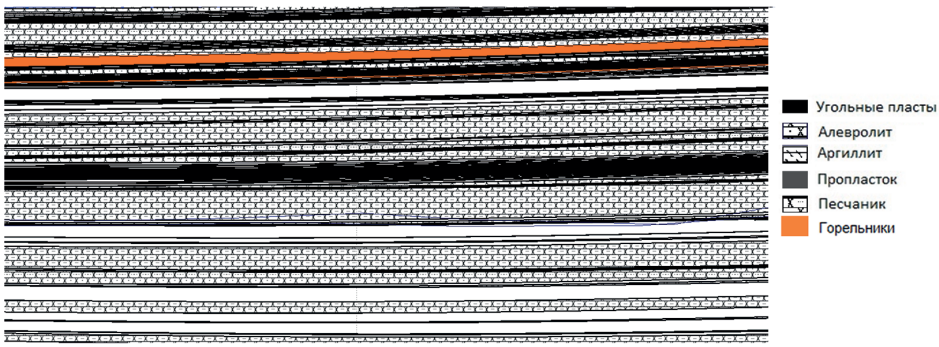

Рис. 2. Горно-геологический прогноз на выемочную единицу

Fig. 2. Geological prediction for extraction panel

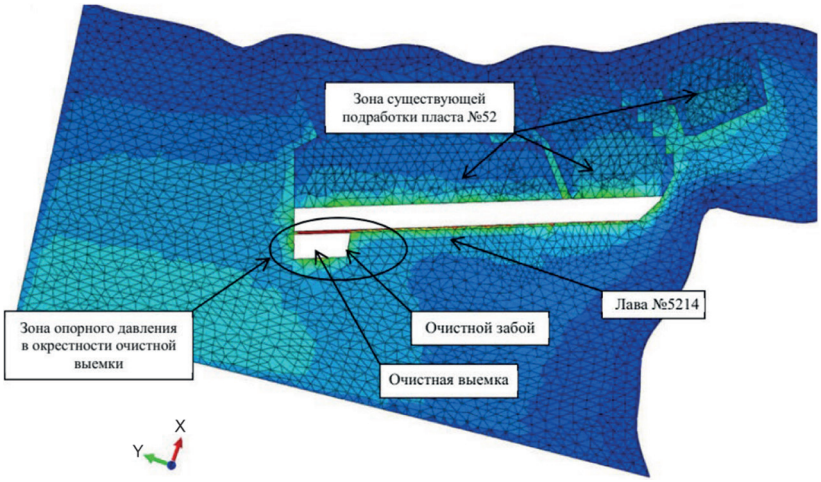

Рис. 3. Изохромы распределения максимальных напряжений в угольном пласте № 52 (лава № 5214, 890 м от монтажной камеры)

Fig. 3. Isochromatic curves of maximal stresses in coal seam no. 52 (longwall 5214, 890 m away from tear-down room)

• прогноз напряженного состояния массива выполнен по трассе очистной лавы № 5214.

Прогноз напряженного состояния угольного пласта № 52 по трассе очистной лавы № 5214 в соответствии с планами развития горных работ приведен на изохромах главных максимальных напряжений (рис. 3—8).

По результатам численного моделирования можно отметить следующие особенности разработки угольного пласта № 52:

• в окрестности очистной выемки образуется зона опорного давления. Как видно из рис. 3—8, максимальные главные напряжения в зоне опорного давления являются сжимающими. Зна-

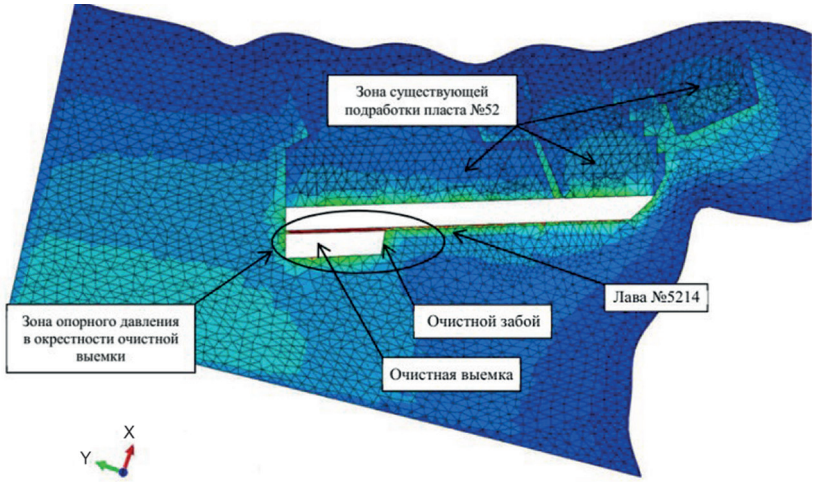

Рис. 4. Изохромы распределения максимальных напряжений в угольном пласте № 52 (лава № 5214, 1590 м от монтажной камеры)

Fig. 4. Isochromatic curves of maximal stresses in coal seam no. 52 (longwall 5214, 1590 m away from tear-down room)

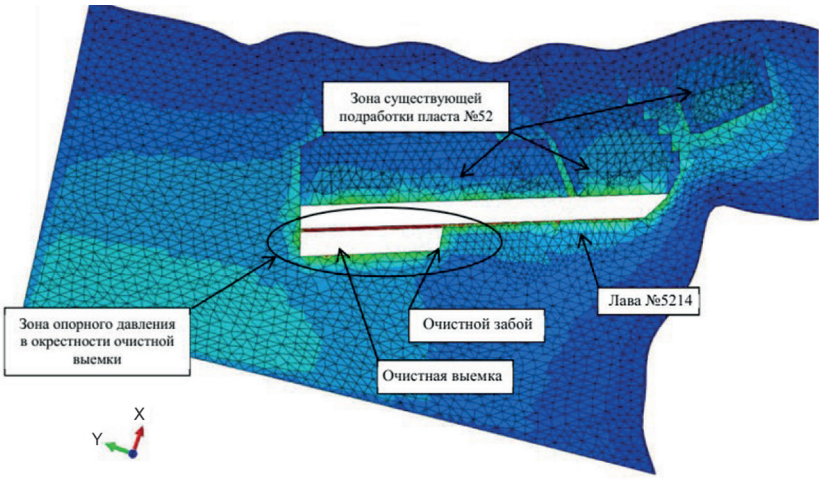

Рис. 5. Изохромы распределения максимальных напряжений в угольном пласте № 52 (лава № 5214, 2290 м от монтажной камеры)

Fig. 5. Isochromatic curves of maximal stresses in coal seam no. 52 (longwall 5214, 2290 m away from tear-down room)

чения их в среднем не превышают 25—30 МПа, на отдельных редких участках возрастая до 40—45 МПа. Повышенные напряжения в пределах зоны опорного давления наблюдаются на расстоянии 80—120 м от очистной лавы. За пределами этой зоны напряжения в массиве начинают плавно снижаться [13, 14];

• при очистной выемке двух соседних лав наибольшие напряжения будут сконцентрированы в целике между смежными очистными лавами;

• напряженное состояние угольного пласта № 52 формируется в результате суперпозиции двух отрабатываемых пластов: № 52 (собственное напряжен-

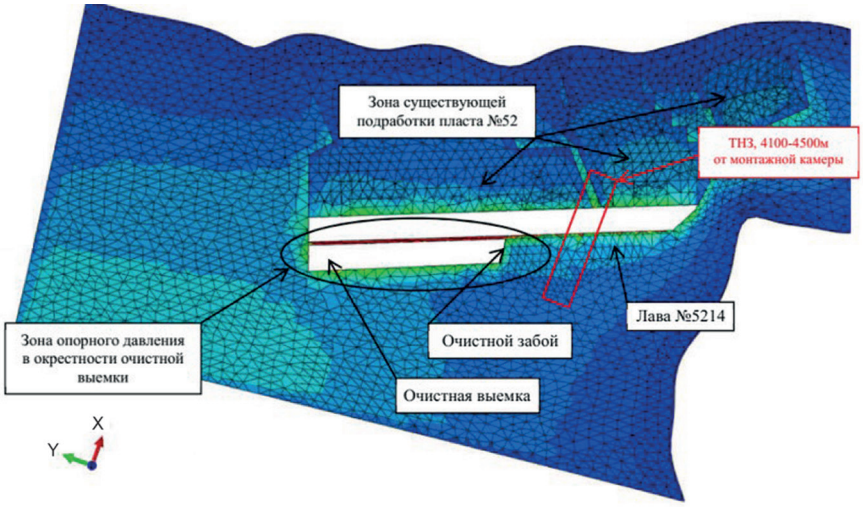

Рис. 6. Изохромы распределения максимальных напряжений в угольном пласте № 52 (лава № 5214, 2990 м от монтажной камеры)

Fig. 6. Isochromatic curves of maximal stresses in coal seam no. 52 (longwall 5214, 2990 m away from tear-down room)

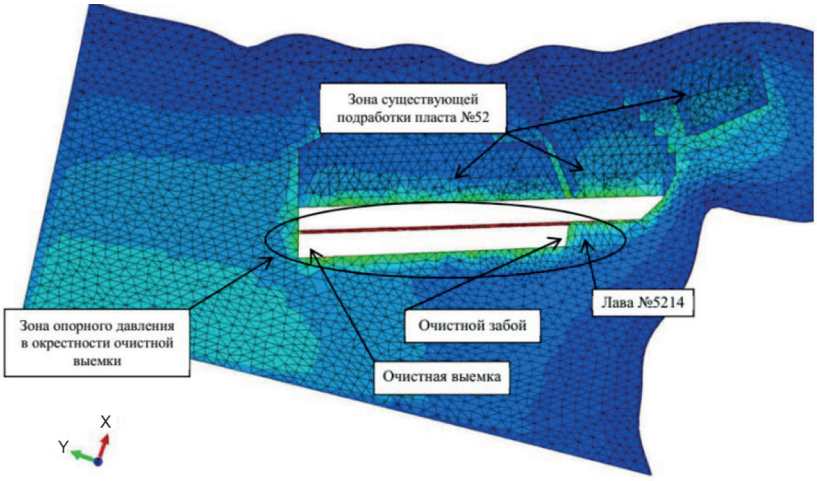

Рис. 7. Изохромы распределения максимальных напряжений в угольном пласте № 52 (лава № 5214, 4390 м от монтажной камеры)

Fig. 7. Isochromatic curves of maximal stresses in coal seam no. 52 (longwall 5214, 4390 m away from tear-down room)

ное состояние) и № 50. На рис. 8 видно образование зоны разгрузки над полностью отработанным нижележащим пластом № 50;

• по трассе очистной лавы № 5214 на расстоянии 4100—4500 м от монтажной камеры угольный пласт пересекает крупное тектоническое нарушение. Коэффициент концентрации напряжений в районе ТНЗ может достигать 2—3 единиц (k = 2—3) и более, без учета коэффициента концентрации, который сформировался в зоне опорного давления при выполнении очистных работ.

Таким образом, по трассе лавы № 5214 общий уровень напряжений в пласте,

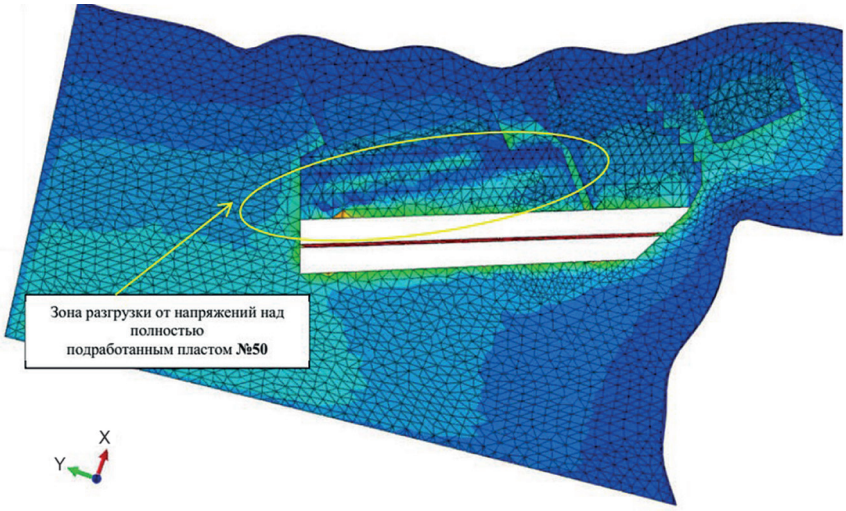

Рис. 8. Изохромы распределения максимальных напряжений в угольном пласте № 52 (лава № 5214, ~5350 м от монтажной камеры)

Fig. 8. Isochromatic curves of maximal stresses in coal seam no. 52 (longwall 5214, ~5350 m away from tear-down room)

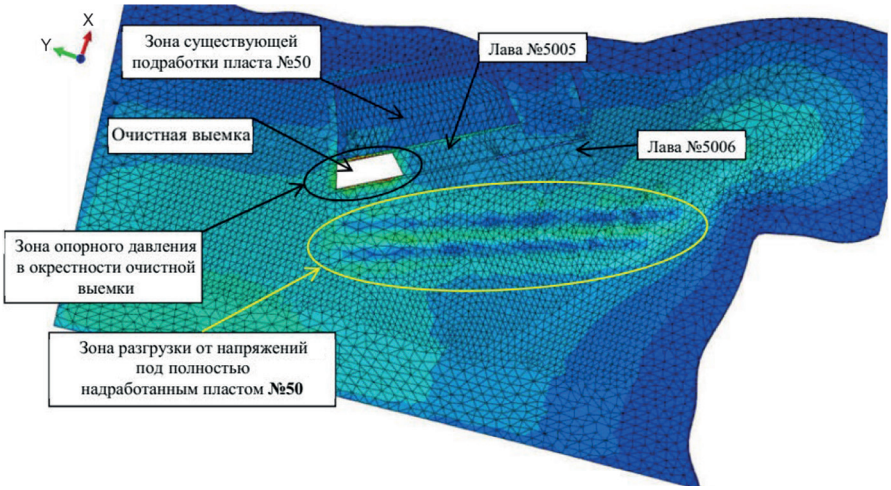

Рис. 9. Изохромы распределения максимальных напряжений в угольном пласте № 50 (лава № 5005, 1000 м от монтажной камеры)

Fig. 9. Isochromatic curves of maximal stresses in coal seam no. 50 (longwall 5005, 1000 m away from tear-down room)

с одной стороны, снижается по результатам расчета исходного напряженного состояния массива, однако, с другой стороны, увеличение пролета очистного пространства при выемке лавы приводит к увеличению размеров зоны опорного давления и, следовательно, к увеличению напряжений в массиве [15—17]. Для выполнения прогноза напряженного состояния породного массива в окрестности очистных работ на угольном пласте № 50 численная конечно-элементная модель была доработана с учетом следующих дополнений (по аналогии с пластом № 52):

- очистные работы на пластах № 50 и № 52 распараллелены и ведутся последовательно;

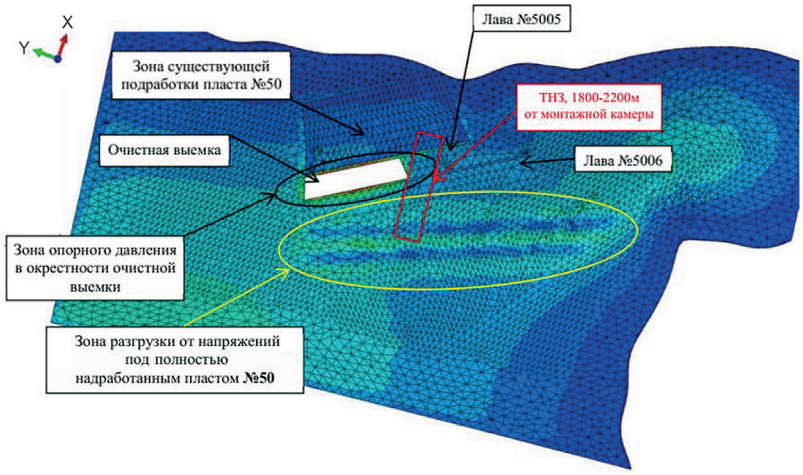

Рис. 10. Изохромы распределения максимальных напряжений в угольном пласте № 50 (лава № 5005, 1830 м от монтажной камеры)

Fig. 10. Isochromatic curves of maximal stresses in coal seam no. 50 (longwall 5005, 1830 m away from tear-down room)

• для оценки влияния ранее выполненных очистных работ на пластах № 50 и № 52 в расчете учтена существующая обширная зона подработки;

• прогноз напряженного состояния массива выполнен на 2019 г. по трассе очистных лав № 5005 и № 5006, а также при последующем выполнении очистных работ на лавах.

Прогноз напряженного состояния угольного пласта № 52 по трассе очистных лав № 5005 и № 5006 на 2019 г. и последующие периоды в соответствии с переданными ПГР приведен на изохромах главных максимальных напряжений (рис. 9, 10).

Заключение

По результатам численного моделирования можно отметить следующие особенности разработки угольного пласта № 50:

• В окрестности очистной выемки пласта образуется зона опорного давления. Как видно из рис. 9—13, максимальные главные напряжения в зоне опорного давления являются сжимающими. Значения их несколько выше, чем в пласте № 52, в среднем 35—40 МПа. Это обусловлено тем, что пласт № 50 находится в зоне влияния отработанного пространства пласта № 52 и уровень напряжений в массиве здесь несколько выше, в особенности на отдельных участках.

• Повышенные напряжения в пределах зоны опорного давления наблюдаются на расстоянии до 100—120 м от очистной лавы, по аналогии с пластом № 52. За пределами этой зоны напряжения в массиве начинают плавно снижаться.

• При очистной выемке двух соседних лав наибольшие напряжения будут сконцентрированы в целике между лавами № 5005 и № 5006.

• Напряженное состояние угольного пласта № 50 также формируется в результате суперпозиции двух отрабатываемых пластов: № 50 (собственное напряженное состояние) и № 52. На рис. 9—13 хорошо видно образование зоны разгрузки над полностью отработанным вышележащим пластом № 52.

• По трассе очистных лав № 5005 и № 5006 наблюдается значительное количество пересекающих угольный пласт

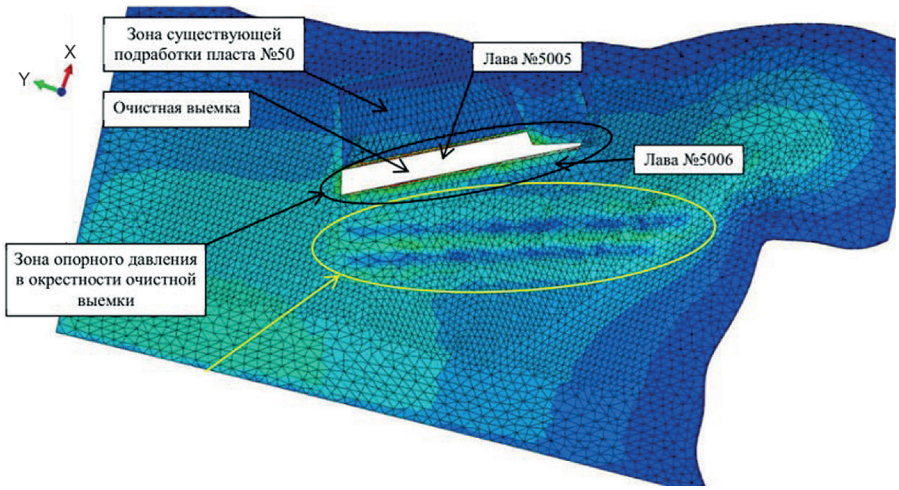

Рис. 11. Изохромы распределения максимальных напряжений в угольном пласте № 50 (лава № 5005, ~3120 м от монтажной камеры)

Fig. 11. Isochromatic curves of maximal stresses in coal seam no. 50 (longwall 5005, ~3120 m away from tear-down room)

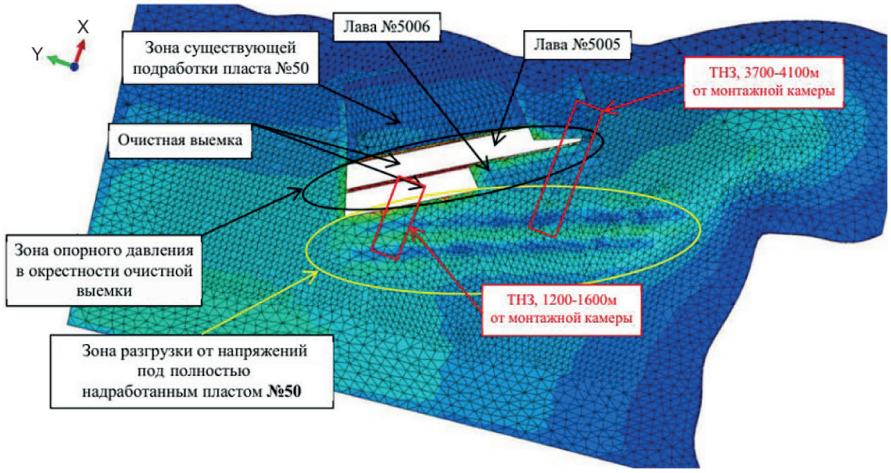

Рис. 12. Изохромы распределения максимальных напряжений в угольном пласте № 50 (лава № 5006, 2160 м от монтажной камеры)

Fig. 12. Isochromatic curves of maximal stresses in coal seam no. 50 (longwall 5006, 2160 m away from tear-down room)

тектонических нарушений. Особенно крупные нарушения ожидаются на расстоянии 1800—2200 м и 3700—4100 м. Кроме этого, относительно небольшое тектоническое нарушение расположено на расстоянии 1200—1600 м по трассе лавы № 5006. Коэффициент концентрации напряжений в районе ТНЗ может достигать 2—3 единиц (k = 2—3) и более, без учета коэффициента концентрации, который сформировался в зоне опорного давления при выполнении очистных работ.

Исходя из результатов выполненного комплекса работ по прогнозированию состояния горного массива при отработке угольных пластов на прогнозный период установлено, что в подготовительных выработках пласта 52 опасные явления в основном попадают в область локали-

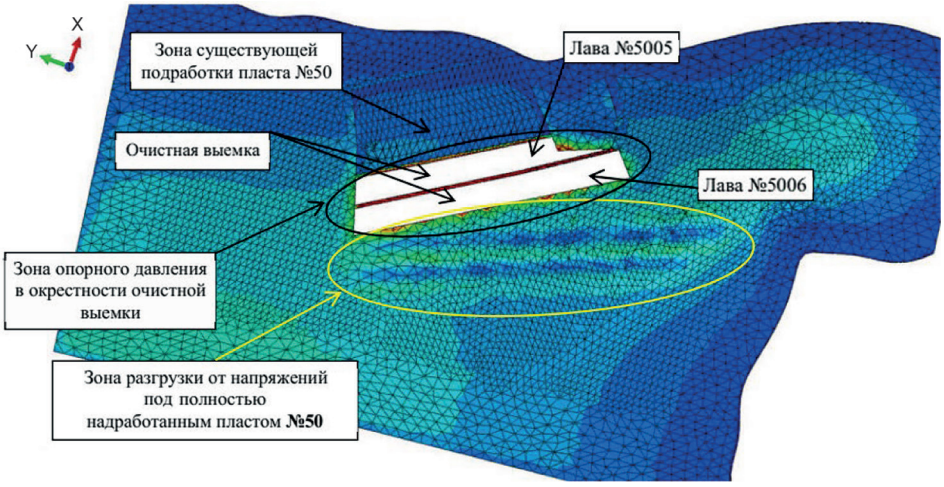

Рис. 13. Изохромы распределения максимальных напряжений в угольном пласте № 50 (лава № 5006, ~4200 м от монтажной камеры)

Fig. 13. Isochromatic curves of maximal stresses in coal seam no. 50 (longwall 5006, ~4200 m away from tear-down room)

зации серии мелкоамплитудных нарушений, где происходит формирование тектонически нагруженных зон в области подработки пластом 50.

Схожая картина наблюдается на нижележащем пласте, однако в области релаксации массива от вышележащего пласта вероятность проявления опасных явлений возрастает. Таким образом, при разработке угольного пласта № 50 ожидаются несколько худшие геомеханические условия в массиве, чем при разработке угольного пласта № 52. Это обусловлено, в первую очередь, большим количеством тектонических нарушений, а также сложным характером напряженно-деформированного состояния массива, которое сформировалось в районе зоны влияния подработанного вышележащего пласта № 52.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Botvina L. R.* Damage evolution on different scale levels // Izvestiya, Physics of the Solid Earth, 2011. Vol. 47(10), pp. 859—872.

2. *Pubellier M., Meresse F.* Phanerozoic growth of Asia: Geodynamic processes and evolution // Journal of Air Transport Management, 2013. Vol. 31, pp. 118—128.

3. *Lu K., Cao Z., Hou M., Jiang Z., Shen R., Wang Q., Liu, J.* The mechanism of earthquake // International Journal of Modern Physics B, 2018. Vol. 32(07):1850080. DOI: 10.1142/S0217979218500807.

4. *Просветова А. А.*, *Куранов А. Д.* Прогнозирование зон, опасных по горным ударам, на основе построения геодинамической модели рудных месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2015. — № 5. — С. 333—335.

5. *Куранов А. Д.* Применение численного моделирования для выбора безопасных параметров систем разработки рудных месторождений в высоконапряженных массивах // Записки Горного института. — 2013. — Т. 206. — С. 60—64.

6. *Luo B., Zhang J., Li Z.* Service risk evaluation of the general contract for coal mine production and operation: Case study at shendong jinjie coal mine in China // Mathematical Problems in Engineering. 2019, Article ID 7845756, DOI: 10.1155/2019/7845756.

7. *Протосеня А. Г.*, *Куранов А. Д.* Методика прогнозирования напряженно-деформированного состояния горного массива при комбинированной разработке Коашвинского месторождения // Горный журнал. — 2015. — № 1. — С. 17—20.

8. *Соннов М. А.*, *Котиков Д. А.*, *Куранов А. Д.* Применение CAE FIDESYS в решении геомеханических задач // Горная промышленность. — 2018. — № 5 (141). — С. 90—92.

9. *Bieniawski Z. T.* Engineering rock mass classifications: a complete manual for engineers and geologists in mining, civil, and petroleum engineering. Wiley-Interscience, 1989, pp. 40—47.

10. *Silva J., Worsey T., Lusk B.* Practical assessment of rock damage due to blasting // International Journal of Mining Science and Technology. 2019. Vol. 29(3), pp. 379—385.

11. *Syd S. Peng*. Coal Mine Ground Control. West Virginia University, 2008, 750 p.

12. *Баландин В. В.*, *Леонов В. Л.*, *Куранов А. Д.*, *Багаутдинов И. И.* Опыт применения обобщенного критерия Хука-Брауна к определению типов и параметров крепей в условиях Октябрьского месторождения медно-никелевых руд // Горный журнал. — 2019. — № 11. — С. 14—18.

13. *Suchowerska A. M.* Geomechanics of singleseam and multi-seam longwall coal mining. University of Newcastle, submitted PhD thesis for examination. 2014. 240 p.

14. *Black D. J.* Review of current method to determine outburst threshold limits in Australian underground coal mines // International Journal of Mining Science and Technology. 2019. Vol. 29, Issue 6, December, pp. 859—865. DOI: 10.1016/j.ijmst.2019.03.002.

15. *Suchowerska A. M.*, *Merifield R. S.*, *Carter J. P.* Vertical stress changes in multi-seam mining under supercritical longwall panels // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. 2013, Vol. 61, July, pp. 306—320.

16. *Iakovleva E. V.*, *Belova M. V.*, *Popov A. L.* Study of the magnetic permeability of mountain rocks based on the comprehensive analysis of the pulsed electromagnetic field parameters / Proceedings of the 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, EIConRus 2019, no 1, vol. 1, pp. 859—863.

17. *Azevedo L., Nunes R., Soares A., Neto G.S., Martins T.S.* Geostatistical seismic amplitude-versus-angle inversion // Geophysical Prospecting, 2018, Vol. 66, pp. 116—131. DOI: 10.1111/1365-2478.12589. ГИАБ

REFERENCES

1. Botvina L.R. Damage evolution on different scale levels. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*, 2011. Vol. 47(10), pp. 859—872.

2. Pubellier M., Meresse F. Phanerozoic growth of Asia: Geodynamic processes and evolution. *Journal of Air Transport Management*, 2013. Vol. 31, pp. 118—128.

3. Lu K., Cao Z., Hou M., Jiang Z., Shen R., Wang Q., Liu, J. The mechanism of earthquake. *International Journal of Modern Physics B*, 2018. Vol. 32(07):1850080. DOI: 10.1142/S0217979218500807.

4. Prosvetova A.A., Kuranov A.D. Prediction of zones dangerous by mountain impacts based on the construction of a geodynamic model of ore deposits. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2015, no 5, pp. 333—335. [In Russ].

5. Kuranov A.D. The use of numerical modeling to select the safe parameters of ore deposit development systems in high-stress arrays. *Zapiski Gornogo instituta*. 2013. Vol. 206, pp. 60—64. [In Russ].

6. Luo B., Zhang J., Li Z. Service risk evaluation of the general contract for coal mine production and operation: Case study at shendong jinjie coal mine in China. *Mathematical Problems in Engineering*. 2019, Article ID 7845756, DOI: 10.1155/2019/7845756

7. Protosenya A.G., Kuranov A.D. The methodology for predicting the stress-strain state of a rock mass during the combined development of the Koashvinskoye deposit. *Gornyy zhurnal*. 2015, no 1, pp. 17—20. [In Russ].

8. Sonnov M.A., Kotikov D.A., Kuranov A.D. Application of CAE FIDESYS in solving geomechanical problems. *Gornaya promyshlennost'*. 2018, no 5 (141), pp. 90—92. [In Russ].

9. Bieniawski Z.T. *Engineering rock mass classifications: a complete manual for engineers and geologists in mining, civil, and petroleum engineering*. Wiley-Interscience, 1989, pp. 40—47.

10. Silva J., Worsey T., Lusk B. Practical assessment of rock damage due to blasting. *International Journal of Mining Science and Technology*. 2019. Vol. 29(3), pp. 379—385.

11. Syd S. Peng. *Coal Mine Ground Control*. West Virginia University, 2008, 750 p.

12. Balandin V.V., Leonov V.L., Kuranov A.D., Bagautdinov I.I. The experience of applying the generalized Hook-Brown criterion to determining the types and parameters of supports in the conditions of the Oktyabrsky deposit of copper-nickel ores. *Gornyy zhurnal*. 2019, no 11, pp. 14—18. [In Russ].

13. Suchowerska A.M. *Geomechanics of singleseam and multi-seam longwall coal mining*. University of Newcastle, submitted PhD thesis for examination. 2014. 240p.

14. Black D.J. Review of current method to determine outburst threshold limits in Australian underground coal mines. *International Journal of Mining Science and Technology*. 2019. Vol. 29, Issue 6, December, pp. 859—865. DOI: 10.1016/j.ijmst.2019.03.002.

15. Suchowerska A.M., Merifield R.S., Carter J.P. Vertical stress changes in multi-seam mining under supercritical longwall panels. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*. 2013, Vol. 61, July, pp. 306—320.

16. Iakovleva E.V., Belova M.V., Popov A.L. Study of the magnetic permeability of mountain rocks based on the comprehensive analysis of the pulsed electromagnetic field parameters. *Proceedings of the 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering*, ElConRus 2019, № 1, T. 1, c. 859—863.

17. Azevedo L., Nunes R., Soares A., Neto G.S., Martins T.S. Geostatistical seismic amplitude-versus-angle inversion. *Geophysical Prospecting*, 2018, Vol. 66, pp. 116—131. DOI: 10.1111/1365-2478.12589.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Мешков Анатолий Алексеевич — канд. техн. наук,
заместитель генерального директора — технический директор АО «СУЭК-Кузбасс»,

Попов Антон Леонидович[1] — канд. геол.-минерал. наук,
старший научный сотрудник, e-mail: popov_al@pers.spmi.ru,
Попова Юлия Владимировна[1] — инженер,
Смолин Артем Владимирович[1] — ведущий инженер,
Шабаров Аркадий Николаевич[1] — д-р техн. наук,
директор Научного центра геомеханики и проблем горного производства,
[1] Санкт-Петербургский горный университет.
Для контактов: Попов А.Л., e-mail: popov_al@pers.spmi.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

A.A. Meshkov, Cand. Sci. (Eng.), Deputy General Director – Technical Director,
SUEK-Kuzbass JSC, 652507, Leninsk-Kuznetskiy, Russia,
A.L. Popov[1], Cand. Sci. (Geol. Mineral.), Senior Researcher, e-mail: alpopov@spmi,
Yu.V. Popova[1], Engineer,
A.V. Smolin[1], Leading Engineer,
A.N. Shabarov[1], Director of a Center of Geomechanics and Issues of Mining Industry,
[1] Saint-Petersburg Mining University, 199106, Saint-Petersburg, Russia.
Corresponding author: A.L. Popov, e-mail: popov_al@pers.spmi.ru.

Получена редакцией 28.11.2019; получена после рецензии 19.12.2019; принята к печати 20.01.2020.
Received by the editors 28.11.2019; received after the review 19.12.2019; accepted for printing 20.01.2020.

РУКОПИСИ, ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ГОРНАЯ КНИГА»

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЦЕССА ТРЕХМЕРНОГО ЦИФРОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ВОПРОСА ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА УГОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ ПО РАДИАЦИОННОМУ ФАКТОРУ

(№ 1210/02–20 от 12.12.2019; 22 с.)

Овчаренко Наталья Валерьевна — аспирант, Забайкальский государственный университет;
главный геолог, РУ «Уртуйское» ПАО «ППГХО», e-mail: nataovharenko@mail.ru.

Рассмотрена возможность применения процесса трехмерного цифрового моделирования в качестве одного из основных мероприятий, направленных на обеспечение качества товарной угольной продукции по радиационному фактору. Рассмотрен принцип работы программного комплекса MineFrame от создания базы данных опробования до решения технологических вопросов отработки углей с повышенным содержанием естественных радионуклидов. Оценка эффективности применения данного метода подтверждена результатами локального экологического мониторинга территории санитарной защитной зоны предприятия.

Ключевые слова: уголь, естественные радионуклиды, радиационная безопасность, трехмерного цифровое моделирование, технологическая схема, управление качеством, сорт углей, локальный экологический мониторинг.

APPLICATION OF THE THREE-DIMENSIONAL DIGITAL MODELING PROCESS TO SOLVE THE PROBLEM OF IMPROVING THE QUALITY OF COAL PRODUCTS BY RADIATION FACTOR

N.V. Ovcharenko, Graduate Student, Transbaikal State University, 672039, Chita, Russia;
Chief Geologist, Urtuyskoe Mine Office, PJSC PIMCU, e-mail: nataovharenko@mail.ru.

The possibility of using the process of three-dimensional digital modeling as one of the main measures aimed at ensuring the quality of commercial coal products by radiation factor is considered. The principle of operation of the MineFrame software package from creating a testing database to solving technological issues of coal mining with a high content of natural radionuclides is considered. The evaluation of the effectiveness of this method is confirmed by the results of local environmental monitoring of the territory of the sanitary protection zone of the enterprise.

Key words: coal, natural radionuclides, radiation safety, three-dimensional digital modeling, technological, quality management, coal grade, local environmental monitoring.