УДК 622.831.32

Д.В.СИДОРОВ, *канд. техн. наук, зав. лабораторией*, *sidorov_dv@spmi.ru*
О.Б.ШОНИН, *д-р техн. наук, ст. науч. сотрудник, тел. 328-84-69*
Санкт-Петербургский государственный горный институт (*технический университет*)

D.V.SIDOROV, *PhD in eng. sc.*, *laboratory head*, *sidorov_dv@spmi.ru*
O.B.SHONIN, *Dr. in eng. sc.*, *senior research assistant*, *tel. 328-84-69*
Saint Petersburg State Mining Institute (*Technical University*)

ПРОГНОЗ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ УДАРООПАСНОГО СЕВЕРОУРАЛЬСКОГО БОКСИТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Приводятся результаты применения на предприятии «Севуралбокситруда» технологии компьютерного моделирования для прогнозирования геодинамических процессов, происходящих при ведении горных работ в тектонически напряженных зонах рудных залежей. Определена степень влияния активных тектонических нарушений на конструктивные элементы камерно-столбовой системы разработки.

Ключевые слова: прогноз, программный комплекс, горный удар, тектонические нарушения.

PREDICTION OF GEODYNAMIC PROCESSES IN EXPLOITATION OF THE ROCKBURST-DANGEROUS NORTH-URALS BAUXITE DEPOSIT

The paper presents the results of a computer modeling technology applied in the «Sevuralboxitruda» enterprise. The aim of the technology is to forecast geodynamical processes during mining works in tectonic-stressed zones of ore deposits. The impact degree on structural components of room-and-pillar mining method caused by active tectonic faults is estimated.

Key words: prediction, program complex, rock burst, tectonic disturbances.

Разработка Североуральского бокситового месторождения осуществляется в сложных горно-геологических и горно-технических условиях, характеризующихся невыдержанной мощностью рудной залежи, неравномерным оруденением: безрудными зонами и участками непромышленного оруденения, различием физико-механических свойств руд и вмещающих пород, тектонической нарушенностью, сложным взаимным расположением и конфигурацией очистных работ, применением систем разработок с оставлением целиков, большими площадями обнажения кровли. Эти факторы приводят к неравномерному перераспределению напряжений в горном массиве и при определенных обстоятельствах к опасности возникновения концентраторов повышенных напряжений, в которых возможно проявление горного давления в динамической форме (в виде горных ударов) с разрушением действующих выработок.

Прогноз влияния горно-геологических и горно-технических факторов на напряженно-деформированное (НДС) и удароопасное состояние массива горных пород и рудных залежей в настоящее время выполняется за счет проведения широкомасштабных инструментальных исследований, а также путем использования методов физического моделирования и расчетных методов. Вместе с тем постановка широ-

комасштабных инструментальных исследований и разработка физических моделей являются трудоемкими и дорогостоящими мероприятиями и, следовательно, на сегодняшний день перспективной видится разработка современных инновационных технологий, позволяющих использовать компьютерное моделирование геодинамических процессов, происходящих при разработке месторождений.

Быстрое развитие промышленности и программного обеспечения компьютеров коренным образом изменило ситуацию, открыв широкие возможности для применения компьютерной технологии моделирования напряженно-деформированного состояния и удароопасности массива горных пород. При этом наиболее эффективным стало применение численных методов для решения интегродифференциальных уравнений. Особенно эффективными они оказались при решении вопросов безопасного ведения работ при склонности пород и руд к горным ударам. Связано это со спецификой изучения динамических явлений, которая обусловлена почти мгновенным развитием процесса разрушения пород. Вместе с тем их использование, степень реализации и соответственно качество получаемых решений в значительной степени определяется возможностями применяемых вычислительных средств и программного обеспечения.

Для оперативного прогнозирования геодинамических процессов при эксплуатации удароопасных месторождений разработан специализированный программный комплекс для оценки напряженно-деформированного состояния и удароопасности месторождений с учетом широкого диапазона горно-геологических и горно-технических условий их разработки.

Разработанная технология компьютерного моделирования опробована при прогнозировании геодинамических процессов в пределах блоков 6-ю, 7-ю, 8-ю, гор. – 680 м шахты «Кальинская». Участок для проведения моделирования был предоставлен службой ППГУ и характеризовался следующими сложными условиями: невыдержанной мощностью рудной залежи, изменяющейся от 10 м и более до полного выклинивания; неравномерным оруденением как по площади участка, так и по литологическому разрезу (рудная залежь представлена: красными маркими бокситами ($\sigma_{сж} = 20{,}0$ МПа), красными немаркими бокситами ($\sigma_{сж} = 40{,}0$ МПа) и яшмовидными бокситами ($\sigma_{сж} = 80{,}0$ МПа), а также сложным взаимным влиянием очистных работ; наличием активного тектонического нарушения АТН № 11 со следующими параметрами: контактируемые породы в поднятом крыле известняки светло-серые $S_2^2 - D_1$, в опущенном крыле – боксит серый обесцвеченный пиритизированный, ширина зоны дробления 1,6 м, мощность шва 3,0 см, шов сухой, штриховка выражена слабо, шов неровный и заполнен глинистым материалом (угол внутреннего трения глинистых пород с учетом масштабного фактора 5°, сцепление 0,1 МПа). Ситуация в пределах исследуемого участка усугублялась из-за большой глубины горных работ – 880 м.

Электронный план горных работ исследуемого участка, загруженный в основное окно программного комплекса, приведен на рис.1.

Результаты (фрагмент) применения технологии компьютерного моделирования приведены на рис.2.

Анализ результатов позволяет сделать следующие выводы:

- вертикальные напряжения σ_z под выработанным пространством являются растягивающими, что соответствует появлению под выработкой зоны разгрузки. Вместе с тем под междукамерными целиками, безрудными зонами, участками непромышленного оруденения и краевыми частями рудной залежи напряжения σ_z являются сжимающими, что приводит к образованию зон опорного давления;
- для горизонтальных напряжений σ_x и σ_y характерно быстрое затухание в сторону почвы отрабатываемой рудной залежи;
- касательные напряжения τ_{zx} с удалением в сторону почвы отрабатываемой залежи сначала возрастают, а затем при достижении максимального значения начинают убывать;

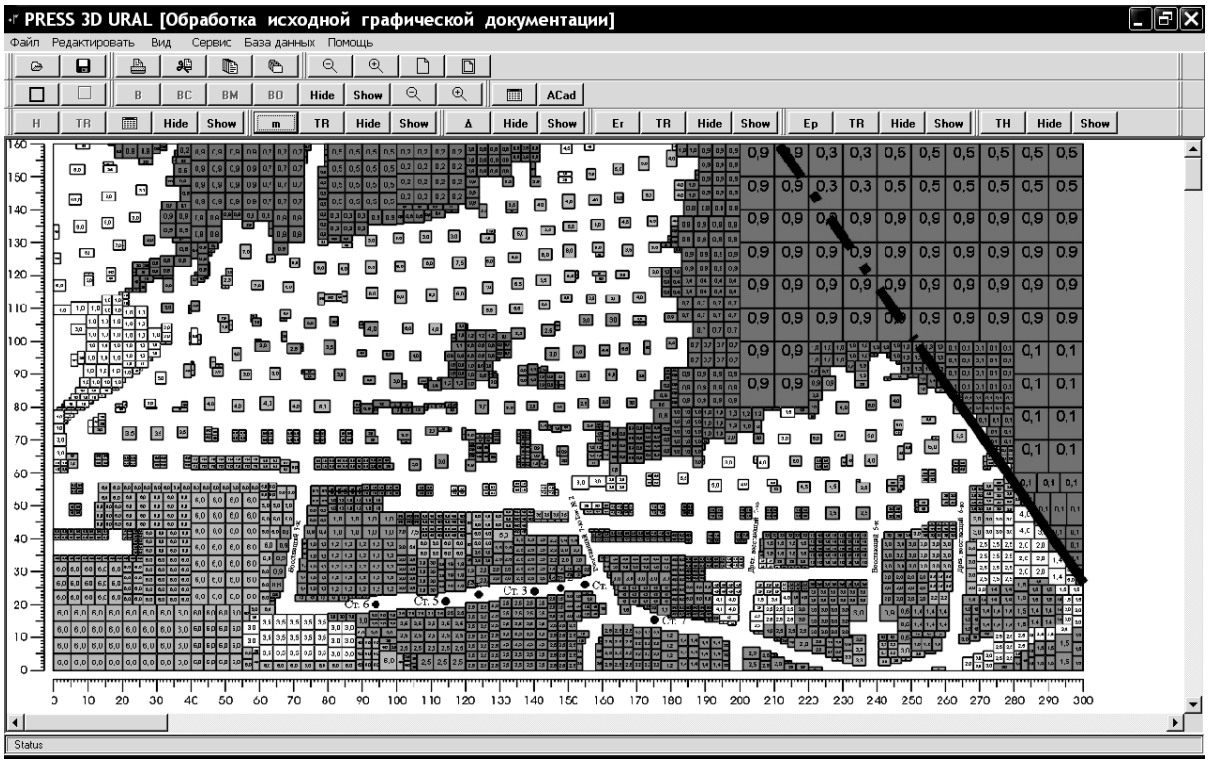


Рис.1. Электронный план горных работ исследуемого участка

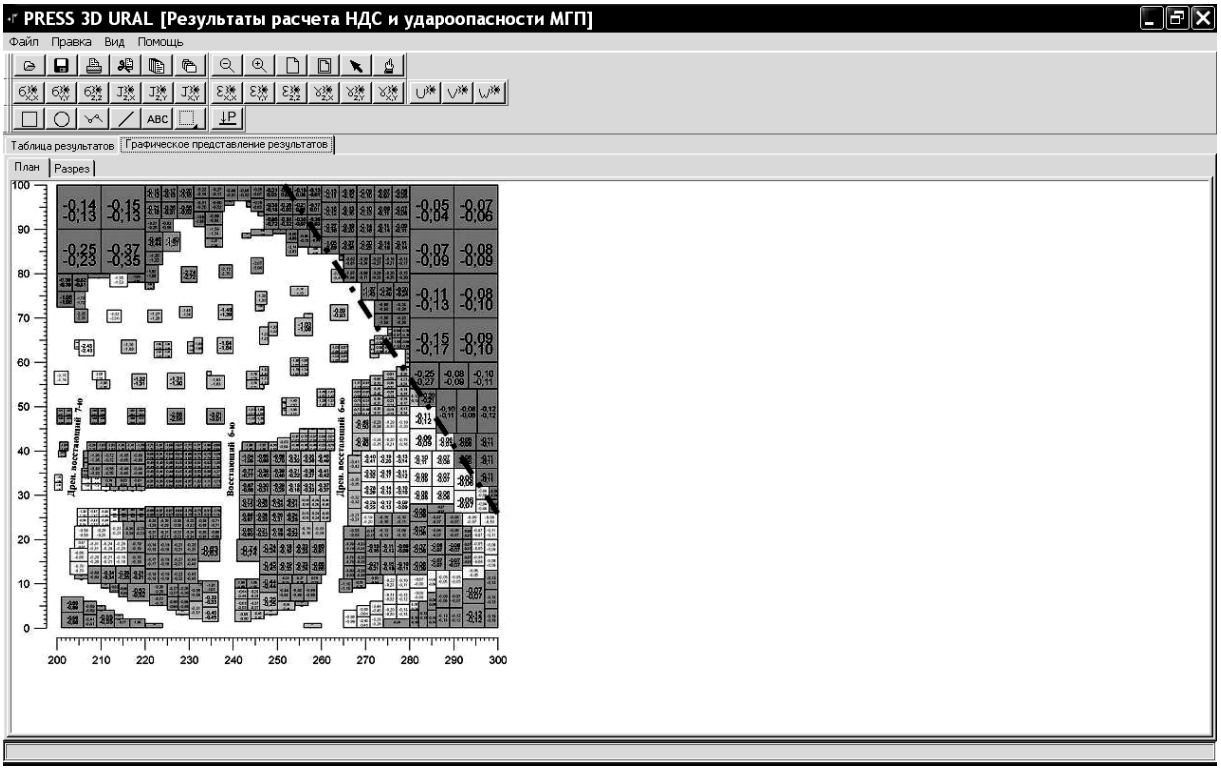


Рис.2. Результаты прогноза НДС и удароопасности рудопородных элементов

• значения вертикальных напряжений в расчетных элементах рудной залежи, непосредственно расположенных вблизи шва нарушения АТН № 11, превышают на 7-10 % значения напряжений, полученных без учета влияния тектонического нарушения. В то же время в некоторых конструктивных элементах в пределах исследуемого участка отмечается эффект разгрузки. Эффект пригрузки и разгрузки конструктивных элементов системы разработки, расположенных в окрестности тектонического нарушения, будет расти по мере увеличения очистного пространства.

Проведение дальнейшей апробации программного комплекса позволит продолжить работы как в области текущего, так и перспективного прогнозирования геодинамических процессов при разработке удароопасных месторождений и наметить пути внедрения разработанной технологии.