

РАЗВИТИЕ ИДЕЙ МАШАНОВА О ГАРМОНИИ НЕДР

DEVELOPMENT OF MASHANOV'S IDEAS ABOUT THE HARMONY OF THE BODY

K. Rysbekov,
candidate of technical sciences, professor,
Director
Mine-metallurgical institute of
Kazakh National Technical University named
after K. Satpayev;
M. Nurpeissova,
doctor of technical sciences,
professor;
A. Ashimova,
PhD student,
Kazakh National Technical University named
after K. Satpayev,
Republic of Kazakhstan;
D. Babets,
candidate of technical sciences,
associate professor,
National Mining University,
Republic of Ukraine.

Study results of pit wall stability in relation to the structural factors described in the works of A. Mashanov are presented.

Keywords: rock massif, structure, pit wall, stability, «Harmony of the subsoil» of Mashanov.

В решении геомеханических проблем, определяющих эффективность и безопасность разработки месторождений полезных ископаемых, одну из ключевых ролей играет изучение структуры массива горных пород, исследования которой на протяжении многих лет не теряют своей актуальности. Прошло двадцать лет после ухода из жизни А.Ж. Машанова, выдающегося ученого, основателя школы геомеханики Казахстана, но идеи «гармонии недр», пронизывающие его творчество и отражающие взгляды на структуру массива горных пород, становятся все актуальнее и востребованнее в решении проблем горной промышленности Республики Казахстан. Акжан Жаксыбекович внес свою лепту в развитие современных модельных представлений о массиве горных пород в сложных горно-геологических условиях залеганий месторождений полезных ископаемых [1].

Блочность массива горных пород и формирование на его основе неоднородного напряженно-деформированного состояния особенно контрастно проявляется при открытой разработке месторождений полезных ископаемых. Карьеры обнажают масштабные участки массива горных пород. Размеры областей их влияния обычно составляют несколько километров, что охватывает блочные структуры нескольких рангов. Ярким примером проявления блочности массива горных пород явилась проблема с устойчивостью бортов карьеров бассейна Каратау, золоторудных и цветных металлов (карьеры Васильковский и Акжал).

Ключевые слова: горный массив, структура, борт карьера, устойчивость, «Гармония недр» Машанова.

рьеров бассейна Каратау, золоторудных и цветных металлов (карьеры Васильковский и Акжал).

Исходя из задач и функций управления устойчивостью породных массивов, особенно карьерных откосов при разработке месторождений полезных ископаемых, характеризующихся разнообразием и изменчивостью геологического строения, необходимо постоянно проводить исследования, направленные на получение достоверной информации о структурных особенностях прибортового массива, его прочностных свойствах, гидрогеологических условиях и т.д. Такие исследования должны проводиться на всех этапах формирования карьерных откосов (строительство карьера, освоение проектной мощности, начало оформления постоянных бортов карьера на предельном контуре, доработка карьера) в рамках единой системы.

Критерием правильности ранее принятых технологических решений по параметрам карьерных откосов является маркшейдерский инструментальный контроль за состоянием бортов карьеров и отвалов, поэтому его также необходимо включить в единую систему маркшейдерских наблюдений и исследований.

Инструментальные маркшейдерские наблюдения являются основным средством получения информации о деформациях бортов карьеров и отвалов и наиболее надежной основой для прогноза их устойчивости (рис. 1). Рекомендации по созданию наблюдательных станций и методикам наблюдений изложены в разработанной ВНИМИ «Инструкции по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости» [2].

Широкое внедрение в практику маркшейдерско-геодезических работ электронных тахеометров и спутниковых GPS-

К. Б. Рысбеков,
кандидат технических наук,
профессор,
директор,
Горно-металлургический институт
КазНТУ имени К.И. Сатпаева;
М.Б. Нурпеисова,
доктор технических наук,
профессор,
ученик Машанова;
А.А. Ашимова,
PhD,
докторант,
КазНТУ имени К.И. Сатпаева,
Республика Казахстан;
Д.В. Бабец,
кандидат технических наук,
доцент,
Национальный горный университет,
Республика Украина.

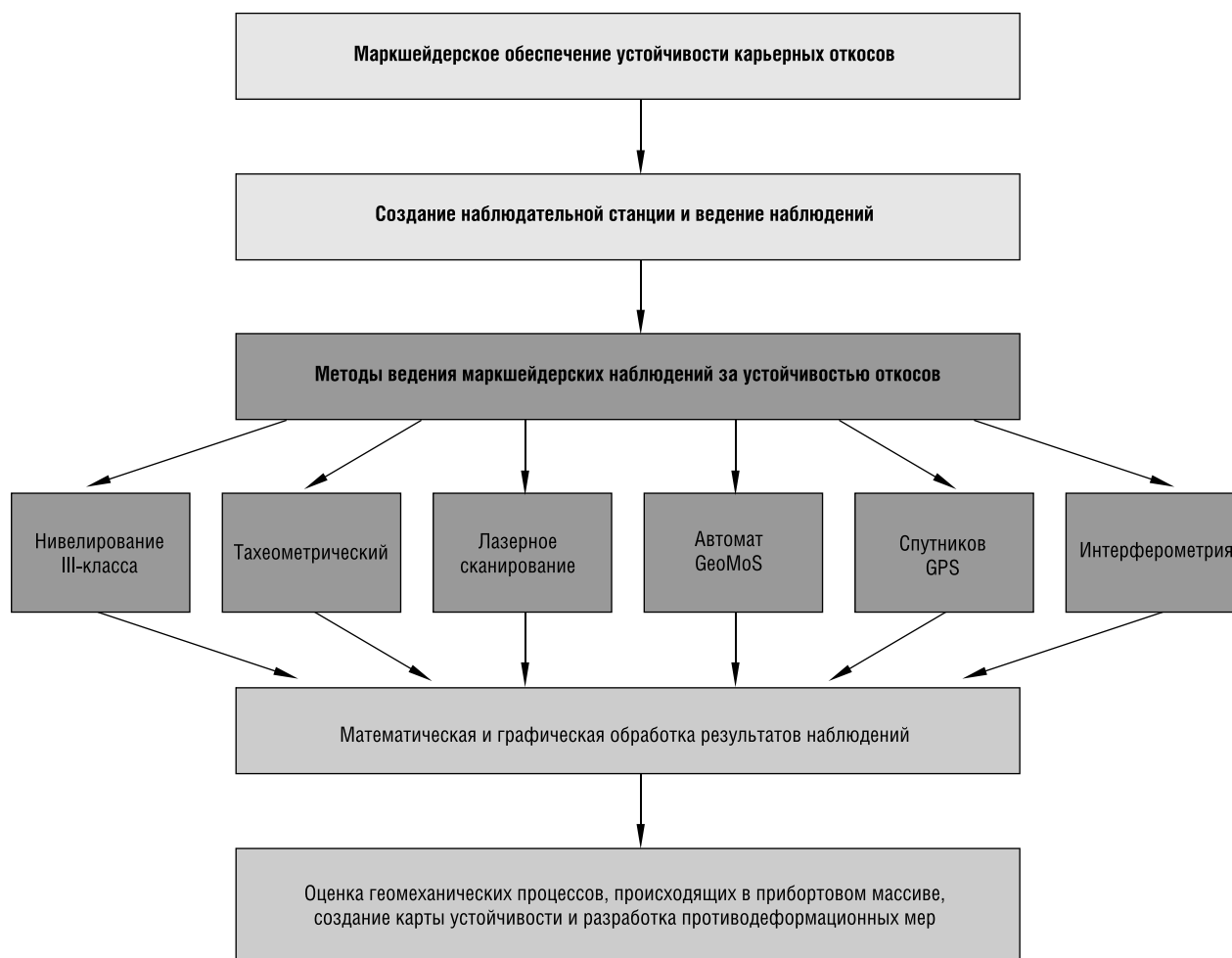


Рис. 1. Методы наблюдений за устойчивостью бортов карьера.

приборов дает уникальную возможность быстро и точно определить параметры сдвижения массива горных пород и вести регулярные, непрерывные наблюдения за изменением этих параметров во времени.

Среди современных методов маркшейдерских наблюдений за структурой массива горных пород широкое распространение получил метод лазерного сканирования, здесь можно выделить: наземное лазерное сканирование. Для изучения структуры целесообразно использовать горный сканер типа Leica HDS4400, имеющий высокую производительность и специальное программное обеспечение для изучения элементов залегания.

Параллельно с инструментальными наблюдениями проводятся расчеты для построения трехмерной модели карьера с оценкой устойчивости, отрисовки горизонтов и нанесения ситуационного плана. Создание карты устойчивости карьера осуществляется в программном комплексе, обладающем возможностью работы с компьютерными 3D-объектами и имеющем возможности графического представления результатов интерполяции. Такой технологией является программа «Борт», разработанная ВНИИцветмет. При расчете устойчивости бортов используется веер сечений с постоянным углом поворота относительно друг друга для получения равномерной картины по всему карьеру. Сечения намечались по возможности вкострости борта. Определенные для расчета в программном комплексе «Борт» сечения показаны на рис. 2.

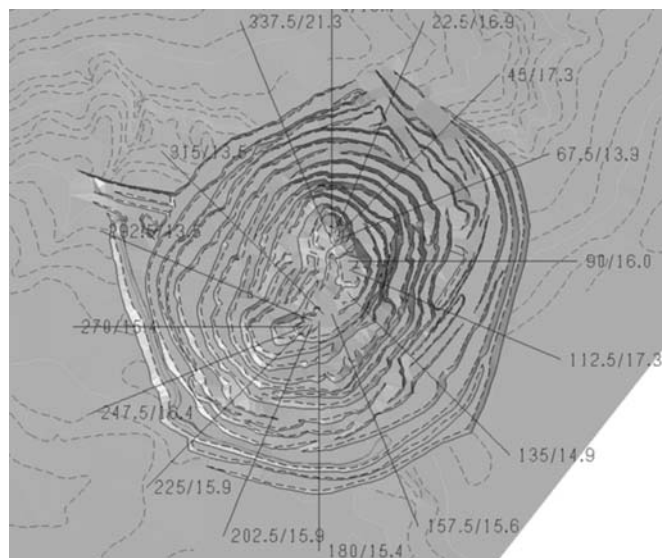


Рис. 2. Расчетные сечения для построения карты устойчивости.

Для каждого сечения через дробь указаны азимут направления сечения относительно дна карьера и генеральный угол борта в соответствующем сечении. Далее эти сечения последовательно загружались в программный комплекс «БОРТ», где выполнялась их обработка. Результаты расчета программного комплекса «Борт» по всем

сечениям карьера экспортируются в геоинформационную систему Suprac. Полученная объединенная модель карьера с результатами расчета в программном комплексе «Борт» представлена на рис. 3.

Анализ результатов и карта устойчивости карьера показывает, что по состоянию на 01.09.2019 года борт карьера находился в устойчивом состоянии, что подтверждается отсутствием серьезных обрушений на реальном карьере. Коэффициент запаса по всем рассчитанным сечениям превышает $\eta > 1,3$. Только минимальное значение ($\eta = 1,24$) приходится на юго-восточный борт карьера (сечение азимута 112,5°).

Метод лазерного сканирования, прошедший большое количество промышленных экспериментов на карьерах в Казахстане, хорошо себя зарекомендовал при оценке нарушенности прибортового массива карьера. С точки зрения наглядности представления результатов комплексного исследования устойчивости бортов карьера значительно выигрывают веерообразные расчетные сечения по всему карьере (рис. 2) и карта устойчивости карьера, полученная в ГИС Suprac (рис. 3).

Внедрение в производство высокопроизводительных методов инструментальных наблюдений за состоянием прибортовых массивов на карьерах, основанных на использовании глобальной системы спутникового позиционирования, электронных тахеометров и 3D-сканера, позволяет обеспе-

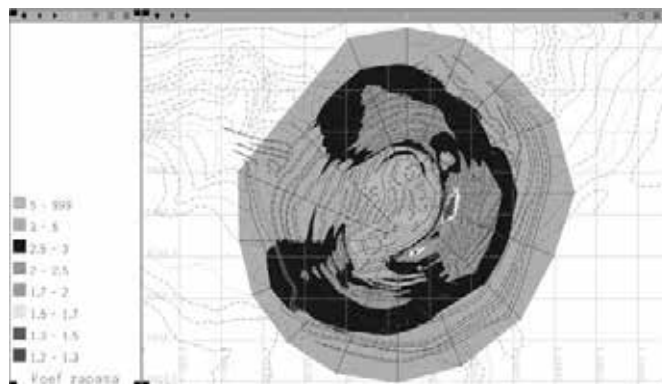


Рис. 3. Карта устойчивости карьера.

чить безопасные условия труда и бесперебойный режим работы горнодобывающего предприятия. Разработанные карты устойчивости позволили выявить потенциально опасные с точки зрения устойчивости зоны карьера и выработать рекомендации по снижению опасности обрушения бортов карьеров.

Таким образом, идеи «гармонии недр» А.Ж. Машанова о структуре массива горных пород, развитые с использованием современных методов исследования, позволяют раскрыть реальные закономерности формирования напряженно-деформированного состояния массива горных пород. ■

Исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета науки МОН РК (Грант №AP08857097) «Комплексный мониторинг медленных деформационных процессов земной поверхности при крупномасштабном освоении рудных месторождений Центрального Казахстана».

ЛИТЕРАТУРА

1. Машанов А.Ж. Гармония недр. -М.: ИПКОН РАН, 2017. - 88 с.
2. Правила обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов, осуществляющих горные и геологоразведочные работы, 2014, -25 с.г.
3. Нурпеисова М.Б., Рысбеков К.Б., Кыргызбаева Г.М. Инновационные методы ведения геомониторинга (монография). - Алматы: КазНТУ, 2015. - 215 с.
4. Проходов В.В., Ананин А.И. Карта устойчивости карьера — инструмент для выявления потенциально опасных по устойчивости зон карьеров. Материалы VII Международной конференции в рамках Международной специализированной выставки «MinTech-20130187 / Повышение технологического уровня горно-металлургических предприятий на основе инновационных технологий. - Усть-Каменогорск, 23.05.2013. С. - 84-88.
5. Рысбеков К.Б., Нурпеисова М.Б. Основы лазерного сканирования (учебник). - Алматы: КазНТУ, 2021. - 248 с.



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ

Информируем Вас

При содействии Международного союза машиностроителей в период 12-18 сентября 2022 г. в городе Севастополе (с проведением и проживанием в пансионате «Изумруд» в бухте Ласпи, на Южном берегу Крыма) состоится VIII Международный ФОРУМ «ТЕХНОСФЕРА - 2022», организованный техническими университетами Донецка, Луганска, Севастополя и других городов стран ЕАЭС и мира. Более детальная информация приведена на сайте: <http://tm.donntu.org>

WWW.GEOMAR-NADRA.RU