

$$\frac{1}{c} = \frac{1}{c_p} + \frac{1}{c_l}$$

и вычислить дополнительный прогиб ленты с рудой при падении на нее кусков руды.

Учет степени упругости удара падающего куска руды позволяет вычислить скорость отброшенного куска. Эта скорость зависит от первоначальной скорости и коэффициента восстановления соударяющихся кусков. Высота подъема отброшенного куска и дальность его полета могут быть довольно большими и составлять значительные площади покрытия вокруг конвейера. Скорость падающего куска породы в момент его касания с системой «слой руды + лента» зависит от высоты падения H и его начальной скорости. Угол β_n падения куска руды на ленту увеличивается с увеличением высоты H , а при увеличении начальной скорости v_k куска он уменьшается.

Падающие на ленту куски породы при соударении с кусками руды, лежащими на ленте, или при падении на наклонную часть ленты могут быть сброшены с конвейера. При этом может быть повреждена кабельная электросистема питания приводов конвейера и система электроуправления конвейером. Для предотвращения скоростного самопроизвольного движения вниз ленты наклонного конвейера необходимо устанавливать на нем надежные устройства для захвата ленты в самом начале аварии.

Список литературы

1. **Проскурин В.И.** К теоретическому анализу процесса обрыва ленты конвейера. Разработка месторождений полезных ископаемых. Вып. 20. 1970 г. Стр.53.
2. **Барабанов В.Я.** Исследование основных элементов ленточных конвейеров для перемещения крупнокусковых горных пород. Диссертация. М. 1965 г. Стр. 77-81.
3. **Бондарев В.С.** Исследование взаимодействия динамических нагрузок на ленту и роликоопоры конвейера при транспортировании тяжелых крупнокусковых грузов. Диссертация. М. 1963 г. Стр. 57-66.
4. **Проскурин В.И.** К теоретическому анализу процесса обрыва ленты конвейера. Разработка месторождений полезных ископаемых. Вып. 20. 1970 г. Стр.53.
5. **Курников Ю.А., Новиков В.И., Кузовкин В.А.** Аналитическое исследование поведения ленты уклонного конвейера после ее обрыва. Механизация горных работ. Сб. 75. 1975 г. Стр.283
6. **Лойцянский Л.И., Лурье А.И.** Курс теоретической механики. Т.1. - М.: Гостехиздат, 1955 г. Стр.62-81,135-143, 509-514.
7. **Яблонский А.А.** Курс теоретической механики. Часть 2. Динамика. М. Высшая школа. 1984 г. Стр.261-264.
8. **Волотковский В.С., Нохрин А.Г., Кармаев Г.Д.** Методика измерения и оценка динамических нагрузок от крупнокускового скального материала на ленте вдоль става конвейера. Сб. Горнорудное производство. Транспорт рудных карьеров. Свердловск. 1974 г. с.107
9. **Присецкий Г.В., Клейнерман И.И., Костовецкий В.П.** Динамические нагрузки линейной части ленточных конвейеров при транспортировании крупнокусковых пород. Сб. Горнотранспортное оборудование разрезов. УкрНИИпроект. 1974 г.
10. **В.С., Нохрин А.Г.** и др. Методика измерения и оценки динамических нагрузок от крупнокускового скального материала на ленте вдоль става конвейера. Горнорудное производство. Транспорт рудных карьеров. Свердловск. 1974 г. Вып 45. Труды института горного дела.

Рукопись поступила в редакцию 21.03.14

УДК 622.233 004.5

НАЗАРЕНКО Н.В., канд. техн. наук, Криворожский национальный университет,
 НАЗАРЕНКО М.В., д-р техн. наук, ГУ «Национальный НИИ промышленной безопасности и охраны труда»,
 ХОМЕНКО С.А., НПП «Кривбассакадеминвест»

К-MINE – БАЗОВЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ

В статье рассматриваются вопросы использования программных решений на базе геоинформационной системы К-MINE при проектировании и ведении буровзрывных работ для предприятий с открытым способом добычи полезных ископаемых с целью повышения качества подготовки горной массы и оптимизации технологических процессов бурения и взрывания.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Существующая на горнодобывающих предприятиях технология проектирования буро-взрывных работ (БВР) характеризуется значительной трудоемкостью. Процесс проектирования на всех стадиях работы предваряется и сопровождается геолого-маркшейдерским сопровождением, включающим как полевые, так и камеральные работы. Процесс проектирования носит стадийный характер и выполняется поэтапно [1]. Эффективность данного процесса зависит от организационного и информационного взаимодействия всех его участников (геологической и маркшейдерской служб, специалистов по буровым и взрывным работам).

Существенную помощь в данном вопросе могут оказать специализированные программные средства. Разработка и совершенствование таких систем для проектирования буровзрывных работ в реальном режиме времени со всеми его составляющими (ведение и актуализация геолого-маркшейдерской документации; проектирование расстановки взрывных скважин в блоке с учетом физико-химических и технологических характеристик вмещающих пород, конструкции зарядов; расчет параметров взрывания, обмен данными со смежными системами; использование новых видов взрывчатых веществ (ВВ) является крайне актуальной задачей для большинства горных предприятий.

Анализ исследований и публикаций. Существует ряд компьютерных программ для автоматизации проектов буро-взрывных работ или имитационного моделирования взрывов. Однако, в большей степени, они обладают узкой специализацией и не позволяют комплексно рассматривать вопросы с позиции как проектирования, управления взрывом, так и оценки качества взрывных работ, а также решения вопросов промышленной безопасности и охраны труда.

Постановка задачи. Таким образом, целью работы является комплексное решение вопросов автоматизации проектирования и ведения буровзрывных работ, что является одним из приоритетных направлений автоматизации горного производства.

Изложение материала и результаты. Геоинформационная система (ГИС) K-MINE содержит полный комплект программных модулей, позволяющий перевести работу специалистов-проектировщиков БВР на качественно новый уровень [2]. Для работы системы используется единая база данных (горно-геологическая модель), которая регулярно актуализируется по результатам маркшейдерских съемок и геологического опробования.

Комплекс проектирования БВР K-MINE содержит следующие модули:
 проектирование рядов и расстановка скважин (подготовка проекта на бурение);
 расчет зарядов и коммутации (подготовка проекта на взрывание);
 проектные решения для проведения массовых взрывов;
 контроль качества взрывания;
 интегрированный модуль взаимодействия с системами точного позиционирования, расчета прочностных свойств горного массива и моделирования развала.

Структурная схема работы комплекса проектирования БВР приведена на рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема работы системы проектирования и управления буровзрывными работами с применением K-MINE

Основой для выполнения проекта на бурение является совмещенная геолого-маркшейдерская модель горного массива, актуальная на момент проектирования. На основании прочностных свойств вмещающих пород, обводненности, горно-геометрических параметров ус-

тупов и площадки под бурение выбирается и утверждается паспорт БВР. В системе используются настраиваемые справочники типовых паспортов для буровых блоков (геометрические параметры сеток, величины глубин и перебуров, диаметр скважин, вид ВВ, величина заряда и прочие показатели). Проектирование выполняется в интерактивном режиме (пошагово). В системе используется множество алгоритмов, позволяющих оптимизировать размещение скважин в блоке и сократить общее время проектирования. Как показывает опыт использования комплекса БВР на базе K-MINE в карьерах, применение инструментария автоматического размещения скважин позволяет только за счет точных геометрических расчетов и построений «экономить» 2-3 скважины на каждые 100 скважин бурового блока, а на блоках сложной геометрической формы и больше. Сам процесс расстановки скважин в границах бурового блока занимает считанные секунды.

Подготовка проекта на бурения контролируется проектировщиком на всех стадиях. Так, в его компетенции возможно вмешательство на любой стадии автоматизированного расчета и внесение ручных правок (создание дополнительных врезок, врубов, изменение расстояния между рядами (РМР) или расстояния между скважинами (РМС) в рядах, сгущение скважин на участках с завышенным значением линии сопротивления по подошве (ЛСПП), использование переменных РМР и РМС при разбуривании съездовых частей и подготовки разрезных траншей, допроектирование блока и многие другие геометрические задачи). Конечным результатом данного этапа работ является электронный проект на бурение (рис. 2).

Проект на бурение автоматически вносится в общую базу данных системы и используется для подготовки проектов на взрывание и проведение массовых взрывов в карьере.

В настоящее время, многие горных предприятия совершенствуют парк бурового оборудования: выполняют закупки новых буровых станков или модернизируют существующее буровое оборудование.

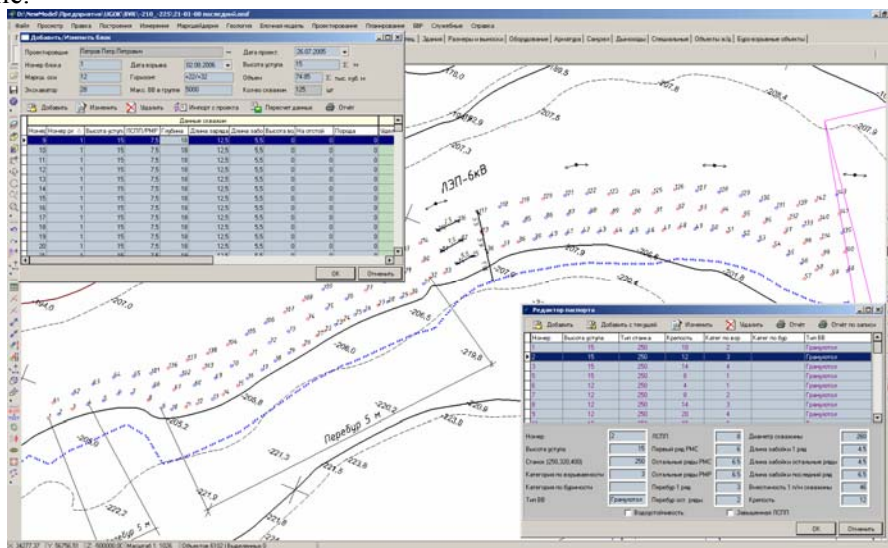


Рис. 2. Разработка проект блока на бурение в K-MINE

Станки оснащаются системами точного позиционирования с применением средств спутниковой навигации.

Использование широкополосных каналов беспроводной связи, а также единой базы данных технологических параметров буровой техники позволяет организовать обмен данными между K-MINE и системами точного позиционирования.

Электронный проект на бурение, выполненный в K-MINE, передается в общую базу данных системы точного позиционирования, откуда по каналам связи непосредственно на дисплей оператора бурового станка (рис. 3).

Наведение станка на точку бурения скважины выполняется автоматически по заданным координатам, глубина бурения также задается автоматически из проекта. Точность позиционирования оборудования в системах точного позиционирования составляет менее 10 см в плане и по высоте.



Рис. 3. Структурная схема системы взаимодействия модуля проектирования БВР ГИС K-MINE и системы точного позиционирования буровых станков

После проведения бурения осуществляется обратная передача фактических координат и глубин скважин в K-MINE для их дальнейшего использования при расчете зарядов скважин и проектировании схем коммутации. Таким образом, из общей цепочки производства буровзрывных работ (см. рис. 1) «выпадают» разбивочные маркшейдерские работы, а также съемка фактического положения выбуренных станком скважин, что позволяет сэкономить на каждом блоке до одного рабочего дня времени маркшейдера.

Информация о фактически пробуренных скважинах может в любой момент времени быть подгруженной из БД бурового оборудования и совмещена с проектом на бурение.

На базе этой информации может быть выполнен анализ и выявлены, в случае возникновения, причины отклонений фактических скважин от проекта, что является основанием для принятия мер по корректировке параметров проекта под новые условия.

Следующим этапом работы комплекса БВР в K-MINE является разработка проекта на взрывание, расчет зарядов скважин и подготовка проектной документации для проведения массовых взрывов. Расчет зарядов скважин выполняется и утверждается по типовому проекту с учетом текущей горно-геологической ситуации и фактического положения буровых скважин.

Проектирование сетей коммутации выполняются в интерактивном режиме.

При этом автоматически рассчитываются замедления для каждой скважины, а также общее замедление для блока, ведется контроль процессов иницирования скважин, отстраиваются линии отбойки рядов. Для наглядности производится мультипликационное отображение очередности взрывания скважин в блоке определяются места возможного подбоя (рис. 4).

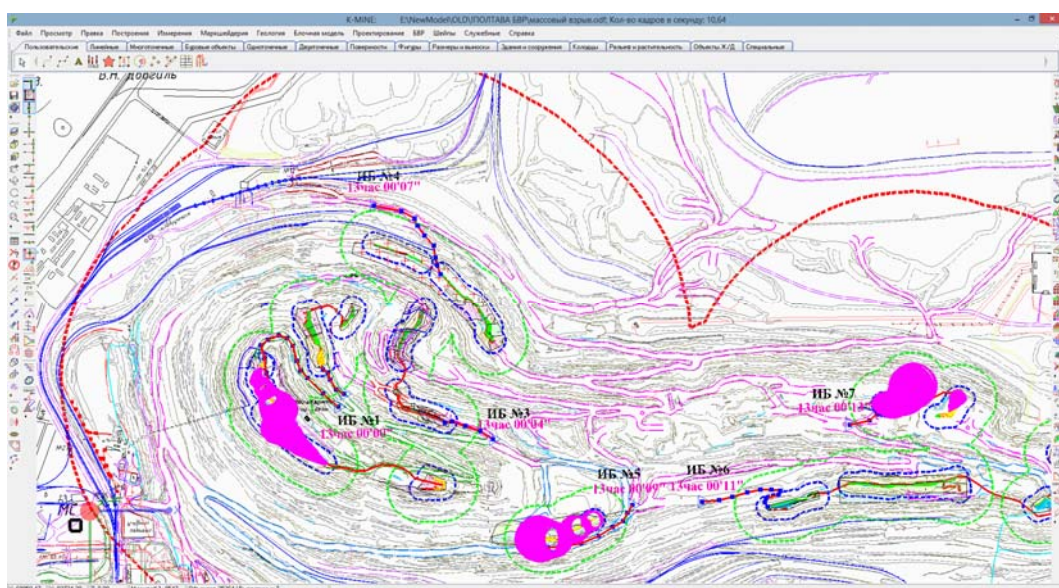


Рис. 4. Процесс моделирования массового взрыва в карьере

Это позволяет снизить вероятность отказов срабатывания взрывателей, возникающих при разрушении скважинных зарядов, из-за неверно рассчитанных замедлений, что, в свою очередь, повышает качество подготовки горной массы для экскавации.

Проекты на бурение и взрывание отдельных блоков являются информационной основой для проектирования массовых взрывов.

На основании этих данных рассчитываются и отстраиваются зоны безопасности по разлету кусков, акустическому и сейсмическому воздействию взрыва на горный массив и окружающую среду, контролируются в динамике процессы коммутации и взывания для определения возможных подбоев между блоками, рассчитываются и выносятся позиции размещения охранных постов, в автоматическом режиме формируется пакет отчетной документации по массовому взрыву.

Основным показателем, характеризующим качество выполнения буровзрывных работ в карьерах, является гранулометрический состав взорванной горной массы. Для его контроля используется специальный модуль.

Его основное назначение - определение размера среднего куска и гранулометрического состава взорванной горной массы по фотоснимкам с применением фотопланиметрического метода (рис. 5).

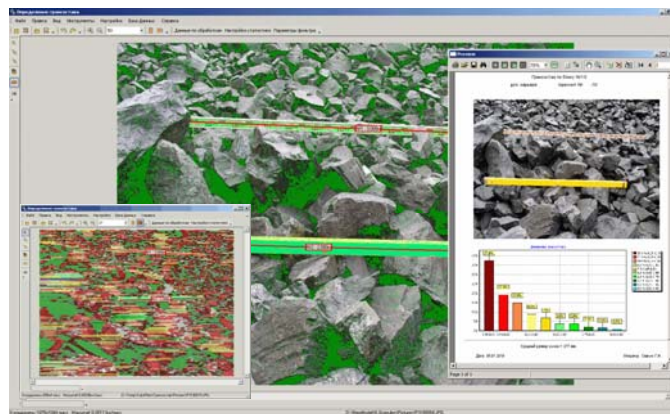


Рис. 5. Контроль качества гранулометрического состава во взрывном блоке

Данный модуль позволяет в оперативном режиме оценивать качество подготовки взорванной горной массы по отдельным взрывным блокам и в целом по карьере, и, при необходимости, вносить корректировку в типовые паспорта и разрабатываемые проекты на бурение и взрывание. Также может использоваться подрядными организациями, выполняющими взрывание, для контроля качества предоставляемых услуг.

Выводы и направление дальнейших исследований. Использование интегрированных решений на базе K-MINE и систем точного позиционирования буровыми станками позволяет перейти на качественно новый уровень проектирования и ведения БВР на горных предприятиях.

В первую очередь, это касается дешифрирования параметров бурения горного массива с целью определения его прочностных свойств.

Как показывает практика, прочностные свойства горного массива, даже в пределах одного взрывного блока, неравномерны.

Поэтому, для участков блоков с различными прочностными свойствами, целесообразным является применение различных сеток разбуривания или типов ВВ.

Реализуется данная методика путем получения фактических показателей бурения с помощью системы датчиков, устанавливаемых на буровой станок, с последующей их передачей в общую базу данных и дешифрированием; моделирование прочностных свойств пород в массиве и выбора параметров разбуривания блоков с учетом результатов данного моделирования.

Подобные решения позволяют сократить общий расход ВВ на проведение БВР на 10-15 %, а также открывают дорогу для использования современных схем разбуривания массива пород (например, использование нерегулярных сеток), применения распределенных и комбинированных зарядов, использование новых видов ВВ.

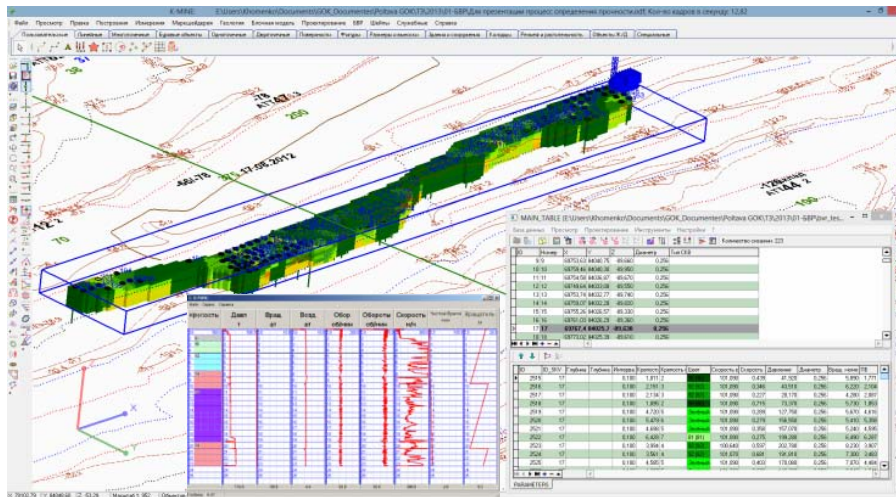


Рис. 6. Моделирование прочностных свойств горного массива

Как показывает опыт, использование программных решений на базе ГИС K-MINE при проектировании и ведении БВР накарьера позволяет повысить качество подготовки горной массы, в несколько раз сократить время на проектирование, на 3-5% снизить затраты на буровые и взрывные работы.

Список литературы

1. **Кутузов Б.Н.** Разрушение горных пород взрывом (взрывные технологии в промышленности), ч. II. Учебник для ВУЗов. 3-е изд. перер. и дополн. / Б.Н. Кутузов. – М.: МГУ, 1994. – 446 с.
2. **Хоменко С.А., Барановский С.С.** Система автоматизированного проектирования буровзрывных работ на базе ГИС K-MINE. Сборник докладов научно-практического семинара «SVIT GIS-2010». / С.А. Хоменко, С.С. Барановский–Кривой Рог: 2010. –278 с.

Рукопись поступила в редакцию 16.03.14

УДК 622.233

О.В. МИКИТИН, М.С. ЧЕРНЮК, студенты, Криворізький національний університет

ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ МАЛОГАБАРИТНОЇ МІКРОКОНТРОЛЕРНОЇ ТЕХНІКИ З ВЕЛИКИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

Наведено короткий огляд найбільш поширених до цього часу мікроконтролерів, їх характеристики, основні переваги й недоліки.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Розвиток робототехніки займає провідне місце у прогресуванні економіки, електроніки та техніки. Використання великих механізмів на заводах та підприємствах вже поступово знижується, адже їх досить впевнено замінюють невеликі пристрої - мікроконтролери [6]. Найбільшого розповсюдження набули мікроконтролери Arduino, Maple та CubieBoard. Незважаючи на це, інформація про їх застосування є доволі скупою.

Аналіз досліджень та публікацій. Після огляду публікацій про мікроконтролери [1-4], було зроблено висновки, що в них недостатньо повно демонструється їх основні можливості та приклади їх наглядного використання.

Постановка завдання. Метою даної статті є детальний огляд та аналіз мікроконтролерів Arduino, Maple та Cubieboard, їх порівняльних характеристик при виконанні задач.

Викладення матеріалу та результати. За останніми даними, в світі працюють 1,8 млн. роботів, різними за потребами - моделювання великих промислових, технологічних процесів,