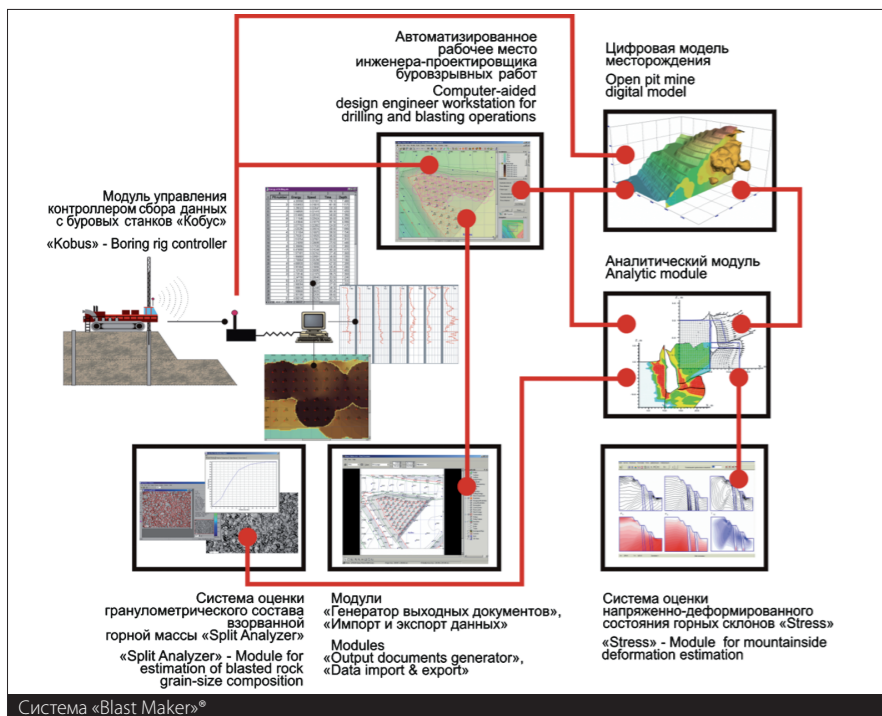


СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА НА КАРЬЕРАХ. «BLAST MAKER»®

Программно-технический комплекс «Blast Maker»® успешно работает на предприятиях: АО «СУЭК», АК «АЛРОСА», АО «Полиметалл УК», ПАО «Северсталь» и др. В статье рассматриваются некоторые возможности комплекса и получаемые эффекты от внедрения в производство.

Коваленко В.А., к.т.н., директор Института коммуникаций и информационных технологий Кыргызско-Российского Славянского Университета



чик комплекса — Институт Коммуникаций и Информационных технологий КРСУ — один из ведущих центров на территории стран ЕврАзЭС в области цифровых технологий горного производства.

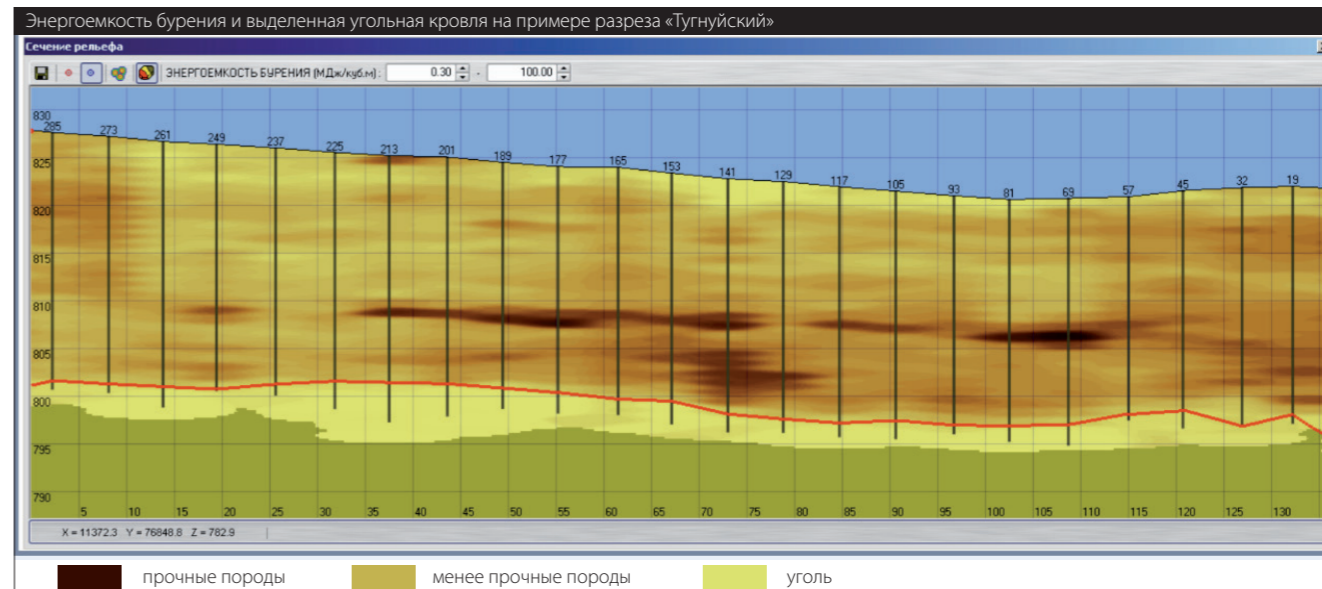
Комплекс «Blast Maker»® позволяет выполнять контроль над бурением, используя данные, полученные с каждого бурового станка в режиме реального времени, изучать прочностные свойства массива горных пород и непрерывно отслеживать динамику их изменения в пределах карьерного поля. Данная информация с применением инструментов проектирования и моделирования программного пакета «Blast Maker»® позволяет оптимизировать параметры конструкции заряда и БВР [2]. В условиях высокой интенсивности горных работ на карьерах комплекс обеспечивает оперативность и многовариантность проектных решений при выполнении БВР.

Эти и другие возможности комплекса были успешно продемонстрированы на предприятиях АО «СУЭК», АК «АЛРОСА», АО «Полиметалл УК», ПАО «Северсталь» и др [3]. В статье рассматриваются некоторые возможности комплекса и получаемые эффекты от внедрения в производство.

ПОЛУЧЕНИЕ РЕАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ МАССИВА

В основу работы системы КОБУС® положена методика определения прочностных характеристик массива по данным удельной энергоёмкости бурения, которая зависит от таких параметров, как: нагрузка на шарошечное долото (осевое давление), сечение скважины, тип шарошечного долота, скорость вращения бурового става, вращающий момент шарошечного долота, скорость проходки скважины, и др. Результатами соответствующей обработки полученных данных от системы КОБУС® являются детализированное пространственное распределение удельной энергоёмкости бурения, прочностные характеристики пород, распределение крупных трещин и др.

После накопления достаточной статистической информации появляется возможность идентифицировать породы по прочностным характеристикам, что позволяет получить такие геологические



характеристики блока как например, для угольного месторождения, залегающие кровли угольного пласта, положение конденционных и неконденционных пластов, расщепление пластов, угол падения, нарушения, контакты породы и др. Такой массив информации сопоставим с комплексом геофизических исследований [4].

При этом, например, данные по энергоёмкости бурения скважин обеспечивают получение информации о залегающей кровле угольного пласта с гораздо большей точностью, чем данные геологической разведки.

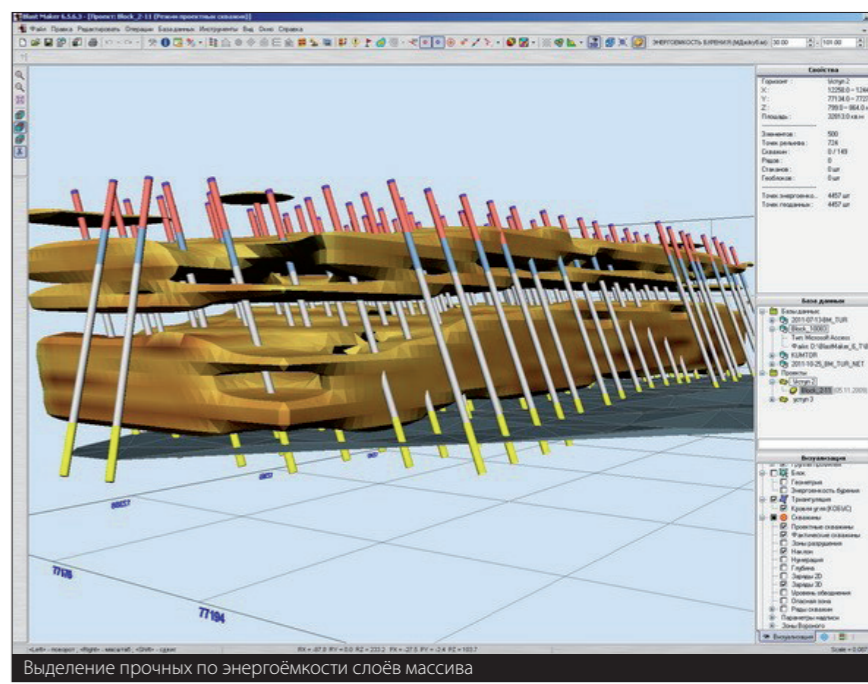
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТА БВР.

Получаемая реальная детализированная структура массива с применением различных инструментов ПТК «Blast Maker»®, таких как модули имитационного моделирования, прогнозирования и визуализации результатов взрыва позволяют проектировщику решать широкий спектр задач БВР, в том числе определение оптимальной конструкции заряда, выбор оптимального проекта на БВР и др.

Решение вышеперечисленных задач позволяет достичь таких результатов, как снижение разбухания угля при выемке полезного ископаемого, увеличение выхода товарной продукции, снижение расхода ВВ, повышение качества дробления и, как следствие, снижение расходов на экскавацию и др.

Знание пространственного расположения кровли, например, позволяет корректировать глубину пробуренных скважин таким образом, чтобы для угольных месторождений они точно располагались над поверхностью угольного пласта. Это приводит к существенной экономии ВВ за счет устранения

Набор датчиков для станков с электрическим приводом типа СБШ



АКТУАЛЬНОСТЬ

Непредсказуемая неоднородность прочностных свойств горных пород остается главным фактором, осложняющим ведение горных работ и, например, достижение требуемого качества дробления горной массы. Геологическая разведка в общем случае не может дать достаточно точной и подробной информации о структуре массива и прочности горных пород.

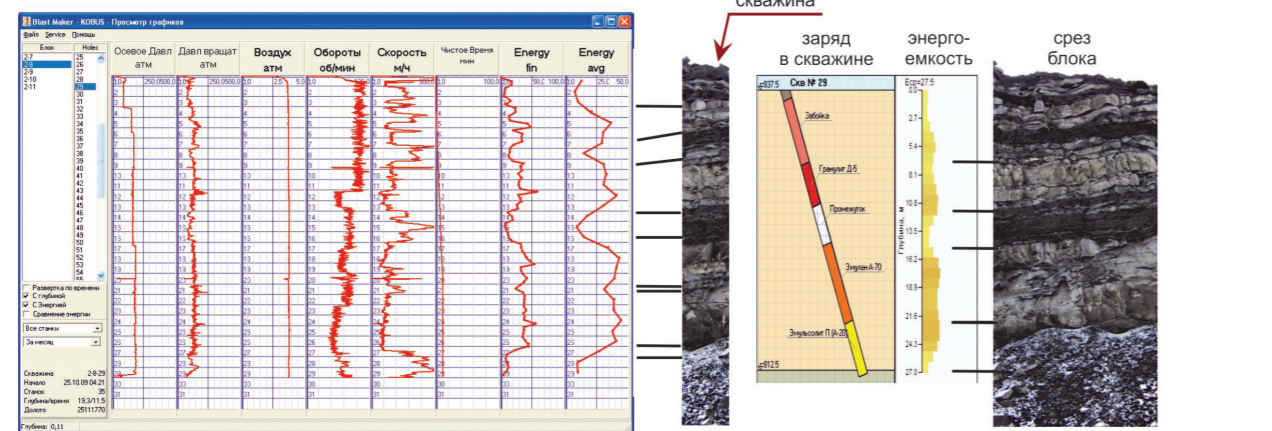
Необходимо применение новых методов для оперативного учета характеристик массива в границах разрушаемого блока. Один из эффективных способов получения необходимых све-

дений о свойствах взрываемого массива — использование цифровых технологий для получения непосредственно с бурового станка в процессе бурения взрывных скважин, в том числе такого параметра, как удельная энергия бурения [1]. Данный подход привлекателен прежде всего тем, что не нарушает существующего на карьере режима работ и не требует затрат на проведение дополнительных геофизических работ по детализации свойств горных пород взрываемого блока.

Программно-технический комплекс (ПТК) «Blast Maker»® — практическая реализация такого подхода на основе передовых технологий в микропроцессорной технике и программировании. Комплекс включает в себя информационно-аналитический программный пакет «Blast Maker»® и систему сбора и передачи данных о свойствах массива, определяемых в процессе бурения взрывных скважин КОБУС®. Устройство КОБУС® представляет собой мощный бортовой компьютер собственного изготовления с операционной системой Linux. Вычислительная машина создана специально для работы в условиях горнодобывающих предприятий. Разработ-



ОсОО «Blast Maker»
720000 Кыргызская Республика,
Бишкек, ул. Киевская, 44
Тел. +996 (312) 66-01-40
E-mail: blastmaker@istc.kg
www.blastmaker.kg



перебуров и предотвращает разубоживание угля раздробленными фрагментами пустой породы.

Пакет «Blast Maker»® позволяет достаточно быстро спроектировать массовый взрыв блока, оценить проект, используя возможности имитационного моделирования; наглядно увидеть слабые места проекта, оперативно внести изменения и получить оптимальный проект на БВР [3].

ВЫСОКОТОЧНОЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ, КОНТРОЛЬ И МОНИТОРИНГ РЕЖИМА БУРЕНИЯ

Возможность системы КОБУС® по радиоканалу осуществлять передачу проекта на бурение на буровой станок и особо точная навигация станка на скважины, осуществляемая с помощью глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) GPS/ГЛОНАСС обеспечивает высокоточная навигация и позиционирование бурового станка, оптимальное управление передвижением буровых станков и т.п.

Регистрируемые в процессе бурения физические величины, характеризующие режим и параметры бурения доступны буровому мастеру и диспетчерской службе. Пакет клиентских программ комплекса позволяет персоналу предприятия удобно и эффективно работать с накапливаемыми данными. Таким образом, обеспечивается контроль и мониторинг режима бурения.

Высокоточное позиционирование, контроль и мониторинг режимов бурения позволяют достичь таких результатов как сокращение объемов работ маркшейдерской службы, точное выполнение проекта на бурение по оптимальной сетке, сокращение времени навигации бурового станка на скважину, сокращение расходов горючего станка, повышение качества взрыва и др.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Обеспечивает целый ряд преимуществ и выгод, но лишь некоторые из них поддаются количественной оценке. Частично эффективность комплекса достигается за счет неявных факторов улучшения работы, таких как оперативный доступ к статистической и аналитической информации, хранящейся в базе данных ПТК «Blast Maker»®, совершенствование процесса управления — подготовка сводных отчетов, снижение доли ручного труда, повышение производительности труда специалистов при проектировании, снижение времени подготовки проекта БВР, оперативная и удобная подготовка выходных документов на массовый взрыв и др.

Некоторые другие выводы сами по себе поддаются количественному выражению, однако, их результат проявляется на более поздних стадиях производственного процесса, и потому трудно бывает оценить соответствующие выгоды при проектировании.

Особенности внедрения системы на предприятии. Для описания строения горного массива и моделирования процессов разрушения горных пород взрывом, в ПТК «Blast Maker»® применяются математические модели, использующие разнообразные вычислительные методики и алгоритмы. Значения большинства коэффициентов для этих моделей определяются методами математической статистики по фактическим данным о свойствах взрывающей среды. Как показывает опыт, каждый карьер имеет уникальные физико-механические и структурные свойства горного массива, которые, в конечном счете, определяют характер диссипации энергии взрыва и степень дробления пород.

В связи с этим, внедрение ПТК «Blast Maker»® в производственный процесс предполагает адаптацию к реальным ус-

ловиям конкретного месторождения, что обусловлено неполнотой исходных параметров моделируемой среды. Процесс адаптации комплекса является достаточно продолжительным по времени и выполняется в течение несколько этапов.

Эффективность внедрения ПТК «Blast Maker»®. Экономический эффект от внедрения ПТК «Blast Maker» складывается из экономии в результате сокращения расходов на ВВ и проходку скважин до 10% и повышения производительности горнотранспортного оборудования до 8% в связи с улучшением качества дробления горной массы и др. Так, например, на «Разрезе Тугнуйский» АО «СУЭК» экономический эффект за 3 года эксплуатации составил 510 млн. рублей. Успешное использование бортового вычислительного комплекса КОБУС® способствовало, например, установлению последовательно 2011-2017 гг. на «Разрезе Тугнуйский» нескольких мировых рекордов по проходке скважин.

Список литературы

1. Тангаев И. А. Буримость и взрываемость горных пород, М.: Недра, 1978, 184 с.
2. Коваленко В.А. Автоматизированная подготовка производства на карьерах, Вестник Кыргызско-Российского Славянского Университета, 2009, т. 9, № 11, с. 118–123.
3. Артемьев В.Б., Коваленко В.А., Каинов А.И., Опанасенко П.И., Исаченков А.Б. Современные информационные технологии в подготовке и проведении БВР на угольных разрезах СУЭК, Уголь, 2012, №11, с.6-14.
4. Белкина Т.А. Геологическое сопровождение отработки Олонь-Шибирского месторождения с использованием возможностей ПТК «Blast Maker», Передовые технологии на карьерах: сборник докладов, Бишкек: КРСУ, 2015, с.65-67. ДТ



В рамках автоматизированной подготовки производства компания Blast Maker® предлагает решение комплекса задач по проектированию технологических процессов

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРАХ

BLAST MAKER

ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТРУКТУРНАЯ СХЕМА



БАЗА ДАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

- Данные о свойствах горных пород.
- Характеристики используемых ВВ.
- Сведения о средствах КЗВ.
- Типовые схемы конструкций зарядов.
- Группы и типы профилей рельефа.
- Типы геологических данных.

ЦИФРОВАЯ КАРТА ПОВЕРХНОСТИ КАРЬЕРА

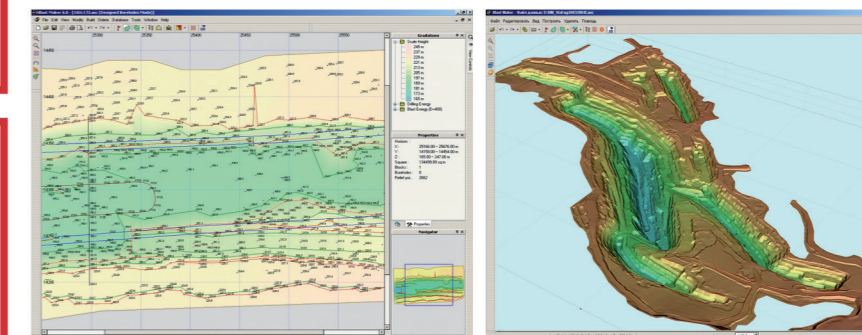
- Построение поверхности карьера.
- Визуализация карьерного поля.
- Горно-геометрический анализ.
- Цифровая модель месторождения

ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

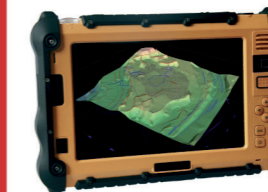
- Обработка данных с бурового станка.
- 3D визуализация пространственного распределения свойств пород и рудных тел.
- Ввод и обработка данных геологических изысканий.
- Расчет средних содержаний и тоннажа ПИ.

СОСТАВ КОМПЛЕКСА:

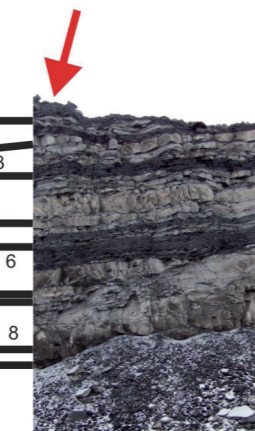
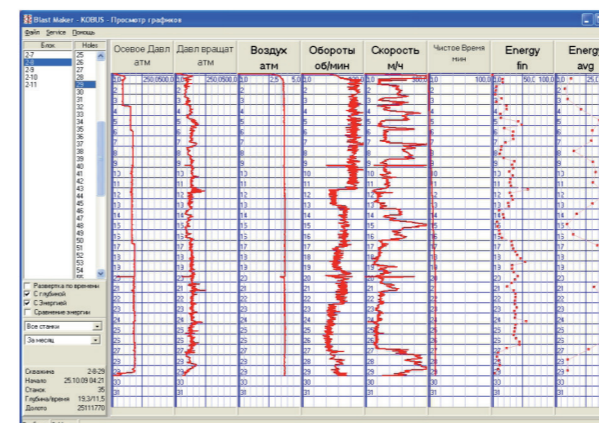
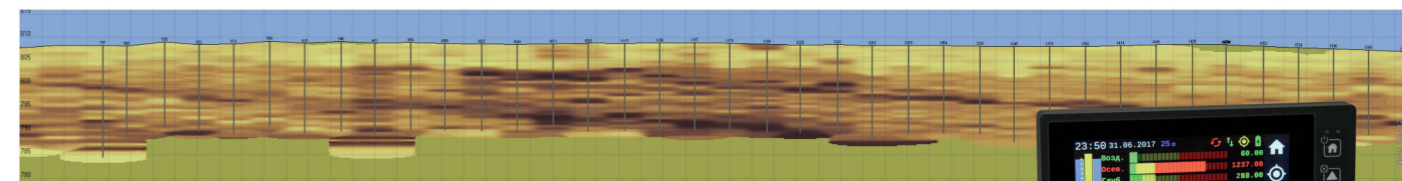
- Система непрерывного сбора данных с буровых станков Кобус.
- Цифровая карта поверхности карьера.
- Цифровая модель месторождения.
- Система оценки влияния характеристик взрывчатых веществ и свойств разрушаемого массива на распределение энергии взрыва.
- Модель прогнозирования зон разрушения с учетом главных параметров системы «заряд-среда».
- Система контроля технологических параметров.



МОБИЛЬНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ БВР «BLAST MAKER TABLET» ПОЗВОЛЯЕТ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ:



- производить контроль технологических параметров;
- редактировать параметры проекта на взрыв;
- вводить данные в систему "Blast Maker" в режиме реального времени;
- выполнять корректировочные расчеты.



КОНТРОЛЛЕР СБОРА ДАННЫХ «КОБУС» ОБЕСПЕЧИВАЕТ НАВИГАЦИЮ БУРОВОГО СТАНКА НА СКВАЖИНУ И РЕГИСТРАЦИЮ:

- параметров работы бурового станка;
- глубину бурения;
- координат устьев скважин и положения станка;
- углов разворота станка на плоскости;
- угла наклона мачты;
- других технологических данных бурового станка.