

## Автоматизированная система сбора данных с буровых станков «Кобус»

А.О. Киселев ([kiselev@blastmaker.kg](mailto:kiselev@blastmaker.kg))

Институт коммуникаций и информационных технологий  
Кыргызско-Российского Славянского Университета

Программно-технический комплекс (ПТК) Blast Maker предназначен для автоматизированного проектирования массовых взрывов на карьерах. Комплекс включает в себя набор технических и программных средств для сбора данных о свойствах массива горных пород, называемый автоматизированная система сбора и передачи данных с бурового станка (далее по тексту – АССД БС КОБУС, или система КОБУС), и программный пакет, именуемый САПР БВР Blast Maker, обеспечивающий анализ и использование данных о свойствах массива горных пород. В процессе обуривания блока станками, оснащенными оборудованием КОБУС, регистрируется массив данных, характеризующих энергетические показатели процесса бурения каждой скважины по глубине (давление воздуха, давление вращателя, осевое давление, скорость проходки, скорость вращения бурового става). Эти показатели затем обрабатываются, и на их основе вычисляется энергоёмкость бурения для каждого метра скважины. По полученной энергоёмкости, при наличии информации по координатам устьев скважин, формируется трехмерная модель распределения энергоёмкости бурения массива, что дает возможность оптимизировать распределение заряда ВВ как по скважинам, так и по глубине скважин. Эта задача решается в САПР БВР Blast Maker.

Рассмотрим подробнее функциональные возможности АССД БС КОБУС. Установка на буровые станки оборудования «КОБУС»<sup>®</sup> Программно Технического Комплекса «Blast Maker»<sup>®</sup> позволяет создать обширную и объективную компьютерную базу данных о процессе бурения. Основным преимуществом контроллера бурового станка «КОБУС»<sup>®</sup> является автоматическая регистрация параметров с различных датчиков в процессе бурения. Это обеспечивает сбор объективных данных для каждой скважины по времени, глубине, режиму бурения, количеству затраченной энергии на бурение любого интервала по глубине и по времени бурения. Эта информация может быть проанализирована как в режиме реального времени, так и за любой промежуток времени с начала сбора данных по всевозможным направлениям, а принятые выводы и решения будут иметь под собой надёжную базу.

Безусловно, проектирование оптимальных взрывных блоков - это главное направление ПТК Blast Maker, которое более подробно освещается в других докладах специалистов. Однако предоставляемая комплексом возможность изучения накопленной базы данных открывает широкий простор для выполнения анализа по различным направлениям производственной деятельности горнодобывающего предприятия: мониторинг и анализ эффективности использования бурового инструмента, сравнительный анализ мастерства операторов бурения с целью определения наиболее эффективных приёмов и режимов бурения, изучение накопленной базы данных в зоне поверхности рабочего борта карьера с целью определения оптимальной конфигурации окончательного борта, и других.

Немаловажным является и то, что руководитель буровых работ получает возможность в режиме реального времени, не выходя из кабинета, проконтролировать и проанализировать работу по любому буровому станку или оператору, номеру блока и номеру скважины: глубину забоя, параметры режима бурения, производительность, выполнение плана и, при необходимости, оперативно внести коррективы в производственный процесс. Такая прозрачность процесса бурения в значительной степени дисциплинирует коллектив и способствует повышению эффективности ведения буровзрывных работ.

Таким образом, можно выделить основные задачи, решаемые АССД БС КОБУС:

- контроль режимов основных узлов бурового станка;
- представление данных для картирования карьера по физико-механическим свойствам на основании данных, непрерывно получаемых в процессе бурения взрывных скважин;
- получение информации о бурении в режиме реального времени;
- оценка производительности долот;
- диспетчеризация бурового участка;
- съем фактических координат, навигация.

Структурная схема установки АССД БС КОБУС показана на рис.1. На предприятии разворачивается радиосеть (или используется уже существующая). Все буровые станки оснащаются оборудованием Кобус (это датчики, прибор Кобус, ГНСС приемник, радиомодем и пр.). На сервере, подключенном к радиосети предприятия, устанавливается программное обеспечение системы (система управления базой данных, ПО БС «Кобус», вспомогательные утилиты и пр.). С этого момента вся информация, собираемая со станков, начинает поступать на сервер системы Кобус и сохраняться в базе данных. Для использования этой информации любой отдел может подключиться к серверу через локальную сеть предприятия и получать необходимые отчеты или проконтролировать работу оборудования в режиме реального времени.

Радиосеть для работы системы Кобус может быть построена на использовании любой современной технологии построения цифровой радиосети. Например, это может быть как стандарт 802.11b, так технологические решения на базе MESH, при небольшом количестве станков и несложной геометрии карьера возможно использование одноканальных радиомодемов. Рекомендуется использовать радиосеть, построенную на базе MESH технологий и оснащать ею не только буровые станки, но и на экскаваторы, и другую технику для улучшения многосвязности сети.

Поскольку никакая радиосеть не может гарантировать полную работоспособность и абсолютное радиопокрытие, в приборе Кобус есть внутренний буфер на 1 месяц автономной работы. При выходе из радиотени или при восстановлении радиосети, все данные накопленные прибором автоматически передаются на сервер.

Стандартный набор подключаемых датчиков состоит из датчика глубины, датчика осевого давления, датчика давления вращателя, датчика давления воздуха, датчика скорости оборотов штанги для гидравлического станка. Для электрических станков вместо датчиков осевого и вращательного давлений используются датчики тока и напряжения якоря двигателя. Кроме того, к прибору Кобус можно подключить датчики угла наклона мачты, датчик уровня топлива, а также два высокоточных ГНСС приёмника. На этом список дополнительных датчиков не заканчивается и по согласованию с предприятием может быть установлено множество других датчиков. Таким образом, используемый набор подключенных датчиков позволяет объективно измерять такие показатели, как:

- Усилие на забой
- Скорость проходки
- Затраты энергии на бурение любых участков скважин
- Координаты устьев скважин
- Углы наклона скважин
- Режимы работы вращателя
- Расход топлива
- Автоматическое определение режимов работы бурового станка

При этом следует отметить, что для диспетчеризации бурового участка и построения большинства отчетов максимально важным датчиком является глубиномер. Он может быть как уже существующий, так и быть отдельно заказываемой опцией. Прибор Кобус может подключаться к любому типу глубиномера.

Техническая база, заложенная в аппаратное обеспечение системы Кобус, может быть легко расширена для установки на другую технику, в том числе экскаваторы, погрузчики и самосвалы.

Помимо сбора и передачи данных с датчиков, прибор имеет экран и клавиатуру для взаимодействия с буровым мастером. На экране отображаются разнообразные параметры, например, такие, как:

- номер буримого блока;
- номер текущей скважины;
- положение бурового инструмента;
- уровень, до которого уже пробурена скважина;
- серийный номер долота;
- табельный номер машиниста и помощника;
- текущая дата и время;
- измеряемые и вычисляемые параметры;
- простои;
- пробуренные за смену метры;
- текущее состояние контрольных узлов системы Кобус.

При этом буровой мастер может вводить идентификационные номера долота, табельные номера свой и помощника, текущий вид простоя, при отсутствии высокоточных ГНСС приемников также номер блока и скважины, и некоторые другие параметры.

Система Кобус позволяет обмениваться короткими сообщениями между диспетчером и буровыми мастерами.

Структура базового программного обеспечения системы Кобус представлена на рис.2.

Всё взаимодействие с системой осуществляется через локальную сеть предприятия посредством использования сетевых подключений к базе данных. Система построена с расчетом минимального участия административного воздействия. Накопленные данные автоматически архивируются. Система регулярно выполняет репликации базы данных. Система многопользовательская и позволяет подключаться неограниченному количеству пользователей. Все данные, хранящиеся в системе и построенные на них отчеты, можно просмотреть при помощи использования клиентского программного обеспечения АССД БС Кобус. Данные, получаемые с датчиков в процессе бурения скважины, позволяют увидеть реальные значения параметров процесса, таких как глубина скважины, время бурения, скорость проходки, обороты бурового става, давление воздуха на забой, давление вращателя бурового става, давление на забой, ток и напряжение вращателя (в случае электрического станка), наклон скважины и др. (рис.3).

Кроме того, благодаря использованию высокоточных двухантенных приемников системы GPS/ГЛОНАСС, становится возможным получение точных координат скважин и их азимута (для наклонных скважин), а так же высотной отметки устья скважины, вычисляемых на основе спутниковых данных.

Используя известные алгоритмы, на основе полученных данных вычисляется удельная энергоёмкость бурения. Энергоёмкость бурения позволяет вычислить крепость породы и индекс буримости. Полученные данные позволяют построить профиль по каждой скважине, отображающий «крепость» породы по глубине в зависимости от затраченной на бурение энергии.

Данные о технологических операциях бурового станка предоставляют информацию о действиях, которые имели место в процессе работы бурового станка. Обычно на предприятии каждое действие бурового станка отслеживается диспетчером, имеющим в качестве основы так называемое дерево простоев. Как правило, список простоев разбит на категории (планируемые, не планируемые, вспомогательные простои и т.д.), каждая из

которых может иметь свои подкатегории (регламентные работы, механические работы, организационные работы и т.д.). В конечном итоге данная информация служит для определения эффективности использования оборудования на предприятии. Каждый простой обрабатывается и подтверждается диспетчером с использованием специализированного ПО (рис.4).

Кроме того, система позволяет получать информацию о производительности каждого бурового станка, а также каждого машиниста в отдельности (по пробуренным метрам, скважинам), вести статистический учет использования шарошечных долот, что, в конечном итоге, позволяет получить представление о «стойкости» того или иного долота на различных типах пород и при различных режимах бурения.

Наиболее интересной подсистемой является модуль «Координаты» (рис.5). Применение в составе системы высокоточного GPS/ГЛОНАСС оборудования позволяет значительно расширить ее возможности. Внедрение подсистемы «Координаты» позволяет дополнительно к существующим возможностям ПТК:

- автоматически определять фактические координаты пробуренных скважин с точностью  $\pm 0,25$ м, с привязкой к буровому мастеру, номеру скважины и всем измеряемым технологическим параметрам бурения, и передачу этих координат на сервер и в программный пакет САПР БВР,

- буровому мастеру на экране прибора «КОБУС»<sup>®</sup> визуальное представление проекта на бурение и текущее местоположение бурового станка, выбирать номер блока и номер скважины непосредственно по изображению на экране, без ввода цифр номера с клавиатуры, для этого проект на бурение по радиоканалу передается на приборы «КОБУС»<sup>®</sup> буровых станков,

- диспетчеру в реальном времени представлять фактическое местоположение всех буровых станков и текущие данные по ним с использованием клиентской программы.

Наличие точных координат реальных скважин, информации о наклоне, азимуте и глубине каждой из них, позволяет отказаться от маркшейдерской съемки пробуренного блока и внести коррективы в проект на взрыв в соответствии с полученными данными.

Внедрение подсистемы «Навигация» может быть осуществлено после внедрения подсистемы «Координаты». Система в полной комплектации реализует позиционирование станка. Для этого паспорт на бурение по радиоканалу передается на бортовой контроллер «КОБУС»<sup>®</sup>. Отображаемые на экране прибора проектные координаты скважин позволяют в реальном времени позиционировать станок на выбранную скважину по проекту (рис.6). При этом точность следования не будет зависеть от многих внешних факторов, таких как погодные условия, снежный покров или ночное время. Так же отпадает необходимость вынесения координат скважин на блок, на что в среднем тратится до 40% времени подготовки блока к взрыванию.

При наличии координатной информации устьев скважин, записанных параметрах бурения по каждой скважине и рассчитанной энергоемкости можно строить цифровые трехмерные модели с возможностью визуализировать залегание слоев твердых или мягких пород (рис.7).

Система «КОБУС»<sup>®</sup> также содержит в себе набор программного обеспечения для обслуживания системы, позволяющего:

- создавать и редактировать отчеты и их древовидную структуру,
- обновлять программный код контроллеров,
- производить мониторинг работы контроллера, датчиков, приемников навигационных спутниковых приемников, абонентских терминалов радиосвязи с целью выявления возможных неисправностей системы (рис.8),
- редактировать дерево простоев (рис.9),
- управлять основными данными системы,
- самостоятельно добавлять новые приборы в систему.

Таким образом, использование автоматической системы сбора данных с буровых станков «КОБУС»<sup>®</sup> позволяет получить значительный эффект благодаря:

- уменьшению количества перебуров и недобуренных скважин,
- определению энергоёмкости бурения и, как следствие, относительной крепости породы,
  - определению границ залегания пластов полезного ископаемого или рудного тела,
  - своевременной работе служб снабжения и главного механика,
  - навигации буровых станков,
  - увеличению точности расположения и глубин пробуриваемых скважин согласно паспорту на бурение,
- улучшению проработки подошвы,
- уменьшению затрат на маркшейдерские работы,
- уменьшению затрат на диспетчеризацию буровых станков,
- отслеживанию технологических операций диспетчером и сведению непроизводительных задержек к минимуму за счет более оперативного реагирования на их возникновение,
  - мониторингу стойкости шарошечных долот и другого бурового инструмента,
  - переводу документооборота в электронную форму.