УДК 622.23.271.232.7

А.А.КУЛЕШОВ
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ МЕХАНИЗАЦИИ ОТКРЫТЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Рассмотрены и проанализированы основные тенденции развития средств комплексной механизации добычных работ на подземных и открытых работах на угольных шахтах и разрезах, в горно-рудной промышленности. Приведены некоторые показатели эффективного использования оборудования. Показаны основные направления конструктивного совершенствования комплексов горных машин и методов эксплуатации.

In this article it is considered and analyzed the basic tendencies of development of means of complex mechanization on underground and open-pit works in the mining industry. Also it is shown some parameters of an effective exploitation of the equipment. And, at last, it is said about basic directions of constructive perfection of complexes of mining machines and methods of operation with them.

В начале XXI в. основные тенденции в развитии средств механизации добычных работ можно сформулировать следующим образом:

- создание машин с повышенной энерговооруженностью в связи с ухудшением горно-технических условий разработки;
- уменьшение металлоемкости машин в связи с возможностями применения в металлоконструкциях новых материалов;
- разработка для конкретных условий эксплуатации не одной, обычно ведущей машины, а системы машин с согласованными техническими характеристиками и параметрами, позволяющей выполнять весь технологический цикл по добыче полезного ископаемого и сдаваемого заказчику «под ключ»;
- создание комплекса машин с увеличенным ресурсом (увеличение ресурса горных машин является в настоящее время основной задачей машиностроителей);
- оснащение машин дополнительными устройствами и системами, позволяющими эксплуатировать машины вообще без оператора либо с дистанционным управлением и осуществлять мониторинг состояния машины в любой наблюдаемый момент времени;
- оснащение машин бортовыми системами учета и контроля работы, диагностики узлов с системами диспетчеризации с использованием систем глобального позиционирования (GPS) на основе спутниковой связи;
- переход системы технического обслуживания машин от директивной к обслуживанию по состоянию с внедрением самых современных средств технической диагностики.

Рассмотрим более подробно эти направления для открытых и подземных работ.

Открытые работы. Открытым способом в России добывается в настоящее время 65 % угля, 92 % железной руды, свыше 70 % руд цветных металлов, 100 % горнохимического фосфоросодержащегося сырья, 100 % сырья для производства строительных материалов, практически 100 % алмазосодержащих руд.

После резкого падения производства в 90-х годах XX в. за последние 6-7 лет положение значительно улучшилось, и большинство горных предприятий сумело накопить оборотные средства для замены физически изношенного и морально устаревшего оборудования. В начале XXI в. наблюдается интенсификация этого процесса, что дало толчок к увеличению выпуска продукции машиностроительных заводов для горнодобывающей промышленности, хотя до до-

реформенных объемов производства пока далеко.

Основной проблемой на буровых работах продолжает оставаться качество дробления горной массы. Здесь присутствуют две противоположные тенденции:

- увеличение диаметра взрывных скважин с 250 мм (станок шарошечного бурения СБШ-250Н) до 270 и даже 320 мм;
- уменьшение диаметра скважин до 150-170 мм и сгущение сетки скважин.

Вторая тенденция характерна для зарубежных карьеров, на которых применяется высокопроизводительное буровое оборудование фирмы «Ingersoll-Rand» (США), скорость бурения которых более чем в 2 раза выше, чем у станков СБШ-250Н. Некоторые отечественные горные предприятия закупили такие станки и освоили их. Согласно опыту эксплуатации, один такой станок заменяет два станка СБШ-250Н. Кроме ОАО «Гормаш» (г. Воронеж), производство станков СБШ-270 (диаметр скважин 270 мм) освоил ОМЗ «Ижорские заводы».

Каких-то революционных изменений, по крайней мере, в последние 10 лет, не произошло. Идет кропотливая работа по совершенствованию конструкций бурового оборудования, повышению его ресурса, улучшению условий работы операторов (автоматизация процесса, повышение безопасности). Много сделано в последние годы по повышению качества бурового инструмента, особенно долот. Разработаны и применяются долота режущего действия с зубчато-дисковыми шарошками при бурении в сложноструктурных породах.

Основу выемочно-погрузочного оборудования на угольных разрезах и рудных карьерах России составляют экскаваторы ЭКГ-5А, ЭКГ-10И, ЭКГ-15И и ЭКГ-20 производства ОМЗ «Уралмаш – Ижорские заводы». Опытные образцы гидравлических экскаваторов отечественного производства с ковшом вместимостью 5,5 и 12 м^3 не получили дальнейшего развития. Поэтому ряд предприятий закупил такие экскаваторы за рубежом (в Германии, США, Японии), где уже давно налажен серийный выпуск гидравлических экскаваторов с ковшом вместимостью до 40 м^3.

Провальным для отечественного экскаваторостроения оказался 20-летний период с 1985 по 2005 г., когда, по сути, не было создано ни одной принципиально новой модели экскаватора. Были преданы забвению (в основном, по субъективным причинам) планы создания экскаватора-мехлопаты с ковшом 30-35 м^3 и только в 2002 г. на ОМЗ «Уралмаш – Ижорские заводы» приступили к разработке нового, 15-кубового, экскаватора ЭКГ-1500 и технического проекта экскаватора-мехлопаты с ковшом 30-40 м^3. Однако главное направление в экскаваторостроении – освоение серийного выпуска гидравлических экскаваторов с вместимостью ковша от 5 до 40 м^3 – у нас практически не развивается, и отставание от Запада здесь еще более увеличивается.

При разработке известняков и других пород малой и средней крепости в последнее время нашли широкое применение за рубежом специальные комбайны. Для карьеров малой и средней мощности используются компактные экскавационные машины, осуществляющие разработку в процессе непрерывного перемещения всей машины. Выделяются карьерные комбайны «Sarface Miner» (SM), предназначенные для послойного фрезерования отработанного слоя. Эти машины имеют самую большую производительность и энерговооруженность, обеспечивают более высокие усилия черпания по сравнению с другими машинами этого класса (KSM, EAST, MTS и др.). Расположение широкозахватного фрезерного рабочего органа внизу рамы машины позволяет по сравнению с консольными стрелами в 2-3 раза снизить габариты и массу машины, разрабатывать более крепкие породы при тонкослоевой разработке. Для разработки более крепких пород нужно переходить от резцового вооружения исполнительного органа к зубчато-дисковым шарошкам и комбинированному инструменту.

Буровзрывная технология на карьерах имеет известные существенные недостатки. Нужно искать методы и средства безвзрывного способа разработки крепких горных пород.

Перемещение горной массы от забоев к приемным пунктам осуществляется в основном автотранспортом, на долю которого в настоящее время приходится примерно 75 % всей добываемой открытым способом горной массы.

Основные тенденции развития средств карьерного автотранспорта следующие:

• увеличение грузоподъемности автосамосвалов до 300 т и более; во всем мире сейчас эксплуатируется свыше 100 таких машин; разрабатываются проекты создания самосвалов грузоподъемностью 450-500 т;

• переход на электротрансмиссию переменно-переменного тока, что значительно повышает ее ресурс и в целом надежность, уменьшает металлоемкость;

• компьютеризация машин; один-три компьютера позволяют отслеживать и оптимизировать работу всех систем и узлов машины, значительно облегчить работу оператора;

• увеличение ресурса автосамосвалов до 1,0-1,5 млн км пробега (14-15 лет службы до списания).

Несмотря на значительное повышение в последние годы качества автосамосвалов производства ПО «БелАЗ» и расширение их типажа, на российских горных предприятиях, к сожалению, усиливается тенденция закупки самосвалов у зарубежных фирм «Caterpiller», «Euclid» и др., что в большинстве случаев, по нашему мнению, не является оправданным из-за очень высокой цены, обычно в 2 раза превышающей цену аналогичной модели автосамосвалов БелАЗ.

С понижением горных работ в карьерах до 300-500 м обостряется проблема перехода на комбинированную схему транспорта с применением автомобильного транспорта в карьере и конвейерного на борту карьера. Развивается новое направление разработки с устройством на борту карьера крутонаклонных конвейеров или различного рода подъемников, например автомобильных. Такие подъемники разработаны и запатентованы. Однако ни один машиностроительный завод в России крутонаклонных конвейерных подъемников не изготавливает. К их выпуску готов Ново-Краматорский машиностроительный завод, но пока нет заказчиков*. Расчеты показывают, что применение крутонаклонных конвейеров снижает капитальные затраты в 1,5-1,8 раза, а себестоимость транспортирования – в 1,5 раза.

Подземные горные работы. В угольной отрасли увеличивается интенсивность отработки пологонаклонных пластов в относительно благоприятных горно-геологических условиях, господствующее положение в которых, естественно, занимает комплексно-механизированная добыча в длинных очистных забоях, в основном, при столбовой разработке с управлением кровли полным обрушением.

Передовые шахты ориентируются как на отечественное (комплексы КМ138, КМ142, КМ144), так и зарубежное оборудование. На ряде шахт применение надежной, высокопроизводительной зарубежной техники явилось фактором наращивания объемов добычи, увеличения производительности труда рабочих за счет сокращения времени вспомогательных операций, уменьшения численности персонала добычных участков, сокращения доли ручного труда на концевых участках лав.

Следует отметить, что технология очистных работ в основных угледобывающих странах не имеет принципиальных отличий от аналогичных работ в России. Это касается длинных очистных забоев. В ЮАР находит применение камерно-столбовая высокомеханизированная технология очистных работ, которая часто бывает более экономически целесообразной.

В развитии техники можно выделить следующие тенденции:

• преимущественное применение щитовой механизированной крепи, поддерживающе-оградительных, двух- и четырехстоечных секций, увеличение их массы и габаритов;

• повышение всех основных параметров оборудования комплексных механизированных забоев (единичной мощности электродвигателей, ширины захвата – до

* *Панков В.А.* Производство горного оборудования – одно из ведущих направлений ОАО НКМЗ // Горные машины и автоматика. 2005. № 1.

1,0 м, напряжения сети – до 4160 В, скорости подачи – более 20 м/мин);

• увеличение длины лавы до 250-300 м, длины столба до 1500-3000 м и ограничение этих параметров только по горно-геологическим условиям.

Очистное оборудование для высокопроизводительных комплексно-механизированных забоев разработано и выпускается по индивидуальным заказам для конкретных условий эксплуатации. В настоящее время отсутствуют критерии сравнительной эффективности новой очистной техники. Конкурентоспособность очистного оборудования предлагается оценивать по совокупности показателей (производительность, ресурс машины, затраты на ее приобретение и эксплуатацию).

Энергоемкость резания и погрузки угля на забойный конвейер в условиях малозольных угольных пластов на шахтах США составляет 0,3-0,35 кВт·ч/т добытого угля, на шахтах ЮАР, где добывают вязкие и крепкие угли, 0,35-0,45 кВт·ч/т, на шахтах России 0,3 кВт·ч/т при наличии породных прослоев и до 0,55 кВт·ч/т при добыче рядового угля, на шахтах Германии – от 0,35 до 0,65 кВт·ч/т, в условиях рудников Солигорска – от 0,7 до 1,0 кВт·ч/т руды*. Одним из важных показателей эксплуатации очистных комбайнов является коэффициент машинного времени: на шахтах России он равен 0,3-0,4, Германии – 0,6, США – 0,7 и более.

К сожалению в сфере угольного машиностроения в РФ не осталось ни одного завода, кроме Юргинского, которые бы могли производить очистные комплексы на уровне мировых образцов. Поэтому шахты вынуждены иногда закупать импортную технику.

На подземных рудниках можно выявить в качестве основных следующие тенденции развития механизации добычных работ:

• почти повсеместное применение импортного бурового и погрузочно-доставочного оборудования;

• использование на рельсовом транспорте высокочастотных электровозов и большегрузных вагонов (10-25 т) с разгрузкой через дно, т.е. отказ от круговых опрокидывателей;

• применение подземных дробильно-перегрузочных узлов с выдачей руды на поверхность наклонным ленточным конвейером;

• применение на проходке выработок даже в крепких породах проходческих комбайнов, позволяющих в несколько раз увеличить скорость проходки по сравнению с буровзрывным способом.

Для бурения шпуров при проходке выработок весьма эффективны самоходные буровые установки «Миниматик», а для бурения взрывных скважин при применении системы массового этажного обрушения – буровые установки «Соло» фирмы TAMROK (Финляндия).

При использовании мобильного самоходного оборудования ряд зарубежных горных предприятий (Кируна, Швеция и др.) перешел на полную автоматизацию процесса загрузки, движения машин с грузом и порожняком и разгрузку с диспетчерского пункта, находящегося обычно на одном из добычных горизонтов.

Для повышения эффективности эксплуатации технологического оборудования разрабатываются и внедряются системы мониторинга с передачей накопительной информации за смену, месяц, год в центральный диспетчерский пункт, где эта информация обрабатывается, а затем используется по назначению различными должностными лицами.

---

* *Титов С.В.* О критериях качества и конкурентоспособности очистного оборудования / С.В.Титов, Б.К.Мышляев // Горные машины и автоматика. 2005. № 1.