УДК 622.261.2:622.61:622.62.627

А.А.КУЛЕШОВ, В.Ю.КОПТЕВ
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ САМОХОДНОГО ПНЕВМОКОЛЕСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОХОДКИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Рассмотрен опыт применения самоходного пневмоколесного оборудования на проходке горных выработок и определены направления повышения эффективности эксплуатации.

Experience of application of the self-propelled pneumowheel equipment on drivage with blasting technigue mountain developments working is considered and directions of increase of efficiency of operation are determined.

Самоходное пневмоколесное оборудование применяется на подземных горных предприятиях, добывающих крепкие руды буровзрывным способом разрушения горных пород. Широкое применение обусловлено высокой мобильностью и маневренностью, приспосабливаемостью к изменению дорожных условий, возможностью применения на нескольких технологических операциях, быстрым перемещением и изменением места работы, большим преодолеваемым уклоном (до 210 ‰) и др. На проходческих работах повышается производительность в 1,5-2 раза, появляется возможность одновременного ведения работ в нескольких выработках с выполнением нескольких операций одной машиной.

Самоходное оборудование применяется для бурения, уборки взорванной горной массы, крепления и оформления горных выработок, доставки строительных (закладочных) материалов, перемещения проходчиков к месту работы, подвозки оборудования, запасных частей машин и др.

Сегодня рынок предлагает горным предприятиям большой выбор самоходной техники зарубежного изготовления. Отечественная промышленность, кроме двух-трех типоразмеров самоходных вагонов, погрузочно-доставочных, погрузочно-транспортных машин и машин для перевозки людей, ничего не производит. Номенклатура выпускаемой техники значительно уступает предлагаемой зарубежными производителями.

При использовании самоходного оборудования на добычных работах требуются комплексы самоходных машин для строительства и поддержания требуемого качества дорог, выработок, перемещения грузов. Например, самый большой парк самоходного оборудования имеет ОАО «ГМК Норильский никель», на пяти рудниках которого применяется более 500 единиц подземного самоходного оборудования, а объем средств на обновление техники в 2006 г. составил 900 млн руб.

Ряд новых горных предприятий, ведущих доработку полезного ископаемого и использовавших ранее открытый способ добычи, переходит на транспортные схемы с самоходным оборудованием. Это «Оленегорский» и «Кирогорский» рудники (ОАО «Олкон»), алмазные рудники «Мир» и «Интернациональный» (АК «Алроса») и др.

ОАО «Олкон» приобрел на 52 млн руб. самоходное оборудование финской фирмы NORMET CORPORATION, специализирующейся на производстве вспомогательной техники для ведения подземных горных работ. Зарядная машина Charmek 6705 предназначена для высокопроизводительной механизированной зарядки взрывчатых веществ в горных выработках. Машина снабжена навесным зарядным оборудованием, емко-

стями для взрывчатых веществ, зарядными шлангами для одновременной работы двух-четырех взрывников, устройствами управления, изолированным хранилищем для детонаторов и компрессором зарядного воздуха. Подъемная стрела и люлька предназначены для зарядных работ на высоте до 8,4 м. Машина соответствует европейским нормам безопасности для самоходных машин и подъемных механизмов. Skamek 2000S – проходческая машина для безопасной и эффективной подземной выработки. Это мобильная машина-кровлеоборщик. Ее стрела разработана специально для проходческих работ и обеспечивает надежность обслуживания и безопасность машиниста. Стрела обладает гибкой и уникальной траекторией движения, имеет значительную область захвата. Стрелу можно использовать и как подъемный мини-кран. Multimek 6600 – многофункциональный масло- и топливозаправщик, обеспечивает заправку и ревизию техники, работающей на проходке. С помощью этой машины заправка осуществляется проще и быстрее, без вывоза каждой единицы техники на поверхность.

Рассмотрим парк самоходных машин Объединенного Кировского рудника ОАО «Апатит», насчитывающий более 120 единиц техники. По технологическим признакам применяющиеся машины можно разделить на три группы:

- технологические, в основном используемые на добыче руды – погрузочно-доставочные машины (ТОРО, ПФЛ, ЛК, ЛФ, ПД), подземные автосамосвалы (ТОРО), установки для бурения шпуров (МИНИМАТИК, МОНОМАТИК, АКСЕРА и пр.), установки для бурения скважин (СОЛО, СИМБА);
- машины для строительства и проходки горных выработок: оборщики кровли (СКЕЙЛЕР, СКАЙМЕК), машины для крепления выработок (КАБОЛТ), установки для торкретирования выработок (СПРЕЙМЕК), миксеры (ПАУС, НОРМЕТ), подземные автосамосвалы (ТОРО), погрузочно-доставочные машины (ЛК, ЛФ, ПД);
- машины вспомогательного назначения – машины для перевозки взрывчатых материалов и рабочих по выработкам (ПАУС), дизель-генераторы (модернизированные на базе устаревшей техники) и др.

На предприятии в последние годы осуществлялись закупки импортного бурового, вспомогательного и погрузочно-доставочного оборудования и организована современная ремонтная база.

Самоходные машины очень дорого стоят, например ПДМ ТОРО-400Е и буровые установки «Аксера Д-06» и «СОЛО-07-10Ф» стоят около 500 тыс.дол. США, ПДМ «ПАУС» ПФЛ-18 – 200 тыс.дол. США, оборщик кровли СКАЙМЕК – 460 тыс.дол. США.

Простой техники влечет за собой значительные финансовые потери, связанные с недопроизводством продукции и невыдовыполнением плана работ. Например, час работы погрузочно-транспортной машины ТОРО-400Е при использовании на добыче руды составляет 80-90 дол. США.

При соблюдении условий соответствия сечений выработок, проветривания, параметров загрузки-разгрузки техническим характеристикам применяющихся машин факторами эффективного применения самоходной техники для повышения темпов проведения горных выработок и улучшения технико-экономических показателей строительства подземных сооружений и шахт является комплексная механизация основных и вспомогательных проходческих процессов. Основными принципами организации скоростного проведения горных выработок являются:

- максимальное совмещение процессов транспортирования с другими процессами, такими как бурение, заряжание, взрывание, приведение забоя в безопасное состояние, возведение крепи, наращивание трубопроводов, прокладка силовых и световых кабелей, водоотлив и др.;
- непрерывная погрузка горной массы;
- организация многозабойной работы;
- сокращение продолжительности операций разминовки встречных машин;
- доставка с поверхности в забой материалов и грузов в контейнерах и пакетах и механизация их погрузочно-разгрузочных работ;

• организация бригадного подряда, совмещение профессий членами бригады.

Наиболее эффективными комплексами самоходного оборудования для транспортирования горной массы при добычных и проходческих работах можно считать следующие:

• погрузочная машина и подземный автосамосвал;

• погрузочно-доставочная машина, загружающая подземный автосамосвал;

• бункер-перегружатель и самоходный вагон (для калийных рудников).

По отзывам горняков хорошо зарекомендовали себя погрузочно-доставочные машины TORO, технические характеристики которых приведены ниже:

	151D	150E	300D	350E	400D	400E	501D	500E
Грузоподъемность, т	3,5	3,2	6,2	8,0	9,6	9,6	14,0	13,2
Собственная масса, т	8,7	8,8	14,5	23,8	22,8	29,0	34,0	34,0
Вместимость ковша, $м^3$	1,5	1,3-1,5	2,7-3,3	3,2-5,4	4,3	4,3	5,25	4,3-7,5
Рекомендуемое сечение выработки, $м^3$	7-9	7-9	12-14	12-14	12-14	12-14	13-14	14
Рекомендуемое расстояние откатки, м	80	–	200	–	250	–	300	–
Радиус поворота, м	4,7	6,2	6,4	6,8	6,4	6,6	7,1	7,5
Тип привода	Диз.	Эл.	Диз.	Эл.	Диз.	Эл.	Диз.	Эл.
Длина кабеля, м	–	90	–	210	–	220	–	240
Мощность двигателя, кВт	52	55	102	110	158	132	204	200
Габаритные размеры, мм:								
длина	6970	6900	8470	9500	9363	9633	10320	10560
ширина	1480	1400	2100	2400	2440	2505	2730	2900
высота по кабине	1740	1700	2150	2400	2320	2320	2600	2480
высота с поднятым ковшом	3600	3800	4597	5050	5170	5170	5800	5570

Анализ разработок ведущих фирм производителей самоходной техники и представляемых ими на выставках экземпляров машин для проходки и крепления подземных горных выработок выявил основные направления совершенствования самоходной техники:

• повышение производительности и возможность механизированного возведения крепи;

• повышение безопасности и эргономических требований к месту управления машиной и снижение усилий для выполнения этих операций;

• расширение областей применения на рабочих операциях (их совмещение);

• повышение автоматизации управления и мониторинга эксплуатации (сокращается персонал и снижаются издержки).

Наиболее интересные разработки:

• Шарнирно-сочлененный автосамосвал Bell B50D (формула 6X6) грузоподъемностью 50 т южнокорейской компании BELL EQUIPMENT Co. SA Ltd.

• Шарнирно-сочлененные транспортные машины фирмы DBT GmbH (серии Un-A-Hauler) для выработок высотой от 965 мм с аккумуляторами большой емкости (от 1000 до 1500 А) и системой управления двигателей IGBT, позволяющими машине работать в течение рабочей смены.

• Малогабаритные установки для анкерования кровли фирмы SMAG SALZGITTER MASCHINTNBAU GmbH на базе шасси самоходной установки BW 50 S1. Установки FA 55 ED и FA 56 ED с электрическим и дизельным приводом управляются машинистом дистанционно, имеют линейный магазин на 20 анкеров и позволяют устанавливать анкера длиной до 2,2 м при минимальной высоте выработки 2,7 м.

• Применение фиброармированного металлической проволокой набрызг-бетона. На шахте «Клара» в Германии* разработана пневмоколесная шарнирно-сочлененная установка Meyco Cobra (со специальным насосом) и шахтный бетоновоз Universa 50 фирмы PAUS вместимостью 3 м^3. Прочность фиброармированного бетона выше, чем армированного арматурной сеткой на 11 кН. Повышается безопасность в призабойном пространстве за счет крепления (не требуется операция предварительного нанесения бетона и установки арматурной сетки) и при сильных деформациях не происходит вывал отдельных кусков. Небольшие габариты машин позволяют их использовать для крепления выработок набрызг-бетоном сечением от 18 до 30 м^2, а скорость крепления достигает 200 м/мес с обслуживанием одновременно трех забоев. Известные в тунелестроении машины (например, фирмы MBT MEYCO-EQUIHMENT), применяющиеся для этих целей, имеют бльшую производительность, но применяются для крепления тоннелей больших сечений.

Из отечественных серийно выпускаемых самоходных машин хорошо зарекомендовали себя самоходные вагоны и машины для перевозки людей.

Для калийной и угольной промышленности в Воронеже выпускаются машины для перевозки людей 1ВЛГА (на базе ВОМА) и проходческие самоходные вагоны, характеристики которых приведены ниже:

	5ВС15М	ВС30
Грузоподъемность, т	15	30
Вместимость кузова, м^3	8,6	15,5
Минимальный радиус поворота, м	8,5	17
Максимальный преодолеваемый угол наклона, град.	15	12
Напряжение, В	660	660
Дорожный просвет, мм	220	350
Масса, т	16,2	26,0
Габаритные размеры, мм:		
длина	8200	11070
ширина	2500	2900
высота	1750	1700

Машина для перевозки людей 1ВЛГА представляет собой четырехколесную машину на пневмошинном ходу с шарнирно сочлененной рамой, состоящей из двух полурам (передней и задней). Передняя полурама – это тягач от самоходного шасси 1ВОМ-01А. Задняя полурама – прицеп состоит из пассажирского салона, установленного на ведущем мосту, стояночного и рабочего тормозов. Мост прицепа конструктивно аналогичен мосту тягача.

Вращение на мост передается через карданный вал и опору. На мост эластично с помощью двух рессор и амортизаторов крепится кузов, который представляет собой сварную металлоконструкцию из листового и профилированного проката. Сверху кузов защищен крышей. В кузове перпендикулярно к оси движения устанавливаются сиденья пассажиров. Выход осуществляется через четыре дверных проема, выполненных в боковых стенках кузова. Соединение прицепа с тягачом осуществляется шарнирным устройством, для крепления которого в передней части тягача установлена втулка с коническим устройством. Конструкция шарнира позволяет поворачиваться тягачу и прицепу относительно друг друга на $\pm 15°$ в вертикальной и на $\pm 45°$ в горизонтальной плоскости. В результате обеспечивается касание дороги всеми четырьмя колесами.

Машина оснащена рабочим и стояночным тормозами. Рабочий тормоз колодочный с гидравлическим приводом на каждое колесо. Стояночный тормоз устанавливается на тормозном диске, расположенном между карданным валом и фланцем моста. Корпус тормоза крепится на кронштейне, укрепленном на корпусе дифференциала заднего моста. Машина управляется при помощи рулевого колеса через распределитель и два гидроцилиндра, которые смещают тягач относительно прицепа.

Техническая характеристика машины 1ВЛГА:

* *Неллес М.* Фиброармированный набрызг-бетон в проходческих забоях: концепция повышения производительности // Глюкауф, 2004. № 2. С.70-75.

Вместимость по сиденьям, чел.	25
Максимальная скорость движения по горизонтальному пути, км/ч	30
Максимальный уклон, преодолеваемый машиной с грузом, град.	15
Минимальный радиус поворота по внешнему габариту, м, не более	6
Колея, мм	1475
База, мм	4040
Дорожный просвет, мм:	
тягача	300
прицепа	260
Угол съезда тягача и прицепа, град.	16
Основные размеры, мм, не более:	
длина	8300
ширина	2000
высота	2400
Масса, т, не более	8,2

На кафедре горных транспортных машин СПГГИ для ряда горных предприятий выполнены исследования по совершенствованию работы самоходного транспорта, в том числе и для проходческих работ. В работах исследовались:

- параметры самоходного оборудования для существующих условий;
- повышение надежности эксплуатации;
- обоснование требуемого количества запасных частей;
- системы мониторинга эксплуатации и система сбора информации.

Установлено, что наиболее эффективной для транспорта породы будет схема, при которой количество отбитой горной массы за цикл проходки равно вместимости кузова транспортной машины. В этом случае затраты времени на уборку горной массы будут минимальны. Следовательно, увеличение грузоподъемности самоходных машин наиболее эффективно. При обеспечении загрузки автосамосвала наилучшей схемой является ПДМ – автосамосвал с рациональными плечами откатки, определяемыми расчетом.

Применение самоходного пневмоколесного оборудования повышает производительность и безопасность проходческих работ, позволяет вести многозабойную проходку и оперативно перераспределять машины. Для повышения эффективной эксплуатации требуется наличие ремонтной базы, поддержание качества дороги и выбор рациональных параметров транспортирования.