

УДК 622.272

О.В. Славиковский, Г.Н. Митрошин

ПОДЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ ГЕОТЕХНОЛОГИИ

Обосновано применение автосамосвалов в качестве основного транспортного средства при комбинированной геотехнологии.

Ключевые слова: месторождение, карьер, отработка, добычной забой, погрузо-доставочные машины.

За последнее десятилетие, как показала мировая практика, существенно возросла значимость комбинированной геотехнологии. В настоящее время в мире комбинированным способом ведут отработку месторождений свыше 2000 горнодобывающих предприятий.

Данная тенденция характерна и для Российской горнорудной промышленности.

На комбинированную геотехнологию переходят предприятия компании «Алроса», занимающей ведущее место в мире по добыче алмазов. Комбинированным способом ведут отработку месторождений Тишинский, Тырнаузский рудники и ряд других. Перспективы развития Оленегорского ГОКа, разрабатываемого железорудные месторождения, связаны с переходом на подземные работы. Целесообразность перехода на подземный способ разработки даже рассматривается для условий железорудных месторождений КМА, традиционно отработываемых карьерами большой производительной мощности (Михайловский, Стойленский).

Одной из основных причин является выход карьеров на проектную глубину ведения горных работ.

Аналогичная картина сложилась в Уральском регионе.

Характерной особенностью многих горнорудных предприятий Урала является переход с открытого способа разработки на подземный. Практически полностью перешли на подземные работы предприятия ВГОКа. Комбинированным способом ведут отработку месторождений Учалинский рудник, комбинат «Магнезит».

Предусматривается вести комбинированным способом отработку Таньерского, Софьяновского, Султановского месторождений, используя карьерное пространство проектируется доработка месторождений на руднике Молодежный, Учалинский ГОК.

Анализ стратегии развития комбинированной геотехнологии показал, что в ближайшие 15—20 лет на многих месторождениях будет вестись отработка переходных зон, при одновременной разработке месторождения открытым и подземным способом с дальнейшим переходом на подземные работы; что предъявляет особые требования к формированию транспортных систем и выбору средств механизации для перемещения руды «добычной забой – поверхность», поскольку будут задейст-

вованы подземные технологии ведения горных работ.

При формировании транспортных систем при комбинированной геотехнологии возможны две принципиальные технологические схемы:

1-я технологическая схема, когда на конечном этапе выдачи руды на поверхность используются подземные горные выработки и средства механизации подземного транспорта и подъема;

2-я технологическая схема, когда на конечном этапе перемещения рудной массы на поверхность используется карьерное пространство с его транспортными коммуникациями.

Суть 1-ой технологической транспортной схемы заключается в перепуске карьерных грузопотоков в подземные выработки с последующим перемещением их на поверхность, используя подземные транспортное и подъемное оборудование с их коммуникациями.

Что касается 2-й схемы, четко прослеживается тенденция ориентации при выдаче карьерных рудопотоков на поверхность применение электровозного транспорта в комбинации со скиповыми подъемами вертикальных стволов.

Вторая технологическая схема – с использованием на конечном этапе для выдачи рудной массы на поверхность карьерных транспортных коммуникаций и транспортного оборудования, характеризуется большой многовариантностью, поскольку подземным способом может вестись отработка прикарьерных запасов, как в бортах, так и под дном.

При 1-й схеме на электровозном подземном транспорте традиционно в качестве тягового агрегата используются электровозы 14КР и глухие вагонетки грузоподъемностью 10-20 т, грузоподъемность локомотивосостава

в целом 100 т. Для увеличения грузоподъемности локомотивосостава применяют «спарки», что позволяет увеличить грузоподъемность до 180-200 т. Средняя производительность локомотивосостава не превышает 500-600 т/смену, при длине транспортировки 1,0 – 1,5 км. В связи с ограниченной производительностью традиционного оборудования электровозного подземного транспорта и большой величиной карьерных рудопотоков данная традиционная схема в практике не нашла большого применения.

Однако к настоящему времени создано новое транспортное оборудование, основанное на применении вагонеток с межкузовым перекрытием и донной разгрузкой.

ИГД УрО РАН совместно с институтом ВНИПИрудмаш (Украина) был разработан и испытан на руднике Шерегеш комплекс локомотивной откатки с непрерывной погрузкой и разгрузкой состава на базе вагонеток с межкузовым перекрытием и донной разгрузкой. Как показали промышленные испытания производительность локомотивосостава данного типа составляет 2500—3000 т/смену. В настоящее время транспортное оборудование данного типа начинает осваиваться отечественным машиностроением.

В зарубежной практике аналогичная технология при электровозном транспорте нашла широкое применение. Основоположником ее является компания «Нордик Майн Технолджи» (Канада). Впервые она была применена на Шведском руднике Кируна.

Существенным дополнительным эффектом данной транспортной системы является возможность отказа от кольцевой схемы подготовки транспортного горизонта, поскольку локомотивосостав может работать «челноком», поскольку функционирует с

двумя электровозами, работающими в тандеме и находящимися по концам состава.

Основные преимущества челноковой системы откатки:

- сокращается практически на 50 % длина транспортных выработок на горизонте отсюда и сроки на строительство горизонта;
- сокращается трудоемкость и стоимость монтажных работ;
- стоимость и поддержание транспортных коммуникаций.

Используя аналогичное транспортное оборудование, шведский рудник Кируна, ведущий отработку железорудного месторождения подземным способом, обеспечивает производительность до 20 млн. т/год.

В качестве подъемных установок необходимо ориентироваться на скиповые подъемы со скипами грузоподъемностью 25-50 т., характеризующиеся большой производительностью.

Таким образом, в настоящее время при формировании транспортных систем при комбинированной геотехнологии применение технологических схем с использованием для выдачи руды на поверхность карьерных грузопотоков подземного подъемного транспортного оборудования весьма перспективно. При этом необходимо учитывать, что время супер – карьеров с большой производительностью уходит в прошлое.

На предприятиях, применяющих 2-ю технологическую схему в настоящее время используют комбинацию транспортных средств, с перемещением руды по подземным выработкам различными видами подземного транспорта (электровозным, автомобильным) с последующей перегрузкой на карьерный вид транспорта, как правило, автомобильный. Так на комбинате «Магнезит» руда из подземных работ с ш. «Магнезитовая» транспортируется электровозным

транспортом по штольне на борт Корогайского карьера, с последующей перегрузкой в карьерные автосамосвалы, которыми транспортируется на поверхность. На Учалинском руднике, ведущем отработку участков месторождения в борту карьера подземным способом, руда подземными автосамосвалами транспортируется по штольне в карьер с последующей перегрузкой в карьерные автосамосвалы.

При переходе с открытого способа разработки на подземный при отработке глубокозалегающей части месторождения (ниже контура карьера), как правило, ориентируются на применение схем вскрытия с проходкой уклонов из карьера и применением автомобильного транспорта для выдачи по ним руды с подземных работ в карьер.

Так при отработке месторождения «Молодежное» на Учалинском ГОКе вскрытие его нижней части предусмотрено осуществлять уклоном, пройденным из карьера, применяя на доставке руды в блоке погрузочно-доставочные машины ТОРО-400 (ТОРО-007), на транспорте автосамосвалы ЕЖ –20, машины I ВЛГ и I ВОМ для перевозки людей и выполнением вспомогательных работ.

Во всех транспортных схемах присутствует дополнительный технологический цикл — перегрузка с подземного транспорта на карьерный.

Анализ опыта применения и проектирования 2-ой технологической схемы перемещения руды «забой – поверхность» при комбинированной геотехнологии позволяет говорить о перспективности, и, учитывая специфические условия работы транспортных средств, (карьерное пространство и подземные выработки) ориентироваться на применение автомобильного транспорта.

В отечественной практике при применении в подземных условиях автомобильного транспорта применяют в ос-

новном подземные автосамосвалы типа МоАЗ, грузоподъемностью 20 т., выпускаемых Могилевским заводом, характеризующимся сравнительно низкими техническими показателями.

В настоящее время в России и в целом в странах СНГ для условий подземных работ выпускается всего два типа подземных автосамосвалов.

Могилевский завод выпускает новый тип автосамосвала МоАЗ-7405-9586 грузоподъемностью 22 т.

ПО «Белаз» за последние годы создал специальный подземный автосамосвал Белаз — 75800 грузоподъемностью 40 т, в то время как для открытых работ им разработано около 400 модификаций карьерных самосвалов.

Применение автомобильного транспорта в подземных выработках определяется целым рядом специфических особенностей:

- высокая стоимость проходки транспортных выработок (стоимость 1 м³ до 500 – 600 руб);
- определенные трудности в сооружении и поддержании выработок большого сечения;
- ограниченная скорость передвижения применяемых транспортных средств;
- небольшой угол подъема, на котором могут работать подземные автосамосвалы.

Оба эти типа подземных автосамосвалов не могут обеспечить требуемую эффективность транспортных систем при комбинированной геотехнологии

МоАЗ 7405-9586 имеет ограниченную грузоподъемность, а Белаз – 75800 требует в связи с его габаритами проходку транспортных выработок большого сечения.

Как показала практика комбинированной разработки в целях повышения эффективности процесса перемещения руды «забой – поверхность» при использовании на конечном этапе карьерных

транспортных коммуникаций наиболее перспективно:

- применение автосамосвалов большой грузоподъемности;
- с большим рабочим углом подъема транспортного оборудования;
- исключение перегрузок при транспортировании руды с подземных работ в карьерный транспорт;
- переход на электропривод подземных автосамосвалов.

В зарубежной практике на сегодня так же нет автосамосвалов отвечающих полностью необходимым условиям работы, как в карьере, так и подземных горных выработках. В какой-то степени отдельные вопросы решаются. Так, шведской фирмой «Атлас Копко» создан подземный автосамосвал-троллейвоз — «электролайнер» грузоподъемностью 50 т, позволяющий работать на больших уклонах и имеющий высокую мобильность.

Применение троллейвозов позволяет не только резко сократить расход топлива, но и повысить скорость движения и уменьшить расходы на вентиляцию выработок. Возможность этих машин перемещаться по выработкам с уклоном 12° со скоростью до 24 км/ч существенно расширяет область использования автотранспорта.

«Атлас Копко» разработаны подземные автосамосвалы марок НТ12/150 и НТ16/150, оснащенные транспортером при работе которого горная масса постоянно встряхивается и уплотняется, что обеспечивает 100 % заполнение кузова машины. Конструкция транспортера позволяет не поднимать кузов при его разгрузке, что дает возможность использовать самосвалы в выработках малого сечения.

Анализируя условия работы автомобильного транспорта при комбинированной геотехнологии в карьере и шахте необходимо новое транспортное средство, работающее на крутых укло-

нах, большой грузоподъемности и не требующего большого сечения подземных выработок.

Исходя из этих условий перспективно вернуться к работам ИГД УрО РАН и НИПИГормаш, выполненных по созданию подземного автопоезда, АШ-75 который может стать прототипом требуемого транспортного средства для комбинированной геотехнологии.

Изучение конструкций существующих транспортных машин показывает, что полезное сечение кузова занимает 20-25 % сечения выработки. Вместе с тем, повышение эффективности автомобильного транспорта за счет увеличения грузоподъемности при сохранении существующих сечений транспортных выработок 10-14 м² возможно только за счет автопоездной компоновки транспортной машины, т. е. создания многозвенных автопоездов, имеющих минимальные поперечные габариты и вытянутых в длину для обеспечения необходимой грузоподъемности.

Автопоезд АШ-75 грузоподъемностью до 75 т был предназначен для транспортирования абразивной горной массы по подземным горным выработкам сечением 10 м² и более и в полной мере отвечает требованиям, предъявляемым к самоходным транспортным машинам ближайшего будущего. В нем заложены возможности, которые позволяют достигать технико-экономические показатели, значительно превышающие соответствующие показатели однокузовных автосамосвалов.

Основные преимущества автопоезда разработанной конструкции относительно существующих самоходных транспортных машин следующие:

- поездная компоновка машины позволяет при относительно небольших поперечных габаритах и при повышенной грузоподъемности (до 75 т) вписываться в подземные горные выработки сечением 10-12 м²;

- наличие в транспортной машине следящего гидропривода управления обеспечивает движение многозвенного, многоосного автопоезда, практически «след в след» при скорости транспортирования до 20 км/ч;

- две кабины управления по концам автопоезда дают возможность челночного движения, исключая лишние маневровые операции;

- машина способна транспортировать руду на участках с углом подъема до 100;

- в сравнении с другими транспортными средствами автопоезд имеет значительно лучшее соотношение между массой полезного груза и мощностью двигателя.

Автопоезд состоит из двух тягачей, шести моторных осей с пневмоколесами и пяти однотипных грузовых вагонов.

Тягачи располагаются по концам автопоезда и каждый из них включает силовой блок и кабину управления. Силовой блок состоит из дизеля ЯМЗ 238К мощностью 190 л.с. и генератора ГНА-222.

Грузовой вагон состоит из несущей подвагонной рамы, кузова с открывающимися бортами. Разгрузка вагона производится в сторону того борта относительно оси которого происходит поворот кузова. Управление подъемом кузова осуществляется дистанционно из любой кабины управления.

Автопоезд АШ-75 прошел промышленные испытания на ш. «Сидеритовая» Бакальского РУ и приемочной комиссией был рекомендован к промышленному освоению.

Новизна и перспективность создания и применения автосамосвалов в качестве основного транспортного средства при комбинированной геотехнологии заключается в следующем.. Автопоезд может эффективно работать в условиях карьера и подземных выработках имея

Техническая характеристика АШ-75

Грузоподъемность, т	75
Максимальная скорость порожнего автопоезда, км/ч	20
Наименьший внешний радиус поворота, м	16
Наибольший угол подъема, град.	10
Минимальное сечение выработки, м ^L	10-12
Грузоподъемность вагона, т	15
Количество грузовых вагонов, шт.	5
Разгрузка вагонов – боковая в любую сторону	
Мощность двигателя, кВт	140
Количество двигателей, шт	2
Количество нейтрализаторов, шт каталитических жидкостных	2
Габаритные размеры, мм	
ширина	2200
длина	36000
высота при разгрузке	3000
высота	2000
Масса, т	70

следующие параметры, отличающие его от подземных автосамосвалов:

- высокая грузоподъемность до 100 т;
- возможность преодоления уклона до 10 %;
- вписываться в сечение подземных выработок – 10-12 м²;
- возможно исполнение в троллейвозном варианте.

При проведении работ по изысканию и разработке нового автомобильного транспортного средства, учитывая необходимость его работы на уклонах большой протяженности необходимо учесть перспективность применения автосамосвалов с КЗУ

(комбинированной энергосиловой установкой) используя способ рекуперации кинетической и потенциальной энергии, позволяющих уменьшить газозагазованность горных работ, снизить в определенных условиях расход топлива и сократить общие затраты на транспортирование горной массы.

На определенных участках при комбинированной геотехнологии, особенно при вскрытии изолированных глубокозалегающих рудных залежей, перспективно применение автосамосвалов на гусеничном ходу, позволяющих резко повысить угол транспортирования горной массы и сократить затраты на проходку уклонов.

Безусловно, работы по созданию нового транспортного оборудования для комбинированной геотехнологии должны производиться совместно горняками-технологами и машиностроителями. Задача которых на первом этапе:

- горняков — разработать технико-экономическое обоснование на создание нового транспортного оборудования и определить потребность в нем;
- машиностроителей — разработать новое транспортное средство, рассчитать его технико-экономические показатели и стоимость. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Славиковский О.В. — профессор, доктор технических наук УГГУ; office@ursmu.ru
Митрошин Г.И. — горный инженер.