УДК 622:271:8.79:678

А.А.КУЛЕШОВ, В.Ю.КОПТЕВ, П.Ю.ЛАНКОВ

Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАКЛОННЫХ ПОДЪЕМНИКОВ

Эффективная эксплуатация транспортных систем глубоких карьеров требует всесторонней оценки их качества на базе экономических, экологических и горно-технических факторов. Для этого необходима разработка математической модели функционирования транспортных систем, позволяющая оценить в конкретных условиях эксплуатации различные типы карьерных подъемников и определить взаимосвязи между эксплуатационными и экологическими характеристиками транспортной системы и условиями их эксплуатации. Конечная задача исследования – обосновать рациональные типы подъемников горной массы и область их эффективного применения.

Effective operation of transport systems deep open -cast mine demands an all-round estimation of their quality on the basis of economic, ecological and mine technical factors. Development of mathematical model of functioning of the transport systems is necessary for this purpose, allowing to estimate in concrete conditions of operation various types career lifts and to define interrelations between operational and ecological characteristics of transport system and conditions of their operation. The final research problem – to prove rational types of lifts of mountain weight and area of their effective application.

Многие действующие карьеры угольных, рудных и нерудных месторождений в России и СНГ перешли в категорию глубоких (более 300 м) и в настоящее время обеспечивают добычу 90 % минерального сырья. Глубокие карьеры отличаются значительными объемами перемещаемой горной массы, а также спецификой горно-технических условий. За последние 10 лет значительно изменились в худшую сторону условия эксплуатации технологического автотранспорта из-за увеличения глубины карьеров. Опыт показывает, что на 100 м понижения горных работ себестоимость транспортирования возрастает в 1,4-1,5 раза, что требует поиска возможностей снижения удельных затрат на транспортирование горной массы. Особенно резко ухудшилась на этих карьерах экологическая ситуация.

В настоящее время нет экономически обоснованной альтернативы автотранспорту, что объясняется его эффективностью, однако именно автотранспорт является основным источником сверхнормативных загрязнений атмосферы глубоких карьеров. К тому же, выхлопы отработавших газов ухудшают видимость на трассе в наиболее неблагоприятные по метеоусловиям дни, особенно зимой, когда образуется смог, и работа оборудования частично или полностью останавливается. Из-за загазованности карьерного пространства продолжительность простоев в глубоких карьерах иногда превышает 1000 ч в год. Загрязнение атмосферы вредными выбросами не только негативно сказывается на здоровье работающего в карьере персонала, но и на финансовом положении предприятий, так как в соответствии с действующим законодательством за загрязнения окружающей среды предприятия выплачивают штрафы.

С увеличением глубины карьера возникает необходимость пересмотра традиционных способов доставки горной массы на поверхность, так как применяемые виды транспорта не всегда могут обеспечить требуемую производительность карьера без существенного увеличения числа транспортных машин.

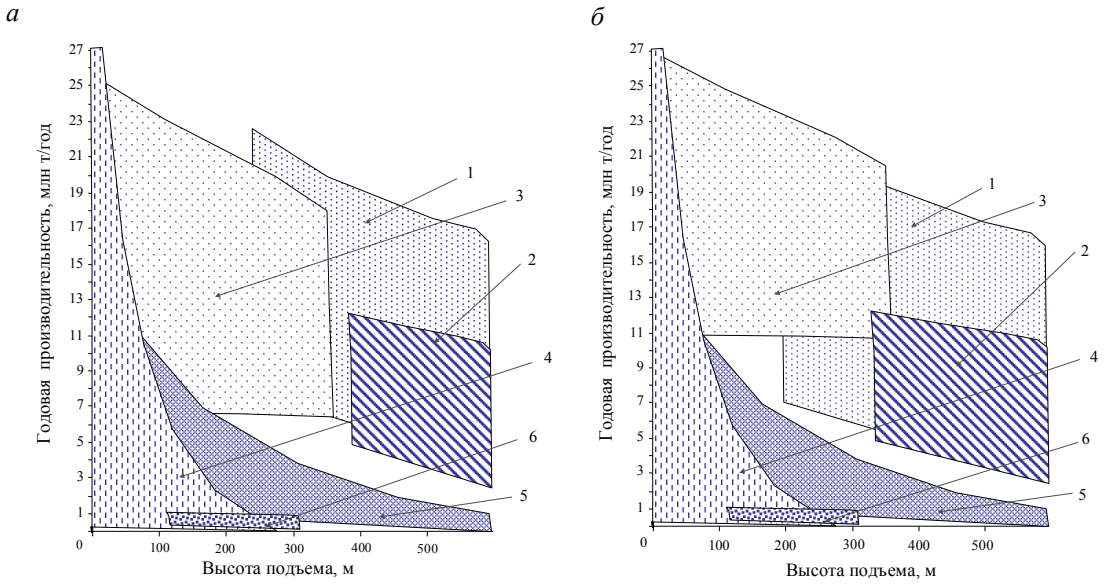
В связи с расширением и ужесточением требований к освоению недр реконструкция систем технологического транспорта с использованием современной транспортной техники, в том числе средств крутонаклонного подъема горной массы, на глубоких карьерах становится приоритетной задачей. Поэтому исследование способов снижения затрат на транспортирование и улучшение экологической ситуации в карьере является актуальным.

На основе системного анализа и математического моделирования изучены существующие и перспективные транспортные средства и системы, которые могут работать в глубоких карьерах. Из альтернативных вариантов выбраны и проверены расчетом следующие наклонные карьерные подъемники:

- типовой конвейерный, с максимально возможным углом наклона транспортирования 18°;
- конвейерный крутонаклонный с прижимным контуром;
- автомобильный с подъемной машиной;
- автомобильный с автономным приводом;
- рельсовый в думпкарах;
- монорельсовый.

Определены основные критерии применимости подъемников – энергетические и экологические показатели, позволяющие на конечном этапе выбрать подъемник, оптимальный по экономическому показателю. Для достижения этой цели разработаны математическая модель процессов функционирования и сформулированы обобщенные показатели для выбора рациональных типов подъемников в конкретных условиях эксплуатации; установлены взаимосвязи между характеристиками транспортной системы и горно-техническими условиями, основные эксплуатационные и экологические характеристики подъемников, а также обоснованы рациональные типы подъемников горной массы по экологическому фактору.

Компьютерная программа расчета показателей эксплуатации подъемников в различных горно-технических условиях опирается на разработанный пакет программ на PC ЭВМ и учитывает энергетические затраты на транспортирование и экологический фактор.



Рекомендуемые области рационального применения карьерных подъемников в породах с коэффициентом крепости $f = 10$ (а) и $f = 15$ (б)

1 – клетевой с подъемной машиной; 2 – скиповой с подъемной машиной; 3 – конвейерный и конвейерный крутонаклонный; 4 – автомобильный (монотранспорт); 5 – автомобильный подъемник с автономным приводом; 6 – подъемник с тяговым агрегатом

Учет экологических характеристик производится по разработанной комплексной методике, оценивающей ущерб, наносимый окружающей среде отработавшими газами дизельных двигателей и пылью, возможность утилизации изношенных узлов машин и потери от утечек и проливов смазки, масел и топлива. Косвенно учитываются электромагнитные излучения и электростатические поля от работающего электрооборудования, шум и вибрация машин при работе.

Результаты работы в виде рекомендуемых областей рационального применения наиболее перспективных подъемников представлены на рисунке, что позволяет достаточно просто установить возможность рационального применения подъемников в зависимости от годовой производительности карьера и высоты подъема груза. Например, конвейерный подъемник имеет наилучшие показатели при высоте подъема 300 м и годовой производительности карьера от 10 млн т/год. Автомобильный подъемник с автономным приводом рациональнее для карьеров с такой же производительностью до 10 млн т/год, но значительно большей длиной транспортирования. При большей высоте подъема (300-600 м) и производительности 5-20 млн т/год эффективнее клетьевой и скиповой подъемники горной массы.

К результатам работы проявили интерес крупные горно-добывающие предприятия, такие как АК «Алроса» и ОАО «Апатит».

Разработанные методики и компьютерная программа используются для повышения квалификации инженерно-технических работников (на соответствующих курсах), в курсовых и дипломных проектах, в методических указаниях для студентов всех форм обучения специальности 170100 «Горные машины и оборудование», изданных в институте.