© А.Г. Ворошилов, 2008

УДК 622.271

А.Г. Ворошилов

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ КРУТОНАКЛОННЫМИ СЪЕЗДАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГУСЕНИЧНЫХ САМОСВАЛОВ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Приведены результаты научно исследовательских работ по разработке технологии применения гусеничного самосвала на открытых горных работах с учётом существующих условий на реально существующих предприятиях и перспективных месторождениях.

Семинар № 10

Интенсивное развитие и освоение недр Уральского региона сегодня привело к полному истощению запасов основного сырья, как для цветной, так и для чёрной металлургии. Месторождения металлических руд, даже в неосвоенных районах не отличаются высоким качеством, и их освоение требует серьёзных капитальных затрат. Как правило обогатительные и металлургические мощности предприятий располагались вблизи коренных мощных месторождений и ориентация на существующие предприятия новых месторождений ведёт к большим эксплуатационным затратам на транспортирование из-за больших расстояний. Горно-металлургическим комбинатам оказывается выгоднее на второй, а иногда и третий раз перерабатывать собственные отходы, шламы и отвалы. Зачастую единственным выходом для продления жизни предприятия становится переход на подземный способ разработки с совсем уже другими себестоимостями добываемого полезного ископаемого. Переход на подземную разработку подкарьерных запасов также связан с трудностями связанными с перевооружением предприятия, необходимостью в квалифицированных кадрах и сам переход, возможно, осуществить только через 2-3 года строительства шахтного комплекса.

В то же время запасы, способные продлить жизнь предприятию, а горнодобывающие предприятия зачастую являются градообразующими, всему городу находятся совсем рядом. Следовательно, альтернатива подземной разработке в изыскании новых месторождений и способов продления срока службы действующих предприятий через наращивание запасов ранее не входивших в число балансовых или ниже конечного контура карьера.

С ростом глубин карьеров значительно изменяются условия работы в них, и пропорционально снижается эффективность отработки. Себестоимость добываемого полезного ископаемого резко возрастает, с увеличением длинны транспортирования. Также увеличиваются капитальные затраты на подготовку новых горизонтов из-за необходимости выемки всё увеличивающихся с глубиной объемов вскрышных пород. Существующие способы транспортирования не позволяют избежать этих затрат. Возникает необходимость в поиске нового подхода и способов транспортиро-

вания горной массы с глубоких горизонтов. Причём необходимо заметить, что на долгое время эксплуатируемых карьерах, как правило, трасса в верхней зоне карьеров уже приняла своё окончательное положение, и основные грузопотоки уже сложились. Существует ещё одна проблема, связанная с освоением новых месторождений таких предприятий, связанная с удалённостью этих участков от основных перерабатывающих исходное сырьё мощностей (обогатительных фабрик, металлургических заводов, станций отправки, рудоподготовительных складов и.т.п.), особенно это актуально при невозможности эксплуатации железнодорожного транспорта или нецелесообразности его использования в связи с значительными затратами на строительство.

В связи с этим новый способ отработки месторождений полезных ископаемых крутыми уклонами с применением гусеничного самосвала представляется весьма актуальным и своевременным.

ИГД УрО РАН совместно с рядом других предприятий и институтов был проведён комплекс научно исследовательских работ по разработке технологии применения гусеничного самосвала на открытых горных работах с учётом существующих условий на реально существующих предприятиях и перспективных месторождениях. По результатам этих работ были выполнены отчёты.

Причём рассматривались различные варианты его применения, как основного транспорта, так и в комбинациях с различными другими видами, а также как углубочного комплекса совместно с гидравлическим экскаватором. Единственной незатронутой возможной областью применения, не оцененной осталось использование его как вскрывающего комплекса на труднодоступных и скальных частях месторождения в виду сложности оценки стоимости этих мероприятий и ограниченного объёма работ, но и в этом случае экспертно установлена возможность получения неплохих результатов экономии затрат.

Наибольшую заинтересованность в такой технике пока проявляют предприятия имеющие карьеры, приближающиеся к конечному контуру или с законсервированными запасами по причине нерентабельности их выемки. То есть с большими коэффициентами вскрыши. Эффективность гусеничного самосвала в таких условиях была доказана на примере кимберлитовых карьеров Якутии, Западного карьера Качканарского ГОКа. В таких условиях при больших дальностях транспортирования и необходимости выемки больших объёмов вскрышных пород, применение гусеничного самосвала может позволить сократить плечо откатки в 4-5 раз, на участке его применения в сравнении с автосамосвалами. Также существенно сократить, а возможно и совсем исключить горно-капитальные работы на расширение карьера в плане, следовательно, сокращается общее число единиц используемой техники. Причём помимо прямой экономии эксплуатационных затрат по сравнению с автомобильным транспортом, существует ещё и ряд косвенных преимуществ таких как экологический фактор – снижается загазованность рабочей зоны, что особенно актуально на глубоких карьерах, уменьшается количество токсичных отходов пропорционально уменьшению количества единиц транспортной техники. Сокращаются площади занятые под отвалы вскрышных пород, соответственно и объём последующих рекультивационных работ.

Но не менее интересен вопрос освоения новых месторождений особенно в труднодоступных районах, которые необходимо отработать в короткие сроки,

а также с большой мощностью накрывающих пород или маломощных с большими коэффициентами вскрыши при отработке традиционной технологией. Интенсивная углубка с одним опережающим горизонтом (вскрывающей траншеей уменьшенных размеров) на примере Ново-Шемурского карьера позволила уменьшить текущий коэффициент вскрыши, а в конце отработки удалось достигнуть уменьшения общего коэффициента вскрыши с 8 до 5. Результат применения в нижней зоне карьера (гор.+275…+75 м) гусеничных самосвалов грузоподъемностью 40 т, уклонов трассы до 400‰ и транспортных берм шириной 15 м - общий объем вскрышных пород в контуре карьера уменьшается на 17 млн.м^3 (на 19 %), с уступами в погашенном состоянии 60 м. Также было подсчитана эффективность применения гусеничных самосвалов на примере группы Алапаевских цинковых месторождений, отличающейся малой мощностью рудных тел и достаточно большой разбросанностью их в плане. Подсчёт возможных эксплуатационных показателей проводился на примере месторождений Большая Круглышка и Норское II. При тех же объёмах вскрышных пород, что и в варианте с применением автомобильного транспорта грузоподъёмностью 12-15 тонн, было достигнуто увеличение глубины подсекаемых карьером запасов с 15 м до 30 м и увеличен при тех же сроках объём вынимаемого полезного ископаемого практически в 2 раза. Мобильность и автономность данного комплекса в паре с гидравлическим экскаватором повышенной проходимости позволяет без существенных затрат на обустройство ремонтной базы и инфраструктуры предприятия отрабатывать в достаточно короткие сроки подобные месторождения и в кратчайшие сроки переносить фронта работ на другие участки месторождения.

Ещё одним интересным вариантом применения технологии применения гусеничных самосвалов является совмещённая разработка месторождения комбинированным открыто-под-земным способом. Для этого нами был выбран пример Карагайского карьера комбината Магнезит, где подземные работы ведутся частично на оставленных под дном карьера запасах, причем система разработки с закладкой, что позволило выделить участки, пригодные к доработке открытым способом при помощи кру-тонаклонных траншей и полутраншей с применением гусеничных самосва-лов. Полученные результаты также позволяют говорить о эффективности данной технологии. Основные пара-метры построения карьеров для наи-более характерных примерах Ново-Шемурского и Качканарского место-рождений представлены в табл. 1.

Полученные на этих примерах показатели себестоимостей тоннокилометра представлены на табл. 2.

Причём необходимо отметить, что даже при значительном повышения себестоимости тоннокилометра, получены показатели общей эффективности транспортной работы и экономия только эксплуатационных затрат составила в случае Ново-шемурского месторождения – 27858,2 тыс. рублей в год. Капитальные затраты на его внедрение окупятся через 7,6 года, то есть 7-8 лет приблизительно. На примере Карагайского карьера были получены результаты - Эффективность внедрения новой технологии с применением гусеничного самосвала составила – 1016,2 тыс. рублей в год.

Таблица 1

Варианты применения гусеничных самосвалов

Показатели	**Карьеры**			
	Ново-Шемурский карьер		**Западный карьер ОАО «Ванадий»**	
	Базовый вариант	**Вариант с применением гусеничных самосвалов**	**Базовый вариант**	**Вариант с применением гусеничных самосвалов**
Производительность в расчетном году:				
- по руде, тыс.т/год	800	800	10000	10000
- по вскрыше, тыс.м^3/год	3500	3000	800	100
Срок существования карьера, лет	23	23	20	23
Режим работы карьера	350x2x12	350x2x12	340x3x8	340x3x8
Физ.мех. свойства:				
руда: объемная масса, т/м^3	4,49	4,49	3,4	3,4
коэфф. крепости (f) ,	6-10	6-10	8-14	8-14
вскрыша: объемная масса, т/м^3	3,0	3,0	3,2	3,2
коэфф. крепости (f)	8-12	8-12	8-14	8-14
Глубина карьера, м	447	447	315	339
Транспорт	автомобильный	гусеничный самосвал	автомобильный	гусеничный самосвал
Грузоподъемность, т	91	40	75	40
Проектный уклон, ‰	80	400	70	400
Ширина транспортных берм, м	24	15	30	15
Длина трассы, всего, км:	2,97	0,66	1,45	0,725
в т.ч. с проектным уклоном, км	2,4	0,56	1,3	0,525

Таблица 2

Название месторождения	Себестоимость в варианте применения автосамосвалов	Себестоимость транспортирования на участке применения гусеничных самосвалов	Себестоимость транспортирования на участке автосамосвалов
Ново-Шемурский, т/км	2,97	9,76	3,16
		3,56	
Карагайский, т/км	4,27	7,00	4,20
		4,60	

Капитальные затраты на его внедрение не окупаются в обозримые сроки, но необходимо отметить, что в данном случае глубина отработки
увеличилась и сам гусеничный самосвал применяется на достаточно небольшой срок. Во всех вариантах не была рассмотрена и включена в расчет окупаемости прибыль от выемки дополнительно подсекаемых запасов, необходимо отметить, что этот прирост доходной составляющей может существенно улучшить достигнутые и без того неплохие показатели.

Рассматривая капитальные и эксплуатационные затраты на внедрение предлагаемого вида транспортного оборудования была получена окупаемость затрат по всем вариантам и общий дисконтируемый доход во всех случаях получался положительным, что позволяет говорить об эффективности исследуемой технологии ведения открытых горных работ, учитывая полученный результат от применения новых транспортных технологий считаем целесообразным выполнение проектов на опытно-промышленные испытания гусеничного самосвала.

Помимо возможности использования самосвалов на гусеничном ходу как транспортного звена карьера, подлежит оценке видится перспективным его эксплуатация как специального вида транспорта для отработки труднодоступных участков карьеров, расконсервации бортов карьеров и ликвидации аварийных ситуаций. Ещё одним немаловажным качеством ведения работ с таким оборудованием – это вскрытие новых горизонтов траншеей сравнительно небольших размеров порядка 20 м шириной, что облегчает вскрытие новых горизонтов и, несомненно, повысит интенсивность углубки, а значит производительность всего комплекса карьерного оборудования.

Внедрение данного способа ведения открытых горных работ с применением гусеничного самосвала при решении вышеперечисленных задач может стать прорывным технологическим решением на многих карьерах, которое может продлить жизнь предприятиям и пересмотреть оценку эффективности отработки запасов, являющихся на сегодняшний день забалансовыми. ГИАБ

Коротко об авторе

Ворошилов А.Г. – ИГД УрО РАН.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 16 симпозиума «Неделя горняка-2007».
Рецензент д-р техн. наук, проф. *В.С. Коваленко.*