

УДК 622.684:625

**Ю.В. Стенин, Ю.И. Лель, А.Г. Колчанов**

## **КАРЬЕРНЫЕ АВТОДОРОГИ - ИХ ЗНАЧИМОСТЬ И ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ**

*Изложены современные основные проблемы проектирования и эксплуатации карьерных автодорог и предложены пути их решения.*

*Ключевые слова: карьерные автодороги, горные породы, автотранспортные коммуникации, транспортно-эксплуатационные качества дорожных покрытий.*

**Семинар № 16**

**J.V. Stenin, Y.I. Lel,  
A.G. Kolchanov**

### **CAREER HIGHWAYS - THEIR IMPORTANCE AND PROBLEMS WITH- VERSHENSTVOVANIIA**

*The modern cores about-blemy designing and operation of career highways are stated and ways of their decision are offered.*

*Key words: career highways, rocks, motor transportation kommu-nikatsii, transportno-operational qualities of road coverings.*

**В**ыемка и транспортирование – основные процессы технологии добычи полезного ископаемого. Если на долю процесса выемки приходится порядка 20–25 % затрат на открытую разработку месторождений, то на перемещение горных пород – 30–50 %.

Для обеспечения эффективности процесса выемки применяются различные способы подготовки горных пород, основным из которых являются разупрочнение горного массива с помощью буровзрывных работ. Доля затрат на эти работы составляет до 30 – 40 % от полной стоимости открытой добычи.

Работы по подготовке процесса перемещения горных пород включают проходку вскрывающих выработок и транспортных берм и сооружение транспортных коммуникаций.

Затраты же на сооружение и содержание технологических автодорог карьеров составляют в основном в пределах 5 – 8 % от затрат на транспортирование горной массы автотранспортом, или 1,5 – 4,0 % от полной стоимости открытой добычи. Причем не менее двух третей от них идет на содержание и ремонт.

В настоящее время имеет место тенденции увеличения средней грузоподъемности автосамосвалов. Эта тенденция обусловлена широким внедрением автосамосвалов грузоподъемностью 80 – 120 т более. Стоимость таких автомобилей составляет 2,0 – 2,5 млн. долл. и более, а эксплуатация обходится в 60 – 150 тыс. дол. на один автосамосвал в год. В этих условиях дорога должна обеспечивать надежную работу автомобилей, и компенсировать тяжелые дорожные условия за счет создания резервной прочности конструкции автосамосвалов становится экономически неэффективным.

Однако транспортно-эксплуатационные качества технологических автодорог на многих современных отечественных карьерах оставляют желать лучшего.

Дороги на рабочих уступах, срок службы которых, как правило, от не-

скольких месяцев до одного-полутора лет, выполняются в виде выравнивающего слоя толщиной 20–30 см на скальном грунте и порядка 50 см, если рабочий уступ представлен слабонесущими породами. Этот слой формируется чаще всего из мелко дробленных вскрышных пород и уплотняется бульдозерами и грейдерами в процессе планировки, а затем автосамосвалами в процессе их рабочего движения.

Естественно степень уплотнения таких дорог недостаточна и весьма неравномерна. Это и отсутствие эффективного водоотвода с поверхности проезжей части обуславливает интенсивное накопление таких дефектов как келейность, волны, просадки и выбоины

Автодороги на съездах и транспортных бермах в нерабочей или временно нерабочей зоне, служащие 3 – 5 лет и более, имеют двух – трехслойную дорожную одежду и, как правило, щебеночное покрытие. Но и здесь сооружение дорог осуществляется по упрощенной технологии без специальной операции уплотнения. При эксплуатации дорог не уделяется должного внимания состоянию водоотводных кюветов. Поэтому на этих дорогах проявляются те же дефекты. Поперечные профили дорог не соответствуют требованиям СНиП, часто имеют обратный уклон и вогнутую форму. Это способствует застаиванию воды на проезжей части, особенно в осенне-весенний периоды, и является существенным фактором разупрочнения дорожной одежды и накопления дефектов.

Устранение дефектов осуществляется засыпкой их щебнем или мелко дробленной породой с последующей планировкой и уплотнением бульдозерно-грейдерной техникой и доуплотнением в процессе рабочего движения автосамосвалов. В результате

за период эксплуатации дороги толщина её дорожной одежды увеличивается в 1,5 – 2,0 раза без существенного увеличения прочности.

Дефекты проезжей части дороги, определяющие её ровность, и просыпи горной массы с кузова автосамосвалов являются существенными факторами затрат по основным статьям калькуляции себестоимости тонно-километра автотранспортной работы (рис. 1).

Причинами деформаций и разрушений проезжей части технологических дорог являются недостаточная прочность дорожных одежд, конструкция которых лишь приблизительно учитывает природные условия работы дорог, параметры перемешиваемого автотранспортного потока, и физико-механические свойства материалов, а технология строительства и ремонта весьма упрощена.

На большинстве карьеров на сегодняшний день неудовлетворительная организационно-техническая база строительства и содержания автотранспортных коммуникаций. Отсутствует необходимое инженерное обеспечение. Содержание проектно-сметной документации на строительство, ремонт и реконструкцию дорог не отвечает требованиям, предъявляемым к подобным документам, препятствуя тем самым сбору и анализу необходимых технико-экономических показателей работы дорожных служб карьеров. Планы работы составляется формально, контроль и приёмка выполненных работ в части объемов, и качества не осуществляется. Не контролируется качество дорожно-строительных материалов и транспортно-эксплуатационные характеристики покрытий автодорог, нет простых и надежных методик оценки результатов работы дорожной службы.

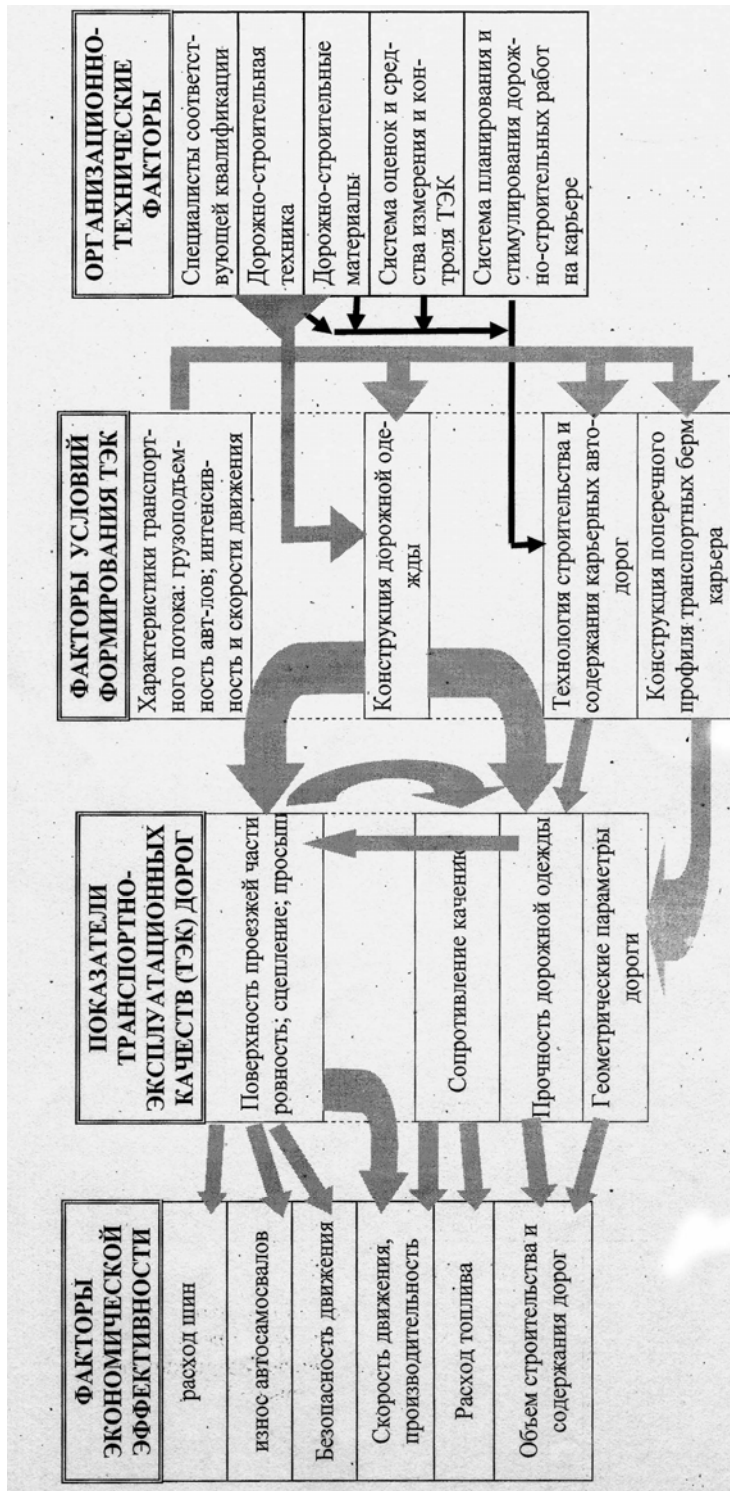


Рис. 1. Структура и взаимовлияние факторов, определяющих дорожные условия эффективности карьерного авто-транспорта

## Влияние дорожных условий на снижение в % основных статей затрат на автотранспорт горной массы



**Рис. 2**

Совершенствование дорожных условий эксплуатации технологического транспорта автотранспорта, особенно на крупных карьерах, использующих автосамосвалы грузоподъемностью 110 – 130 и более т важный резерв в повышении эффективности открытой разработки месторождений.

Проведенными к настоящему времени исследованиями в институтах: ИГД УрО РАН под руководством профессоров Васильева М.В., Яковлева В.Л., Смирнова В.П.; Санкт-Петербургском горно-геологическом институте под руководством профессора Кулешова А.А.; Уральском горно-геологическом университете под руководством профессора Хохрякова В.С.; Челябинском НТЦ-НИИОГР

под руководством профессора Галкина В.А. и в Московском институте Промтрансниипроект создана определенная теоретическая база для реального совершенствования дорожных условий. Разработаны предложения по конструкциям дорожных одежд для различных природно-климатических и горно-технических условий, по параметрам поперечного профиля дорог, по технологии строительства, ремонта и пылеподавления дорог в условиях карьеров, по организации дорожной службы карьеров и оснащению её дорожно-строительной техникой и штатами; методика оптимизации продольного профиля дорог и методика планирования дорожно-строительных работ для условий карьеров.

По данным разных исследований за счет обеспечения конструкций дорог и дорожных одежд, соответствующих параметрам автотранспортного потока и более тщательного строительства и содержания дорог возможно снизить затраты на технологический транспорт по отдельным статьям на 20–60 % (рис. 2).

В тоже время, учитывая структуру себестоимости автотранспортных работ и данные на рис. 2, дорожные условия определяют, по крайней мере, 23 - 27 % затрат на перемещение горной массы автосамосвалами.

Наиболее значимым свойством дорог, определяющим сопротивление качению скорость и производительность автосамосвалов, расход топлива и автошин, износ автосамосвалов, а так же безопасность и комфортабельность поездки, является ровность покрытий, определяемая прочностью дорожной одежды и технологией ее строительства и содержания.

Технологические дороги отечественных карьеров имеют значительные неровности. Исследованиями по оценке ровности автодорог, проведенными в ряде карьеров на базе автосамосвалов БелАЗ-7519 (110 т), установлено, что колебания кузова автосамосвала при движении по карьерным дорогам составляют от 260-280 до 450-480 см/км. Абсолютная величина ускорений автомобиля при преодолении неровностей достигает в отдельных случаях 7,0-7,3 м/с<sup>2</sup>, а среднее значение её по отдельным трассам изменяется от 1,23 до 3,7 м/с<sup>2</sup> в грузовом и от 1,8 до 4,17 м/с<sup>2</sup> в порожняковом направлении. В результате автосамосвалы, особенно их неподрессоренные части, испытывают значительные динамические нагрузки, обуславливающие их интенсивный износ. В то же время от колес автосамосвала передаются динамические

нагрузки на поверхность дороги, увеличивая размер и интенсивность неровностей. Неровности являются и основной причиной механических повреждений шин, на долю которых приходится от 50 до 70 % случаев списания последних.

Так, расчетами, выполненными специалистами Санкт-Петербургского горно-геологического института и Челябинского НТЦ-НИИОГР, установлено, что за счет устранения и снижения отказов шин из-за порезов, расслоения и разрывов их ресурс может быть повышен на 40 – 50 %. На 25 – 40 % может быть уменьшено количество отказов в металлоконструкциях автосамосвалов за счет снижения динамических нагрузок при движении.

Улучшение транспортно-эксплуатационных качеств дорожных покрытий и снижение доли дорог без покрытий - временных дорог обеспечит повышение скорости и производительности автосамосвалов и снижение расхода топлива (таблица).

Расчеты, выполненные институтом Промтранспроект показывают, что эффективность полной реализации технологии строительства автодорог на отечественных карьерах составит от:

снижения расхода топлива	7,0 %;
снижения затрат на капитальный ремонт	25,0 %;
повышения производительности автотранспорта	3,0 %;
повышения использования парка автомобилей	15,0 %;
повышение пробега крупногабаритных шин	18,0 %.

А проведенные ИГД УрО РАН испытания опытных участков автодорог на карьере Михайловского ГОКа, построенных с соблюдением параметров конструкции и технологии строительства, показывают, что работоспособность карьерных автодорог может

**Влияние качественных характеристик дорожных условий  
на показатели работы автосамосвалов грузоподъемностью 80т \***

Длина трассы «забой - разгрузка», км	Доля дорог без покрытия, ед. (временных дорог, м)	Средневзвешенное сопротивление качению, Н/т **	Основная часть дороги со щебеночным покрытием (W=0,03)			Основная часть дороги с асфальтобетонным покрытием (W=0,015)		
			Среднетехническая скорость, км/ч	Производительность автосамосвала, т/смену	Расход топлива за рейс, л	Среднетехническая скорость, км/ч	Производительность автосамосвала, т/смену	Расход топлива за рейс, л
<b>1,0</b>	<b>0,3 (300 м)</b>	390/285	23,4	2031	15,43	26,2	2107	14,0
	<b>0,2 (200 м)</b>	360/240	24,1	2050	15,07	27,5	2140	13,4/30
	<b>0,0 (0 м)</b>	300/150	25,5	2090	14,35	30,6	2207	12,3
<b>1,5</b>	<b>0,5 (750 м)</b>	450/375	22,2	1696	22,12	23,9	1753	20,6
	<b>0,3 (450 м)</b>	390/285	23,4	1737	21,05	26,2	1821	18,9/25
	<b>0,0 (0 м)</b>	300/150	25,5	1802	19,44	30,6	1935	16,3
<b>2,0</b>	<b>0,5 (1000 м)</b>	450/375	22,2	1476	28,10	23,9	1533	26,0
	<b>0,3 (600 м)</b>	390/285	23,4	1517	26,60	26,2	1604	23,7/22
	<b>0,0 (0 м)</b>	300/150	25,5	1583	24,52	30,6	1722	20,4
<b>3,0</b>	<b>0,5 (1500 м)</b>	450/375	22,2	1171	40,06	23,9	1226	37,0
	<b>0,3 (900 м)</b>	390/285	23,4	1210	37,91	26,2	1294	33,6
	<b>0,1 (300 м)</b>	330/195	24,8	1252	35,77	29,0	1371	30,2/18
	<b>0,0 (0 м)</b>	300/150	25,5	1275	34,60	30,6	1412	28,5

\* - при  $i_{св} = 4,5\%$  и коэффициенте сопротивления качению участка временной дороги  $W = 0,06$

\* \* - в числителе средневзвешенное сопротивление качению при основной части дороги со щебеночным покрытием; в знаменателе – то же самое с асфальтобетонным покрытием

быть повышена в 4 - 5 раз и во столько же раз снижены затраты на их содержание и ремонт.

Таким образом, учитывая выше изложенное, создание и усовершенствование дорожных условий в карьерах в соответствии с параметрами автотранспортного потока горной массы в карьерах является актуальным для предприятий открытой разработки месторождений.

Реальное повышение качества вскрывающих автотранспортных коммуникаций карьеров, по нашему мнению, может быть достигнуто на основе системного подхода к их проектированию, строительству и содержанию. Необходим комплекс взаимосвязанных научно-технических решений по геометрическим параметрам и конструкции одежд карьерных автодорог, технологии и механизации их строительства и содержания, включая вопросы экологии и безопасности, по организации дорожной службы карьеров. На каждом карьере следует создавать специализированную дорожную службу, укомплектованную штатами специалистов и дорожно-строительной техникой и обеспеченную нормативной документацией.

Данные задачи необходимо решать на базе тесного взаимодействия представителей производства и науки.

Основными направлениями их решения являются:

1. Создание на карьерах производственного подразделения дорожно-эксплуатационной службы, осна-

щенного соответствующими специалистами, техникой и методами планирования и контроля качества и объемов дорожно-строительных работ;

2. Подготовка специалистов по строительству и содержанию карьерных автодорог;

3. Апробирование, корректировка и внедрение разработанных к настоящему времени рекомендаций по конструкции, технологии строительства и содержанию карьерных автодорог;

4. На базе накопления и систематизации опыта строительства и содержания карьерных автодорог:

- разработка и совершенствование технологии строительства и содержания карьерных автодорог с учетом особенностей и требований ведения горных работ,

- разработка и совершенствование конструкций автодорог и дорожной сети, обеспечивающих как безопасные условия эксплуатации карьерного автотранспорта, так и высокую эффективность его работы,

- совершенствовать методы расчета оптимальных конструкций дорожных одежд для карьерных автодорог с уклонами до 100 – 120 %, рассчитанных на движение автосамосвалов грузоподъемностью до 300 – 400 т и ограниченный срок службы,

- разработка методов и приборов контроля качества карьерных автодорог и нормативов по их содержанию и ремонту, дифференцированных по условиям их эксплуатации. ■■▲

### **Коротко об авторах**

*Стенин Ю.В.* – кандидат технических наук, доцент кафедры разработки месторождений открытым способом, office@ursmu.ru

*Лель Ю.И.* - профессор, доктор технических наук, зав. кафедрой разработки месторождений открытым способом

Уральский государственный горный университет (УГГУ), RMOS.dep@ursmu.ru

*Колчанов А.Г.* – кандидат технических наук, ПромтрансНИИпроект.