

БОЙКОВ В. П., д-р техн. наук, проф.,
зав. каф. «Тракторы»¹
E-mail: trak_atf@bntu.by

АБДУРАЗЗОКОВ У. А., канд. техн. наук, доц.,
зав. каф. «Инжиниринга транспортных средств»²
E-mail: rektorat@tstu.uz

АНВАРЖОНОВ А. А. угли,
аспирант¹, асс. каф. «Инжиниринга транспортных средств»²
E-mail: rektorat@tstu.uz

¹Белорусский Национальный Технический Университет, г. Минск, Республика Беларусь

²Ташкентский государственный транспортный университет, г. Ташкент, Узбекистан

Поступила в редакцию 15.09.2023

АНАЛИЗ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

В Республике Узбекистан горнодобывающий промышленность является неотъемлемой частью экономики. Еже годно АО НГМК производит более 105 тонн золота, более 700 тысяч тонн серебра и т. д. В данной статье анализированы дорожные условия эксплуатации карьеров Республики Узбекистан. Анализ показывает, что дорожные условия эксплуатации карьеров тяжелые, из-за чего крупно габаритные шины карьерных самосвалов не дают гарантированного пробега. Исходя из вышеперечисленных приведен статистический анализ пробега крупногабаритных шин. В данной статье приводится анализ дорожных условий при эксплуатации специальной техники на примере карьера Мурунтау Республики Узбекистан. Исследована инфраструктура условий эксплуатации основными компонентами которой являются уклоны дорог и состояние дорожной поверхности. В частности, уклоны составляют 15–20 % и более, а качество поверхности представляет собой сильнейший абразивный материал – смесь грунтовых пород с металлизированными включениями, что приводит к интенсивному износу протектора шины.

Ключевые слова: дорожные условия, карьер, уклон, рабочий цикл, крупногабаритные шины, износ, грунт, автомобильные дороги.

Введение

Развитие мирового промышленного комплекса и, в частности отраслей машиностроения, постоянно требует увеличения производства продукции металлургии, что, в свою очередь, сопровождается повышением объемов выработки соответствующих полезных ископаемых. Разработаны специальные технологические процессы добычи и переработки значительных объемов грунтов.

Для реализации указанных технологий разработано специальное оборудование и техника. В частности, для перевозки добытых материалов используется большегрузная техника грузоподъемностью свыше 120–150 и более тонн. Наиболее нагруженной системой таких машин в этих условиях является ходовая система, в частности шины.

Поэтому в данной статье приводится анализ дорожных условий при эксплуатации специальной техники на примере карьера Мурунтау Республики Узбекистан.

Основная часть

Одним из основных факторов влияющий на энергоэффективность транспортных средств является дорожные условия эксплуатации. Так как основная энергия производимый двигателем ТС затрачивается на преодоление сил сопротивления дороги.

Дорожные условия эксплуатации включают в себя тип дорожного покрытия, угол продольного и поперечного наклона, длина подъема и т. д. Классификация дорог по правилам СНИП приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация условий эксплуатации

Категория условия эксплуатации	За пределами пригородной зоны (более 50 км от границы города)	В малых городах (до 100 тыс. жителей) и в пригородной зоне	В больших городах (более 100 тыс. жителей)	Народнохозяйственное и административное значение автомобильной дороги
I	Д ₁ -P ₁ , P ₂ , P ₃	–	–	I _a – магистральные автомобильные дороги общегосударственного значения, в том числе для международного сообщения I _б – автомобильные дороги общегосударственного (не отнесенных к категории I _a), республиканского, областного значения
II	Д ₁ -P ₄ Д ₂ -P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄ Д ₃ -P ₁ , P ₂ , P ₃	Д ₁ -P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄ Д ₂ -P ₁ ,	–	Автомобильные дороги общегосударственного (не отнесенных к категориям I _a и I _б) республиканского, областного значения
III	Д ₁ -P ₅ Д ₂ -P ₅ Д ₃ -P ₄ , P ₅ Д ₄ -P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄ , P ₅	Д ₁ -P ₅ Д ₂ -P ₂ , P ₃ , P ₄ P ₅ Д ₃ -P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄ , P ₅ Д ₄ -P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄ , P ₅	Д ₁ -P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄ , P ₅ Д ₂ -P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄ Д ₃ -P ₁ , P ₂ , P ₃ Д ₄ -P ₁	Автомобильные дороги общегосударственного (не отнесенных к категориям I _a и II) республиканского и местного значения
IV	Д ₅ -P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄ , P ₅	Д ₅ -P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄ , P ₅	Д ₂ -P ₅ Д ₃ -P ₄ , P ₅ Д ₄ -P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄ , P ₅ Д ₅ -P ₁ , P ₂ , P ₃ , P ₄ , P ₅	Автомобильные дороги общегосударственного (не отнесенных к категориям I _a и II, III) республиканского и местного значения
V _a V _б	Д ₆ -P ₁ , P ₂ Д ₆ -P ₃ , P ₄ , P ₅	Д ₇ -P ₁ , P ₂ Д ₇ -P ₃ , P ₄ , P ₅		Автомобильные дороги местного значения и карьерные дороги

Примечания: Д₁ – цементобетон, асфальтобетон, брусчатка, мозаик; Д₂ – битумоминеральные смеси; Д₃ – щебень без обработки, дегтебетон; Д₄ – булыжник, колотый камень, грунт и мало прочный камень, обработанный вяжущими материалами, зимники; Д₅ – грунт, укрепленный или улучшенный местными материалами; Д₆ – естественные грунтовые дороги; подъездные пути, не имеющие твердого покрытия; Д₇ – временные внутрикарьерные и отвальные дороги.

Тип рельефа местности (определяется высотой над уровнем моря):

- P₁ – равнинный (до 200 м);
- P₂ – слабохолмистый (от свыше 200 до 300 м);
- P₃ – холмистый (от свыше 300 до 1000 м);

- P₄ – гористый (от свыше 1000 до 2000 м);
- P₅ – горный (свыше 2000 м).

При изучении условия эксплуатации карьерных дорог Республики Узбекистан были выявлены следующие показатели (таблица 2).

Таблица 2 – Сравнительные данные по сопротивляемости пород на карьерах Кальмакыр и Сары-Чеку

Материал	Сопротивление покрытия, %	Материал	Сопротивление покрытия, %
Корунд	100	Базальты	2,0–3,9
Кварцит	10,7	Трахиты	2,0–3,5
Весьма твердый кварцит	7,0–8,0	Порфириды	1,5–5,0
Порфиры	3,4–10,2	Песчаники	0,7–4,2
Среднепрочные граниты	3,0–7,0	Известняки	0,04–0,51

Учитывая, что в составе породы очень много кварцита карьера Кальмакыр до 67 %, который считается наиболее твердой породой (см. таблицу 2), естественно, что у всех колесных средств, работающих там, будет наблюдаться интенсивный износ шин. Даже у бульдозеров, которые выполняют огромный объем работ в карьерах АГМК, гусеницы изнашиваются раньше планируемого срока эксплуатации в моточасах. Судя по расположению различных пород пластами определенной высоты, дорога

от спуска до дна карьера неоднородна по твердости ее основания (рисунки 2–3).

Кроме того, при изучении карьера Мурунтау НГМК использовалось аппаратно-программный продукт V-BOX. Самый главный функционал данного прибора заключается в том, чтобы изучить дорожных условий эксплуатации. Анализы показали следующие результаты (рисунок 3).



Рисунок 1 – Участок дороги заезда на вскрышной карьер

Дороги с таким уклоном допускаются только для кратковременного использования. Распределение уклонов по маршруту приведено на рисунке 4.



Рисунок 2 – Участок дороги ЦК – спуск к площадке БелАЗов

По правилам СНИП, в карьерах уклоны до 8 % считаются оптимальными для эффективной эксплуатации карьерного транспорта. Однако определена участки с уклоном выше 15 %.



Рисунок 3 – Маршрутная карта карьера Мурунтау НГМК:
— маршрут карьерного самосвала

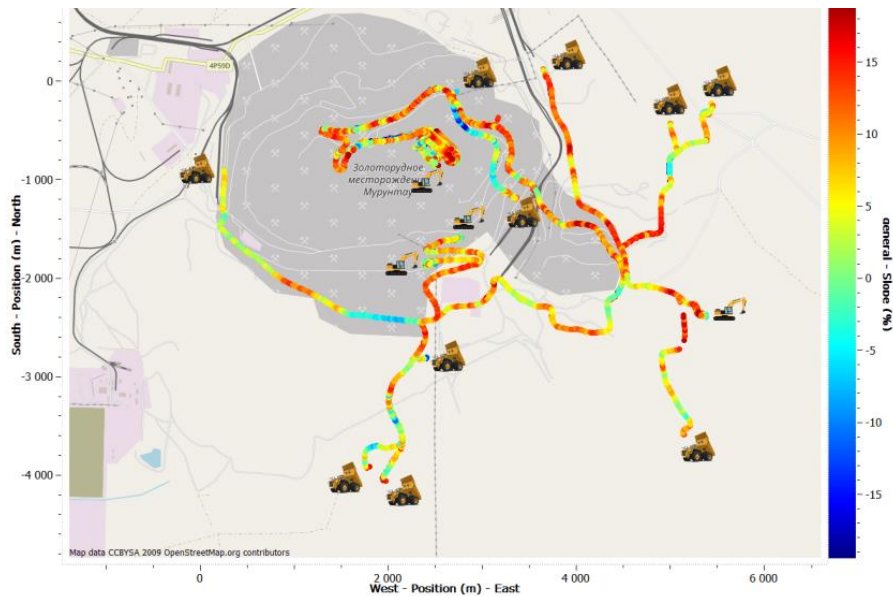


Рисунок 4 – Распределение уклонов по маршруту

Кроме того, исходя от возраста карьерных самосвалов определяется участок работы. Исследование самосвала CAT 789D с возрастом

20 лет показало, что самосвал эксплуатируется только в верхних участках карьера.

При таких условиях эксплуатации крупно габаритные шины карьерных самосвалов не

выдают гарантированный пробег производителя. В таблице 3 приведены данные по эксплуатации крупногабаритных шин в карьере Мурунтау.

Исходя из выше приведенных данных можно сделать вывод, из-за сложности дорожных условий карьера Мурунтау (рисунки 5–6), основной причиной выхода из строя почти 50 % крупногабаритных шин является абразивный износ.



Рисунок 5 – Маршрутная карта одного рабочего цикла САТ 789D

Общий протяженность маршрута составила 3,5 км. Однако нижеприведенном рисунке можно увидеть уклоны в диапазоне 15–20 %.



Рисунок 6 – Участки, где уклоны составляют 15–20 %

Заключение

В результате проведенного анализа условий эксплуатации большегрузной техники в карьерах Республики Узбекистан получены следующие результаты.

Исследована инфраструктура условий эксплуатации основными компонентами которой являются уклоны дорог и состояние дорожной поверхности. В частности, уклоны составляют 15–20 % и более, а качество поверхности представляет собой сильнейший абразивный материал – смесь грунтовых пород с металлизированными включениями, что приводит к интенсивному износу протектора шины.

Проведенные исследования и их количественные результаты будут использованы при оценке нагрузочного режима шин и разработке рекомендаций по повышению их надежности и ходимости, а также позволят оценивать энергоэффективность самого транспортного средства.

Литература

1. Карьерный автотранспорт стран СНГ в XXI веке / П. Л. Мариев [и др.]. – СПб.: Наука, 2006. – 387 с.
2. Yusupov, U. B. Method for calculation of the influence of the longitudinal slope of the road on the tire life / U. B. Yusupov, A. A. Mukhitdinov, Q. U. o'g'li Urinbayev // Galaxy International Interdisciplinary Research Journal. (2023), 11(3). – P.49–59.
3. Yusupov, U. Research of the resource of tires of rotary buses in career conditions / U. Yusupov, O. Kasimov, A. Anvarjonov // ICPPMS-2021. Cite as: AIP Conference Proceedings 2432, 030072. – 2022.
4. Дубинкин, Д. М. Обоснование количества и типа размера шин для беспилотных карьерных самосвалов / Д. М. Дубинкин, А. Б. Карташов, Г. А. Арутюнян // Горное оборудование и электромеханика. – 2020, № 3. – С. 25–33.
5. Горюнов, С. В. Разработка методики прогнозирования долговечности крупногабаритных шин карьерных автосамосвалов: дис. ... канд. техн. наук – М. : Кемерово, 2021. – 124 с.
6. Юсупов, У. Б., Касимов О. К., Нарзиев Ж. Ш. Нормирование пробега шин вахтовых автобусов НефАЗ в условиях «АГМК» / У. Б. Юсупов, О. К. Касимов, Ж. Ш. Нарзиев // Международный, научный электронный журнал «Транспорт шелкового пути». – Ташкент, 2019. – № 3–4. – С. 94–101.

Таблица 3 – Анализ ходимости КГШ в условиях эксплуатации Мурунтау

Типоразмер	Модель	Производитель	К-во	Средняя ходимость, тыс. км	(Механические повреждения)		(Отслоение)		(Износ)		Период эксплуатации	Применение	доля шин с износом, %
					К-во	Средняя ходимость, тыс. км	Кол.-во	Средняя ходимость, тыс. км	К-во	Средняя ходимость, тыс. км			
40.00R57	XDR3	Michelin	1299	65,77	228	55,52	318	45,82	753	77,30	2020/22		58
40.00R57	ET-304, ET-305	Techking	145	28,50	27	27,54	92	24,05	26	45,25	2020/22		18
40.00R57	HA-710, HA-162	Luan	25	18,67			24	18,16	1	30,82	2022		4
40.00-57	ФТ-117	Белшина	22	39,54	2	22,10	6	33,30	14	44,70	2013/14		64
46/90R57	RM-4B+	Goodyear	59	46,57	13	43,33	13	30,37	33	54,22	2021/22	БелАЗ-75310, CAT 793D, Komatsu 830E	56
40.00R57	RM-4B+	Goodyear	15	50,64	3	45,64	2	42,43	10	53,78	2021/22		67
46/90R57	VRPS	Bridgestone	36	79,39	10	76,90	17	73,60	9	93,10	2018/19		25
46/90R57	ET-304, ET-305	Techking	191	20,62	17	24,11	143	17,10	31	34,95	2021/22		16
46/90R57	HA-710, HA-162	Luan	36	21,29			29	18,27	7	33,81	2022		19
46/90-57	Бел-160Д	Белшина	57	20,69	3	20,90	33	18,00	21	24,90	2013		37
42/90R57	VRDP	Bridgestone	40	94,52	9	92,00	21	83,70	10	119,50	2018/19	CAT789D	25
37.00R57	XDR2, XDR3	Michelin	128	81,50	21	62,88	34	54,02	73	99,66	2020/22		57
37.00R57	RM-4A+	Goodyear	9	54,28	2	32,12	1	22,92	6	66,90	2021/22		67

7. Topalidi, V. A. Wear resistance of specialized vehicles tires on quarry roads / V. A. Topalidi, U. B. Yusupov, A. M. Babaev // International journal of mechanical and production engineering research and development (IJMPERD). Vol. 10, Issue-5. Edition: Oct, 2020. – P. 643–658.

8. Топалиди, В. А. Нормирование ресурса шин типовых автомобилей в карьерных условиях / В. А. Топалиди, У. Б. Юсупов // Автомобильная промышленность. – М. : 2019. – № 11. – С. 27–29.

9. Топалиди, В. А. Износостойкость шин специализированного автотранспорта в зави-

симости от категории крепости карьерных дорог / В. А. Топалиди, У. Б. Юсупов // Автомобильная промышленность. – М. : 2020. – № 12. – С. 20–22.

10. Цыценко, Н. А. Исследование зависимости эксплуатационных затрат на движение автомобиля от скорости движения и величины уклона дороги / Н. А. Цыценко // Повышение экономической эффективности строительства и эксплуатация автомобильных дорог Казахстана. – Алма-Ата, 1971. – С. 48–56.

UDK 629.114

BOIKOV Vladimir P., Doctor of technical Sciences, Professor,
Head of the Department «Tractors»¹
E-mail: trak_atf@bntu.by

ABDURAZZOKOV Umidulla A., Ph. D. in Engineering, Associate Professor,
Head of the Department of «Vehicle Engineering»²
E-mail: rektorat@tstu.uz

ANVARZHONOV Akmaljon A. ugli,
Ph. D. student¹, assistant of the Department of «Vehicle Engineering»²
E-mail: rektorat@tstu.uz

¹Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

²Tashkent State Transport University, Tashkent, Uzbekistan

Received 15.09.2023

ANALYSIS OF ROAD CONDITIONS OF OPERATION OF MINING DUMP TRUCKS IN THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN

In the Republic of Uzbekistan, the mining industry is an integral part of the economy. It is also suitable for JSC NMMC to produce more than 105 tons of gold, more than 700 thousand tons of silver, etc. This article analyzes the road conditions of operation of quarries in the Republic of Uzbekistan. Analyses show that the road conditions of quarry operation are heavy, which is why large-sized tires of dump trucks do not give a guaranteed mileage. Based on the above, a statistical analysis of the mileage of oversized tires is given. This article provides an analysis of road conditions during the operation of special equipment on the example of the Muruntau quarry of the Republic of Uzbekistan. The infrastructure of operating conditions is investigated, the main components of which are road slopes and the condition of the road surface. In particular, the slopes are 15–20 % or more, and the surface quality is the strongest abrasive material – a mixture of ground rocks with metallized inclusions, which leads to intensive wear of the tire tread.

Keywords. road conditions, quarry, slope, duty cycle, oversized tires, wear, soil, highways.