



МРНТИ 52.13.17

Научная статья

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7263-2024-146-1-177-188>

## Изучение эффективности работы карьерных автосамосвалов в сложных высокогорных условиях

Г.К. Саменов\*<sup>1</sup>, А.А. Каражанов<sup>2</sup>, Бауыржан Жаманбаев<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

(E-mail: <sup>1</sup>sgk\_08@mail.ru, <sup>2</sup>akarazhanov@mail.ru, <sup>3</sup>zhaman78@gmail.com)

**Аннотация.** Изучены технологические возможности использования карьерных автосамосвалов в условиях высокогорья для транспортировки угля на большие расстояния. Для решения проблем перевозки угля были рассчитаны варианты транспортировки и предложен оптимальный вариант для реализации установленного плана перевозок. При условии реконструкции всех мостов, регулярного ремонта, своевременной очистки участков дороги от снега, покрытия дороги специальным вяжущим материалом в ледовый период и полива летом существует техническая возможность ежегодно перевозить таким способом один миллион тонн угля.

**Ключевые слова:** высокогорный карьер, уголь, автосамосвал, автомобильный транспорт, дороги.

Поступила: 23.01.2024. Доработана: 05.02.2024. Одобрена: 16.02.2024. Доступна онлайн: 29.03.2024

\* автор для корреспонденции

## 1. Введение

Месторождение угля расположено в горной местности. Земля района, как правило, высокогорная. Абсолютные знаки по высоте расположены в пределах 3300-4200 м. Климат региона резко континентальный, изменение суточной температуры до 25°, наблюдается холодная зима и теплое лето. Наибольшее количество осадков выпадает зимой в феврале и марте, осенью в октябре.

Снежный покров на высоте свыше 2500 м выпадает в конце ноября и сохраняется до конца апреля. В высокогорье в любое время года возможен снег.

Регион в весеннее время подвержен лавинной опасности. В участке лавины не наблюдается. Контуры угольного пласта не имеют карстообразования. Сейсмологически регион находится в 9 балльной зоне.

В горных районах климат и дорожные условия имеют следующие характеристики: усложненные условия дорог, изменение различных климатических зон, резкие изменения погоды (снегопады, бураны, гололед, резкое изменение температуры), снижение давления, плотности и температуры воздуха с увеличением высоты гор.

Горные районы часто представляют собой сложный рельеф, слабо развитая сеть автодорог. В предгорных районах преобладают водные преграды: горные речки, озера, ручьи. Вертикальные узкие дороги в большинстве строят через ущелья и горные склоны. Горные дороги имеют резкие подъемы, уклоны и закрытые повороты, много дорожных сооружений и мостов.

В связи с погодными условиями дорожное движение резко меняется. Большая часть горных дорог подвержена обрушениям, камнепадам и оползням.

На изучаемом объекте горные и геологические условия не являются сложными. Имеются благоприятные условия для добычи угля открытым способом. В рабочей зоне населенных пунктов не имеется. Ближайшее село расположено в 45 км от карьера.

На карьере принята система открытой добычи с автотранспортом. Погрузка добытой горной массы осуществляется одноковшовыми гусеничными экскаваторами и колесными погрузчиками.

В соответствии с заданием проведена оценка возможностей предприятия по транспортировке 1 000 000 тонны угля из высотного карьера на расстояние до 150 км с разницей в высоте до 2000 метров.

## 2. Методы

Оценка производственной мощности транспортной системы проводилась с использованием данных о фактическом состоянии предприятия.

Основная цель проводимого исследования - обоснование оптимального горнотранспортного комплекса. Решены задачи по сбору необходимых данных для ее достижения и определению технологических и технических границ.

Основными и взаимосвязанными задачами, подлежащими решению, являются определение горно-геологических и горно-технических условий, необходимых для

данных типов самосвалов, обоснование горных и транспортных операций, а также условий и режима использования карьерного автотранспорта.

Горно-геометрическое исследование данной автодороги показал, что у съездов не постоянно выдерживаются уклоны в соответствии с опережающим уклоном, которая на практике не должна превышать 80 промилей. Существуют участки с наклоном более 120 промилей, что негативно отражается на эффективной работе транспортной техники, так как не все машины могут быть эффективными на крутых наклонных и поперечных участках автодороги. Также недостаточна доля участков горизонтальной дороги вдоль всей магистрали. Все это снижает эффективность использования автотранспорта, так как снижает среднюю техническую скорость движения и увеличивает среднее время в пути.

Одним из важнейших способов повышения эффективности автомашин в таких условиях за счет повышения качества их условий эксплуатации является четкое соблюдение норм проектирования дорог. Сужение автодорог вынуждает к снижению скорости, повышенному увеличению расхода топлива и приводит к износу автошин сверх норм.

### **3. Результаты и обсуждение**

При превышении рельефа над уровнем моря происходит снижение атмосферного давления, температуры и плотности воздуха.

Низкое давление атмосферы снижает мощность двигателя, увеличивает расход потребляемого топлива, снижает давление воздуха в тормозных устройствах и приводит к другим негативным последствиям.

При уменьшении коэффициента заполнения цилиндров двигателя снижается мощность двигателя. В горной местности при выезде карьерного автосамосвала на высоту до 4000 метров через каждые 500-1000 м снижается мощность двигателя на 10-15%. Потребляемое топливо повышается в летнее время на 10-15% и зимнее время до 20-25%. Соответственно, крутящий момент на валу двигателя и сила двигателя на ведущих колесах уменьшаются. В первую очередь это связано с уменьшением плотности воздуха и, соответственно, с уменьшением коэффициента заполнения цилиндров двигателя. Следовательно, горючая смесь переобогащается.

В результате перегрева двигателя и прогрева рабочей смеси происходит разжижение моторного масла и ухудшаются рабочие свойства. При движении машины по горным дорогам может увеличиться количество топлива в составе масла до 20-30%. В результате этого происходит повышенный износ деталей двигателя.

При снижении температуры кипения воды, уменьшении подачи воздуха через вентиляцию и подачи тепла в окружающую среду от радиатора ухудшается охлаждение двигателя. Нарушение герметичности системы охлаждения может привести к закипанию воды даже при нормальной тепловой работе двигателя. Во время длительного спуска нагрузка на двигатель и трансмиссию снижается, а температура воды в системе охлаждения падает до 30-50°C.

При снижении атмосферного давления ухудшается работа устройств электрооборудования, нарушается работа вакуумного регулятора в сторону задержки

момента зажигания, что требует контроля момента зажигания на каждой высоте 2000 м - части октанового корректора. Кроме того, увеличивается испарение электролита из аккумуляторных батарей, интенсивно горят контакты электродов штепсельной вилки и выключателя, снижается сопротивление изоляции проводов и устройств электрооборудования, увеличивается тепловыделение ламповых изоляторов.

Внезапные колебания температуры, быстрые изменения погоды днем и подъем местности над уровнем моря могут вызвать оттаивание радиатора и блока цилиндров двигателя даже летом из-за ночных заморозков.

Из-за повышенного рельефа местности над уровнем моря работа системы зажигания осложнена, установка регулятора вакуума на задержку момента зажигания прерывается, уменьшается сопротивление изоляции электрических проводов и электроприборов, сильно горят электроды светильников и контакты выключателя, повышает образование обогрева в изоляторах светильников, повышает испарение электролита, снижает надежность работы других деталей и электроприборов.

При движении скорость передвижения автосамосвалов ограничивается: при подъеме - тяговые способности, при спуске - безопасность дорожного движения.

Эксплуатация карьерных автосамосвалов в горных районах должна строго соответствовать требованиям по подготовке машин к эксплуатации, проверке их технического состояния в автопарках и тупиках, а также своевременному обслуживанию, так как даже незначительные неисправности могут привести к серьезным последствиям.

Скорость карьерных транспортных средств определяется преимущественно продольным уклоном дорог.

В ходе исследований установлено, что при подъеме загруженных транспортных средств со скоростью 12-15 км/ч значение продольного уклона допустимой нагрузки на шины может достигать 15-20%.

Другие участки должны руководствоваться индикаторами или условиями движения (скользкая трасса, дождь, туман, ночь и т.п.). Для обеспечения безопасности движения необходимо выбрать минимально допустимый интервал между автосамосвалами. Перегон должен быть таким, чтобы при внезапной остановке стоящего перед ним автомобиля последующий автомобиль успел затормозить.

При управлении карьерного автосамосвала в горных условиях постоянная напряженная работа повышает утомление оператора. Из-за нехватки воздуха на высоте 3000 м и выше над уровнем моря у некоторых операторов выявляется затрудненное дыхание, головная и сердечная боль.

Повышенные трудные условия работы в горных условиях требуют от водителей высокой выносливости и хорошей подготовки.

На большой высоте работоспособность пневматических и пневмогидроприводных тормозов снижается за счет снижения подачи воздуха через компрессор и увеличения расхода воздуха для торможения при затяжных дорогах.

В среднем в горных районах до 10-15% траектории движения автомобиля осуществляется с помощью тормозов, а на дорогах с интенсивным движением - до 30-40%. На продолжительных спусках температура тормозных накладок повышается до

350-400°C, тормозные барабаны перегреваются до 280-300° С, поэтому коэффициент трения накладок резко уменьшается, а также повышается тормозной путь автосамосвала.

Значительно возрастают нагрузки на механизмы управления автосамосвала из-за сверхсложных условий автодорог.

При подъеме по горным дорогам наблюдается интенсивный износ шин из-за передачи большого крутящего момента на ведущие колеса, частого торможения на склонах, многочисленных поворотов малого радиуса, высокотемпературных условий эксплуатации шин, езды по дорогам с твердыми выступами и камнями.

Если не следовать специальным рекомендациям, дороги и климат в горных районах негативно скажутся на эксплуатационных характеристиках карьерных автосамосвалов.

Пробег карьерного автосамосвала до следующего текущего обслуживания сокращается на 30-35% от нормативного.

При обследовании пути от места назначения до горного карьера были выявлены следующие замечания:

- в некоторых участках ширина проезжей части дороги затрудняет проезд автомашин;
- частично отсутствуют участки для пропуска встречных автосамосвалов на всем протяжении маршрута;
- видимость встречных транспортных средств в некоторых местах весьма ограничена;
- очень длинные склоны в пути;
- места укладки трубопроводов подвержены риску обрушения;
- конструкция мостов не соответствует строительным нормам и правилам в части несущей способности конструктивных элементов (трещины, откосы, отмывки, обрушения, изгибы балок и т.д.).

Конструкция мостов не удовлетворяет строительные нормы и правила с точки зрения несущей способности основных сооружений.

Во избежание риска аварий карьерных автосамосвалов на участках мостовых конструкций необходимо проводить полную реконструкцию всех мостовых конструкций.

Из-за узости дорог проезд двух встречных карьерных автосамосвалов затруднен, что сильно влияет на работу горнотранспортного комплекса.

Зимой дороги необходимо регулярно чистить. Также необходимо обеспечение связи для всех операторов колесной техники.

В большинстве участков маршрута часто происходит обледенение дорог. Карьерные автосамосвалы вынуждены останавливаться, чтобы оборудовать шины специальными цепями.

Население близлежащих деревень жалуются на пыль дорог и часто закрывают дороги.

В основном есть очень большой запас мощности для перевозки угля, автомобильного транспорта от склада до конечной точки доставки, по результатам расчета транспортно-транспортной мощности транспортной системы.

При восстановлении конструкции всех мостов, регулярном техническом обслуживании, своевременной очистке и посыпке дороги специальными инертными материалами во время летнего гололеда и водой летом можно перевозить 1 000 000 тонн угля в год.

Изучение горно-геологических и горнотехнических факторов проводилось путем установления фактических или планируемых условий ведения горных работ. В

зависимости от горно-геологической обстановки была проведена соответствующая сборка основного горного погрузочно-разгрузочного оборудования, после чего была определена структура модели магистрали в соответствии с установленными горными и породными потоками. Расчеты проведены, исходя из фактических затрат, связанных с обслуживанием основных технических процессов, конкретных схем транспорта, количества основного технического оборудования, организацией эксплуатации горнотранспортных комплексов.

Необходимо указать, что результаты многочисленных научных исследований по перевозке горной массы карьерными автосамосвалами показывают, что производительность карьерной техники во многом зависит от сезонов года и условий климата. Влияние данных факторов на показатели карьерной техники учитывается сезонными факторами: 0,92-0,95 летом, 1-1,1 зимой и 0,8-0,85 в переходный период. Данный фактор в основном влияет на скорость движения карьерных автосамосвалов, в результате чего снижается производительность транспорта и сокращается в целом работа транспортной системы, то есть, несмотря на плохое состояние автодорог, техническая скорость загруженного движения весной в сравнении с зимой снижается на 10-15%.

В настоящее время подрядчики вывозят уголь с площадки наружу. Ежедневная производственная мощность по перевозке угля оценивается в 1000 тонн, а годовая производственная мощность оценивается примерно в 300 000 тонн угля. Согласно данным, количество рейсов данных подрядчиков не является постоянной.

Около 50 транспортной техники местного населения жителей используется подрядчиком в перевозке угля. Используются китайские самосвалы Howo и Shacman, старые российские самосвалы КамАЗ.

При транспортировке угля сторонним подрядчиком отсутствует стабильный объем перевозок и не выполняется план производства. Со стороны сторонних организаций нет должного контроля водителей карьерных автосамосвалов. Во время транспортировки карьерные самосвалы местного населения используются в различных условиях (разные модели транспортной техники, неисправные). Карьерные автосамосвалы часто перегружены и часто могут нарушать состояние автодорог и создавать аварийные ситуации.

Согласно результатам исследований по транспортировке угля, передавать запланированное количество угля внешним организациям очень опасно.

Если поручить стороннему подрядному предприятию транспортировать ежегодно 1 000 000 тонны угля, то по вышеуказанным причинам не сможет выполнить эту задачу. В настоящее время уголь экспортируют транспортной техникой Howo, Shacman и КамАЗ. Низкая производительность зависит от среднего возраста и физического износа карьерных автосамосвалов. Множество карьерных автосамосвалов КамАЗ уже исчерпали свои оперативные ресурсы.

Условия эксплуатации технологических транспортной техники, ограниченных с точки зрения технических и геометрических параметров производства, приводят к торможению и снижению эффективности высокопроизводительных карьерных

автосамосвалов Howo и Shacman в зависимости от условий сочетания с старыми самосвалами КамАЗ.

Если рассмотреть транспортный процесс использованием самосвалов Howo, Shacman и КамАЗ вместе взятых, то понятно, что старые самосвалы КамАЗ значительно уступают самосвалам Howo, Shacman по тяговым данным. В результате движение самосвала Howo, Shacman с низкими показателями по тягово-цепным характеристикам объясняется средним возрастом и высоким физическим износом карьерного автосамосвала КамАЗ. Большую часть затрат занимают карьерные автосамосвалы. Это связано с тем, что у большинства карьерных автосамосвалов КамАЗ уже выработан ресурс эксплуатации, что приводит к увеличению расхода топлива и износу шин. При использовании самосвала вместе с этим увеличивается и определенный расход топлива.

Применение нового поколения карьерных автосамосвалов одного типа позволяет решить указанную проблему. Данное решение значительно расширяет возможности высокопроизводительных транспортных средств Howo и Shacman, значительно снижает расход топлива, повышает эффективность погрузочной техники и в целом повышает производительность транспортной системы за счет снижения затрат на транспортные операции.

А также выполнен расчет транспортировки 1 000 000 тонн угля из карьера на приемный склад в городе.

В результате исследования установлено: чтобы производить 1 миллион тонны угля необходимо извлечь 300 миллионов тонн вскрышных пород. Данный участок плохо подготовлен к открытой добыче угля. Угольный пласт вскрыт практически с разных сторон. Чтобы получить необходимое количество угля, нужно подготовить месторождение. Для транспортировки вскрышных пород потребуется дополнительно 9 карьерных автосамосвалов и 3 экскаватора.

Для расчетов по перевозке угля использовались десять вариантов автомобилей Howo ZZ3327, Howo ZZ3327N3847C, Shacman SX3256, Shacman SX3316, КамАЗ 65201, Tatra T158-8, Terex TA30, Scania G440, Volvo FMX 6x4, Terex TR35 грузоподъемностью от 25 до 33 т.

Выполнены расчеты пропускной и провозной способности транспортной системы для перевозки угля при добыче угля в карьере и транспортировке породы с поверхности вскрыши карьера на внешний отвал; расчет параметров производственного маршрута перевозки угля от карьера до конечного склада; расчет экономических показателей транспортного процесса; привлечение сторонних перевозчиков при перевозке угля.

Расчеты основаны на справочных материалах, данных из интернета и средних фактических показателях. Затраты на работу и время простоя самосвалов и экскаваторов рассчитаны на основе фактических данных о стоимости литра дизельного топлива и заработной плате водителей самосвалов.

Ограничения скорости для самосвалов составляют 15 км/ч в грузовом направлении и 25 км/ч в порожнем направлении, исходя из фактических показателей практики. В целях безопасности допускаются максимально возможные значения, так как этот предел значительно снижает потенциал более качественной техники.

Оптимальный вариант перевозки самосвалом Howo ZZ3327 N3847C по результатам расчетов.

Расчетная экономия от транспортировки угля и травы собственными силами предприятия за шесть лет составляет более 40 тыс. долларов США.

Предлагается альтернативный метод транспортировки: самосвал HOWO с прицепом с перевалкой груза самосвалов HOWO в последнем населенном пункте перед въездом на карьер.

За счет сокращения количества трудных участков средняя скорость HOWO увеличится. Расход топлива также снизится. В зависимости от благоприятных условий работы количество дней работы прицепного HOWO будет увеличиваться.

Преимуществом этого варианта является повышение производительности. Частота перевозок для самосвалов HOWO составляет три раза в день до пункта погрузки и два раза в день для самосвалов HOWO с прицепами до конечного пункта погрузки.

Запасным вариантом для устранения социальной напряженности среди местного населения предлагается передать самосвалы HOWO, перевозящие уголь с карьера на перевалочный пункт местным водителям. Местные водители также адаптированы к высокогорному рельефу.

Самосвалы HOWO с прицепами также можно использовать для привлечения водителей из других регионов, так как условия эксплуатации в этом случае ниже +2000 м.

Таблица 1

### Результаты расчета перевозки угля

Показатели	1 вариант	2 вариант	3 вариант
	Howo без перегрузки	Howo с перегрузкой КамАЗ	Howo с перегрузкой Howo с прицепом
ОРЕХ	9305310	7374596	6916850
САРЕХ	9431360	6845547	6973520
Итого ОРЕХ + САРЕХ	18736670	14220143	13890370
Объем угля, тн в год	1000000	1000000	1000000
Себестоимость \$/тн 156 км	18,74	14,22	13,89
Себестоимость \$/тн/км	0,12	0,09	0,09

Согласно расчетам вариантов транспортировки самосвалов Howo и Howo с прицепом с пунктами перегрузки, они более экономичны, чем другие варианты.

Также было определено количество транспортных единиц самосвалов, предлагаемых компанией TATRA, и в качестве альтернативы был представлен график производства.

#### **4. Выводы**

Как показывает анализ транспортных операций в открытом карьере, существует большой потенциал для повышения эффективности транспортных операций в горнодобывающей промышленности.

Результаты обследования участка дороги показывают, что проезжая часть на некоторых участках слишком узкая для самосвалов; по всей длине дороги частично отсутствуют карманы для встречного транспорта; есть участки, где видимость для встречного транспорта крайне ограничена; дорога имеет очень большие уклоны; проложенный трубопровод находится под угрозой обрушения; обнаружено, что конструкция моста не соответствует строительным нормам и правилам; не везде выдержаны отметки съездов в соответствии с контрольными отметками несущей способности конструктивных элементов.

Летом жители соседних деревень жалуются на пыльные дороги и перекрывают их. Многие дороги сильно обледенели. Зимние дороги необходимо регулярно чистить. Необходимо увеличить количество погрузчиков на всех сложных участках и обеспечить мобильную связь между водителями погрузчиков и самосвалов.

Если все мостовые сооружения будут реконструированы и регулярно ремонтироваться, снег на участках дорог будет своевременно убираться, в морозы на дорогу будет распыляться специальный вяжущий материал, а летом - вода, то по трассе технически можно будет перевозить 1 млн тонн угля в год.

Система транспортировки угля от разрезов до приемных складов имеет очень большой запас пропускной и провозной способности на маршруте, согласно расчетам пропускной и провозной способности.

По причинам, указанным в представленном отчете об эффективности транспортировки угля, было бы очень рискованно передавать запланированные объемы угля существующим подрядчикам. Также не представляется возможным полностью перейти на перевозку из одного источника. Это связано с тем, что в этом случае местное население близлежащих населенных пунктов будет против. Другими словами, если необходимо перевезти один миллион тонн угля, местных водителей следует держать на частичных контрактах.

Снижение производительности обусловлено высоким средним возрастом самосвалов и их физическим износом. Для решения этой проблемы, необходимо поддерживать тот же тип самосвалов в новом поколении.

Важной возможностью повышения производительности и снижения затрат на горном транспорте является эффективная организация автопарков.

Сначала реализация имеющихся возможностей должна быть связана с более точным обоснованием выбора модели и количественного соотношения основного горнотранспортного оборудования.

Второе направление – создание условий для эффективной эксплуатации действующей сегодня горнодобывающей и транспортной техники. При перевозке угля работают самосвалы, фактически отработавшие свой ресурс, которые по своим тяговым

характеристикам не в полной мере соответствуют новым самосвалам совместного пользования. Надо принимать эффективные решения поддержания рентабельности горнотранспортного комплекса за счет обоснованной замены основного оборудования.

Из актуальных направлений повышения эффективности работы самосвалов в горных условиях за счет улучшения качества условий их эксплуатации является точное соблюдение норм проектирования дорожного полотна. Уменьшение ширины автодорог приводит к снижению скорости машин, увеличению расхода топлива и изнашиваемости автошин.

Третье направление – совершенствование управления транспортными операциями в карьерах и на дорогах. Этот процесс включает в себя все аспекты администрирования, учета, нормирования, регулирования, планирования и организации. Для этого необходимо создать соответствующую систему управления и диспетчеризации автоматизированных транспортных операций. Современная система диспетчеризации позволяет наблюдать за динамикой работы самосвалов и принимать оптимальные и быстрые решения, чтобы исключить ситуации, связанные с дорожно-транспортными происшествиями и простоями техники.

#### **Вклад авторов:**

**Каражанов А.А.** – концепция, методология, ресурсы.

**Жаманбаев Б.У.** – сбор данных, тестирование, моделирование.

**Саменов Г.К.** – анализ, визуализация, интерпретация, написание, редактирование.

#### **Список литературы**

1. Ракишев Б.Р., Молдабаев С.К., Нурғалиева М.С., Саменов Г.К. Конструкция и оптимизация положения вскрышной зоны на угольных разрезах // Вестник Казахского национального технического университета. – Алматы: 2011. – №4. - С.143-149.
2. B.Rakishev, D.Mahambetov, G.Samenov. Optimal application of automobile transport by open cast development of the deep quarries // Transport Problems. Poland: Katowice, 2013. – V.8. Issue 3. - P.25-33
3. Саменов Г.К., Бермухамбетов В.А., Куттыбаев А.Е., Турсынбеков А.А. Исследования влияния условий работы на эффективность эксплуатации карьерных автосамосвалов // «Рациональное использование минерального сырья в условиях индустрии 4.0»: Материалы международной научно-практической конференции. Алматы, КазННТУ, 2019, - С.210-213

**Ғ.Қ. Сәменов, Ә.А. Қаражанов, Б.У. Жаманбаев**

*Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан*

#### **Күрделі биік таулы жағдайларда карьерлік автоөзітүсіргіштерді пайдалану**

**Андатпа.** Мақалада көмірді үлкен қашықтыққа тасымалдау кезінде биік таулы жағдайларда карьерлік автоөзітүсіргіштерді пайдалану ерекшеліктері қарастырылды. Көмір тасымалдау

жөніндегі міндеттерді шешу үшін нұсқаларды есептеу орындалды және тасымалдаудың белгіленген жоспарын жүзеге асырудың оңтайлы нұсқалары ұсынылды. Егер барлық көпір құрылыстарына қайта жаңартуды жүргізу, жол учаскелерін қардан тазалау, көктайғақ кезінде жолға арнайы қоспа материалдарын себу, жазғы уақытта көгалдандыру мен суару сияқты жұмыстар тұрақты жүргізіліп отырса, онда технологиялық жағынан осы жолмен жылына 1 млн. тонна көмір тасымалдау мүмкіндігі бар.

**Түйін сөздер:** биік тау карьері, көмір, автоөзітүсіргіш, автомобиль көлігі, жолдар.

**G.K. Samenov, A.A.Karazhanov, B.U.Zhamanbayev**

*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan*

### **Operation of mine dump trucks in difficult high-altitude conditions**

**Abstract.** This article discusses the operation of mine dump trucks in high-altitude conditions for transporting coal over long distances. It presents calculations for solving the problem of coal transportation and proposes optimal solutions for implementing the established transportation plan. If all bridge structures are reconstructed, constant maintenance is ensured, road sections are timely cleaned from snow, special binding materials are used to fill the road during the ice season, and irrigation is conducted in the summer, then it will be possible to transport 1 million tons of coal per year along this road.

**Keywords:** high-altitude quarry, coal, dump truck, road transport, roads

#### **References**

1. Rakishev BR, Moldabaev SK, Nurgalieva MS, Samenov GK. Construction and optimization of the position of the overburden zone in coal mines//Bulletin of the Kazakh National Technical University. - Almaty: 2011. – №4. - S.143-149
2. B.Rakishev, D.Mahambetov, G.Samenov. Optimal application of automobile transport by open cast development of the deep quarries // Transport Problems. Poland: Katowice, 2013. – V.8. Issue 3. - P.25-33
3. Samenov G.K., Bermukhambetov V.A., Kuttybaev A.E., Tursynbekov A.A. Studies of the influence of working conditions on the efficiency of operation of mine dump trucks//Collection of works of the international scientific and practical conference "Rational use of mineral raw materials in the conditions of industry 4.0," Almaty, KazNITU, 2019, - S.210-213

#### **Сведения об авторе (авторах):**

**Саменов Ғ.Қ.** – хат-хабар авторы, техника ғылымдарының кандидаты, аға оқытушы, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтбаев көшесі, 2, 10000, Астана, Қазақстан.

**Қаражанов Ә.А.** – техника ғылымдарының кандидаты, доцент, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтбаев көшесі, 2, 10000, Астана, Қазақстан.

**Жаманбаев Б.У.** – техника ғылымдарының кандидаты, аға оқытушы, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтбаев көшесі, 2, 10000, Астана, Қазақстан.

**Саменов Г.К.** – автор для корреспонденции, кандидат технических наук, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, ул.Сатпаева, 2, 10000, Астана, Казахстан.

**Каражанов А.А.** – кандидат технических наук, доцент, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, ул.Сатпаева, 2, 10000, Астана, Казахстан.

**Жаманбаев Б.У.** – PhD, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул.Сатпаева, 2, 10000, Астана, Казахстан.

**Samenov G.K.** – corresponding author, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str. 2, 10000, Astana, Kazakhstan.

**Karazhanov A.A.** – Candidate of Technical Sciences, associate professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str. 2, 10000, Astana, Kazakhstan.

**Zhamanbayev B.U.** – PhD, Senior Lecturer, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str. 2, 10000, Astana, Kazakhstan.



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).