

3. Позволяет упорядочить выбор и описание промывки по предложенной последовательности классификационных признаков в конкретной их группе.

4. Дает возможность системно провести обзор промывок скважин, выявить их преимущества, недостатки и области применения, а так же наметить пути совершенствования.

Список литературы

1. Воздвиженский Б.И. Разведочное бурение / Б.И. Воздвиженский, О.М. Голубинцев, А.А. Новожилов – М.: Недра, 1982. – 360 с.
1. Воздвиженский Б.И. Колонковое бурение / Б.И. Воздвиженский, С.А. Волков, А.С. Волков – М.: Недра, 1982. – 360 с.
3. Волков А.С. Бурение скважин с обратной циркуляцией промывочной жидкости / А.С. Волков, А.А. Волокитенков – М.: Недра, 1970. – 256 с.
4. Дерусов В.П. Обратная промывка при бурении геологоразведочных скважин / В.П. Дерусов – М.: Недра, 1984. – 184 с.
5. Ивачев Л.М. Промывочные жидкости в разведочном бурении / Л.М. Ивачев. – М.: Недра, 1975. – 215 с.
6. Ивачев Л.М. Промывочные жидкости и тампонажные смеси / Л.М. Ивачев: Учебник для ВУЗов. – М.: Недра, 1987. – 242 с.
7. Шамшев Ф.А. Технология и техника разведочного бурения / Ф.А. Шамшев, С.Н. Тараканов, Б.Б. Кудряшов, Ю.М. Парийский и др – М.: Недра, 1966. – 523 с.

Вперше наведено класифікацію промивань при спорудженні свердловин, яка містить ознаки, що диференціюють промивання в процесі і поза технологічним

процесом заглиблювання. Класифікація інтегрує в собі ознаки, що раніше не розглядалися або тільки згадувалися при описі схем промивання, і дозволяє впорядкувати вибір та опис промивання за запропонованою послідовністю ознак у конкретній групі. Дас можливість системно провести огляд промивань свердловин, виявити їх переваги, недоліки й області застосування, а також намітити шляхи вдосконалення. Стаття може бути цікава фахівцям, що займаються питаннями технології буріння.

Ключові слова: класифікація, свердловина, рідина, промивання, технологія

It is presented a classification of types of boreholes flushing used during borehole construction. For the first time the classification differentiates flushing during the technological process of hole making and after it. The classification integrates features which have already been mentioned earlier in description of the flushing schemes but have never been considered yet. The classification allows arranging of options and descriptions of flushing according to the proposed succession of features in the concrete group. The classification makes it possible to conduct the review of the boreholes flushing systematically, to identify their advantages and disadvantages and application methods and plan ways of its improvement. The article can be of interest for specialist dealing with boring technologies.

Keywords: classification, borehole, liquid, flushing, technology

Рекомендовано до публікації д.т.н. В.П. Франчуком.
Дата надходження рукопису 30.09.10

УДК 629.083:656.13: 622.684

© Монастырский Ю.А., Веснин А.В., Таран И.А., 2010

Ю.А. Монастырский, А.В. Веснин, И.А.Таран

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ КАК РЕСУРС ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Yu.A. Monastyrskiy, A.V. Vesnin, I.A. Taran

STATISTICAL ANALYSIS OF QUARRY DUMP TRUCKS PERFORMANCE PARAMETERS AS A RESOURCE OF THEIR EXPLOITATION EFFECTIVENESS IMPROVING

Представлены пути совершенствования эксплуатации карьерных автосамосвалов с использованием систематизации, обобщения и последующей компьютерной обработки статистических данных показателей работы карьерных автосамосвалов грузоподъемностью 120–130 т. Проведены исследования, согласно которым повышение эффективности работы карьерной автотехники может быть достигнуто путем разработки мероприятий, основанных на анализе параметров эксплуатации машин, применительно к специфическим условиям конкретного предприятия.

Ключевые слова: карьерный автосамосвал, межремонтный пробег, трасы движения, модификации машин, передаточные числа трансмиссий

Постановка проблемы. Проведение исследований по повышению эффективности эксплуатации карьерных автосамосвалов грузоподъемностью от 30 до 120–130 т в условиях горно-обогатительных комбинатов Украины, обусловлено постоянной необхо-

димостью снижения себестоимости конечного продукта, значительно усилившейся в последнее время. Из практического опыта ясно, что высокие показатели работы автосамосвала можно получить, только адаптируя его, а также процессы транспортирования

и технического обслуживания, к условиям конкретного предприятия. В тоже время объем воздействий должен находиться в достаточно узких рамках, ограниченных проектно-конструкторской документацией на машину и необходимым перечнем операций по техническому обслуживанию и ремонту.

Именно формирование рационального комплекса воздействий, как на отдельный автосамосвал, так и на транспортный процесс в целом, с максимальным учетом специфики условий работы конкретного предприятия является целью исследований. В свою очередь повышение производительности транспортного обслуживания по фактору минимума затрачиваемых ресурсов является актуальной научной проблемой.

Анализ последних исследований и публикаций [1, 2, 3, 4] показал, что решение поставленной проблемы может идти по пути систематизации и обобщения статистических данных показателей работы карьерных автосамосвалов с их последующей компьютерной обработкой.

Постановка задач:

1. Планирование рационального порядка замены вышедших из строя механизмов на основе анализа их наработок на отказ.

2. Перераспределение водителей по трасам движения на основе анализа показателей их работы по критерию максимальной эффективности.

3. Подбор модификаций машин и модернизация трансмиссии в период ремонтов для получения лучших технико-экономических показателей в условиях конкретного предприятия.

Материалы и результаты исследований. Проведение глубокого анализа данных учета наработок узлов и агрегатов, а также выполняемой транспортной работы карьерными автосамосвалами, бесспорно, позволит повысить эффективности работы и возможность проводить координацию процессов технического обслуживания, снижая в конечном итоге себестоимость транспортирования. Однако на данном этапе даже крупные автопредприятия криворожских горно-обогатительных комбинатов такую работу практически не проводят. Именно качественный синтез данных учета работы машин по различным факторам, влияющим на повышение показателей транспортирования, лег в основу исследований. Методология решения первой задачи показана на примере одного из основных агрегатов автосамосвалов БелАЗ-7512 – тягового генератора ГПА-600. В выборку попало 153 агрегата, в том числе 32 новых и 121 после ремонта собственными силами. Всего агрегаты отработали 4195,4 тыс. км. Среднее время до списания машины составило 8 лет при средней наработке около 362 тыс. км. Установлено, что среднее расстояние, пройденное машинами, после которого необходима была замена новых ГПА-600 – около 62 тыс. км, отремонтированных – 18 тыс. км, при этом новые агрегаты отработывали до 106 тыс. км, а отремонтированные – до 73 тыс. км. Общая выборка характеризуется правосторонней асимметричностью $A=1,09$ и островершинным эксцессом $\Theta=0,58$. Средний по всей выборке пробег составил

27,4 тыс. км, при стандартной ошибке в пределах 2,0 тыс. км, параметр потока отказов составил $0,0000365 \text{ км}^{-1}$.

Критерием эффективности оценки порядка замен принят минимум приведенных затрат, связанных с простым самосвала, заменой агрегата, стоимостью нового или ремонтом агрегата. Эти разновременные (на протяжении срока эксплуатации самосвала) затраты приведены к началу эксплуатации карьерного самосвала коэффициентом приведения при ставке процента по долгосрочным займам равной 12,5% (средний по Украине на момент написания статьи).

Средняя наработка машины до списания была разделена на интервалы, равные пробегам до выхода из строя новых и отремонтированных ГПА-600. Принималось, что первым на машине установлен новый агрегат, т.к. машина новая. На этом основании сформированы следующие варианты порядков выполнения замен агрегата (таблица).

Анализ годовых приведенных затрат, связанных с заменами ГПА-600 на одной машине, показал, что минимальные приведенные затраты оказались в варианте 6А и практически равны им в вариантах 6Б и 6В, все они в 1,5–1,6 раза меньше, чем в базовом варианте. Существующий порядок замен является одним из наименее эффективных и его необходимо менять. Рекомендуется для практического применения вариант с заменами на новые агрегаты до 300 тыс. км (80% эксплуатационного пробега) наработки карьерного самосвала с начала эксплуатации, в последующем целесообразна замена только на отремонтированные агрегаты.

По предложенной схеме был проведен ряд исследований для тягового электродвигателя ДК-722 и генератора-возбудителя ДК-913Б. Суммарный эффект по основным агрегатам трансмиссии сопоставим с месячными расходами на запасные части для одной машины. Таким образом, выполненная работа показывает, что для повышения эффективности эксплуатации карьерных самосвалов необходимо вести учет и особенно последующий анализ ходимости агрегатов машин, а на его основе рекомендовать рациональные последовательности замен агрегатов, при этом в зависимости от существующих стоимостных пропорций рациональным будет свой, специфичный для данного предприятия, порядок замен. Формирование методики, решения 2 задачи потребовало учета большего количества различных, порой взаимно исключающих факторов, так как водитель является основным звеном процесса транспортирования грузов в условиях нарастающего количества автомобилей, улучшения их динамических свойств и повышения требований к мастерству вождения. Управляя автомобилем, водитель реагирует на непрерывные изменения дорожной обстановки и принимает соответствующие решения. При этом он использует, с одной стороны, ранее накопленный опыт, с другой – интуитивно прогнозирует положение своего автомобиля и других участников движения на проезжей части. Информацию о рациональных приемах управления водитель получает при первичном обучении и совер-

шенствует на протяжении срока работы, при этом не всегда приемы, эффективные с точки зрения водите-

ля, являются лучшими с точки зрения эффективности эксплуатации автомобиля.

Таблица

Варианты порядков выполнения замен генераторов ГПА-600

	Суть порядка замен
1	Существующий порядок замен, заключающийся в замене агрегатов после пробега, равного среднему пробегу всех агрегатов между заменами. Базовый. Общее количество замен составляет 11.
2	Порядок с заменой на новые агрегаты, заключающийся в замене агрегатов после пробега, равного пробегу новых агрегатов между заменами. Общее количество замен составляет 5.
3	С заменой на 1 новый агрегат. Заключается в работе нового агрегата, который установлен на новой машине, до замены. При дальнейшей эксплуатации машины, при необходимости, производится замена на отремонтированные агрегаты и 1 замена на новый агрегат. Общее количество замен составляет 14, из них 13 – на отремонтированные агрегаты. А) новый агрегат устанавливают первым; Б) новый агрегат устанавливают в середине срока эксплуатации; В) новый агрегат устанавливают последним, в конце срока эксплуатации.
4	С заменой на 2 новых агрегата. Заключается в работе нового агрегата, который установлен на новой машине, до замены. При дальнейшей эксплуатации машины, при необходимости, производится замена на отремонтированные агрегаты и 2 замены на новые агрегаты. Общее количество замен составляет 12 замен, из них 10 – на отремонтированные агрегаты. А) новые агрегаты устанавливают в начале срока эксплуатации; Б) новые агрегаты устанавливают в середине срока эксплуатации; В) новые агрегаты устанавливают последними, в конце срока эксплуатации.
5	С заменой на 3 новых агрегата. Заключается в работе нового агрегата, который установлен на новой машине, до замены. При дальнейшей эксплуатации машины, при необходимости, производится замена на отремонтированные агрегаты и 3 замены на новые агрегаты. Общее количество замен составляет 10, из них 7 – на отремонтированные агрегаты. А) новые агрегаты устанавливают в начале срока эксплуатации; Б) новые агрегаты устанавливают в середине срока эксплуатации; В) новые агрегаты устанавливают последними, в конце срока эксплуатации.
6	С заменой на 4 новых агрегата. Заключается в работе нового агрегата, который установлен на новой машине, до замены. При дальнейшей эксплуатации машины, при необходимости, производится замена на отремонтированные агрегаты и 4 замены на новые агрегаты. Общее количество замен составляет 7, из них 3 – на отремонтированные агрегаты. А) новые агрегаты устанавливают в начале срока эксплуатации; Б) новые агрегаты устанавливают в середине срока эксплуатации; В) новые агрегаты устанавливают последними, в конце срока эксплуатации.
7	С заменой на агрегаты после ремонта, заключается в замене агрегатов после пробега, равного среднему пробегу отремонтированных агрегатов между заменами.

Помочь водителю наиболее эффективно перевозить горную массу в карьере могли бы специально разработанные мероприятия, которые базируются на анализе данных бортовых компьютерных систем современных карьерных самосвалов. Такие системы фиксируют положение автомобиля в пространстве, определяют и сохраняют в памяти параметры движения и параметры работы автомобиля, в том числе скорость движения, мгновенный и текущий расход топлива, частоту вращения коленчатого вала и прочие. Исходными для работы были данные бортовых систем контроля загрузки и расхода топлива СКЗ-02.01, установленных на карьерных самосвалах БелАЗ-75131. Для примера представлены результаты анализа 343 ездов 35 водителей на 12 машинах, число ездов по трассе каждым водителем было от 7 до 15, что обеспечивало приемлемую точность и представительность результатов. Трасса длиной 2,8 км с уклоном вверх 48 % расположена в нижней части карьера и

начинается на глубине около 400 м. Анализ средних значений удельного расхода топлива (рисунок) показал, что на одной и той же трассе на практически одинаковых машинах данная величина, показанная каждым водителем, изменяется в пределах от 26,70 до 75,91 г/(т·км), при среднем значении 46,36 г/(т·км), разбегность от среднего составляет около 40%. После построения аналогичных диаграмм по другим трассам карьера было установлено, что и на других трассах наблюдается колебание в пределах до 30–40% в ту или иную сторону от среднего значения скорости движения на конкретной трассе. При этом разные водители показывают лучшие и худшие результаты, на одной трассе одни, на другой – другие, на третьей – третьи. В зависимости от конкретных личностных характеристик есть водители, показывающие стабильно высокие результаты на длинных трассах, на коротких, на трассах с большим или малым числом поворотов, на крутых или пологих

трассах. Есть водители, которые стабильно ездят со средней скоростью практически по всем трассам.



Рис. Величины средних значений удельного расхода топлива на одной из трасс

Аналогичные закономерности получены по скоростям движения и выполненной транспортной работе, которые показали, что водители, имеющие более высокие скорости движения и объем выполненной работы, как правило, имеют более высокий расход топлива. На основании полученных результатов предложено в условиях предприятия проводить анализ работы водителей и при оперативном сменном, суточном или месячном планировании работы водителей назначать на конкретные трассы в первую очередь водителей с наилучшими показателями работы на данной трассе. Это может быть реализовано с помощью известных методов, в основе которых лежит оптимизационная экономико-математическая модель. В данное время нет общепринятого единого критерия эффективности, поэтому в современных условиях ограниченного количества ресурсов за критерий оптимальности предлагается избрать минимум затрат топлива на перевозку груза или максимум производительности. То есть целевая функция будет учитывать количество ездов каждого водителя, удельные затраты топлива или производительность этого водителя на закрепленных за ним в плане трассах.

При создании модели учтены такие ограничения:

- суммарная масса груза, которую перевозят на каждой трассе, равна плану перевозок на данной трассе;
- количество ездов прямо пропорционально зависит от объема горной массы. Данное ограничение учитывает специфику погрузчиков или экскаваторов и разнообразие физических особенностей массы, которая транспортируется;
- фактическое значение коэффициента использования грузоподъемности на данной трассе;
- продолжительность рабочей смены, их число в сутках и месяце;
- все водители, независимо от показателей работы, должны быть задействованы в перевозках на протяжении определенного для них рабочего времени.

Формализованное описание ограничений демонстрирует то, что водители на протяжении рабочего времени не ездят по всем трассам, они закреплены лишь за

теми, перевозка на которых приводит целевую функцию к минимуму в случае использования критерия расхода топлива и максимуму в случае использования критерия производительности. Расчеты показывают, что использование оптимизационной экономико-математической модели рационального перераспределения водителей по трассам движения даст возможность повысить эффективность работы карьерного автотранспорта или снизить расходы топлива не менее, чем на 5–7 % при месячных текущих затратах на анализ результатов работы и моделирование, равных 1–2 дневной зарплате квалифицированного специалиста.

Третьим направлением повышения эффективности работы карьерных самосвалов является оптимизация передаточного числа трансмиссии машины под конкретные условия эксплуатации на данном предприятии. В связи с многообразием условий эксплуатации, во время проектирования машины производители унифицируют технику под типичные условия работы, но оставляют возможность комплектации однотипными сборочными единицами для вариации компоновок применительно к требуемым условиям. Если рассмотреть дорожные условия, то на одном и том же предприятии они могут встречаться в широком диапазоне. В связи с этим потребители ориентируются на усредненные значения параметров, в частности передаточных чисел трансмиссии. Так, для примера, в условиях ОАО „Арселор Миттал Кривой Рог“ карьерные самосвалы грузоподъемностью 45 т работают на шлакопереработке, практически горизонтальных дорогах с асфальтобетонным покрытием и работают на отсыпке дамб на временных дорогах с предельными уклонами. Представленные условия диаметрально различные, а эксплуатируются в них идентичные самосвалы, что не является эффективным с точки зрения тягово-динамических условий движения машин. Анализ показывает, что без учета механизмов других производителей, на карьерный самосвал БелАЗ серии 7547 может быть установлено 3 компоновки трансмиссии с передаточными числами от 13 до 86 [5, 6].

На основе проведенных тягово-динамических расчетов автосамосвала БелАЗ-7547, оснащенного двигателем ЯМЗ 240 НМ 2, получены гиперболические зависимости расхода топлива при 3 компоновках трансмиссии и движении на различных передачах от продольного уклона автодороги, которые показали, что для конкретных условий существуют свои наиболее рациональные по минимуму расхода топлива передаточные числа, различие между „худшей“ и „лучшей“ компоновками для конкретных условий составляет более 8% разницы расхода топлива. При обновлении и модернизации парка машин необходимо производить согласование параметров трансмиссии с характерными дорожными условиями эксплуатации, что обеспечит оптимальную работу двигателя при движении машин на рациональных передачах и, соответственно, приведет к снижению расхода топлива в пределах указанной величины.

Выводы. Представлены результаты аналитических исследований, на основе которых можно утвер-

ждать, что повышение эффективности работы карьерной автотехники может быть достигнуто путем разработки мероприятий, основанных на анализе параметров эксплуатации машин, применительно к специфическим условиям конкретного предприятия. Внедрение рассмотренных примеров неявных факторов оптимизации работы транспортного комплекса карьера приведет к повышению его эффективности в пределах 22–27 %.

Список литературы

1. Егоров А.Н., Каранкевич Н.В., Павленко Г.И. и др. Эксплуатация карьерных самосвалов с гидромеханической трансмиссией. – Х.: Золотые страницы, 2006. – 296 с.
2. Мариев П.Л., Кулешов А.А., Егоров А.Н., Зырянов И.В. Карьерный автотранспорт: состояние и перспективы. – СПб.: Наука, 2004. – 429 с.
3. Мариев П.Л., Кулешов А.А., Егоров А.Н., Зырянов И.В. Карьерный автотранспорт стран СНГ в XXI веке. – СПб.: Наука, 2006. – 387 с.
4. Карьерная техника ПО „БелАЗ“: Справочник. / Под. ред. П.Л. Мариева, К.Ю. Анистратова. – М.: ООО ТНЦ „Горное дело“, 2007. – 456 с.
5. Монастирський Ю.А., Почужевський О.Д., Веснін А.В. Покращення паливної економічності кар'єрних автосамоскидів за рахунок оптимізації передаточного числа трансмісії. // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих учених „Прогресивні напрямки розвитку машино-приладобудівних галузей і транспорту“. – Севастополь, 11–15 травня 2010р. – С. 69–71.
6. Монастирський Ю.А., Почужевський О.Д., Веснін А.В. Оптимізація параметрів трансмісії

кар'єрного автосамоскида як резерв зменшення витрат пального. // Вісник Криворізького технічного університету. – Кривий Ріг. – 2010. – Вип. 25. – С. 83–186.

Представлено шляхи вдосконалення експлуатації кар'єрних автосамоскидів із використанням систематизації, узагальнення та наступної комп'ютерної обробки статистичних даних показників роботи кар'єрних автосамоскидів вантажопідйомністю 120–130 т. Проведено дослідження, на основі яких можна стверджувати, що підвищення ефективності роботи кар'єрної автотехніки може бути досягнуто шляхом розробки заходів, заснованих на аналізі параметрів експлуатації машин, стосовно специфічних умов конкретного підприємства.

Ключові слова: *кар'єрний автосамоскид, міжремонтний пробіг, траси руху, модифікації машин, передатні числа трансмісії*

The article presents ways of improvement of quarry dump track exploitation resulted by means of systematization, generalization and subsequent cybernetic treatment of performance statistical indexes of quarry dump track with carrying capacity 120–130 ton. On the ground of the research we can assert that enhancement of efficiency of the quarry vehicles can be achieved by activities based on the analysis of vehicles' operation parameters in the environment of a particular enterprise.

Keywords: *quarry dump track, overhaul life, routes, car modification, transmission ratio*

Рекомендовано до публікації д.т.н. С.Э. Блохиным. Дата надходження рукопису 24.09.10

УДК 628.32:628.1.037

© Самойленко А.А., Басс К.М., Кривда В.В., Басс Т.П., 2010

А.А. Самойленко, К.М. Басс, В.В. Кривда, Т.П. Басс

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДОЖДЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ БЕЗ АККУМУЛЯЦИИ СТОКА НА АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

A.A. Samoylenko, K.M. Bas, V.V. Krivda, T.P. Bas

IMPROVEMENT OF METHOD OF CALCULATION OF EFFICIENCY OF STORM SEWAGE-PURIFICATION FACILITIES WITHOUT DETENTION AT MOTOR TRANSPORT ENTERPRISES

Рассмотрена существующая методика расчета производительности очистных сооружений дождевой канализации без аккумуляции стока. Указываются ошибки в нормативной литературе по определению производительности очистных сооружений дождевой канализации. Рассмотрена возможность совершенствования существующей методики путем учета изменчивого характера некоторых расчетных параметров. Предлагаются новые расчетные формулы и таблицы, обеспечивающие повышение точности и надежности существующей методики расчетов.

Ключевые слова: *очистное сооружение, расход поверхностного стока, полураздельная система канализации, расходная характеристика трубопровода, время поверхностной концентрации, автотранспортное предприятие*