

УДК 622.684:629.114

Е.В. Фефелов

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ

Проанализированы режимы работы карьерных самосвалов в зависимости от горнотехнических, конструктивных, эксплуатационных, технологических и климатических факторов.

Ключевые слова: карьерные самосвалы, автомобильный транспорт, глубина карьера, открытая горная выработка.

Семинар № 8

E.V. Fefelov

OPERATIONAL INDICATORS OF POWER EFFICIENCY OF CAREER DUMPER TRUCKS ENGINES

Operating modes of career dumper trucks depending on mining, constructive, operational, technological and climatic factors are analyzed.

Key words: career dumper trucks, motor transport, depth of the opencast mine, open mining development.

Энергоэффективность карьерного самосвала определяется затратами на транспортирование горной массы. Как правило, основную долю в себестоимости транспортирования составляют затраты на дизельное топливо. Расход топлива зависит от уровня и состояния дизельного двигателя. Выработка моторесурса двигателя, отклонение регулировок от оптимальных, износ деталей и эксплуатационных материалов существенно ухудшают его показатели по сравнению с таковыми нового двигателя, что выражается в снижении мощности и повышении расхода топлива.

Проведенные наблюдения и исследования позволяют отметить, что режимы работы, характеризующиеся развиваемой мощностью и расходом

топлива, дизельных двигателей зависят от горнотехнических, конструктивных, эксплуатационных, технологических и климатических факторов [1].

Горнотехнические факторы оцениваются двумя основными параметрами: глубиной разработки и расстоянием транспортирования.

Выполненные исследования позволяют на основе детального статистического материала и его математического анализа систематизировать карьеры по условиям эксплуатации автомобильного транспорта с их разделением на типовые группы. Следует отметить, что предлагаемые типовые группы не являются стабильными, а будут подвергнуты изменениям и корректировкам вследствие развития горных работ, как в плане, так и на глубину.

В настоящее время вся совокупность возможных условий эксплуатации варьируется в значительных пределах. Учитывая, что от глубины карьеров в значительной мере зависит конструкция применяемых автосамосвалов, в первую очередь, их силовой установки, предлагается систематизировать карьеры по глубине. При этом определяющим является средневзвешенный продольный уклон автодорог.

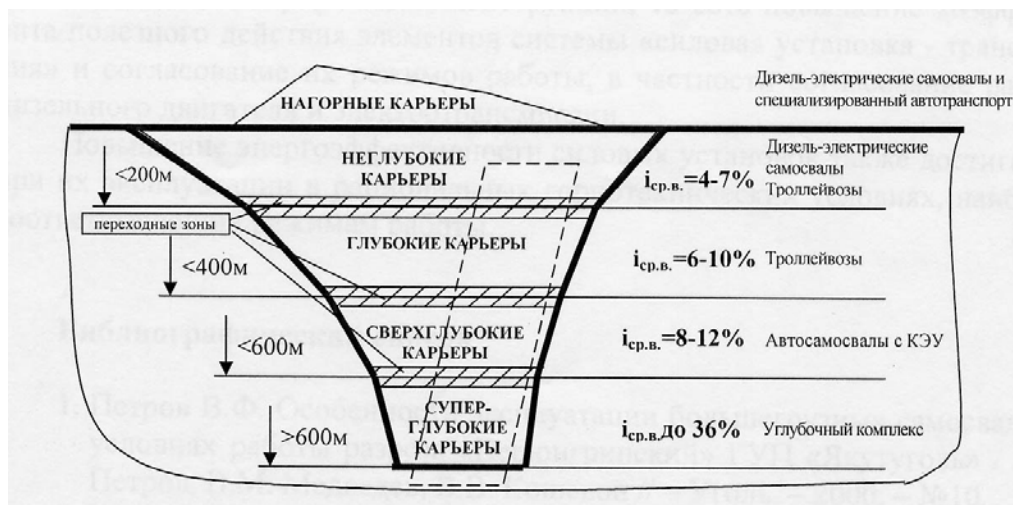


Рис. 1. Систематизация карьеров с применением мобильного транспорта на колесном и гусеничном ходу по условиям эксплуатации

Согласно предлагаемой классификации выделены (рис. 1) [2]:

- нагорные карьеры - выше уровня земной поверхности и не более 50 м глубиной;
- неглубокие карьеры - карьеры глубиной до 200 м (уклон до 4-8%);
- глубокие карьеры - карьеры глубиной до 400 м (уклон до 8-12%);
- сверхглубокие карьеры - глубиной до 600 м (уклон до 10-14%);
- суперглубокие карьеры - глубиной более 600 м (уклон до 36%).

Каждая зона эксплуатации карьерного автотранспорта характеризуется определенными условиями. С увеличением глубины рационально увеличение уклонов автодорог с целью снижения объемов вскрышных пород. Изменение горнотехнических условий (главным образом, высоты подъема горной массы) с понижением горных работ более некоторой величины вызывает возрастание расхода топлива настолько, что с точки зрения эффективности использования энергии топлива рационально применять иной тип силовой установки автотранс-

портных средств. Повышение топливной экономичности возможно адаптацией параметров силовой установки к этим условиям.

Технологические факторы характеризуют дороги в плане и профиле, состояние дорожного покрытия, схемы маневров в забое, коэффициент использования грузоподъемности.

С увеличением сложности открытой горной выработки повышается и нагрузка на агрегаты автосамосвала, в первую очередь на двигатель, что, в конечном счете, влияет на его показатели надежности и ресурс в целом. На некоторых горнодобывающих предприятиях, где эксплуатируются двигатели типа ДМ-21, условия эксплуатации оставляют желать лучшего. Помимо того, что условия весьма тяжелые, т.е. короткое расстояние транспортирования при большой высоте подъема горной массы, имеет место быть низкое качество обслуживания и ремонта карьерных дорог либо вообще их отсутствие, что ведет к повышению сопротивления движению дорожного полотна.

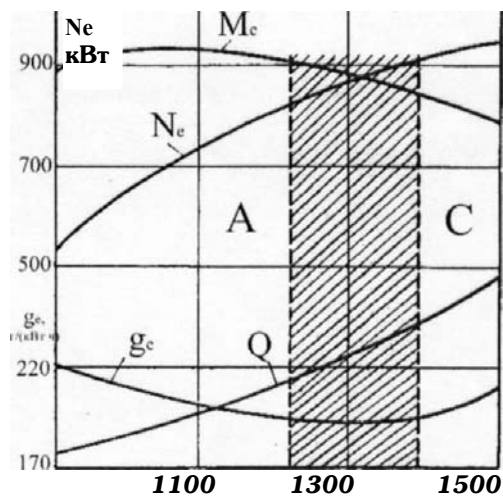


Рис. 2. Внешняя скоростная характеристика двигателя 8ДМ-21А (БелАЗ-7519)

Как известно из общей теории автомобилей и двигателей, при прочих равных условиях увеличение сопротивления движению требует увеличения мощности двигателя внутреннего сгорания. Тяговый расчет самосвала с двигателем типа ДМ-21 показывает, что его мощность наиболее рационально реализуется при продольном уклоне автодорог 4-7%, при этом обеспечивается заданная скорость движения груженого автосамосвала (до 12-16 км/ч). Поэтому при выборе основных параметров двигателя следует более основательно подходить к тяговому расчету, т.е. необходимо учитывать развитие горных работ на долгосрочный период.

Исследование режимов работы двигателей 8ДМ-21А, устанавливаемых на самосвалах БелАЗ-7519, показали, что диапазон нагрузки двигателя изменяется в зависимости от преодолеваемого самосвалом уклона дороги, то есть от степени использования мощности двигателя. Для самосвала БелАЗ-7519 установлено, что при движении по дороге с уклонами 4-7% двигатель работает в режиме с минимальным удельным расходом топлива (рис. 2, заштрихованная область).

При уклоне менее 4 % мощность двигателя реализуется частично (рис. 2, область А), а значит, технические возможности самосвала используются неэффективно. При уклонах более 7% двигатель работает на неэкономичных режимах с более высоким удельным расходом топлива (рис. 2, область С). Вместе с тем наблюдается несогласованный режим работы двигателя и электротрансмиссии, что приводит к снижению общего КПД трансмиссии [3].

Перспективными и наиболее благоприятными условиями эксплуатации современных двигателей типа ДМ-21 (8АМС-2Т) являются условия угольных месторождений, а также нагорные карьеры, где транспортирование горной массы осуществляется «сверху - вниз». Месторождения угля распространяются больше в длину, нежели в глубину, залегают обычно пластами и их отработка ведётся однобортной системой, что позволяет размещать все транспортные коммуникации на нерабочем борту карьера, при этом благодаря особенности залегания угольных тел, не требуется ввод трассы с повышенными уклонами. Поэтому их разработка ведётся, как правило, послойно и транспортирование при таком методе отработки осуществляется в основном по горизонтали вдоль залегания угольного пласта от постоянной трассы на подъём до забоя, что обеспечивает режим работы, к которому дизельный двигатель типа ДМ-21 наиболее адаптирован.

Вообще на крупных площадных карьерах, особенно уже давно эксплуатируемых, транспортирование на подъём составляет все меньшую долю

по сравнению с транспортированием по горизонтали. Зачастую добычной участок находится достаточно далеко в плане от приёмочного пункта, обогатительной фабрики, склада, пункта перегрузки. В случае нагорных карьеров, в которых основной грузопоток направлен на спуск горной массы из карьера на горизонтальную площадку у подножия горы, при этом осуществляется торможение двигателем и тормозной системой автосамосвала. В этом случае большие требования предъявляются тормозной системе автосамосвала. Оба этих режима не требуют от двигателя большой мощности, что позволяет двигателю типа ДМ-21 (8АМС-2Т) качественно превосходить зарубежные аналоги по показателям экономичности, экологичности и надежности. Это является немаловажным фактором в случае их эксплуатации в зоне ведения интенсивных горных работ и применения токсичных взрывчатых веществ, в которых многие предприятия вынуждены периодически останавливать работу для проветривания рабочей зоны.

Все вышеперечисленные условия позволяют работать двигателю в ограниченном диапазоне нагрузок - как правило, в области минимального удельного расхода топлива (рис. 2, заштрихованная область).

Конструктивные факторы характеризуют степень совершенства конструкции дизеля, топливной аппаратуры и параметров самосвала в целом. Для улучшения экономичности и экологичности дизельных двигателей решающее значение имеет совершенствование топливной аппаратуры, применение электронного регулирования подачи топлива.

Двигатели типа ДМ-21 разработаны для тех условий эксплуатации, которые сейчас заметно изменились. И в настоящее время двигатель плохо

приспособлен для современных горнотехнических условий, что и ведет к увеличению отказов и повышенному износу двигателя. В таких случаях самосвал с двигателем ДМ-21 следует переводить в более легкие условия работы (небольшая высота подъема и/или расстояние транспортирования).

Работы по усовершенствованию конструкции двигателя и его технико-экономических показателей на Уральском заводе ведутся постоянно. Результатом последней модернизации двигателей типоразмерного ряда ДМ-21 является двигатель 8АМС-2Т с улучшенными технико-экономическими показателями. Модернизированный двигатель 8АМС-2Т оснащен двумя турбокомпрессорами, механизмом газораспределения с безударным профилем кулачков распределительного вала, электронным регулятором частоты вращения с программируемыми характеристиками по частоте вращения, выходу рейки топливного насоса и давлению наддува. Внедрение в конструкцию двигателя двух турбокомпрессоров меньшего типоразмера позволило снизить массу инерционных деталей турбокомпрессора, в результате чего возросла степень форсирования, и снизился удельный расход топлива двигателя. Внедренные конструктивные мероприятия позволили добиться расхода топлива, сопоставимого с зарубежными аналогами, и в этом направлении еще остаются резервы улучшения потребительских качеств двигателя.

Эксплуатационные факторы характеризуют степень износа ДВС, исправность топливной аппаратуры, порядок заправки топливом, сдачи-приёмки смен, простой по организационным причинам, частоту перегонов.

Анализ отказов двигателя ДМ-21 показывает, что часть из них проис-

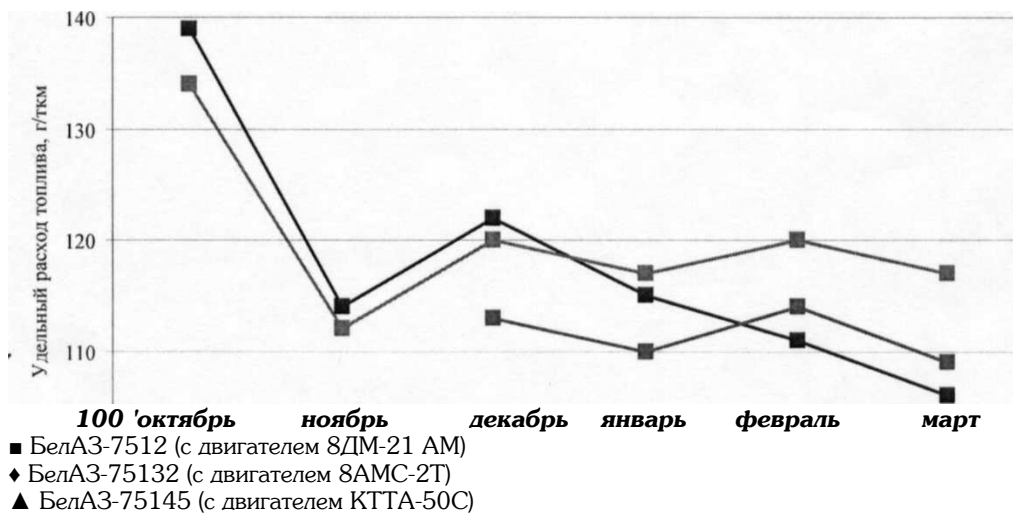


Рис. 3. Удельный расход топлива с начала эксплуатации самосвалов

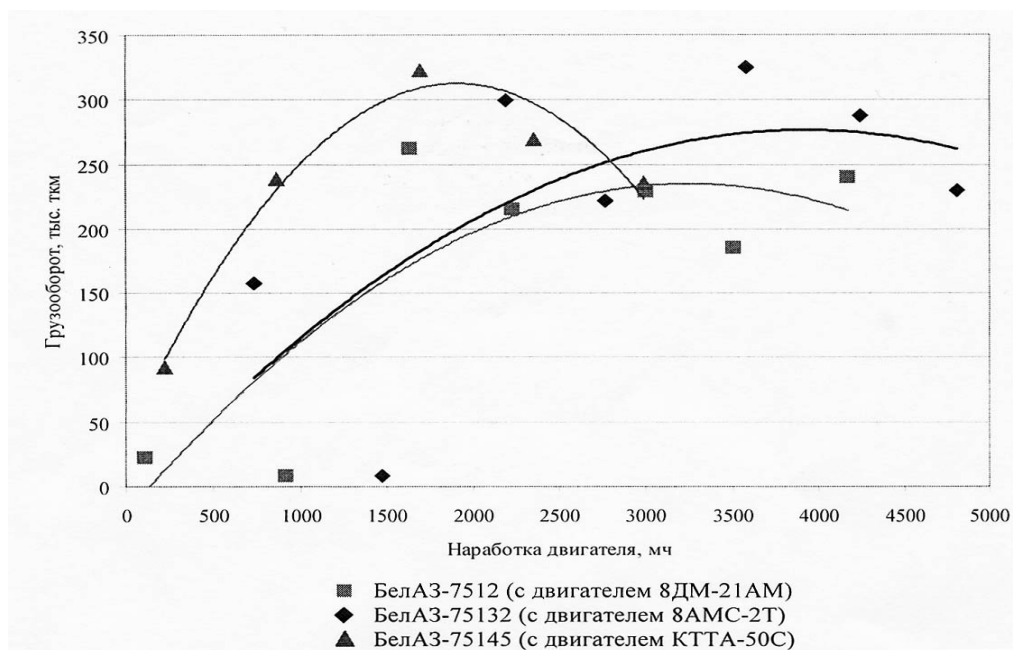


Рис. 4. Производительность самосвалов

ходит вследствие несоответствия условиям эксплуатации, часть - по причине низкой культуры обслуживания эксплуатирующих лиц (водители, ремонтники), и частично - вследствие конструктивных недоработок. Так,

несоблюдение руководства по эксплуатации и нарушение правил обслуживания систем самосвала повлекло за собой отказ турбокомпрессоров.

По данным эксплуатирующей организации Кузнецкого угольного бассейна построены зависимости удельного расхода топлива и грузооборота самосвалов с двигателями отечественного и иностранного производства. Видимые скачки расхода топлива на рис. 3 обусловлены изменением погодных условий, а также временем простоев, которое влияет на грузооборот самосвала.

Как видно из рис. 4 на производительность самосвала оказывает влияние наработка двигателя. Чем больше наработка двигателя, тем чаще и серьезнее случаются отказы двигателя, соответственно возрастает время простоев и снижается производительность самосвала.

Таким образом, к показателям энергоэффективности силовых установок следует отнести мощность и расход топлива. Повышение энергоэффективности самосвала в целом достигается комплексом способов и средств, к числу которых относится улучшение конструкции, то есть повышение коэффициента полезного действия элементов системы «силовая установка - трансмиссия» и согласование их режимов работы, в частности согласование работы дизельного двигателя и электротрансмиссии.

Повышение энергоэффективности силовых установок также достигается при их эксплуатации в рациональных горнотехнических условиях, наиболее соответствующих режимам работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Петров В.Ф.* Особенности эксплуатации большегрузных самосвалов в условиях работы разреза «Нерюнгринский» ГУП «Якутуголь» / В.Ф. Петров, В.М. Медведев, В.В. Кошевой // - Уголь. - 2000. - №10.

2. *Петров В.Ф.* Особенности эксплуатации большегрузных самосвалов в условиях работы разреза «Нерюнгринский» ГУП «Якутуголь» / В.Ф. Петров, В.М. Медведев, В.В. Кошевой // - Уголь. - 2000. - №10.

3. *Тарасов П.И.* Перспективы применения комбинированных энергосиловых установок на карьерном автосамосвалах / Геотехнологические проблемы комплексного освоения недр. Сб. науч. тр. - Екатеринбург, 2004.

4. *Тарасов П.И.* Исследование влияния горнотехнических факторов на расход топлива карьерным автотранспортом. Дисс. ... канд. тех. наук. - Свердловск, 1982. **ГИАБ**

Коротко об авторе

Фефелов Е.В. – Институт горного дела УрО РАН, direct@igd.uran.ru

