

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА ТЯГОВУЮ ХАРАКТЕРИСТИКУ КАРЬЕРНОГО АВТОТРАНСПОРТА

Встановлено вплив температури навколишнього середовища і висоти розташування кар'єру над рівнем моря на тягову характеристику автомобілів з дизельними двигунами .

EXTERNAL INFLUENCE ON TRACTION PERFORMANCE OF QUARRY MOTOR TRANSPORT

The influences of ambient temperature and height of arrangement of an open-cast mine above sea level on traction performance of cars with diesel drives are established.

В настоящее время автомобильный транспорт при грузоподъемности самосвалов 130...220 т может обеспечить практически любую производительность карьера по горной массе – до 200 млн.т в год и более. Однако возможности автотранспорта не беспредельны, особенно в сверхкрупных карьерах. Нынешний этап развития открытых горных работ характеризуется изменением высоты ведения горных работ от минус 300...500м до 4000м над уровнем моря, температурный диапазон окружающей среды колеблется в пределах от -40°С до +40°С . При таких высотах производительность автотранспорта снижается в несколько раз, энергоемкость транспортного процесса увеличивается и, что самое существенное, резко ухудшается экологическая ситуация в карьере: из-за загазованности карьерного пространства отработавшими газами иногда наблюдается полная остановка всех работ, а простои оборудования при этом достигают 1500 часов в год (алмазодобывающие карьеры). С увеличением глубины карьеров снижается рабочий ресурс самосвалов из-за повышенных нагрузок на все их системы, растет потребность в запчастях, в результате чего происходит увеличение доли затрат на автотранспорт до 55-60% в общей себестоимости добычи полезного ископаемого [1].

Все эти виды отклонений от номинальных условий не учитываются существующими методами тяговых расчетов. Производители автомобилей представляют тяговые характеристики для номинальных условий эксплуатации нового двигателя без учета их возможных отклонений, что в значительной мере ухудшает точность тяговых расчетов автомобильного транспорта.

Для получения более достоверных результатов расчета скорости движения автомобиля на элементе трассы необходимо скорректировать тяговую характеристику по:

- температуре окружающей среды;
- высоте рабочего участка над уровнем моря.

Цель работы – является установление влияния температуры окружающей среды и высоты расположения карьера над уровнем моря на тяговую характеристику автомобилей с дизельными двигателями.

Скорость и время движения автомобиля являются важными эксплуатаци-

онными показателями карьерного автотранспорта, определяющими его производительность.

При тяговых расчетах автотранспорта повсеместно используют техническую скорость движения v_m , равную отношению пройденного пути l к времени его прохождения t .

Согласно литературным данным [1] наиболее точным методом определения скоростей движения автомобиля является метод, основанный на математическом моделировании процесса движения с учетом всех неустановившихся режимов. Для этого все кривые тяговой характеристики (рис. 1), представляющая собой зависимость касательной силы тяги на колесах машины к скорости ее движения, переводят в числовую форму. Это возможно сделать путем описания характеристики математическим уравнением или задать график интегрально, разделив его на множество интегралов и потом, сгладивши его кривой. Описание тяговой характеристики уравнением – довольно тяжелая и трудоемкая задача, которую нельзя решить при помощи одного уравнения.

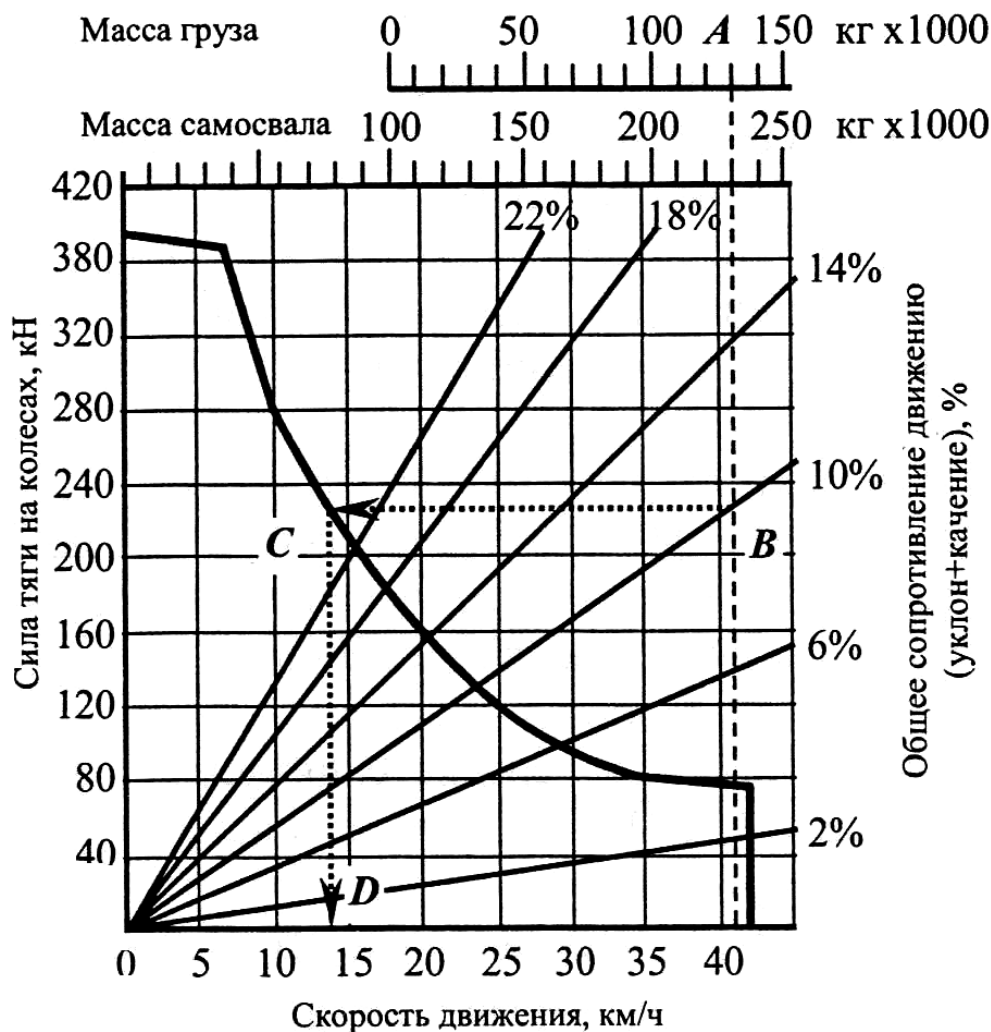


Рис. 1 – Тяговая характеристика автосамосвала БелАЗ-75131

Более простым способом является разделение графика на множество интервалов и последовательное внесение их в память компьютера. Таким образом вводят в память компьютера все линии тяговой характеристики. Как результат такого ввода в память получают несколько рядов чисел, в которых хранятся значения точек графиков. Точность такого метода повышают путем разделения графиков на очень большое число точек. По специальной программе можно ввести характеристику при помощи графического пера или манипулятора «мышка». При этом график разделяется поточечно с максимальным количеством разделений. Точность разделения в данном случае зависит только от оптического разрешения сканера.

Каждый производитель автомобилей в технической характеристике приводит также номинальную мощность двигателя, при которой и построена эта характеристика [1].

При расчете таким методом нужно обязательное наличие точно созданной заводом – изготовителем тяговой характеристики автомобиля в виде графиков, которые дают возможность учитывать весь диапазон условий функционирования автомобиля.

Карьерный автотранспорт комплектуется дизельными двигателями, основным преимуществом которых является меньший на 20-30% удельный расход топлива, по сравнению с бензиновыми двигателями (225-240 г/кВт против 300-340 г/кВт). Большая экономичность достигается главным образом за счет высокой (16-23) степени сжатия (у карбюраторных 7-11) и давления подаваемого топлива (30-200 МПа).

В дизельных двигателях мощность, развиваемая двигателем, определяется количеством и качеством топливовоздушной смеси при горении в цилиндрах [2]. При эксплуатации автомобиля на большой высоте над уровнем моря плотность воздуха понижается, по сравнению с уровнем моря, масса всасываемого в цилиндры воздуха не соответствует больше условиям полного сгорания топлива, что приводит к перегреву двигателя, который к тому же сильно дымит.

В таких условиях топлива сгорает намного меньше. Технически приемлемым решением этой проблемы, является использование нагнетателя (компрессора). Это означает, что подающийся в двигатель воздух сжимают перед его впуском в камеру сгорания. Другими словами, компрессор обеспечивает подачу необходимого количества воздуха, достаточного для полного сгорания увеличенной дозы топлива.

При повышении температуры окружающей среды плотность воздуха падает, аналогично предыдущему понижая мощность дизельного двигателя.

Номинальная мощность двигателя и тяговое усилие автомобиля с двигателем внутреннего сгорания, приведенные в каталогах, определены конструкторами при температуре окружающей среды 15°C и уровня моря. При других условиях эффективная мощность двигателя должна определяться с учетом высотного и температурного коэффициента коррекции (табл. 1) [3].

Таблица 1 - Коэффициент высотной и температурной коррекции мощности
дизельного двигателя

Высота над уровнем моря, м	Температура, °С							
	-30	-20	-10	0	+15	+30	+40	+50
0	1,10	1,07	1,05	1,03	1,00	0,97	0,96	0,94
600	1,02	0,99	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88
800	1,00	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,86
1000	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,86	0,84
1200	0,94	0,92	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83	0,82
1400	0,92	0,90	0,89	0,87	0,85	0,83	0,81	0,80
1600	0,90	0,88	0,87	0,85	0,83	0,80	0,79	0,78
1800	0,88	0,86	0,84	0,83	0,81	0,79	0,77	0,76
2000	0,85	0,84	0,82	0,81	0,79	0,77	0,75	0,74
2200	0,84	0,82	0,80	0,79	0,77	0,75	0,74	0,72
2600	0,80	0,78	0,77	0,75	0,73	0,71	0,70	0,69
3000	0,76	0,74	0,73	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66

В результате регрессионного анализа табличных данных получена следующая зависимость (2):

$$k_k = 1.023 - 0.0001 \cdot H - 0.00155 \cdot T \quad (2)$$

где k_k – коэффициент коррекции мощности дизельного ДВС; H – высота автомобиля над уровнем моря, м; T – температура окружающей среды, °С.

С использованием зависимости (2) предоставляется возможность более удобного расчета коэффициента коррекции, а следовательно скорости движения и производительности карьерного автотранспорта для конкретных географических и климатических условий эксплуатации.

На объемном графике формула (2) дает следующую поверхность изменения коэффициента коррекции (рис. 2):

Тяговое усилие на ведущих колесах равно (3):

$$F = k_k \cdot \frac{N}{v}, \text{ кВт} \quad (3)$$

где v – скорость движения, м/с; F – сила тяги ходового привода, Н; N – тяговая мощность на ведущих колесах, кВт.

Рассмотрим изменение тяговой характеристики автосамосвала БелАЗ-7540 (рис.3) для условий $H = 1200$ м. и летнего периода с $T = 30$ °С ($k_k = 0.86$).

Как видно из графика (рис.3), тяговая характеристика отличается на 14% от ее паспортной.

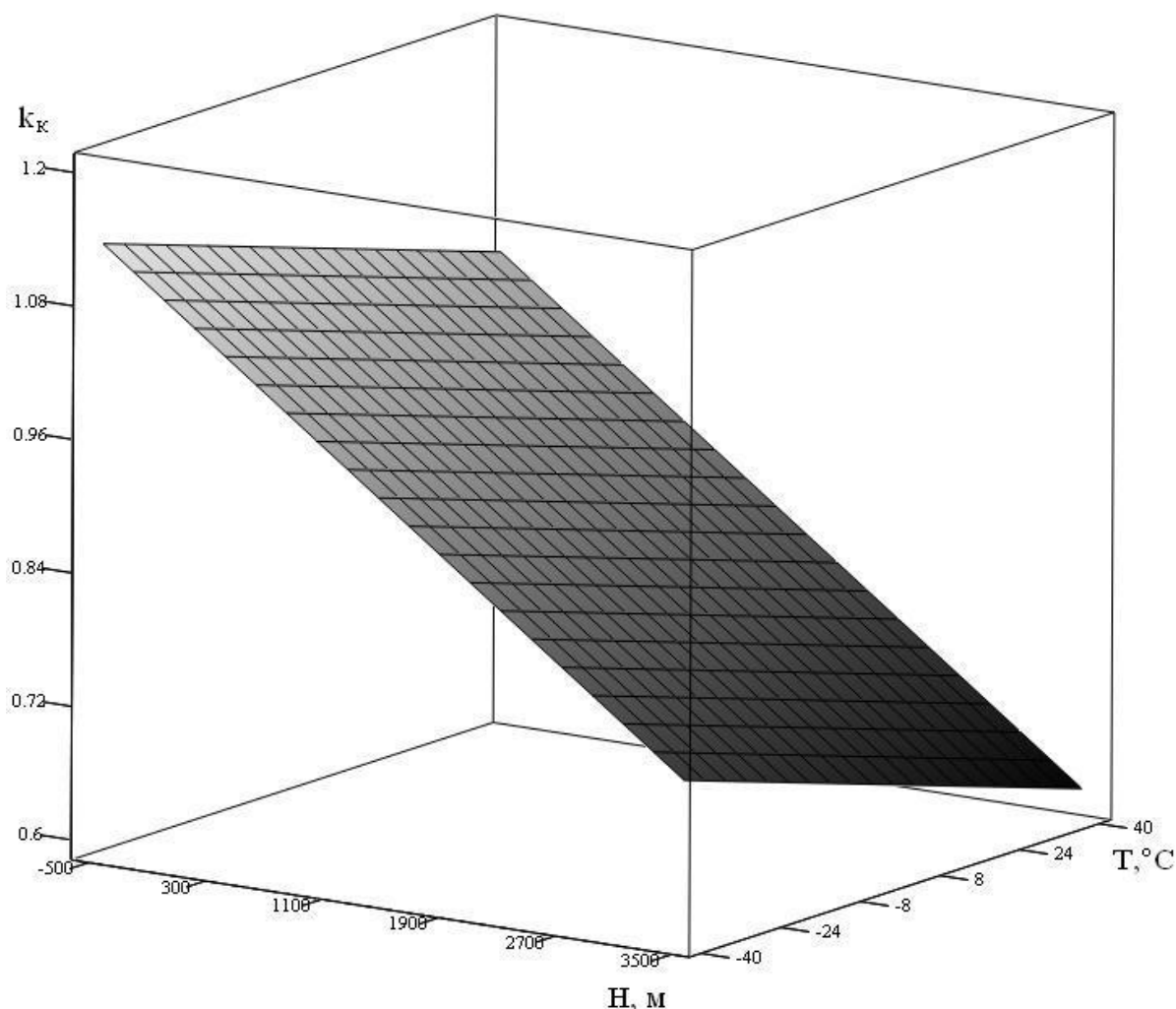
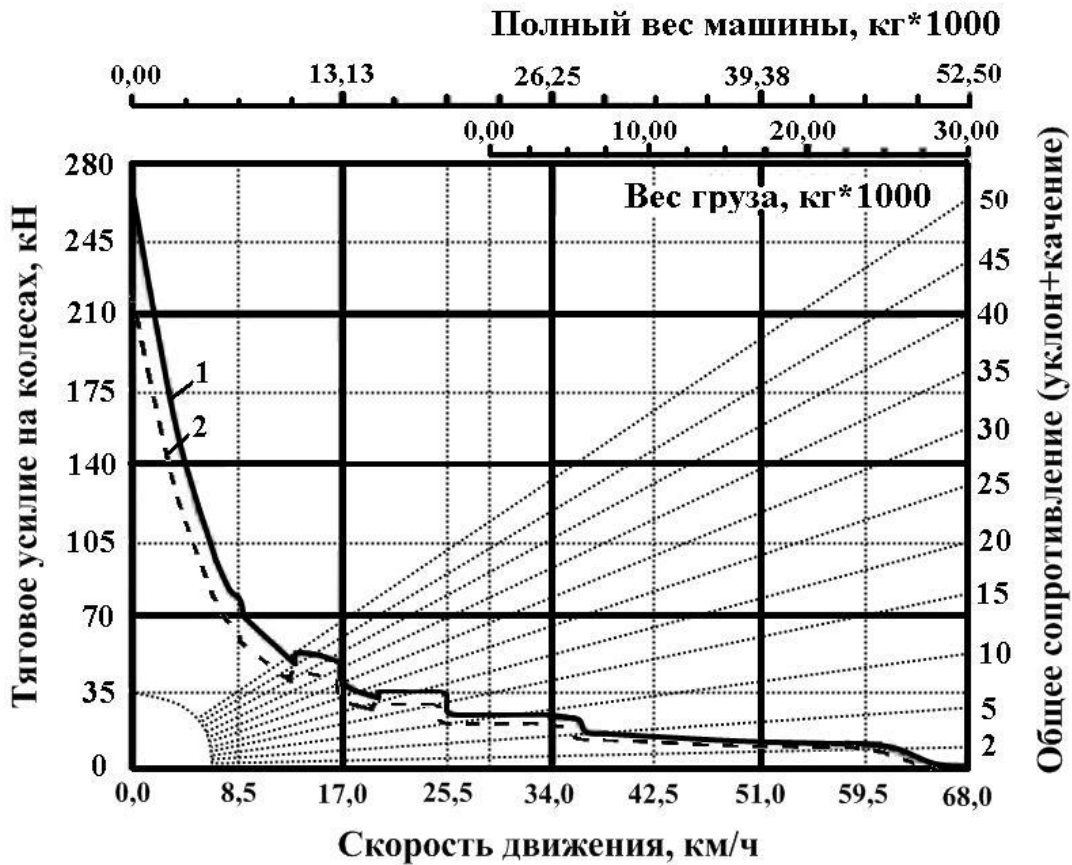


Рис. 2 – Зависимость коэффициента коррекции мощности дизельного ДВС от температуры окружающей среды и высоты над уровнем моря

В результате проведенных исследований установлено, что температура окружающей среды и геодезическая высота карьера над уровнем моря существенно влияют на тяговую характеристику. Отклонение тяговой характеристики, определенной для нормальных условий, при граничных условиях температуры окружающей среды составляет 10-12%, а по геодезической высоте 33-37%. Производители карьерного автотранспорта должны предоставлять тяговую характеристику для конкретных условий эксплуатации продаваемого автомобиля, что в свою очередь дает возможность выполнения более точного тягового расчета, так как от этого существенно зависит время цикла работы автомобильного погрузочно-транспортного комплекса, а, следовательно, и его производительность.



$$1 - k_k = 1, 2 - k_k = 0.86.$$

Рис. 3 – Корректировка тяговой характеристики автосамосвала БелАЗ-7540

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мариев П.Л. и др. Карьерный автотранспорт: состояние и перспективы. - М.: Наука, 2004, - 429с.
2. Ховах М.С. и Маслов Г.С. Автомобильные двигатели. Изд.2-е, пер. и доп., М., «Машиностроение», 1971, - 456с.
3. Транспорт на горных предприятиях: Учебник для вузов/ Н.Я. Биличенко, Г.Г. Пивняк, А.А. Ренгевич, В.И. Тарасов, А.В. Денищенко и др.: – Днепропетровск: НГУ, 2005, - 636с.

Рекомендовано до публікації д.т.н В.П. Надутим 18.08.09