

**АНАЛИЗ СКОРОСТНЫХ СВОЙСТВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА
АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**
Analysis of speed characteristics of rolling stock of automobile transport

К. А. Асанбеков, кандидат технических наук, доцент
Уральского федерального университета им. первого Президента РФ Б. Н. Ельцина,
(Екатеринбург, ул. Мира, 19)

Л. А. Новопашин, кандидат технических наук, доцент

Л. В. Денежко, кандидат технических наук, доцент

Ю. С. Корняков, старший преподаватель
Уральского государственного аграрного университета
(Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42)

Аннотация

В данной работе рассмотрен анализ скоростных свойств подвижного состава автомобильного транспорта с учетом оценки показателей производительности автотранспортных средств в различных дорожно-климатических условиях эксплуатации.

Ключевые слова: скоростные свойства, грузоподъемность, производительность, подвижной состав, автомобили, средняя скорость движения, дорожные условия, маршрут, транспортная работа, конструкция автомобиля.

Summary

The paper presents the analysis of speed characteristics of rolling stock of automobile transport based on assessment of indicators of motor vehicles productivity in various road and climatic conditions.

Keywords: speed characteristics, capacity, productivity, rolling stock, vehicles, average speed, road conditions, route, transport work, design of a car.

Анализ и оценка показателей производительности подвижного состава автомобильного транспорта показали, что скоростные свойства автомобильных средств во многом определяют эффективность его использования. Подчас подвижной состав автомобильного транспорта меньшей грузоподъемности, но с хорошими скоростными свойствами в природно-климатических и дорожных условиях оказывается более рентабельным, чем автотранспортные средства большей грузоподъемности, но относительно тихоходные. Скоростные свойства имеют первостепенное значение при выполнении транспортно-технологических операций в сжатые сроки в различных условиях эксплуатации (сельскохозяйственных, горнорудных и т. д.). Это обстоятельство, в частности, приобретает большую актуальность для сельскохозяйственных автотранспортных средств, которые должны обеспечивать проведение различных транспортно-технологических работ в весьма сжатые сроки и в широком диапазоне дорожно-климатических условий эксплуатации.

Скоростные свойства подвижного состава автомобильного транспорта – понятие достаточно широкое. В зависимости от целей анализа в рамках скоростных свойств иногда рассматривают только непосредственно процесс движения автотранспортных средств, а иногда обобщают весь процесс эксплуатации.

В практике эксплуатации автомобилей скоростные свойства обычно оцениваются средней скоростью движения. Различают следующие виды средней скорости:

1. Средняя скорость чистого движения, равная отношению пройденного пути $\sum Si$ ко времени чистого движения $\sum t_{двi}$:

$$V_{cp} = \frac{\sum Si}{\sum t_{двi}} . \quad (1)$$

Этот показатель характеризует скоростные свойства технически исправного автомобиля, т. е. собственно его быстроходность.

2. Средняя техническая скорость, равная отношению пройденного пути $\sum Si$ ко времени движения с учетом остановок по техническим причинам, для устранения различного рода отказов и неисправностей $\sum t_{откi}$:

$$V_T = \frac{\sum Si}{\sum t_{двi} + \sum t_{откi}} . \quad (2)$$

3. Средняя эксплуатационная скорость, учитывающая потери времени, связанные с организацией дорожного движения и транспортного процесса $\sum t_{оргi}$:

$$V_{э} = \frac{\sum Si}{\sum t_{двi} + \sum t_{откi} + \sum t_{оргi}} . \quad (3)$$

4. Средняя эффективная (или приведенная) скорость, которая определяется с учетом затрат времени на техническое обслуживание $\sum t_{тоi}$, текущий ремонт $\sum t_{трi}$, капитальный ремонт $\sum t_{крi}$, погрузку-разгрузку автомобилей $\sum t_{п-рi}$, агрегатирование (приспособление) с сельскохозяйственными машинами в случае использования сельскохозяйственных автотранспортных средств в составе технологических комплексов $\sum t_{арi}$, заправку топливом $\sum t_{запi}$ и других затрат времени на поддержание автомобиля в технически исправном состоянии:

$$V_{эф} = \frac{\sum Si}{\sum t_{двi} + \sum t_{откi} + \sum t_{оргi} + \sum t_{тоi} + \sum t_{трi} + \sum t_{крi} + \sum t_{п-рi} + \sum t_{арi} + \sum t_{запi}} . \quad (4)$$

Скорость $V_{эф}$ является обобщенной и характеризует в целом приспособленность автотранспортных средств к выполнению тех или иных транспортно-технологических процессов.

Средняя эксплуатационная скорость $V_{э}$, часто используемая для оценки скоростных свойств подвижного состава автомобильного транспорта, является, по существу, не совсем корректной оценкой скоростных свойств, поскольку на этот показатель в значительной мере влияют потери времени по причинам, не относящимся к конструкции автотранспортных средств. При оценке технического совершенствования автотранспортных средств с точки зрения его скоростных свойств обычно используют среднетехническую скорость V_T :

$$W_a = T \times K_{инт} \times q, [T \times \text{км/авт} \times \text{год}], \quad (5)$$

где T – годовой рабочий фонд времени работы автотранспортных средств;
 q – средняя грузоподъемность;
 $K_{\text{инт}}$ – интенсивность эксплуатации автотранспортных средств.

Это является существенным недостатком при оценке годовой производительности подвижного состава автомобильного транспорта, так как некоторые величины, входящие в него (V , α), взаимосвязаны, что затрудняет оценку производительности, нормирование и прогнозирование ее. Поскольку в дальнейшем мы будем анализировать скоростные свойства подвижного состава автомобильного транспорта в плане их конструктивного совершенствования, целесообразно использовать в основном среднюю скорость чистого движения автотранспортных средств.

Кроме того, производительность автотранспортных средств оценивается в данном случае по фактически выполненной работе, а не по потребной. Поэтому более производительным будет автотранспортное средство, которое при прочих равных условиях, включая пункт погрузки и пункт разгрузки, эксплуатируется на более длинных маршрутах. Такой подход не позволяет оценивать действительную производительность в условиях, где возможны значительные вариации выбора маршрута грузоперевозок и типа автотранспортного средства, а следовательно, не дает возможность более обосновано подойти к выбору наиболее рационального типа подвижного состава автомобильного транспорта для этих условий эксплуатации. Это особенно важно для организации транспортно-технического обслуживания агропромышленного комплекса (АПК), характеризующихся широким диапазоном дорожно-климатических условий эксплуатации автотранспортных средств.

Наиболее полно производительность подвижного состава автомобильного транспорта можно оценить по выработке в единицу времени, выраженной в натуральных единицах потребной (или полезной) транспортно-технологической работы. В этом случае исключаются допущения и условности, использование которых неизбежно связано с искажением действительной картины.

В случае использования этого метода оценки производительность автотранспортных средств будет выражена следующей зависимостью:

$$W = \frac{A_o}{t_o} = \frac{Q \times S_o}{t_o}, \quad (6)$$

где A_o – полезная транспортно-технологическая работа;
 t_o – время, за которое выполнена эта работа;
 Q – объем перевозок;
 S_o – протяженность кратчайшего маршрута.

Фактические перевозки вследствие или недостаточной проходимости автотранспортных средств, или низких скоростей движения на кратчайшем маршруте могут осуществляться по маршруту, действительная протяженность которого $Sq = \frac{S_o}{K_m}$, где K_m – коэффициент маршрута. С учетом этого производительность выражается как:

$$W = \frac{Q \times K_m \times Sq}{t_o}. \quad (7)$$

Здесь следует отметить, что, хотя фактическая транспортно-технологическая работа автомобилями будет выполнена в объеме $Q \times Sq$, для оценки производительности принимается потребная (меньше фактической) работа:

$$Q \times K_m \times Sq, \quad (8)$$

Общее время, затрачиваемое на поездку, складывается в основном из двух составляющих

$$t_o = t_{дв} + t_{об},$$

где $t_{дв}$ – время движения автотранспортных средств в пути, которое определяется средней скоростью $V_{ср}$ движения на маршруте $t_{дв} = \frac{Sq}{V_{ср}}$ и отражает скоростные свойства автотранспортных средств;

$t_{об}$ – время, необходимое для поддержания автотранспортных средств в технически исправном состоянии (выполнения технического обслуживания, ремонта, заправки топливом и т.п.) и на проведение погрузочно-разгрузочных работ. Оно в основном характеризует совершенствование конструкции автотранспортных средств с точки зрения эксплуатационной технологичности и надежности и может быть определено как $t_{об} = K_s \times Sq$, где $K_s = \sum \alpha_i$ (α_i – удельный коэффициент затрат времени на выполнение соответствующих работ).

Тогда при выражении Q через грузоподъемность q , коэффициента использования грузоподъемности γ и коэффициента использования пробега β , времени t_o через его составляющие получим следующее выражение для определения производительности автотранспортных средств:

$$W = \frac{q \times \gamma \times \beta \times K_m}{1 + V_{ср} \times K_s}. \quad (9)$$

Уравнение развернутой годовой производительности автотранспортных средств учитывает основные факторы, которые можно подразделить на следующие виды:

1. Конструктивные, определяемые степенью приспособленности автомобиля к выполнению конкретной транспортной работы. Эти факторы учитываются коэффициентами γ , K_s , K_m , грузоподъемностью q и скоростью $V_{ср}$.

2. Дорожно-эксплуатационные, от которых зависит средняя скорость движения $V_{ср}$, величина коэффициента K_m , грузоподъемность q (поскольку для многих автомобилей устанавливают различные грузоподъемность и массу буксируемого прицепа для дорог с твердым покрытием и для грунтовых дорог), а следовательно, коэффициент использования грузоподъемности γ и коэффициент K_s . Изменение коэффициента K_s обусловлено тем, что при эксплуатации автотранспортных средств на дорогах различных типов требуется разное время на поддержание автотранспортных средств в работоспособном состоянии.

Вследствие этого и нормирование показателей эксплуатационной технологичности производится применительно к той или иной категории условий эксплуатации.

3. Транспортно-перевозочные (в основном характер грузов), влияющие на коэффициенты γ и K_s , на среднюю скорость движения. Влияние характера груза обуславливается уровнем вибронегруженности

Таким образом, одним из основных факторов, определяющих производительность, является скорость движения. В диапазоне относительно малых средних скоростей движения увеличение V_{cp} приводит к значительному росту производительности, в диапазоне повышенных скоростей влияние приращения скорости меньше. Если в диапазоне скоростей до 30–40 км/ч увеличение средней скорости чистого движения приводит к почти пропорциональному увеличению производительности, например, для автомобиля ГАЗ-3308 $\Delta W = 10$ км/ч, или производительность увеличилась на 33 %, то при увеличении скорости с 60 до 70 км/ч темп прироста производительности от увеличения V_{cp} снижается в 2 раза. Это говорит о том, что увеличение средней скорости движения особенно эффективно там, где дорожно-климатические условия эксплуатации существенно ограничивают реализацию скоростных свойств подвижного состава автомобильного транспорта. Это относится в первую очередь к грунтовым дорогам с переменным микропрофилем, на которых осуществление мер по повышению средних скоростей движения, в частности совершенствование системы подрессоривания, оказывает определяющее влияние на производительность и эффективность автотранспортных средств.

Производительность в значительной степени зависит от показателей надежности и эксплуатационной технологичности. У автотранспортных средств, работающих на высоких скоростных режимах, улучшение показателей эксплуатационной технологичности (уменьшение коэффициента K_s) влияет на производительность гораздо больше, чем увеличение грузоподъемности в 2 раза. Такой прирост производительности подвижного состава автомобильного транспорта может быть обеспечен также снижением коэффициента K_s на 0,01–0,012 от существующего уровня.

Коэффициент K_m в выражении (9) связан не только с выбором маршрута в зависимости от расстояния S , но и с типом автотранспортного средства, с его проходимостью, скоростными возможностями и надежностью работы на данном маршруте. Естественно, что при одинаковых дорожно-климатических условиях и средней скорости сокращения маршрута (т. е. росте коэффициента K_m) однозначно увеличивается полезная производительность автотранспортных средств. Совершенно иная ситуация возникает, когда сокращение длины маршрута сопряжено с изменением характера дорожно-климатических условий эксплуатации. В этом случае изменение условий эксплуатации изменяет скорость движения и коэффициент K_s . Поэтому нельзя однозначно сказать, что сокращение длины маршрута приведет к росту полезной производительности подвижного состава автомобильного транспорта.

Если рассматривать только оптимизацию маршрута перевозок для данного типа автомобиля, то в качестве критерия оптимизации, согласно уравнению (9), можно записать следующее условие:

$$\frac{K_M * V_{cp}}{1 + V_{cp} * K_S} \rightarrow \max \quad (10)$$

Выводы

В заключение следует отметить, что технико-экономические показатели работы подвижного состава автомобильного транспорта зависят от многих факторов, поэтому их улучшение

наиболее рационально проводить за счет реализации целого комплекса эксплуатационно-технических требований и конструктивных мероприятий, обеспечивающих повышение надежности, грузоподъемности, проходимости, скоростных свойств, улучшение параметров эксплуатационной технологичности и приспособляемости автотранспортных средств к разнообразным условиям эксплуатации. При этом может быть достигнут наибольший эффект от использования автомобильного подвижного состава при выполнении различных транспортно-технологических задач.

Библиографический список

1. *Горев А. Э.* Грузовые автомобильные перевозки : учебное пособие. М. : ИЦ Академия, 2013. 288 с.
2. *Квитко Х. Д.* Эффективность использования грузовых автомобилей. М. : Транспорт, 1979. 173 с.
3. *Кузнецов Е. С., Болдин А. П., Власов В. М.* Техническая эксплуатация автомобилей : учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М. : Наука, 2004. 535 с.
4. *Курганов В. М. [и др.]*. Международные грузовые автомобильные перевозки / под ред. Л. Б. Миротина. Тверь, 1999. 167 с.
5. *Нусупов Э. С., Асанбеков К. А. [и др.]*. Влияние технических параметров автопоезда на его тягово-скоростные свойства // Эффективное использование техники в сельскохозяйственном производстве : сборник научных трудов. Вып. 4. Т. 41. Ашхабад : Туркменская СХИ, 1997. С. 30–34.