

## ОБОСНОВАНИЕ КОЛЕСНЫХ ФОРМУЛ МАГИСТРАЛЬНЫХ АВТОПОЕЗДОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ КРУГЛОГО ЛЕСА

*Белорусский государственный технологический университет  
Минск, Беларусь*

Автомобильный транспорт леса занимает доминирующее положение в системе лесозаготовок ведущих стран мира. Поэтому, является необходимым рассмотрение типового ряда автопоездов путем сравнительной оценки их основных параметров с целью обеспечения их производственной эффективности, а значит и конкурентоспособности на мировом рынке.

С этой целью, на основе разработанных методик проведены исследования, позволяющие оценить возможную грузоподъемность в зависимости от конструктивных параметров, состава и полной массы автопоездов МАЗ. Оценочными критериями выбраны: – максимальный угол преодолеваемого уклона пути автопоездами ? с различной колесной формулой; коэффициент весового соотношения звеньев с учетом специфики условий движения, которые вызывают ограничения по сцепному весу. Например, полная масса автопоезда может определяться коэффициентом весового соотношения  $K_v$  звеньев в виде:

$$G = \left( 1 + \frac{G_{np}}{G_a} \right) G_a = (1 + K_v) G_a.$$

Коэффициент сцепного веса  $K_\phi$  оценивается по выражению

$$\frac{G_{сц}}{G} = K_\phi = \frac{f + i}{\phi},$$

где,  $G_{сц}$  – сцепной вес;  $f$  – коэффициент сопротивления движению;  $i$  – уклон пути.

Дорожные условия характеризуются коэффициентами сцепления и сопротивления движению. С учетом разнообразия климатических условий для регионов СНГ, где осуществляется вывозка круглой древесины, в качестве исходных выделены типизированные дорожные условия эксплуатации: магистраль с асфальтобетонным покрытием с  $\phi = 0,7$ ;  $f = 0,015$ ; магистраль с гравийным покрытием –  $\phi = 0,6$ ;  $f = 0,027$ ; лесовозная ветка –  $\phi = 0,4$ ;  $f = 0,04$ ; лесовозный ус –  $\phi = 0,3$ ;  $f = 0,05$ .

При обосновании колесных формул автопоездов-сортиментовозов учитывались ограничения, устанавливаемые дорожным законодательством и соответствующими нормативными документами. Так, для автопоездов с полной массой регламентирует-

ся преодоление подъемов пути на низшей передаче по сухому твердому покрытию магистрали с крутизной не менее 18%, а для лесовозных веток и усов – не менее 12%.

Выбор колесных формул автопоездов сортиментовозов производился на основе сравнительного анализа седельного и прицепного типов автопоездов в зависимости от возможных условий реальной эксплуатации.

В результате проведенных исследований установлено, что по критериям полной массы, рейсовой нагрузки и коэффициенту сцепного веса целесообразно применение в качестве основных для автопоездов-сортиментовозов тягачей с колесной формулой 6х4. На рис. 1, для примера, приведена номограмма, с помощью которой обоснована рейсовая нагрузка такого автопоезда. Аналогичные номограммы получены для всех возможных компоновок лесотранспортных машин.

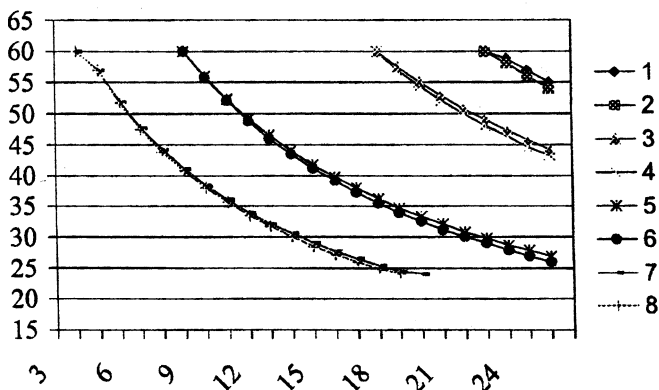


Рис. 1 Номограмма определения максимальной, полной массы прицепных (1,3,5,7) и седельных (2,4,6,8) автопоездов с тягачом 6х4 в зависимости от уклона  $\alpha$ , %:

1,2 – магистраль с асфальтобетонным покрытием; 3,4 – магистраль с гравийным покрытием; 5,6 – лесовозная ветка; 7,8 – лесовозный ус

Эксплуатация автопоездов-сортиментовозов обеих компоновок в составе тягача с колесной формулой 4х2 с регламентирующими значениями полной массы 36 и 38 т возможна только на магистралях с асфальтовым покрытием. В этом случае, для преодоления уклонов 18% допускаемая полная масса может составлять даже 42 т.

На магистралях с гравийным покрытием полная масса не может быть реализована полностью и имеет значение 34 т. На лесовозных ветках и усах этот показатель значительно ниже и принимает значения 27 т и 18 т, соответственно. По рассмотренному критерию эксплуатация автопоезда на данных типах дорог будет неэффектив-

ной. Но так как по технологии работы автопоезд-сортиментовоз должен обеспечивать эксплуатацию на лесовозных ветках, поэтому применение тягача с колесной формулой 4х2 сужает сферу применения автопоездов-сортиментовозов и будет неэкономично.

Результаты расчета для сортиментовоза с тягачом 4х4 показывают, что реализуемая полная масса данного варианта автопоезда значительно выше по сравнению с колесной формулой 4х2. Полно приводной вариант двухосного тягача позволяет эксплуатировать автопоезд на магистралях и лесовозных ветках. Возможность эксплуатации определяется полной массой, которая на лесовозной ветке будет составлять 40 т, на магистралях с гравийным и асфальтобетонным, покрытиями – 46 т и 55 т, соответственно. Применение полно приводного типа тягача расширяет сферу использования автопоезда, однако в этом случае происходит снижение грузоподъемности и скоростных свойства автопоезда по причинам конструктивного характера.

В соответствии с нормативными документами допускаемая полная масса автопоездов в составе трехосных тягачей должна составлять 40 и 44 т. Анализ расчетных данных для колесной формулы 6х2 показывает, что допускаемая полная масса реализуется также только на магистрали с асфальтобетонным покрытием. Для прицепных и седельных типов автопоездов-сортиментовозов данный показатель в этом случае имеет примерно одинаковое значение и составляет 44 т.

Эксплуатация такого типа автопоездов на магистралях с гравийным покрытием возможна с преодолением уклонов лишь до 14 %, а на лесовозных ветках – 6 %, что естественно является ограничивающим фактором в условиях реальной эксплуатации.

Наиболее рациональной по показателю транспортируемой полной массы автопоезда-сортиментовоза является колесная формула тягача 6х4. В этом случае автопоезд по реализации тягово-сцепных свойств может эксплуатироваться как на магистралях, так и на лесовозных ветках с коэффициентом сцепления не ниже  $\mu=0,3$ . Полная масса автопоезда при преодолении соответствующих уклонов составляет для лесовозных веток 46 т. Для магистралей этот показатель значительно выше. Поэтому автопоезд-сортиментовоз с колесной формулой 6х4 соответствует в основном всем необходимым показателям, регламентируемых нормативными документами. Более высокие тяговые показатели имеет автопоезд с колесной формулой 6х6. Главным преимуществом колесной формулы 6х6 является обеспечение высокой проходимости. По этим показателям с реализуемой полной массой такой автопоезд может преодолевать соответствующие подъемы на всех типах дорог, включая и лесовозные усы. Однако лесовозные усы являются временными лесовозными дорогами со сроком эксплуатации не более одного года. Кроме того, тяжелые дорожные условия на лесовозных усах имеют место в период межсезонья, когда заготовка древесины прекращается, и ее отгрузка ведется из заблаговременно созданных запасов на лесных складах.

Следует также отметить, что исходя из опыта эксплуатации, среднего расстояния вывозки и маршрутов движения доля лесовозных усов с учетом всех типов лесовозных дорог относительно невелика и составляет 5...10 %. Учитывая развитую дорожную сеть Республики Беларусь, строительство временных лесовозных дорог (усов) экономически нецелесообразно. Поэтому подвозку сортиментов осуществляют тракторными форвардерами к лесовозным дорогам (веткам), а вывозку магистральными автопоездами сортиментовозами. Такие подходы реализации технологического процесса лесозаготовок обоснованы еще и тем, что расчетные годовые лесосеки невелики и имеют площадь 2...5 га. В связи с этим грузооборот временной лесовозной дороги минимален и в настоящее время их строительство практически не осуществляется.

Сравнивая обе колесные формулы при более благоприятных дорожных условиях, можно отметить, что эксплуатационная скорость, развиваемая полно приводным тягачом будет ниже, следовательно, такой автопоезд будет иметь и меньшую производительность. Также автопоезд с полным приводом будет иметь меньшую грузоподъемность, больший расход топлива и как следствие большие эксплуатационные расходы в целом. Все это говорит в пользу применения магистрального автопоезда-сортиментовоза с колесной формулой 6х4, как основной единицы подвижного состава автомобильного транспорта леса.

Директивными документами также предусмотрено, что максимальная, полная масса автопоездов не должна превышать четырехкратно нагрузки на ведущий мост, т.е.  $K_{\phi} > 0,25$ . Применительно к условиям эксплуатации автопоездов-сортиментовозов должен обеспечиваться коэффициент  $K_{\phi} = 0,35 \dots 0,44$ .

Из полученных данных видно, что требуемая величина коэффициента сцепного веса обеспечивается при колесной формуле 6х4 и составляет  $K_{\phi} = 0,4 \dots 0,45$ .

Полно приводные тягачи также обеспечивают требуемое сцепление колес с поверхностью движения. Однако, исходя из условий эксплуатации, т.е. транспортировки сортиментов по магистралям и лесовозным веткам, выбор колесной формулы тягача 6х4 в составе автопоезда-сортиментовоза является более предпочтительным.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Жуков А.В. Теория лесных машин. – Мн.: БГТУ, 2001. – 640 с. 2. Жуков А.В. и др. Заготовка сортиментов на лесосеке. – М.: Экология, 1993. – 310 с.