

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДЛИННОМЕРНЫХ АВТОПОЕЗДОВ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Шатманов О.Т., Эсеналиев Т.Б., Дуйшебаев С.С.

КГУСТА им. Н. Исанова, Бишкек, Кыргызстан, sultanss28@mail.ru

Аннотация: Рассмотрены перспективные задачи применения длинномерных автопоездов для автоперевозчиков.

Ключевые слова: длинномерный автопоезд, прицеп, затор, проезжая часть.

FEATURES OF OPERATION OF LONG-LENGTH ROAD TRAINS IN MOUNTAIN CONDITIONS

Shatmanov O. T., Esenaliev T. B., Duishebaev S. S.

Kyrgyz state University of construction, transport and architecture, Bishkek, Kyrgyzstan

Annotation: The prospective problems of using long-distance auto-trains for road carriers are considered.

Key words: long road train, trailer, traffic jam, roadway.

В мире идет процесс глобализации экономик, торговли, использование человеческих и природных ресурсов. Многие страны стремятся найти пути экономического развития своих отраслей, идет обмен технологиями, выявляются новые пути сотрудничества между странами. Ярким примером этому являются создания новых экономических союзов и ассоциаций. В таких условиях перевозочные процессы выходят на новые качественные уровни, применяются более совершенные методы перевозок грузов, такие как мульти-модальные и интермодальные перевозки. Одним из примеров развития перевозочных процессов является применение длинномерных автотранспортных средств для перевозки различных грузов на дальние и особо дальние расстояния. Их использование широко стали применять в странах ЕС, в некоторых странах Америки и Азии, в западных регионах России. В новом европейском регламенте требования к маневренности транспортных средств указывается (директивы 96/53/ЕС-2002/7/ЕС и их развитие):

Прил.4, 2.1. Любое транспортное средство категорий М3 и N3, а также любой полуприцеп должны иметь возможность поворота на 360 град в любую сторону внутри площади, заключенной между двумя концентрическими окружностями радиусами 12,5 м и 5,3 м, при условии, что ни одна из выступающих наружу поворота частей транспортного средства (за исключением выступающих частей, оговоренных в пункте 2.2) не выходит при движении за границу окружностей.

Одним из недостатков автопоездов является их способность к маневрированию. Для разворота таких прицепов требуется проезжие части почти в 1,5-2 раза больше, чем для существующих стандартных машин. Положительными сторонами применения длинномерных автопоездов является снижение

себестоимости перевозок, уменьшения выброса токсичных отходов, уменьшения заторов на дорогах с большими интенсивностями движения, экономия топлива. Ущерб только от пробок, в странах ЕС составляет примерно 80 млрд. долл. в год. В странах ЕС выпускаются и эксплуатируются автопоезда нового поколения с длиной до 25,25 м. и полной массой до 60 т.

Отрицательными сторонами применения длинномерных автопоездов являются снижение безопасности эксплуатации автопоездов, увеличение аварийности, преждевременное разрушение дорожных одежд и искусственных сооружений, износ покрытия. Особо остро стоит вопрос безопасности эксплуатации данных автопоездов в горных условиях, в условиях высоких подъемов и спусков, наличия значительного количества кривых малых радиусов, серпантинов. Серпантины и кривые малых радиусов не рассчитаны на проезд длинномерных автопоездов. Для проезда таких кривых необходимо предусматривать устройство уширения как с внутренней стороны кривой, так и с внешней стороны. Причем с внешней стороны необходимо предусмотреть значительное уширение проезжей части в 2 и более раз превышающих ширину проезжей части.

Внешнее уширение следует начинать за долго до начала кривой, чтобы продольная ось автопоезда при подходе к кривой была перпендикулярна оси дороги. Колеса автомобиля при движении по кривой описывают кривые разного радиуса, наибольшей радиус приходится на передние колеса, а наименьшей на задние. Разница между радиусами тем больше, чем длиннее длина автопоезда. С учетом этого автомобиль на кривой занимает большую ширину проезжей части, чем в обычных условиях и для обеспечения безопасного проезда кривой требуется уширение. Величина уширения будет зависит от многих факторов. Одним из них является обеспечение требуемой скорости движения на кривой. Расчетная скорость движения для дорог II категории для пересеченной местности должна быть не меньше 100 км/ч, для горной - 60 км/ч. Для дорог III тех. категории соответственно 80 и 50 км/ч. В СНиП 2.05.02-85 указаны наименьшие величины уширения для различных радиус кривых, в зависимости от длины автомобиля. Проезжую часть уширяют в соответствии с рекомендациями СНиП 2.05.02-85 на весь кривой радиус меньше 1000 м. Величину необходимого уширения проезжей части кривых рассчитывают по формуле:

$$l_{\phi} = \frac{l_a^2}{2R} + \frac{0.05V}{\sqrt{R}} \quad (1)$$

где l_a - длина автомобиля, м; R- радиус кривой в плане, м; V- расчетная скорость движения для данной категории дороги, км/ч.

Существуют различные методы определения предельного значения уширения проезжей части. Например, в Германии, определение величины уширения при двухполосном движении, производится по формуле [3]

$$l_{\phi} = n(R_a - \sqrt{R_a - D^2}) \quad (2)$$

где D – расстояние между осями колес, R_a – радиус внешней круговой дуги выступа спереди, м.; кривой, м; l_{ϕ} – уширение проезжей части, м; n – количество полос.

Требуемое уширение должно определяться специальным расчетом в случаях, когда в составе движения более 5-10 % автомобильных поездов. Наиболее точно величину уширения можно определить графически.

Рассмотрим некоторые случаи определения уширения при различных длинах состава автопоездов.

Схема проезда по кривой двух встречных автомобилей для определения величины уширения l_y показано на рис. 1.

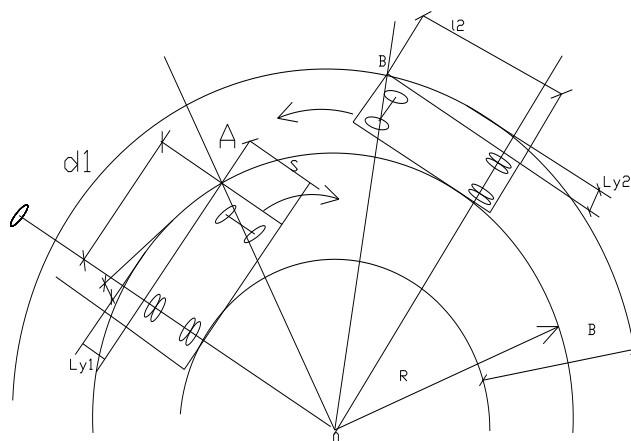


Рис. 1. Расчетная схема для определения уширения в плане

Принимая допущение, что $l_{\phi 1} = l_{\phi 2}$, общее уширение равно

$$l_{\phi} = l_{\phi 1} + l_{\phi 2}$$

$$l_{\phi 1} = R - \sqrt{R^2 - d_1^2}$$

$$l_{\phi} = 2(R - \sqrt{R^2 - d_1^2}) \quad (3)$$

Преобразуя получим $R^2 - d_1^2 = R^2 - Rl + \frac{l^2}{4}$

$$d_1^2 = Rl - \frac{l^2}{4} \quad (4)$$

Учитывая малость значения $\frac{l^2}{4}$ по сравнению с радиусом R имеем

$$l_{\phi} = \frac{d_1^2}{R} \quad (5)$$

где d_1 – расстояние между задней осью и передним бампером; R – радиус кривой.

Определяя графически величину уширения можно сказать, что формула (5) более подходит при радиусах более 30 м. В рассмотренном случае расположение

габаритов автомобиля при движении относительно продольной оси автомобиля не меняется.

При расчете скорости 80 км/ч. наименьший радиус кривой в плане должен быть для горной местности 250 м., при скорости 60 -125 м., при 50 -100 м. Расчет уширения проезжей части необходимо провести для автопоездов различной комплектации. Из графических изображений можно определить, что наибольшие величины уширения приходятся при проезде по кривой длинномеров и автопоездов.

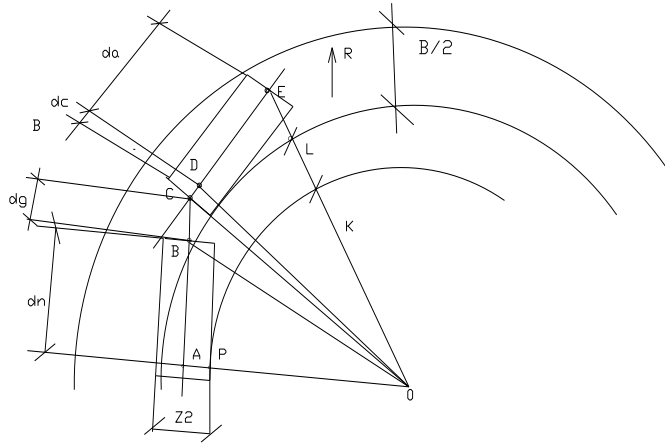


Рис. 3. Схема поворота тягача с прицепом

На рисунке 3 показана схема поворота тягача на кривой малого радиуса с прицепом. Рассмотрим треугольники OAB, OBC, OCD, ODE. Тогда

$$OE = R - \frac{Z_1}{2} \quad (6)$$

$$OD^2 = OC^2 - d_c^2$$

$$OB^2 = d_n^2 + OA^2$$

$$OC^2 = d_q^2 + OB^2$$

$$OD^2 = \left(R - \frac{Z_1}{2}\right)^2 - d_a^2$$

$$OC^2 = R^2 - 2R \frac{Z_1}{4} + \frac{Z_1^2}{4} + d_c^2 \quad (7)$$

$$OB^2 = R^2 - 2R \frac{Z_1}{4} + \frac{Z_1^2}{4} + d_c^2 - d_g^2 \quad (8)$$

$$OK = \sqrt{R^2 - 2R \frac{Z_1}{4} + \frac{Z_1^2}{4} + d_c^2 - d_g^2 - d_n^2 - \frac{Z_2}{2}} \quad (9)$$

$$L = R - \frac{B}{2} - \sqrt{R^2 - 2R \frac{Z_1}{4} + \frac{Z_1^2}{4} + d_c^2 - d_g^2 - d_n^2 - \frac{Z_2}{2}} \quad (10)$$

где L величина уширения для одного направления.

Для седельного тягача величину уширения определим по схеме рис. 4.

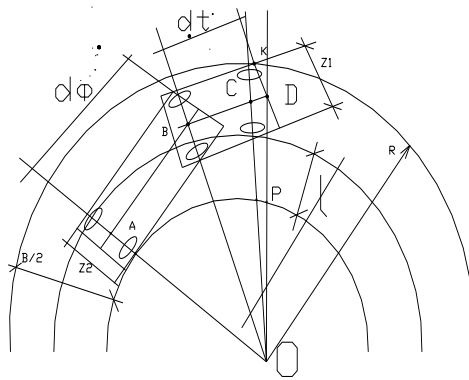


Рис 4. Схема определения величины уширения для седельного тягача

Допуская, что расстояние КД равен половине ширины тягача сравним треугольники ОАВ, ВДО. Уширение для одной полосы L будет равна

$$L = R - |EO| - \frac{b}{2} \quad 1) \quad (1)$$

$$OB^2 = OD^2 - d_{cp}^2 \quad OA^2 = OB^2 - \quad 2) \quad (1)$$

$$OB^2 = R^2 - 2R \frac{Z_1}{2} + \frac{Z_1^2}{4} - d_T^2 \quad 3) \quad (1)$$

$$OA = \sqrt{R^2 - 2R \frac{Z_1}{2} + \frac{Z_1^2}{4} - d_T^2 - d_{cp}^2} \quad 4) \quad (1)$$

$$L = R - \sqrt{R^2 - 2R \frac{Z_1}{2} + \frac{Z_1^2}{4} - d_T^2 - d_{cp}^2} - \frac{Z_2}{2} - \frac{b}{2} \quad 5) \quad (1)$$

При прохождении кривой по условиям безопасности движения должно быть обеспечена достаточная видимость проезжей части. Расстояние видимости по условию остановки автомобиля определяется по формуле:

$$S = S_1 + S_2 \quad (16)$$

где S – расстояние видимости для остановки, м;

S_1 – путь, пройденный автомобилем за время реакции водителя приведение в действие тормозной системы, м; S_2 – тормозной путь, м. Минимальное расстояние видимости покрытия проезжей части по условию остановки должно быть не менее значений, определяемых в зависимости от расчетной скорости и продольного уклона, по формуле:

$$S = \frac{t_p V}{3,6} + \frac{K \cdot V^2}{254(\varphi \pm i)} \quad (17)$$

где S - расчетное расстояние видимости покрытия проезжей части; V_p - расчетная скорость движения, км/ч; K э - коэффициент, учитывающий эксплуатационное состояние автомобиля, не менее 1.4; φ - коэффициент продольного сцепления принимаемый равный -0,3; i - продольный уклон в % (усредненные значения продольных уклонов, которые определяются по отдельным

участкам); t_p - расчетное время реакции водителя в сек., принимаемое в 2,5 сек. для дорог I категория и 2,0 сек. для дорог II категории.

Минимальное расстояние видимости по условию остановки должно обеспечивать видимость любых предметов, имеющих высоту 0,2 м и более, находящихся на середине полосы движения, с высоты глаз водителя автомобиля 1,2 м от поверхности проезжей части.

В качестве продольного уклона следует принимать усредненные значения продольных уклонов, которые определяются по отдельным участкам проектируемой автомобильной дороги. На участках проектируемых автомобильных дорог с малыми радиусами горизонтальных кривых должно быть обеспечено минимальное расстояние видимости для остановки. Объекты, расположенные на внутренней части горизонтальной кривой автомобильных дорог (барьерное ограждение, строения, лесные насаждения, шумозащитные и противоослепляющие экраны, откосы выемок, скалы и т.п.), не должны создавать препятствий для обеспечения минимального расстояния видимости покрытия проезжей части по условиям остановки на проектируемой автомобильной дороге и должны располагаться за пределами линии взгляда минимального расстояния видимости покрытия проезжей части. Для выполнения этого условия, расстояние от оси внутренней, по отношению к кривой, полосы движения до линии взгляда (M), при минимальном расстоянии видимости по условию остановки, должно быть не менее значений, определяемых по формуле [3]:

$$M = R(1 - \cos \frac{28.65S}{R}) \quad (18)$$

где M - расстояние от оси внутренней полосы движения до линии взгляда в метрах;

S - расстояние видимости для остановки;

R - радиус оси внутренней полосы движения горизонтальной кривой по оси ближайшей к центру внутренней кривой полосы движения, в метрах.

Для двухполосных автомобильных дорог, линию взгляда допускается определять оси внутренней полосы движения. Определить возможность проезда транспортных средств в узкий проезд или без выезда при повороте на сторону встречного движения можно графическим построением на масштабной схеме ДТП. Внутренний радиус (минимальный радиус) полосы получается меньше R на половину ширины B автомобиля. Ширина полосы поворота $R_{\max} - R_{\min}$ возрастает с увеличением угла поворота управляемых колес и базы автомобиля. Ширина полосы поворота (коридор движения) для автопоездов получается больше, чем для одиночного автомобиля. Они зависят от конкретных геометрических параметров автопоездов. При таком построении методом припасовывания можно учесть и изменение угла поворота управляемых колес водителем в процессе выполнения поворотов на перекрестках и разворота габаритных автопоездов.

Конфликты часто возникают на правом повороте автопоезда, когда с правой стороны его оставляется определенная ширина проезжей части, чтобы исключить наезд на бордюр задним колесом прицепа (полуприцепа). Зимой зачастую все

покрывается снегом и смещением на обочину “расширяют” проезжую часть с увеличением радиуса. В это “расширение” и стремятся проехать спешащие водители легковых автомобилей. И они попадают в “слепую зону”, их в правое наружное зеркало заднего вида водитель тягача не может обнаружить. В процессе поворота происходит касательное столкновение, которое водитель автопоезда может не почувствовать и продолжить движение, пока кто-нибудь его не остановит. За это время осколки могут быть преднамеренно смещены от края проезжей части и создается версия о сложном движении автопоезда сначала влево, а затем неожиданно вправо без включения сигналов поворота для обвинения водителя автопоезда в нарушении пп. 8.1, 8.5, 8.6 ПДД о сигналах маневра, его безопасности, о повороте не из крайнего правого положения и его движении не у края проезжей части.

При левом повороте на дорогу с малой шириной проезжей части дороги и подходящей с левой стороны под углом, меньшим 90° , габаритный автопоезд, не может в принципе выполнить левый поворот без выезда на сторону встречного движения по требованию п.8.6 ПДД. А подходящие с левой стороны транспорта часто останавливаются непосредственно у линии пересечения проезжих частей. Происходит столкновение либо со стоящим транспортом, либо с подкатывающимся к этой линии. В последнем же случае возникает конфликт невыполнение водителем поворачивающего транспорта требования п.8.6 ПДД, а водитель подходящего слева транспорта должен был выполнить пп. 13.8 и 13.11 ПДД - уступить дорогу поворачивающему транспорту своевременным торможением.

Конфликт из-за расширения полосы движения может возникать на криволинейных участках дорог при выполнении опережения или обгона автопоездов. Построением масштабной схемы можно выявить ошибку водителя, опережающего или обгоняющего транспорта по выполнению им требования п.9.10 ПДД о безопасном боковом интервале.

Безопасность проезда кривых малого радиуса является многофакторной величиной. Поэтому при проезде длинномерных автопоездов в горных районах необходимо совместно рассматривать условия движения, величину уширения, элементы дороги для каждого случая по отдельности. Использование длинномерных автопоездов в будущем будет только расти, особенно между ЕС и Китаем. Товарооборот между Китаем и ЕС, по мнению экспертов, к 2020 году может достичь 1 трлн. долларов и 10 % из этих грузопотоков будет осуществляться автомобильным и железнодорожным транспортом. Это привет к увеличению грузоперевозок в разы по сравнению с нынешними показателями. Данный маршрут обязательно затронет дороги Кыргызстана и потребует от нас модернизации всей инфраструктуры перевозочного процесса. Если исходить из расчета, что через нас будут проходить длинномерные большегрузные автопоезда, то приоритетными задачами КР являются совершенствование законодательства КР в области транспортных перевозок, строительство и реконструкция автомобильных дорог, отвечающих международным стандартам, привлечение значительных инвестиций в

дорожную отрасль, строительство перевалочных пунктов и логистических центров для автоперевозок.

Наиболее проблемными является обеспечение прочности дорожной одежды, снижение уклонов дорог в горных районах, обеспечение надлежащего сервиса и обслуживания автотранспорта в горах, на которые уже сейчас необходимо обратить особое внимание.

Использованная литература

1. Автомобильные дороги. СНиП 2.05.02-85
2. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. – М., 1982. – 280 с.
3. ОДН 218.046-01 Проектирование нежестких дорожных одежд. – М., 2001.