

И. И. Леонович

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШИРИНЫ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ

Ширина проезжей части является одним из главнейших параметров автомобильных лесовозных дорог, так как от нее зависят безопасность, скорость и организация движения лесовозных автомобилей. Кроме того, она в значительной степени предопределяет размеры земляного полотна, габариты искусственных сооружений — конструкцию автомобильной дороги в целом.

С увеличением ширины проезжей части улучшаются условия эксплуатации автомобильного парка, повышается пропускная способность дороги, но вместе с тем резко увеличивается расход дорогостоящих и, как правило, дефицитных строительных материалов, а также повышаются затраты труда на строительство дороги.

Учитывая эти факторы, работники лесотранспорта в каждом отдельном случае обязаны решать вопрос о ширине дорожного покрытия.

Применяемые в настоящее время на автомобильных лесовозных дорогах покрытия по форме и размерам в плане могут быть разделены на следующие три группы (рис. 1):

1) сплошные покрытия с одной полосой движения (однополосные);

2) сплошные покрытия с двумя полосами движения (двухполосные);

3) колейные покрытия.

Ширина полос движения на автомобильных лесовозных дорогах со сплошными покрытиями, ширина колесопроводов и расстояние между ними для колейных покрытий зависят главным образом от размеров ходовой части и габарита подвижного состава, а также от его расчетной скорости движения.

Для автомобильных лесовозных дорог с одной полосой движения ширина проезжей части b_1 согласно расчетной схеме, представленной на рис. 2, определяется из выражения

$$b_1 = c + n + 2m, \quad (1)$$

где c — ширина колеи автомобиля;
 n — ширина спаренных колес;
 m — расстояние от спаренных задних колес до кромки проезжей части, принимаемое обычно равным 0,4—0,6 м [3].

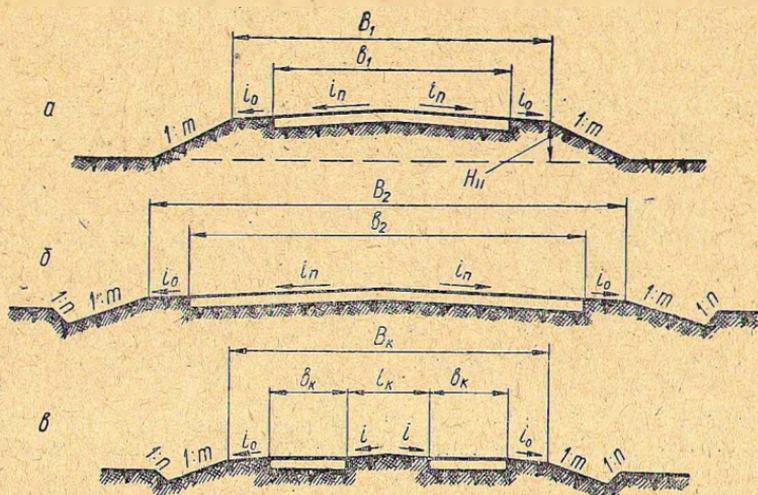


Рис. 1. Основные формы покрытий автомобильных лесовозных дорог:
 а) однополосное; б) двухполосное; в) колеиное

Ширина проезжей части дороги с двухполосным движением на основании расчетной схемы (рис. 3) равна

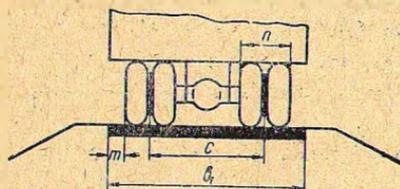


Рис. 2. Схема для определения ширины проезжей части дороги с одной полосой движения

$$b_2 = 2m + c + n + k + z, \quad (2)$$

где k — габарит подвижного состава по ширине (ширина кузова);

z — расстояние между двумя встречными автомобилями, принимаемое при ограниченной скорости (20 км/час) в пределах 0,4—0,6 м [3].

Для определения ширины колесопроводов согласно схеме, приведенной на рис. 4, можно использовать выражение

$$b_k = a + 2x, \quad (3)$$

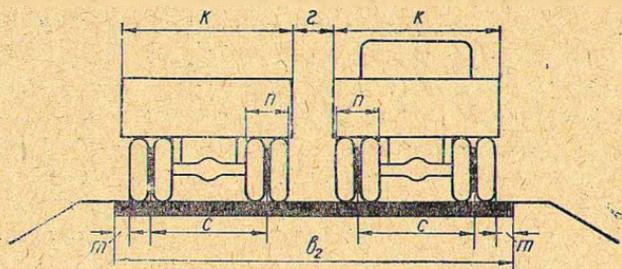
где a — ширина спаренных колес;

x — расстояние от колеса до кромки колесопровода.

По данным М. С. Замахаева [4], величина x зависит от скорости движения автомобиля на дороге и определяется следующим образом:

$$x = 0,08 + 0,005v, \text{ м}, \quad (4)$$

где v — скорость движения автомобиля, км/час.



Р и с. 3. Схема для определения ширины проезжей части дороги с двумя полосами движения

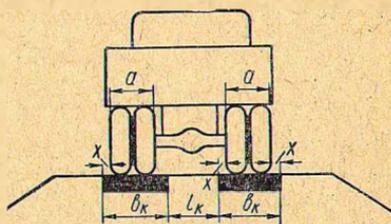
Расстояние между колесопроводами [5] в этом случае может быть вычислено по формуле

$$l_k = \frac{c_1 + c_2}{2} - b_k, \quad (5)$$

где c_1 — ширина колеи передних колес;
 c_2 — ширина колеи задних колес.

Приведенные выше формулы позволяют сравнительно просто определить ширину проезжей части при однопольном и двухпольном движении на дороге, а также ширину колесопроводов и расстояние между ними. Для этого достаточно знать расчетную скорость движения на дороге и иметь данные о подвижном составе, приводимые обычно в его технической характеристике.

Что касается выбора и обоснования числа полос движения на автомобильных лесовозных дорогах, то эта задача до настоящего времени не имела стройного решения. Многие проектные институты и организации решали этот вопрос по-разному, притом чаще всего ориентировочно, без должного технико-экономического обоснования.



Р и с. 4. Расчетная схема для определения размеров в плане колейного покрытия

Изложенный в настоящей статье метод определения числа полос движения на дороге в известной мере восполняет этот пробел. Он дает возможность решать вопрос о числе полос движения в зависимости от общего запаса лесосырьевой базы, сроков ее эксплуатации, конструкции дорожного покрытия, типа подвижного состава и других факторов. В основу его положены следующие предпосылки.

Стоимость строительства автомобильной лесовозной дороги с однополосной проезжей частью меньше стоимости такой же двухполосной дороги. Зато затраты на эксплуатацию автомобильного транспорта, на дорогах с однополосной проезжей частью из-за неизбежных его простоев на разъездах всегда будут больше аналогичных затрат на дорогах с двухполосной проезжей частью, где такие простои не имеют места. Сравнивая экономию денежных средств, полученную в результате внедрения дороги с однополосной проезжей частью, с дополнительными эксплуатационными затратами от простоев автомобилей на разъездах, можно определить оптимальные условия применения однополосной и двухполосной проезжей части.

Очевидно, что автомобильную лесовозную дорогу с однополосной проезжей частью целесообразно применять в том случае, когда

$$C_{\text{пр}} < C_{\text{стр}}, \quad (6)$$

где $C_{\text{пр}}$ — стоимость простоев автомобилей на разъездах за весь период эксплуатации дороги;

$C_{\text{стр}}$ — разница стоимости строительства автомобильной дороги с двумя полосами движения и с одной полосой.

И наоборот, если

$$C_{\text{пр}} \geq C_{\text{стр}}, \quad (7)$$

то тогда целесообразно применять дорогу с двухполосной проезжей частью.

При сравнении $C_{\text{пр}}$ и $C_{\text{стр}}$ разницу в стоимости содержания однополосной и двухполосной дороги учитывать не будем, так как величина ее является сравнительно небольшой и поэтому оказать заметного влияния на результаты расчетов не может.

Для определения разницы стоимости автомобильных лесовозных дорог с разным числом полос движения рассмотрим в отдельности каждое слагаемое.

Стоимость строительства дороги с двухполосной проезжей частью может быть представлена выражением

$$C'' = C_2 L, \quad (8)$$

где C_2 — стоимость строительства одного километра дороги с двухполосной проезжей частью, руб.;

L — проектируемая длина автомобильной лесовозной дороги, км.

Входящая в выражение (8) величина C_2 определяется на основании укрупненных сметных норм или методом аналогии.

На однополосной дороге предусматриваются разъезды, обеспечивающие пропуск двух встречных автомобилей. Как показывает опыт эксплуатации, разъезды необходимо проектировать и строить на расстоянии фактической видимости S_B .

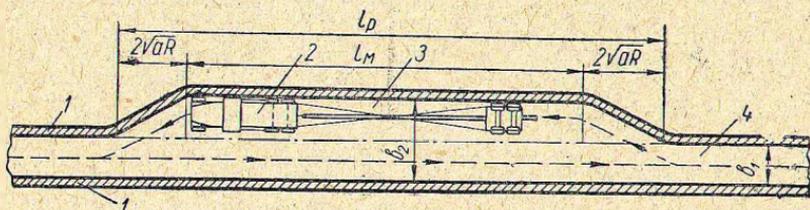


Рис. 5. Схема разъезда на дороге с одной полосой движения: 1 — обочина; 2 — автомобиль; 3 — проезжая часть разъезда; 4 — проезжая часть дороги

Разъезды устраиваются в виде уширения земляного полотна и проезжей части. Ширина проезжей части на разъезде должна быть равной ширине двухполосной проезжей части, вычисленной по формуле (2).

Принимая среднее расстояние видимости на дороге, число разъездов определим по формуле

$$n_p = \frac{L}{S_B} \quad (9)$$

Длина разъезда зависит главным образом от размеров автопоезда [1]. Как видно из рис. 5, длина разъезда равна

$$L_p = l_m + 4\sqrt{aR}, \quad (10)$$

где l_m — длина груженого автомобиля с прицепом, м;
 a — расстояние между осями двух встречных автомобилей, м;

R — минимальный радиус поворота груженого автомобиля, принимаемый равным 20—30 м.

Общая длина разъездов на дороге на основании формул (9) и (10) будет равна

$$L_p = \frac{n_p (l_m + 4\sqrt{aR})}{1000} \text{ км.} \quad (11)$$

Стоимость однополосной дороги с разъездами определится из выражения

$$C' = C_1(L - L_p) + C_2L_p, \quad (12)$$

где C_1 — стоимость одного километра однополосной автомобильной лесовозной дороги, руб.

Экономия в капитальных затратах при применении однополосной дороги по сравнению с двухполосной определится как разность между уравнениями (8) и (12), т. е.

$$C_{\text{стр}} = C_2L - C_1(L - L_p) - C_2L_p. \quad (13)$$

Произведя преобразования в выражении (13), будем иметь

$$C_{\text{стр}} = C_2(L - L_p) - C_1(L - L_p) \quad (14)$$

или (окончательно)

$$C_{\text{стр}} = (C_2 - C_1)(L - L_p). \quad (15)$$

Затраты, связанные с непроизводительными простоями автомобилей на разъездах, можно определить следующим образом.

Минимальное число встреч автомобилей за смену будет

$$n_{\text{в}} = (n' - 1) n_{\text{рейс}}, \quad (16)$$

где n' — количество линейных автомобилей, используемых на вывозке леса;

$n_{\text{рейс}}$ — число рейсов в смену, а максимально возможное.

$$n' = \frac{(n')^2}{4}.$$

Потери времени на разъезде, или простои автомобиля, составляют

$$t_{\text{пр}} = \frac{S_{\text{в}} k_1 k_2}{v_{\text{ср.тех}}}, \quad (17)$$

где k_1 — коэффициент, учитывающий вероятность одновременного попадания двух встречных автомобилей на смежные разъезды, равный 0,7—0,8;

k_2 — коэффициент, учитывающий потери времени при замедлении движения и разгоне, равный 1,05—1,15;

$v_{\text{ср.тех}}$ — среднетехническая скорость движения на дороге, км/час.

Сумма простоев всего автомобильного парка на разъездах за смену будет равна

$$T_{\text{пр}} = n_{\text{в}} t_{\text{пр}} \quad (18)$$

Или, подставляя вместо $n_{\text{в}}$ и $t_{\text{пр}}$ их значения (16) и (17), получим

$$T_{\text{пр}} = \frac{S_{\text{в}} n_{\text{рейс}} k_1 k_2 (n' - 1)}{v_{\text{ср. тех}}} \quad (19)$$

Простои же автомобилей за весь период эксплуатации дороги, выраженные в машино-сменах, будут равны

$$T'_{\text{пр}} = \frac{S_{\text{в}} n_{\text{рейс}} k_1 k_2 (n' - 1) A_{\text{д}} k n_{\text{л.э}}}{T_{\text{см}} v_{\text{ср. тех}}} \quad (20)$$

где $A_{\text{д}}$ — число дней работы в году;

k — коэффициент сменности;

$n_{\text{л.э}}$ — число лет эксплуатации дороги;

$T_{\text{см}}$ — продолжительность смены, час.

В выражении (20), учитывая оборачиваемость на дороге хозяйственных автомобилей, можно произвести замену $n' - 1 \approx n'$.

Количество линейных автомобилей n' , необходимое для выполнения плана перевозок древесины, как известно, определяется по формуле

$$n' = \frac{Q_{\text{год}}}{A_{\text{д}} k Q_{\text{рейс}} n_{\text{рейс}}} \quad (21)$$

где $Q_{\text{год}}$ — годовой грузооборот дороги, м^3 ;

$Q_{\text{рейс}}$ — рейсовая нагрузка на автопоезд, м^3 .

Произведя замену и подставляя значение n' в выражение (20), получим

$$T'_{\text{пр}} = \frac{S_{\text{в}} k_1 k_2 Q_{\text{год}} n_{\text{л.э}}}{T_{\text{см}} Q_{\text{рейс}} v_{\text{ср. тех}}} \quad (22)$$

Далее, зная, что произведение $Q_{\text{год}} n_{\text{л.э}}$ представляет не что иное, как общий грузооборот дороги за весь период ее эксплуатации, можно написать

$$T'_{\text{пр}} = \frac{S_{\text{в}} k_1 k_2 Q_{\text{общ}}}{T_{\text{см}} Q_{\text{рейс}} v_{\text{ср. тех}}} \text{ м.-смен.} \quad (23)$$

Для определения денежных затрат, связанных с простоями автотранспорта на разъездах, умножим выражение (23) на стоимость одной машино-смены D , тогда будем иметь

$$C_{\text{пр}} = \frac{S_{\text{в}} k_1 k_2 D Q_{\text{общ}}}{T_{\text{см}} Q_{\text{рейс}} v_{\text{ср. тех}}} \text{ руб.} \quad (24)$$

Подставляя в формулы (15) и (24) значение входящих в них величин, произведя необходимые вычисления и сравнивая между собой полученные результаты, найдем правильное решение о количестве полос движения на автомобильной лесовозной дороге. При этом, если

$$(C_2 - C_1)(L - L_p) \leq \frac{S_b k_1 k_2 D Q_{\text{общ}}}{T_{\text{см}} Q_{\text{рейс}} v_{\text{ср. тех}}}, \quad (25)$$

то с экономической точки зрения целесообразно применять автомобильную лесовозную дорогу с двухполосной проезжей частью. Ширину проезжей части в этом случае необходимо вычислять по формуле (2).

При условии, когда

$$(C_2 - C_1)(L - L_p) > \frac{S_b k_1 k_2 D Q_{\text{общ}}}{T_{\text{см}} Q_{\text{рейс}} v_{\text{ср. тех}}}, \quad (26)$$

более выгодным является применение автомобильной лесовозной дороги с однополосной проезжей частью и разъездами для встречного транспорта.

Для определения ширины однополосной проезжей части необходимо использовать формулу (1).

Решение вопроса о ширине проезжей части и числе полос движения на автомобильной лесовозной дороге можно значительно упростить, если воспользоваться номограммой рис. 6, составленной на основании формулы (25) и изложенных выше теоретических положений.

Определение числа полос движения с помощью номограммы осуществляется в следующем порядке. В координатах I по оси абсцисс откладывается общий грузооборот дороги или отдельного ее участка за весь период эксплуатации (например, $Q_{\text{общ}} = 1700$ тыс. m^3 , точка А). Из точки А восстанавливается перпендикуляр до пересечения с линией, цифра на которой соответствует расчетной нагрузке на автомобильный поезд (например, $Q_{\text{рейс}} = 12$ m^3 , точка В), через точку В проводится горизонталь в координатную систему II до пересечения с линией, обозначающей среднетехническую скорость движения (точка В, при принятой $v_{\text{ср.тех}} = 18$ км/час). Далее через точку В проводится вертикаль. Пересечение вертикали с линией, характеризующей расстояние между разъездами (точка Г при $S_b = 1,0$ км), проектируется вправо на ось ординат и далее до встречи с линией, цифра на которой обозначает стоимость м.-смены.

Принимая стоимость м.-смены $D = 16$ руб., в нашем примере получится точка Е. Проектируя Е на ось абсцисс Ж, получится денежное выражение затрат, связанных с простоями автотранспорта на разъездах ($C_{\text{пр}} = 18$ тыс. руб.).

После этого в координатах IV по оси ординат откладывается разность длины дороги и разъездов K . Через точку K проводится горизонталь до пересечения с линией, цифра на которой соответствует разности в стоимости строительства одного километра дороги с двухполосным и однополосным покрытием. При разности, равной 2,5 тыс. руб., получим точку L . Проектируя L на ось абсцисс M , получим денежное выражение экономии, достигнутой в результате применения однополосной дороги ($C_{\text{стр}} = 45$ тыс. руб.).

Сравнивая расположение точек $Ж$ и M на оси абсцисс, нетрудно установить условия, при которых рационально применять дорогу с однополосной или двухполосной проезжей частью. Если $Ж$ будет находиться левее M , как в нашем примере, то целесообразно строить дорогу однополосной. И, наоборот, при положении $Ж$ правее M более выгодным с экономической точки зрения будет применение автомобильной лесовозной дороги с двумя полосами движения.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. К. Бируля. Проектирование автомобильных дорог. Часть I. Автотрансиздат, 1961.
 2. В. В. Буверт, Б. Д. Ионов, М. И. Кишинский, С. А. Сыромятников. Сухопутный транспорт леса. Гослесбумиздат, 1960.
 3. С. Х. Будыка, А. Ф. Тихонов. Лесопромышленный справочник. Изд-во АН БССР, 1962.
 4. М. С. Замахаев. Установление ширины проезжей части автомобильных дорог. Труды Московского автомобильно-дорожного института. Вып. 15. Дориздат, 1953.
 5. И. И. Леонович. Расчет лежневого покрытия автомобильных лесовозных дорог, колесопроводы которого уложены на шпалах. Труды ЦНИИМЭ, V. «Дорожностроительные работы на лесозаготовках», вып. 6. М., Химки, 1960.
-