

## ОБОСНОВАНИЕ РАСЧЕТНОЙ НАГРУЗКИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ КОНСТРУКЦИЙ НЕЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ЛЕСНЫХ ДОРОГ

The article is dedicated to problem of the connected with designing the car roads, but concretely with motivation of the design load for development design of the road cloths of the timber roads. The value of the rolling load renders at development of the designs of the road cloth of the timber roads big influence. They are considered three main ways of the determination of the number passage to accounting axis on timber road: analytical, graphic and at calculation factors.

**Введение.** При проектировании автомобильных дорог основными проектными параметрами являются: расчетная скорость движения транспортных средств, расчетное расстояние видимости, расчетные нагрузки на ось и число полос движения, или пропускная способность дороги. Расчетная скорость определяет параметры автомобильной дороги: ширину земляного полотна и проезжей части, радиусы кривых, подъемы и спуски, расчетное расстояние видимости в плане и продольном профиле, т. е. безопасность движения. Расчетная нагрузка на ось лесовозного автомобиля и прицепного состава, в свою очередь, определяет необходимую прочность дорожной одежды и искусственных сооружений.

При разработке конструкции дорожной одежды нежесткого типа лесных дорог большое влияние оказывает величина подвижной нагрузки. По лесным дорогам движутся различные виды транспортных средств, начиная от легковых автомобилей и заканчивая тяжелыми грузовыми автопоездами, предназначенными для вывозки заготовленного леса в виде хлыстов, сортиментов, технологической щепы.

Подвижная нагрузка является одним из решающих факторов (вместе с несущей способностью основания дороги и качеством конструктивных материалов), определяющих конструкцию дорожной одежды.

Для упрощения процесса разработки конструкции дорожных одежд лесных дорог переходного и низших типов покрытий с небольшой интенсивностью движения разработан метод пересчета различных типов транспортных средств на некоторое число расчетных осей, а также последовательность определения их числа. В основу данного метода положено то, что только транспортные средства, имеющие нагрузку, превышающую 30...40 кН, существенно влияют на износ дорожного покрытия лесных дорог. Поэтому воздействие подвижной нагрузки на дорожную одежду, имеющую различную осевую нагрузку, учитывают посредством показателя, в качестве которого принято число проходов расчетной оси. Данный показатель учитывает произвольную комбинацию осевых нагрузок различной

величины на конструкцию дорожной одежды и приравнен к воздействию одной расчетной оси. За расчетную ось, в соответствии с [1], принята ось, которая имеет осевую нагрузку  $P = 100$  кН (автомобиль группы А), диаметр круга, равновеликий по площади отпечатку следа колеса  $D = 0,33$  м, и среднее удельное давление на дорожное покрытие  $p = 0,6$  МПа. Однако существующий в настоящее время метод определения наиболее нагруженной оси при расчете дорожной одежды на прочность довольно сложный и не лишен недостатков.

Для определения числа проходов расчетной оси по лесной дороге могут использоваться три способа: аналитический, графический и при помощи пересчетных коэффициентов.

**Ключевые слова:** транспортные средства, нагрузка, лесная дорога, дорожная одежда, расчетная ось.

**1. Аналитический способ определения числа расчетных осей.** Нагрузка от подвижного состава на поверхность дорожной одежды передается через колесо автомобиля на площадку, имеющую форму эллипса, которая в расчетах заменяется равновеликим по площади кругом (рис. 1).

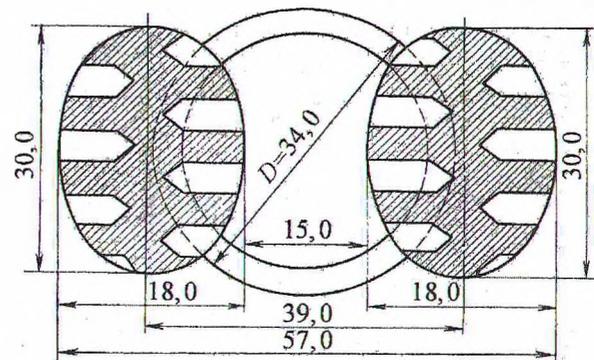


Рис. 1. Действительные отпечатки спаренных колес автомобиля и эквивалентный им по площади круг (размеры в сантиметрах)

Диаметр эквивалентного круга может быть определен по формуле

$$D = 0,0357 \sqrt{\frac{Q \cdot k_{\text{днн}}}{p}}, \quad (1)$$

где  $Q$  – статическая нагрузка на ось исследуемого автомобиля, кН;  $k_{\text{дин}}$  – динамический коэффициент, принимаемый для неподвижной нагрузки  $k_{\text{дин}} = 1,0$ , для движущегося автомобиля  $k_{\text{дин}} = 1,3$ ;  $p$  – удельное давление колеса автомобиля на покрытие, МПа.

Диаметр круга равновеликого по площади отпечатку следа колеса  $D$  можно принимать и по таблицам, приведенным в работах [1, 2, 3].

Нагрузка на дорожное покрытие для различных типов транспортных средств пересчитывается на расчетную ось по формуле

$$N_p = \alpha_i \cdot N_i, \quad (2)$$

где  $N_p$  – число повторных проходов расчетной оси;  $\alpha_i$  – коэффициент пересчета от нагрузки на ось транспортного средства  $i$ -го типа к расчетной оси;  $N_i$  – количество повторных ездов транспортного средства  $i$ -го типа, т. е. интенсивность движения.

Значения коэффициента пересчета  $\alpha_i$  можно определить по формуле

$$\alpha_i = k_i \left( \frac{p_i \cdot P_i}{p \cdot P} \right)^{3,5}, \quad (3)$$

где  $p_i$  – удельное давление колеса данной оси автомобиля  $i$ -го типа, МПа;  $p$  – удельное давление колеса расчетной оси расчетного автомобиля, МПа;  $P_i$  – нагрузка на колесо данной оси автомобиля  $i$ -го типа, кН;  $P$  – нагрузка на колесо расчетной оси (50 кН);  $k_i$  – коэффициент, зависящий от размещения осей: для одиночно расположенной оси  $k_i = 1,0$ ; для сдвоенной оси:  $k_i = 1,4$  при  $l < 1,25$ ;  $k_i = 1,5$  при  $1,25 < l < 1,39$ ;  $k_i = 1,7$  при  $1,39 < l < 2,5$ ;  $k_i = 2,0$  при  $l > 1,25$ ;  $l$  – база сдвоенной оси, м.

Для полуприцепа (прицепа-ропуски) значение коэффициента пересчета определяют по формуле

$$\alpha = \alpha_i + \frac{Q_m}{15}, \quad (4)$$

где  $\alpha_i$  – поправочный коэффициент для тяжелых транспортных средств;  $Q_m$  – общая масса груженого полуприцепа (прицепа-ропуски), т.

**2. Определение количества расчетных осей с помощью пересчетных коэффициентов.** Лесовозные дороги, и особенно лесохозяйственные, относятся к дорогам с небольшой интенсивностью движения транспортных средств, в связи с этим расчет приведенной интенсивности движения (количества расчетных осей) может быть определен с помощью графика (рис. 2) в зависимости от нагрузки на ось для различных типов автомобилей.

Этот способ значительно упрощает методику расчета дорожных одежд переходного и низших типов на прочность.

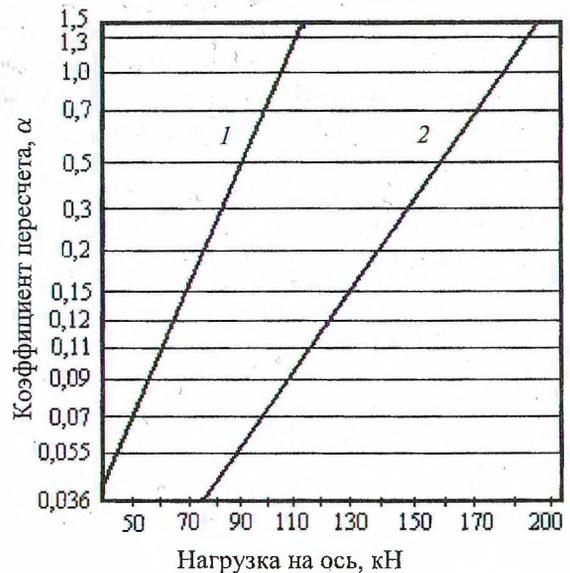


Рис. 2. График для определения коэффициента пересчета различных типов автомобилей на расчетную ось 100 кН:

- 1 – для одиночной оси;
- 2 – для сдвоенной оси

**3. Определение количества расчетных осей графическим методом.** При определении количества проходов расчетных осей (интенсивности движения расчетного автомобиля) необходимо точно знать давление в шине колеса и ряд других показателей. Поэтому для упрощения расчетов разработана номограмма (рис. 3) для приведения транспортных средств конкретного типа, проходящих по дороге в сутки к расчетному автомобилю (расчетной оси).

Порядок определения по номограмме количества расчетных осей в потоке, состоящем из различных типов транспортных средств, следующий.

1. Определяют вес груженого автомобиля  $m$ -го типа, кН.
2. На номограмме, на оси Г, откладывают вес груженого автомобиля  $m$ -го типа (точка 1).
3. Определяют интенсивность движения автомобилей  $m$ -го типа, авт/сут, и откладывают ее на оси В (точка 2).
4. Соединяют точки 1 и 2 и продолжают луч до вспомогательной шкалы Б. Там же, в месте пересечения луча и шкалы Б, откладывают точку 3.
5. Соединяют точку Е, расположенную на шкале Д, с точкой 3 и продолжают луч до шкалы А. В месте пересечения луча Е со шкалой А откладывают точку 4, которая и дает нам количество расчетных осей автомобиля  $m$ -го типа.
6. Общее количество расчетных осей в транспортном потоке будет равно сумме всех автомобилей (автопоездов)  $m$ -го типа.

Данная номограмма может успешно применяться для определения количества расчетных осей, когда по лесной дороге происходит интенсивное движение транспортных средств различных типов и марок, в том числе и колесных тракторов.

В приведенной методике по номограмме определяют начальное количество проездов расчетных осей. Для перспективного проектного

периода количество расчетных осей, в зависимости от процента годового прироста, можно определить по формуле

$$N_p = N_n \cdot k, \quad (2)$$

где  $N_n$  – начальное количество проездов расчетных осей, определяемое по номограмме;  $k$  – коэффициент прироста расчетных осей, определяемый по таблице.

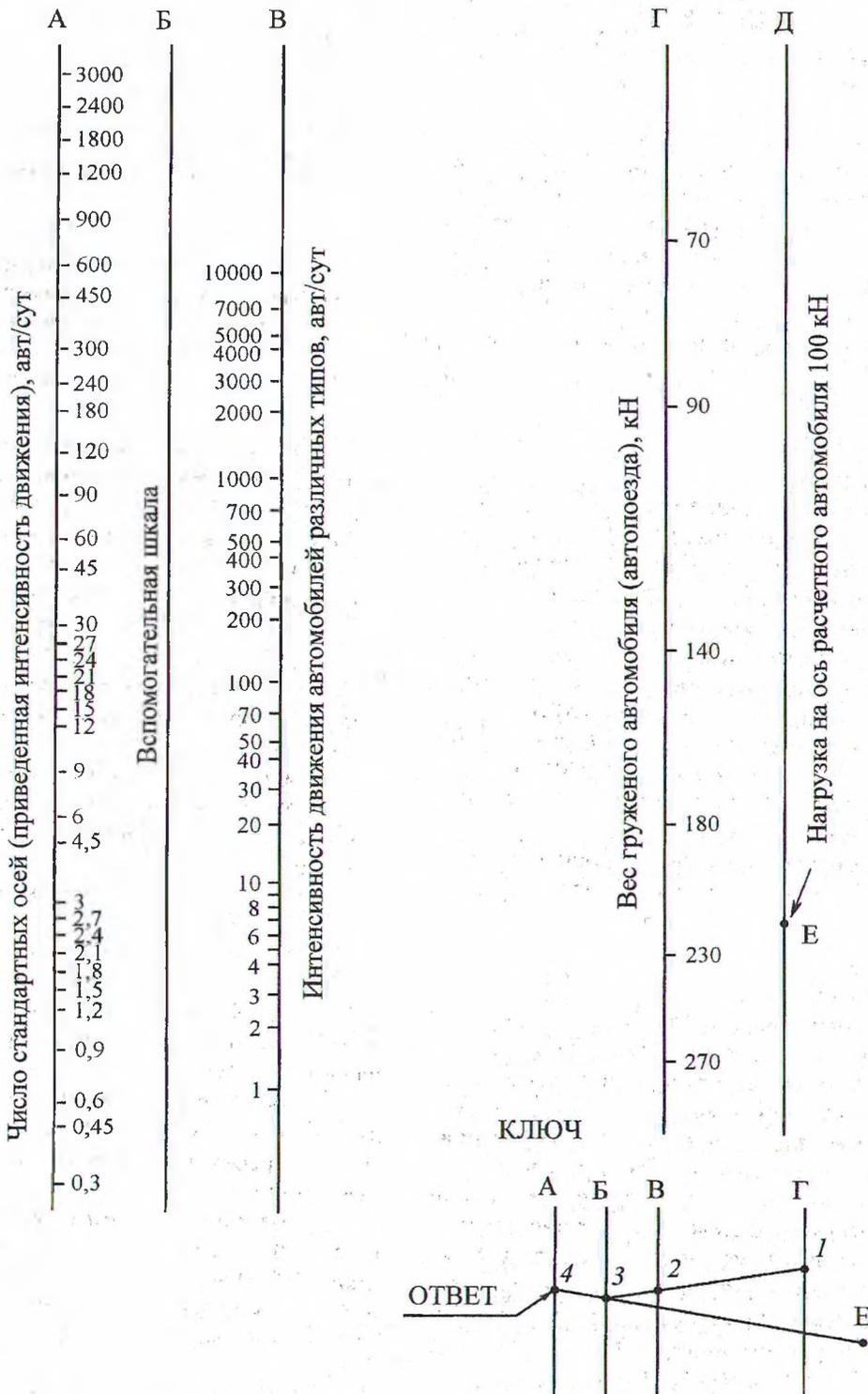


Рис. 3. Номограмма для определения количества расчетных осей для различных типов автомобиля

Значение коэффициента прироста  $k$ 

Проектный период, лет	Годовой прирост дорожного движения, %										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
3	0,15	0,153	0,155	0,155	0,155	0,158	0,16	0,16	0,16	0,163	0,165
4	0,20	0,205	0,21	0,21	0,21	0,215	0,22	0,22	0,22	0,225	0,23
5	0,25	0,258	0,265	0,268	0,27	0,278	0,285	0,29	0,295	0,302	0,31
6	0,30	0,31	0,32	0,325	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39
7	0,35	0,362	0,375	0,385	0,395	0,41	0,425	0,438	0,45	0,465	0,48
8	0,40	0,415	0,43	0,445	0,46	0,48	0,50	0,515	0,53	0,55	0,57
9	0,45	0,47	0,49	0,51	0,53	0,555	0,58	0,602	0,625	0,655	0,685
10	0,50	0,525	0,55	0,575	0,60	0,63	0,66	0,69	0,72	0,76	0,80
15	0,75	0,79	0,88	0,96	1,04	1,14	1,25	1,38	1,50	1,66	1,83
20	1,00	1,05	1,21	1,35	1,49	1,66	1,84	2,06	2,29	2,58	2,86
25	1,25	1,425	1,60	1,84	2,08	2,41	2,74	3,20	3,66	4,29	4,92
30	1,50	1,765	2,03	2,42	2,80	3,38	3,95	4,80	5,66	6,94	8,22
35	1,75	2,125	2,50	3,09	3,68	4,62	5,57	7,10	8,62	11,08	13,55
40	2,00	2,38	2,75	3,34	3,94	4,87	5,82	7,35	8,87	11,33	13,80
50	2,50	2,88	3,26	3,85	4,44	5,83	6,33	7,86	9,38	11,84	14,31

**Заключение.** Анализ расчетов по предложенным способам показывает, что наиболее точным из них является расчетный метод определения количества расчетных осей. Однако этот метод является достаточно трудоемким, а большая точность не всегда требуется при расчете на прочность дорожных одежд переходного и низших типов. Для данных типов дорожных одежд с небольшой интенсивностью транспортных средств наиболее целесообразным методом определения транспортных нагрузок (расчетных осей) является расчет с использованием коэффициента пересчета. Метод с применением номограмм рекомендуется при высокой интенсив-

ности движения транспортных средств различных типов.

## Литература

1. Безрук, В. М. Укрепление грунтов в дорожном и аэродромном строительстве / В. М. Безрук. – М.: Транспорт, 1971. – 232 с.
2. Вырко, Н. П. Способ улучшения транспортно-эксплуатационных качеств лесных дорог / Н. П. Вырко, М. Т. Насковец, И. И. Тумашик // Материалы Международн. науч.-техн. конф. / БГПА. – Минск, 1996. – Ч. 2. – С. 19–22.
3. Вырко, Н. П., Дорожное грунтоведение с основами механики грунтов / Н. П. Вырко, И. И. Леонович. – Минск: Высшэйшая школа, 1977. – 224 с.