

УДК 625.731.8:624.042

Лисенков В.А. – кандидат экономических наук, доцент

Мулламуров Ф.Ш. – кандидат физико-математических наук, доцент

E-mail: fatu48@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

К проблеме конструирования дорожных одежд

Аннотация

Целью работы являлось выявление фактических нагрузок на дорожную одежду от движущегося большегрузного транзитного транспорта. Строящиеся дорожные покрытия рассчитывались на осевую нагрузку в 100-110 кН. Фактически коэффициент перегрузки, определяемый отношением реальной осевой нагрузки к нормативной, варьирует в широких пределах и достигает удвоенной величины.

В этой связи рекомендовано делать расчеты дорожной одежды на нагрузку в 150кН, то есть увеличить толщины конструктивных слоев.

Это значительно снижает коэффициент перегрузки, увеличивает срок службы дороги и, соответственно, затраты на материалы.

В целях экономии дорожных материалов дается предложение об их отдельной укладке с различной по полосам толщиной дорожной одежды.

Ключевые слова: дорожная одежда, статическая нагрузка на ось, коэффициент перегрузки.

В соответствии с отраслевыми дорожными нормами дорожную одежду с усовершенствованным покрытием проектируют таким образом, чтобы за межремонтный срок не возникло разрушений и недопустимых к ровности покрытия остаточных деформаций. В основу выбора конструкции дорожной одежды положен тип покрытия и материал слоев основания для удовлетворения транспортно-эксплуатационных требований, предъявляемым к дороге в соответствии с составом и интенсивностью движения автомобилей.

Надежность конструкции дорожной одежды по прочности связана с учетом природных, технических и технологических факторов. В качестве расчетных принимают нормированные СНИП нагрузки, соответствующие предельным нагрузкам на ось автомобилей. Вследствие отмены ограничений на осевые нагрузки, автомобильная промышленность производит почти все грузовые автомобили и автобусы с параметрами выше расчетных для основной части дорог. Марочный состав импортных большегрузных автомашин имеет нагрузку на ось, значительно превышающую рекомендованную для расчета прочности дорожных одежд.

Автомобили с высокими осевыми нагрузками можно встретить на дорогах различных технических категорий. В результате этого большинство дорог общего пользования испытывают нагрузку, значительно большую, чем принятую при расчетах дорожных одежд. С увеличением статической нагрузки на ось автомобиля к СНИП 2.05.02-85 были введены изменения, учитываемые при расчете прочности дорожных одежд.

Так, для дорог I-II категорий рекомендована к учету нагрузка 115 кН, а для дорог III-IV категорий – 100 кН.

Анализ транспортного грузового движения на автомобильных дорогах I-II категорий «Москва-Казань-Уфа» и III категории «Казань-Пермь» показал значительное превышение нормативного весового параметра даже относительно измененных в СНИП нагрузок колеса на покрытие.

Коэффициент перегрузки (Т), определяемый отношением фактической осевой нагрузки к нормативной, варьирует от 1,0 до 2,0 и наблюдается у 70-75 % проезжающих грузовых автомобилей.

Проведенный хронометраж в течение семи дней на обеих дорогах позволил выявить частоту проезда грузовых автомашин и автобусов через пункты контроля. Составлена таблица частот появления автомашин с различными коэффициентами перегрузки.

Таблица 1

Поток грузового транспорта

Коэффициент перегрузки, T		1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	Св. 2,0
Частота появления автомашин на дорогах различных категорий	I-II кат.	55	110	230	165	110	83	64	46	27	18	9
	III-IV кат.	33	48	67	110	82	58	38	24	14	5	0
Частота появления автомашин на дорогах различных категорий, % к итогу	I-II кат.	6	12	25	18	12	9	7	5	3	2	1
	III-IV кат.	7	10	14	23	17	12	8	5	3	1	0

$$T = \frac{T_{\phi}}{T_n}; \text{ где } T - \text{ коэффициент осевой перегрузки; } T_{\phi} - \text{ фактическая осевая нагрузка; } T_n - \text{ нормативная осевая нагрузка.}$$

Поток автомобилей, которые идут с перегрузкой, хорошо описывается моделью гамма-распределения с плотностью:

$$f(x | p, \lambda) = \frac{\lambda^p x^{p-1}}{\Gamma(p)} e^{-\lambda x}, \quad x > 0,$$

где λ – интенсивность потока, p – параметр формы (рис.).

На рис. по оси OX откладывается коэффициент перегрузки со сдвигом на единицу (то есть коэффициент перегрузки T минус единица). По оси OY откладываются частоты появления автомобилей.

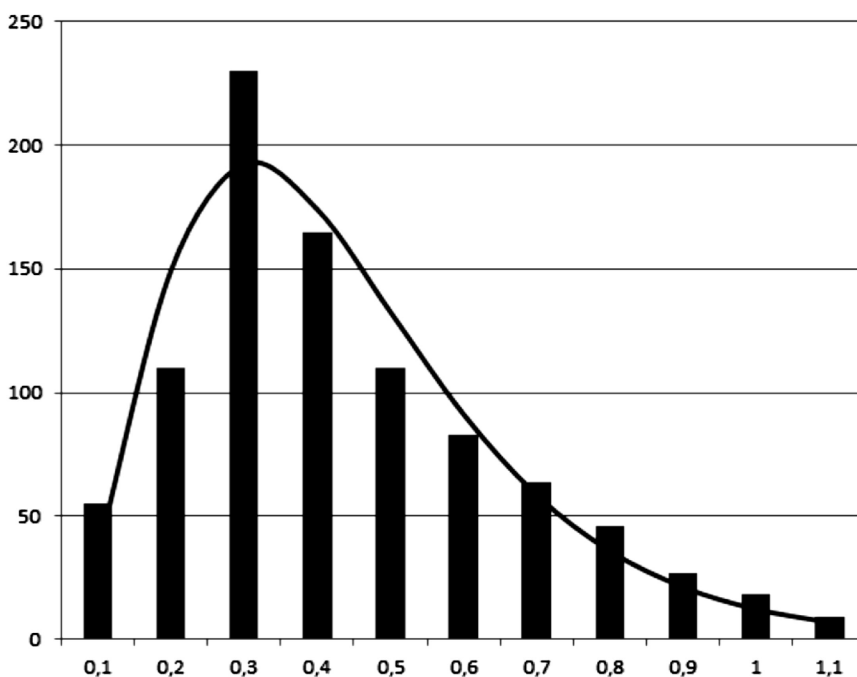


Рис. Гистограмма распределения перегрузки: непрерывная линия – кривая гамма-распределения при $\lambda=7,8$ и $p=3,02$

Данные таблицы носят случайный характер, однако достаточно близко отражают реальное состояние транспортного потока грузовых автомашин. Построение гистограмм вариаций изменения коэффициентов перегрузки свидетельствует о наличии ряда случайных величин, подчиняющихся закону гамма-распределения. Частота появления автомашин, выраженная в процентах (табл. 1), есть не что иное, как относительная частота прохождения автомашин с данным коэффициентом перегрузки.

Для дорог высших категорий наибольшая частота появления автомашин наблюдается для $T=1,3$, а дорог третьей категории выделяется частота появления подвижного состава для $T=1,4$. Это соответствует факту, что автомобили передвигаются на дорогах любой категории и одна и та же марка их на каждой категории дороги имеет различный коэффициент перегрузки.

Превышение фактической осевой нагрузки над нормативной, в первую очередь, отрицательно влияет на сдвигоустойчивость земляного полотна и песчаного слоя основания дорожной одежды. Наличие сдвига в дорожном несвязанном материале отразится на упругом прогибе верхних слоев дорожной одежды и на растяжении монолитных слоев при изгибе. В результате возникает колейность в покрытии или излом асфальтобетона.

В таких условиях эксплуатации дороги срок службы дорожного покрытия до капитального ремонта значительно сокращается.

Взяв в качестве основы максимальную величину частоты появления автомашин, имеет смысл изменить нормативную осевую нагрузку на дорожную одежду, так чтобы коэффициент перегрузки $T=1$. Это достигается при изменении норматива номинальной статической нагрузки на ось для дорог I-II категории – 140 кН.

Данная мера позволит снизить коэффициенты перегрузок для транзитного транспорта до 1,1-1,4, причем интенсивность его составит не более 30 % от общего числа большегрузных автомобилей, учтенных в вышеприведенных таблицах.

Расчет дорожной одежды с учетом рекомендованного норматива статической нагрузки потребует устройства дорожной одежды, рассчитанной по ОДН 218.046-01, толщиной 85-110 см.

Потребуется дополнительные единовременные затраты на дорожные работы и материалы, однако взамен удлинится срок службы дороги до капитального ремонта и, соответственно, сократятся затраты на текущие ремонтные работы. Окупаемость строительных работ составит 1,18 руб./м².

Другая альтернатива экономии затрат на дорожную одежду для двух и более полос движения автотранспорта в каждом направлении – это раздельная конструкция. Крайнюю правую полосу, где движется основной состав большегрузных автомобилей, рассчитывать на статическую нагрузку на ось 150 кН, следующую полосу – на 140 кН, а все последующие полосы, где в основном движутся легковые автомобили, – на 100 кН.

Рассматривая традиционную конструкцию дорожной одежды, состоящую из слоев асфальтобетона, верхнего слоя основания из щебня и песчаного подстилающего слоя, согласно отраслевым дорожным нормам, проведен расчет толщин дорожной одежды на статическую нагрузку на ось в 150 кН, 140 кН и 100 кН. Результаты сведены в табл. 2.

Таблица 2

Конструкции дорожных одежд

Наименование материала слоев	Толщина слоев при различной статической нагрузке на ось, см		
	150 кН	140 кН	100 кН
Асфальтобетон мелкозернистый, плотный	5	5	4
Асфальтобетон крупнозернистый, пористый	7	8	6
Асфальтобетон крупнозернистый, высокопористый	9	-	-
Щебень фракционированный, уложенный заклинкой	32	27	24
Песок средней крупности	60	50	28
Всего	113	90	62

Раздельная укладка дорожных материалов по полосами в аспекте полученных толщин слоев даст экономии дорожно-строительных ресурсов на единицу длины трассы относительно крайней правой полосы, соответственно для средней и крайней левой полос: асфальтобетона – 420 м³ и 577 м³, щебня – 236 м³ и 378 м³, песка – 412 м³ и 1320 м³.

Метод раздельной укладки дорожно-строительных материалов по полосам проезжей части априори экономически эффективен, однако требует широкой апробации.

Список литературы

1. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги. – М., 1986. – 55 с.
2. ОДН 218.046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд. Утв. Минтранс РФ от 20.12.200 г., № ОС-35-р. – М., 2001. – 158 с.

Lisenkov V.A. – candidate of economical science, associate professor

Mullanurov F.Sh. – candidate of physical-mathematical science, associate professor

E-mail: famu48@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The problem of constructing the pavement

Resume

The results of observations of the transit traffic of heavy trucks showed a significant excess of static load on the axis of the car compared to the standard characteristics of the pavement. This leads to the destruction of roads and, therefore, reduces the time of the turnaround time.

In order to avoid this situation recommended strengthening pavements through additional layers of connected and few connected materials and the basis for this change must method of calculating non-rigid pavement type on the load level of 150 kN.

Alternative roads with thick pavement is separate on the way laying road materials with different theoretical level loads of 100 kN and 150 kN respectively differentiated on these loads of bands of varying thickness roadway pavement.

For example, the far right lane, where the main part is moving trucks rely on static axle load of 150 kN, the next strip – 140 kN, and all subsequent band, where most cars are moving to 100 kN.

Keywords: pavement, the static axle load, the overload factor.

References

1. SNIP 2.05.02-85. Car dorogi. – М., 1986. – 55 P.
2. SGL 218.046-01. Design of non-rigid pavements. Approved. Ministry of Transport of the Russian Federation, the 20.12.200, № OS-35-p. – М., 2001. – 158 p.