Интернет-журнал «Транспортные сооружения» / Russian journal of transport engineering <http://t-s.today/>

2016, Том 3, №3 / 2016, Vol 3, No 3 <http://t-s.today/issues/vol3-no3.html>

URL статьи: <http://t-s.today/PDF/01TS316.pdf>

DOI: 10.15862/01TS316 (<http://dx.doi.org/10.15862/01TS316>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Алексиков С.В., Болдин А.И. Конструкции дорожных одежд прибордюрных парковок // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», Том 3, №3 (2016) <http://t-s.today/PDF/01TS316.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Aleksikov S.V., Boldin A.I. [Construction of pavements for parkings close to curbs] Russian journal of transport engineering, 2016, Vol. 3, no. 3. Available at: <http://t-s.today/PDF/01TS316.pdf> (In Russ.)

УДК 625.748

Алексиков Сергей Васильевич

ФГБОУ ВПО «Волгоградской государственной архитектурно-строительный университет», Россия, Волгоград¹

Заведующий кафедрой

Доктор технических наук, профессор

E-mail: Al34rus@mail.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=497990

Болдин Александр Игоревич

ФГБОУ ВПО «Волгоградской государственной архитектурно-строительный университет», Россия, Волгоград

Аспирант

E-mail: Al34rus@mail.ru

Конструкции дорожных одежд прибордюрных парковок

Аннотация. Статья включает основные требования к проектированию конструкций дорожных одежд на прибордюрных парковках городских дорог. На основе анализа состава припаркованного парка и движения легковых автомобилей авторами исследовано влияние скорости автомобиля и высоты профиля шины на допустимую высоту бордюра. На основе обобщения имеющегося опыта авторами описаны требования к уклонам поверхности парковки в зависимости от материала покрытия. Изложены требования к мощению парковочных площадок естественным или искусственным камнем. В статье выполнена оценка влияния несущей способности грунтового основания на конструкцию дорожной одежды парковки. На основе регрессионного анализа авторами доказано, что толщина несущего слоя конструкции зависит от сцепления в грунте, коэффициент весомости – 0,167, который в 2-3 раза превышает значимость остальных факторов. Сделан вывод, что под дорожной одеждой предпочтительно использование суглинистых грунтов, которые легко уплотняются и характеризуются более высокими сдвиговыми свойствами. Использование геотекстиля в качестве дренажной прослойки повышает прочность грунтового основания, снижает объемы строительных работ, обеспечивает долговременную и эффективную работу дренажа, препятствует загрязнению материала основания грунтовыми частицами в процессе строительства и эксплуатации сооружения. Авторами обоснованы требования к проектированию конструкции дорожных одежд прибордюрных парковок легковых автомобилей на городских дорогах. Предложены рациональные конструкция дорожной одежды из местных строительных материалов с асфальтобетонным и мощеным покрытием, которые рекомендованы для практического применения.

¹ 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1

Ключевые слова: дорожная одежда; парковка; легковой автомобиль; городская дорога; мощение; дорожной покрытие; бордюр

Среди проблем, порожденных высоким уровнем автомобилизацией городского населения, задача обеспечения парковок автомобилей в крупных городах со сложившейся застройкой является актуальной. Мировой опыт показывает, что частично решить эту проблему можно за счет использования свободной ширины проезжей части и тротуаров улиц, устройством прибордюрных парковок [1-3].

При устройстве парковок весьма важно обеспечить достаточную прочность площадки без чрезмерных строительных затрат. Мировая практика показывает, что прибордюрные парковки следует устраивать с поперечными уклонами в сторону дороги (таблица 1).

Таблица 1/Table 1

Поперечные уклоны покрытия автомобильных парковок [1]/
Transverse covering slopes car parkings [1]

№ п.п.	Вид дорожного покрытия	Поперечный уклон, ‰	
		вдоль машино-места	поперек машино-места
1	Асфальтобетонные и цементобетонные	25	40
2	Сборные из мелкогабаритных бетонных и железобетонных плит, брусчатые мостовые	30	40
3	Щебеночные и гравийные	30	40
4	Булыжные	35	40

В покрытии парковки, как правило, используется асфальтобетон или мощение искусственным камнем [1-3]. Проезжую часть дороги от площадки целесообразно отделить бордюром (рисунок 1).

Рисунок 1. Сопряжение проезжей части дороги и парковки бордюрным камнем
(фото автора)

Figure 1. Connection of traffic way and parking using curb

Высота бордюра должна обеспечить беспрепятственный проезд колеса расчетного автомобиля. Исследования показали, что максимальная допустимая высота бордюра зависит от расчетной скорости и высоты профиля колеса автомобиля:

$$h_{\text{б}} = 1,18 \cdot V^{0,262} \cdot h_{\text{пр}}^{0,702} \quad (1)$$

где: $h_{\text{б}}$ - максимальная допустимая высота бордюра, см, $h_{\text{пр}}$ - высота профиля шины, см, V - расчетная скорость автомобиля, км/час.

Исследования показали, что в качестве расчетного следует принимать автомобили с минимальными размерами профиля шины колеса. Анализ припаркованного парка автомобилей показал, что в качестве расчетного следует принимать транспортное средство малого класса с шиной 145/70 R13, который в состоянии выполнить беспрепятственный проезд бордюрного камня высотой 5 см при скорости до 10 км/час. О отдельных случаях допускается укладка бордюра высотой 10 см со скошенным краем [1, 10].

Конструкция дорожной одежды на парковочной площадке, как правило, состоит из однослойного покрытия, основания и подстилающего (дренажного) слоя. Расчет конструкции дорожных одежд следует выполнять по ОДН 218.046-01 на статическую осевую нагрузку до 60 Кн. В покрытии на парковке целесообразно использовать материал, аналогичный покрытию проезжей части дороги. При наличии ливневой канализации, обеспечение водоотвода из основания конструкции возможно с помощью геотекстиля с продольным коэффициентом фильтрации не менее 25 м/сутки и поперечным уклоном не менее 30‰. В случае отсутствия рядом городской системы водоотвода, толщину песчаного дренажного слоя следует рассчитывать по схеме «поглощения».

Эксплуатационное состояние поверхности площадки определяется несущей способностью основания. Исследовалось влияние физико-механических свойств каменных материалов и подстилающих грунтов на толщину несущего слоя основания конструкции. Исследования выполнены для конструкций с асфальтобетонного покрытия толщиной 5 см из асфальтобетонной мелкозернистой горячей смеси битуме БНД марки 60/90 (Тип Б, Марка II). В основании дорожной одежды рассмотрен щебень осадочных и изверженных пород рядовой, фракционированный 40-80 мм без расклинки, с расклинкой асфальтобетоном или мелким щебнем, отсева дробления каменного материала Фроловского карьера, щебеночные смеси СЗ 80 мм и С6 20 мм. В качестве дренирующего слоя использован геотекстиль «АГМ – Композит» производства ОАО «ВАТИ» (г. Волжский). Грунт под дорожной конструкцией представлен крупными и мелкими песками с примесью пылеглинистой фракции до 5%, супесью легкой, суглинками легким и тяжелым.

Рисунок 2. Влияние модуля упругости щебня на толщину основания в зависимости от сцепления в грунте ($c = 0,005-0,029$ МПа)

Figure 2. The effect of the elasticity modulus of broken stone on the base thickness depending on the soil adhesion ($c = 0.005-0.029$ MPa)

Исследования показали, что модуль упругости каменного материала ($E_{\text{щ}}$) практически не влияет на толщину основания под асфальтобетонным покрытием (рисунок 2). В большей степени толщина слоя из щебня определяется сдвиговой прочностью грунтового основания. Зависимость толщины несущего слоя из щебня ($H_{\text{щ}}$) от модуля упругости грунтового основания ($E_{\text{гр}}$), угла внутреннего трения (φ) и сцепления (c) в грунте имеет вид:

$$H_{\text{щ}} = 21,3 E_{\text{щ}}^{-0,04} E_{\text{гр}}^{-0,08} \varphi^{-0,04} c^{-0,167}, \quad (2)$$

Коэффициент множественной корреляции равен 0,96, стандартная ошибка 0,027.

Анализ регрессионной зависимости (2) показывает, что толщина несущего слоя конструкции в основном зависит от сцепления в грунте, коэффициент весомости – 0,167, который в 2-3 раза превышает значимость остальных факторов. Это позволяет сделать вывод, что под дорожной одеждой предпочтительно использование суглинистых грунтов, которые легко уплотняются и характеризуются более высокими сдвиговыми свойствами [9]. Использование геотекстиля в качестве дренажной прослойки повышает прочность грунтового основания, снижает объемы строительных работ, обеспечивает долговременную и эффективную работу дренажа, препятствует загрязнению материала основания грунтовыми частицами в процессе строительства и эксплуатации сооружения.

Разработана конструкция дорожной одежды из местных строительных материалов с асфальтобетонным покрытием, которая рекомендована для практического применения (таблица 2).

Таблица 2/Table 2

**Конструкция с асфальтобетонным покрытием/
Construction with the asphalt - concrete pavement**

Наименование слоя	Нрасч., см	Еупр, МПа	Есдв, МПа	Ераст, МПа	F, град	C, МПа
Асфальтобетон плотный горячий на битуме БНД марки 60/90 (Тип Б, Марка II)	5.0	3200	300	4500		
Основание конструкции (местный или привозной щебень, отсеы дробления, укрепленный грунт) на прослойке из геотекстиля «АГМ-Композит»	15.0	220-450				
Грунт рабочего слоя - Суглинок тяжелый		73			24.0	0.030

В последнее время в практике строительства парковок все большее применение находят покрытия из плит/камней, выполненных методами ручного или механизированного мощения [1]. Указанные покрытия являются достаточно прочными и «ремонтпригодными». При появлении просадок или разрушения локальных участков покрытия они легко восстанавливаются с минимальными материальными и трудовыми затратами. Ремонт локальных деформаций производится путем ручной перекладки плит или камней (брусчатки) и подсыпкой основания и заменой разрушенных элементов покрытия (при необходимости).

При проектировании конструкций с покрытием из плит (камней) следует учитывать, что водоотводящая способность поверхности на 20% ниже, чем асфальтобетонных. В связи с этим уклон к лоткам или другим водоотводящим устройствам должен быть не менее 25‰. В покрытии следует использовать природный или искусственный камень (плитку) толщиной не менее 8 см. Для повышения несущей способности каменного покрытия, укладку камней мощения эффективно производить под углом 45°-90° к оси движения автотранспорта (рисунок 3). При этом в контакте с колесом автомобиля находится большое количество камней мощения. Нагрузка распределяется на более широкую площадь, вероятность образования колеи снижается [9].

Рисунок 3. Рекомендуемая (правильная) раскладка камней мощения в дорожном покрытии
Figure 3. Recommended (correct) layout of pavestones in the roadway surfacing

Предложена конструкция дорожной одежды с каменным покрытием, которая рекомендуется для практического применения (таблица 3).

Таблица 3/Table 3

**Конструкция с покрытием из искусственного камня/
Construction with the artificial stone coating**

Наименование слоя	Нрасч., см	Еупр, МПа	F, град	C, МПа
Мощение искусственным камнем с заполнением швов толщиной не менее 8 см	8			
Монтажный слой из песка или песко-цементной смеси	3-5			
Щебень фракционированный 40-70 мм на прослойке из геотекстиля типа «АГМ-Композит»	19-23	220-450		
Грунт рабочего слоя - суглинок тяжелый		73	24.0	0.030

Устройство основания из супесчаных или песчаных грунтов, укрепленных 8-12% цемента М 500 толщиной 20 см целесообразно на супесчаных грунтах рабочего слоя насыпи. В других случаях, под основанием из щебня, необходимо устройство песчаного дренажного слоя 15-20 см или укладка геополотна типа «Дорнит» или «АГМ-Композит». Использование под дорожной одеждой суглинков с укладкой геотекстиля на границе грунт-основание повышает прочности конструкции [4-8]. Рекомендуется укладка геотекстиля с коэффициентом фильтрации ≥ 25 м/сутки и поперечным уклоном не менее 30%.

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Проблему парковки легковых автомобилей в городских условиях можно частично решить путем строительства прибордюрных парковок на улицах и дорогах. Проезжую часть дороги от площадки целесообразно отделить бордюром (рисунок 1) высотой 5 см или 10 см со скошенным ребром. Для обеспечения водоотвода поверхность парковок следует устраивать к дороге, в зависимости от схемы парковки транспортных средств и материала покрытия (таблица 1).

2. Проектирование конструкций дорожных одежд на прибордюрных парковках с асфальтобетонным покрытием следует выполнять по ОДН 218.046-01 на статическую осевую нагрузку до 60 Кн. Толщина конструкции мало зависит от прочности несущего слоя основания (преимущественно щебня). В основании рекомендуется использовать более дешевые местные материалы и отходы производства (малопрочный щебень, отсеvy дробления камня, шлаки и т.п.). Особое внимание следует уделять повышению прочности грунтового основания путем обеспечения надежного водоотвода, заменой пылеватых и слабых грунтов на суглинистые, стабилизацией грунтового основания.

3. Строительство площадок с мощением покрытие следует выполнять с большим уклоном (таблица 1). В покрытии следует использовать природный или искусственный камень (плитку) толщиной не менее 8 см. Для повышения несущей способности каменного покрытия, укладку камней мощения эффективно производить под углом 45° - 90° к оси движения автотранспорта (рисунок 3). Несущая способность конструкции зависит от прочности каменного материала в основании (таблица 3). С увеличением модуля упругости щебеночного слоя его толщина снижается до 19 см. Под несущем слое основания рекомендуется применять суглинистые грунты, которые обладают более высокими сдвиговыми характеристиками. Для обеспечения водоотвода, на границе щебня и грунтового основания целесообразна укладка прослойки из геотекстиля с продольным коэффициентом фильтрации ≥ 25 м/сутки и поперечным уклоном не менее 30%.

4. Выполненные исследования позволяют рекомендовать конструкции дорожных одежд прибордюрных парковок для легковых автомобилей на городских дорогах из местных материалов и отходов производства с учетом нагрузок от современных транспортных средств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов. - М.: Транспорт, 1990.-240 с.
2. Прасоленко А.В. К вопросу о критериях эффективности функционирования транспортной сети города / Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Вып. 1/2 (19). – 2006. – С. 15-17.
3. Барсуков Г.М. Проблемы парковки автомобилей в деловом центре крупного города (на примере г. Волгограда) / Интернет-вестник ВолгГАСУ. Политематическая сер. 2008. Вып. 1 (5). www.vestnik.vgasu.ru.
4. Алексиков И.С., Курдюкова Л.Е., Алексиков С.В., Прогнозирование физико-механических свойств грунтов земляного полотна // Вестник Волгг. госуд. архит.-строит. ун.-та. Сер.: Строительство и архитектура. Волгоград: ВолгГАСУ, 2008. Вып. 12. С. 51–53.
5. Алексиков И.С. Обоснование прочности грунтов земляного полотна автомобильных дорог Нижнего Поволжья / Инженерные проблемы строительного материаловедения, геотехнического и дорожного строительства: материалы II науч.-техн. Конф. Волгоград: ВолгГАСУ, 2009. С. 141–144.
6. Алексиков С.В., Бадрудинова, А.Н. Обоснование региональной влажности грунтовых обочин автомобильных дорог Юга РФ // Дороги и мосты. - 2012. – Вып. 27/12. – С. 71-80.
7. Алексиков С.В., Будрудинова А.Н. Обоснование расчетной влажности и прочности грунтов под укрепленными обочинами автомобильных дорог. Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2013. №32 (51). С. 141-146.
8. Алексиков С.В., Симончук Д.Н. Повышение качества строительства дорожного полотна в засушливых районах Юга РФ. Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2015. №42 (61). С. 154-162.
9. Болдин А.И., Санжапов Б.Х. Проектирование автомобильных парковок на автомагистралях Волгограда. Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. №43 (62). С. 253-260.
10. Алексиков С.В., Болдин А.И., Харланов В.Л. Обоснование расчетной плотности парковки автомобилей автомагистралях Волгограда. Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. №43 (62). С. 244-252.

Aleksikov Sergey Vasilyevich

Volgograd state architectural and construction university, Russia, Volgograd
E-mail: Al34rus@mail.ru

Boldin Alexander Igorevich

Volgograd state architectural and construction university, Russia, Volgograd
E-mail: Al34rus@mail.ru

Construction of pavements for parkings close to curbs

Abstract. The article includes the basic requirements for the design of pavement structures on the parkings of the municipal roads close to curbs. The authors investigated the influence of vehicle speed and height of tyre section on the permissible curb elevation on the basis of analysis of the composition of the parked cars and traffic of motor vehicles. They described the requirements for the surface slopes of parking depending on the coating material on the basis of generalization of the available experience. The requirements to paving parking boxes by the natural or artificial stone are reviewed. The article estimates the effect of subgrade capacity on the pavement structure of parking. On the basis of regression analysis the authors proved that the thickness of the structure carrier depends on the soil adhesion and the weight ratio is equal to 0.167, what is 2-3 times greater than the significance of other factors. It may be inferred that under the pavement it is preferable to use the loamy soils that are easily compacted and characterized by the higher shear properties. The use of geotextiles as a drainage layer increases strength of underlying subgrade, reduces the amount of construction works, provides a long-term and effective drainage work and prevents contamination of the base material with the soil particles in the process of construction and operation of facilities. The authors justified the requirements for designing construction of pavements for parking of cars on the municipal roads close to curbs. The rational constructions of pavement made from the local building materials with asphalt-concrete and paved coverings, which are recommended for practical use.

Keywords: pavement; parking; car; municipal road; paving; road carpet; curb

REFERENCES

1. Lobanov E.M. Transportnaya planirovka gorodov. - M.: Transport, 1990.-240 s.
2. Prasolenko A.V. K voprosu o kriteriyakh effektivnosti funktsionirovaniya transportnoy seti goroda / Vostochno-evropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnologiy. – Vyp. 1/2 (19). – 2006. – S. 15-17.
3. Barsukov G.M. Problemy parkovki avtomobiley v delovom tsentre krupnogo goroda (na primere g. Volgograda) / Internet-vestnik VolgGASU. Politematicheskaya ser. 2008. Vyp. 1 (5). www.vestnik.vgasu.ru.
4. Aleksikov I.S., Kurdyukova L.E., Aleksikov S.V., Prognozirovaniye fiziko-mekhanicheskikh svoystv gruntov zemlyanogo polotna // Vestnik Volgog. gosud. arkh.-stroit. un.-ta. Ser.: Stroitel'stvo i arkhitektura. Volgograd: VolgGASU, 2008. Vyp. 12. S. 51–53.
5. Aleksikov I.S. Obosnovaniye prochnosti gruntov zemlyanogo polotna avtomobil'nykh dorog Nizhnego Povolzh'ya / Inzhenernye problemy stroitel'nogo materialovedeniya, geotekhnicheskogo i dorozhnogo stroitel'stva: materialy II nauch.-tekhn. Konf. Volgograd: VolgGASU, 2009. S. 141–144.

6. Aleksikov S.V., Badrudinova, A.N. Obosnovanie regional'noy vlazhnosti gruntovykh obochin avtomobil'nykh dorog Yuga RF // Dorogi i mosty. - 2012. – Vyp. 27/12. – S. 71-80.
7. Aleksikov S.V., Budrudinova A.N. Obosnovanie raschetnoy vlazhnosti i prochnosti gruntov pod ukreplennymi obochinami avtomobil'nykh dorog. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura. 2013. №32 (51). S. 141-146.
8. Aleksikov S.V., Simonchuk D.N. Povyshenie kachestva stroitel'stva dorozhnogo polotna v zasushlivykh rayonakh Yuga RF. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura. 2015. №42 (61). S. 154-162.
9. Boldin A.I., Sanzhapov B.Kh. Proektirovanie avtomobil'nykh parkovok na avtomagistralyakh Volgograda. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura. 2016. №43 (62). S. 253-260.
10. Aleksikov S.V., Boldin A.I., Kharlanov V.L. Obosnovanie raschetnoy plotnosti parkovki avtomobiley avtomagistralyakh Volgograda. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura. 2016. №43 (62). S. 244-252.