

Дорожная одежда, ее особенности и расчет

Приходько Себастьян Николаевич

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

Целью данного исследования является расчет дорожной одежды и рассмотрение ее особенностей. Используются поисковые, аналитические и сравнительные методы исследования. В результате были выполнены расчёты по определению показателей дорожной одежды и рассмотрены ее конструктивные отличия.

Ключевые слова: строительство, расчет, дорожная одежда, особенности, слои, покрытия, инновации.

Road pavement, its features and calculation

Prikhodko Sebastian Nikolayevich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The purpose of this study is to calculate the road surface and consider its features. Search, analytical and comparative research methods were used. As a result, calculations were made to determine the road surface indicators and its design differences were considered.

Keywords: construction, calculation, road surface, features, layers, coatings, innovations.

1. Введение

В условиях развития экономики одной из ключевых задач становится рациональное использование ресурсов во всех отраслях, а также значительное улучшение качества выпускаемой продукции. Эти требования в полной мере касаются и сферы автодорожного строительства, которое играет ключевую роль в инфраструктуре государства (рис.1).



Рисунок 1. Автодорожное строительство

Автомобильные дороги представляют собой масштабные, однако их строительство остается одним из наиболее рентабельных направлений. При проектировании и организации работ крайне важно добиваться высоких транспортно-эксплуатационных характеристик будущих трасс, одновременно минимизируя затраты на материалы и строительные процессы.

Для этого необходимо тщательно подбирать технику и оборудование, отдавая предпочтение наиболее экономичным и производительным моделям, а также обеспечивать их оптимальное использование в установленные сроки.

Современные инженеры-дорожники сталкиваются с целым рядом задач, среди которых особое место занимают технико-экономические аспекты. К ним относятся снижение себестоимости строительства, повышение его эффективности и долговечности возводимых объектов.

Эти проблемы требуют комплексного подхода, и одним из главных инструментов их решения является внедрение инновационных технологий и высокотехнологичной спецтехники. Новые поколения дорожно-строительных машин способны обеспечивать высокую скорость выполнения работ без ущерба для качества, что в конечном итоге приводит к сокращению общих затрат.

В статьях Б.П. Щербакова, А.А. Стачук и Е.А. Горловой рассматриваются инновационные технологии, применяемые в сфере строительства дорог [1, 2]. В работе А.С. Барбуль, В.Н. Лахнова, А.А. Солдатов, С. О. Яшина исследуется применение композитных материалов в дорожных покрытиях [3]. В публикациях А.В. Корочкина и Ю.Б. Костикова, А.А. Шестопалова описана методика проведения расчетов дорожной одежды [4, 5].

Целью данного исследования является расчет дорожной одежды и рассмотрение ее особенностей.

В работе выполнены расчёты по определению показателей дорожной одежды и рассмотрены ее конструктивные отличия.

2. Дорожная одежда и ее особенности

Дорожная одежда представляет собой сложную инженерную конструкцию, которая обеспечивает не только ровную поверхность для движения транспортных средств, но и эффективно распределяет нагрузку.

Конструктивно дорожная одежда состоит из нескольких технологических слоев, каждый из которых выполняет специфическую функцию (рис.2). Верхний слой — это непосредственно дорожное покрытие, которое подвергается наибольшему влиянию. Ниже располагаются несущие слои основания, обеспечивающие стабильность всей конструкции. Особое внимание уделяется морозозащитным и дренирующим слоям, которые особенно важны в условиях российского климата с его значительными сезонными перепадами температур.

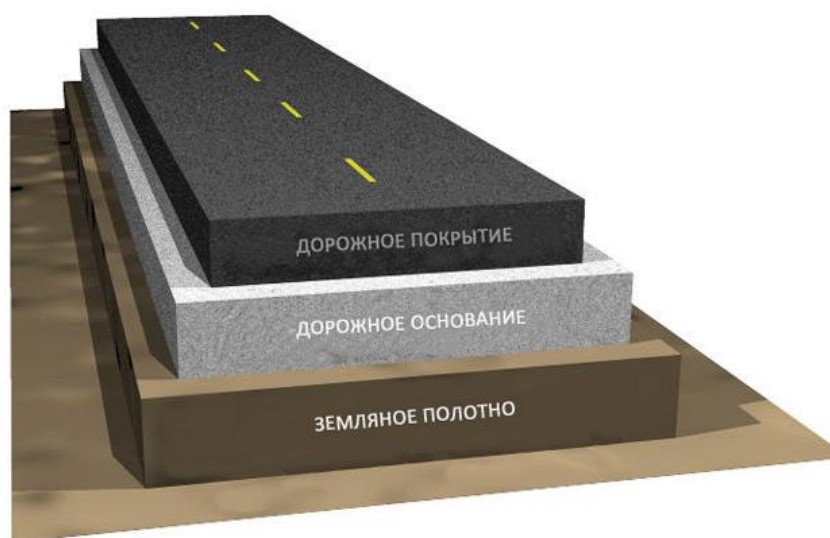


Рисунок 2. Дорожная одежда

Современные технологии строительства дорожных одежд предполагают использование инновационных материалов, таких как модифицированные битумные смеси, геосинтетические материалы, а также применение методов рециклинга старых покрытий.

Качество дорожной одежды напрямую влияет на такие важные показатели, как безопасность дорожного движения, скорость передвижения транспортных средств и экономические показатели транспортных перевозок. Поэтому при проектировании и строительстве особое внимание уделяется соответствию техническим регламентам и стандартам, а также учету действующих нагрузок и климатических особенностей региона.

3. Расчет дорожной одежды

Рассмотрим возведение земляного полотна протяженностью 25 км со средней высотой 1,44 метра.

Исходные данные:

1. Категория дороги – III
2. Интенсивность движения

$$N_0 = \frac{N_{20}}{q^{20}} = \frac{1700}{1,08^{20}} = \frac{1700}{4,66} = 364,8 \text{ авт/сут}$$

3. Район проектирования - Хабаровский край
4. Климатическая зона – IV
5. Рабочий слой – глина 30–250 см
6. Влажность местности – I.
7. Показатель надежности – 0,9
8. Коэффициент прочности $K_{пр}=0,94$

Таблица 1

Вид транспорта	Количество, %	Интенсивность движения, авт/сут	Суммарный коэффициент приведения S_m к расчетной нагрузке A_1	$N_i \cdot S_i$
Легковые	10	35,28	0	0
ЛАЗ-669 Н	5	19,24	0,29	4,29
ГАЗ-52-04	5	37,48	0,08	3,92
МАЗ-503А	15	35,48	1,05	38,3
ЗИЛ-131В	15	54,72	0,09	4,92
ЗИЛ-130	25	108,44	0,2	21,89
Камаз-5320	25	73,96	0,26	18,97
Итого:	100	364,8		92,29

Определим суммарное расчетное количество приложенной расчетной нагрузки за срок службы:

$$N_{расч} = f_{пол} \cdot \sum N_i \cdot S_i$$

$$N_{расч} = 0,55 \times 92,29 = 50,760 \text{ авт/сут.}$$

Далее рассчитаем приведенную суммарную интенсивность

$$\sum N_{расч} = 365 \cdot 50,76 \cdot (1,08^{20} - 1) \div (1,08 - 1) = 847628,5$$

Требуемый модуль упругости определяется будет зависеть от суммарного количества приложений расчетной нагрузки

$$E_{тр} = A + B(\lg \sum N_p - C)$$

$$E_{тр} = 120 + 74 (\lg 847628,5 - 4,5) = 225,82 \text{ МПа} \approx 226 \text{ МПа}$$

Общий модуль упругости с учетом коэффициента прочности:

$$E_{общ} = E_{тр} \cdot K_{пр} = 226 \cdot 0,94 = 212,44 \text{ МПа}$$

Найдем расчетную влажность рабочего слоя грунта:

$$W_p = \bar{W} \cdot (1 + 0,1 \cdot t)$$

При уровне надежности $K_n = 0,90$, коэффициент нормированного отклонения будет равен $t = 1,32$

$$W_p = 0,53 \cdot (1 + 0,1 \cdot 1,32) = 0,60W$$

Таблица 2

Материал слоя	Высота слоя h, см	Е _{сл} , МПа		Расчет на растяжение при изгибе и сдвиге	
		По допустимому прогибу	По сдвигоустойчивости	С, МПа	Е _{сл} , МПа
Асфальтобетон плотный на битуме БНД 60/90, марки II	4	3200	550	-	4500
Асфальтобетон пористый на битуме БНД 60/90	6	2000	460	-	2800
Черный щебень, обработанный битумом	12	400	400	-	400
Щебеночно-гравийнопесчаная смесь	15	350	350	-	350
Глина	-	54	54	0,024	

4. Расчет конструкции по сопротивлению сдвигу в грунт

Исходные данные:

$$C_{гр} = 0,024 \text{ МПа}$$

$$E_n = 54 \text{ МПа}$$

$$K1 = 0,6$$

$$K2 = 1,12$$

$$K3 = 3,0$$

Расчетное активное напряжение сдвига в грунте рассчитывается с применением формулы:

$$T_p = \tau'_n * p$$

τ'_n – активное удельное напряжение сдвига от единичной нагрузки

Для начала определим средний модуль упругости дорожной одежды:

$$E_{cp} = \frac{550 \times 4 + 460 \times 6 + 400 \times 12 + 350 \times 16}{4 + 6 + 12 + 16} = \frac{2200 + 2760 + 4800 + 5600}{38} = 404,2 \text{ МПа}$$

Активное напряжение сдвига в грунте рабочего слоя определяем по формуле:

$$T_p = \tau'_n * p = 0,0392 \cdot 0,6 = 0,02352 \text{ МПа}$$

Найдем допускаемое напряжение сдвига в грунте:

$$T_{дон} = C_{cp} \times K_1 \times K_2 \times K_3 = 0,024 \times 0,6 \times 1,12 \times 3,0 = 0,04838 \text{ МПа}$$

Определим интенсивность движения:

$$N_t = N_p \cdot q^{t-1} = 50,76 \cdot 1,08^{20-1} = 219,28 \text{ авт/сут.}$$

Проверка выполнения условия по сдвигу:

$$\frac{T_{дон}}{T_p} = \frac{0,04838}{0,02352} = 2,06 > 0,94 = K_{np}$$

Условие выполняется, можно утверждать, что конструкция удовлетворяет условию прочности по сдвигу в грунте.

5. Заключение

Дорожное строительство – это сложный, высокотехнологичный процесс, требующий комплексного подхода. Внедрение инновационных материалов, автоматизация процессов и экологическая ответственность позволяют создавать надежные и долговечные дороги, соответствующие современным требованиям. Реализация проектов, подобных строительству 25-километрового земляного полотна, должна основываться на передовых технологиях и тщательном планировании, чтобы обеспечить высокое качество при оптимальных затратах.

Библиографический список

1. Щербаков Б.П., Стачук А.А. Инновационные технологии в дорожном строительстве и ремонте//Вестник военной академии материально-технического обеспечения. 2021. №2. С. 133-139. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46595985>
2. Горлова Е.А. Современные технологии дорожного строительства// Студенческий научный поиск науке и образованию XXI века. 2023. С. 59-61. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=66980477>
3. Барбуль А.С., Лахнов В.Н., Солдатов А.А., Яшин С.О. Применение композитных материалов в дорожном строительстве// Экономика строительства. 2025. №2. С. 427-430. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=80505407>
4. Корочкин А.В. Алгоритм расчета покрытий жесткой дорожной одежды// Строительные материалы. 2011. №5. С. 27-28. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16692085>
5. Костиков Ю.Б., Шестопапов А.А. Методика расчета дорожных одежд с покрытием из искусственных камней мощения// Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2013. С. 229-240. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19138972>