

Таким образом, выявлены две основные проблемы, решение которых позволит повысить эффективность подбора асфальтобетонных смесей:

1) создание общедоступного актуального информационного ресурса для использования в получении корректных исходных данных для расчетов по интенсивности движения и климатическим условиям;

2) гармонизация существующих стандартов в единой методике определения требуемой марки битумных вяжущих.

## *Список источников*

1. ГОСТ 33133-2013. Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические требования. URL:[https:// docs.cntd.ru](https://docs.cntd.ru)

2. ГОСТ Р 58829-2020. Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Правила выбора марок в зависимости от прогнозируемых транспортных нагрузок и климатических условий эксплуатации на основе дополнительных показателей. URL:<https:// docs.cntd.ru>

3. ГОСТ Р 52056-2003. Вяжущие полимерно-битумные дорожные на основе блок-сополимеров типа стирол-бутадиен-стирол. Технические условия. URL:<https:// docs.cntd.ru>

4. ГОСТ Р 58400-2019. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы вяжущие нефтяные битумные. Технические требования с учетом температурного диапазона эксплуатации. URL:<https:// docs.cntd.ru>

5. ГОСТ Р 58952.1-2020. Эмульсии битумные дорожные. Технические требования. URL:<https:// docs.cntd.ru>

Научная статья

УДК 625.7

## **ПРЕИМУЩЕСТВА СБОРНЫХ ОСНОВАНИЙ ИЗ СЕТЧАТЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НЕЖЁСТКИХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ**

**Константин Васильевич Ладейщиков<sup>1</sup>, Николай Васильевич Ладейщиков<sup>2</sup>, Алексей Юрьевич Шаров<sup>3</sup>, Марина Викторовна Савсюк<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup> Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> [K1272@mail.ru](mailto:K1272@mail.ru)

<sup>2</sup> [uralberg@yandex.ru](mailto:uralberg@yandex.ru)

<sup>3</sup> [sharovayu@m.usfeu.ru](mailto:sharovayu@m.usfeu.ru)

<sup>4</sup> [savsyukmv@m.usfeu.ru](mailto:savsyukmv@m.usfeu.ru)

**Аннотация.** В статье анализируются преимущества строительства сборных оснований, не имеющих монолитного цемента или железобетона, для нежёстких дорожных покрытий. Инновационный способ применения габрионных конструкций, наполненных зернистым материалом, – нетиповое основание в дорожной одежде с повышенным модулем упругости и дальнейшее изучение его физических характеристик.

**Ключевые слова:** автомобильная дорога, дорожная одежда, строительство

Scientific article

## ADVANTAGES OF PREFABRICATED MESH FOUNDATIONS IN THE CONSTRUCTION OF NON-RIGID PAVEMENTS

**Konstantin V. Ladeyshikov**<sup>1</sup>, **Nikolay V. Ladeyshikov**<sup>2</sup>, **Alexey Yu. Sharov**<sup>3</sup>,  
**Marina V. Savsiuk**<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> K1272@mail.ru

<sup>2</sup> uralberg@yandex.ru

<sup>3</sup> sharovayu@m.usfeu.ru

<sup>4</sup> savsyukmv@m.usfeu.ru

**Abstract.** The advantages of building prefabricated foundations that do not have monolithic cement or reinforced concrete for non-rigid road surfaces are analyzed in the article. An innovative way of using gabion structures filled with granular material as a non-typical base in road pavements with an increased modulus of elasticity and further study of physical characteristics are analyzed also.

**Keywords:** road, road structure, construction

Дорожные одежды состоят из слоёв покрытий и оснований, и от того, из каких материалов эти слои выполнены, зависит прочность дорожной одежды в целом. Слои оцениваются по способности сопротивляться процессу развития остаточных деформаций и разрушений под воздействием нормальных и касательных напряжений, а также от расчётной нагрузки, приложенной к поверхности покрытия.

Слои основания – это как фундамент здания, который воспринимает приложенные нагрузки и распределяет их далее на земляное полотно.

Традиционно при расчёте слоёв основания используют решения теории упругости для слоистого пространства, лежащего на упругом основании с учётом условий работы в зоне контакта на границе слоёв (спаянный контакт при совместной работе слоёв в зоне контакта или гладкий контакт при свободном смещении слоёв в зоне контакта).

Расчёт слоёв основания на прочность выполняют по последующим критериям:

- допускаемому упругому прогибу;
- условию сдвигоустойчивости слоя из малосвязных материалов;
- длительной (статической) нагрузке по сдвигоустойчивости в рабочем слое.

В дорожном строительстве инновационным стало решение, когда между различными сыпучими слоями начали предусматривать прослойку, препятствующую взаимопроникновению одного материала в другой (щебня в грунт, отсева в щебень т. д.), т. е. в качестве материалов прослойки были применены геосинтетические материалы по ГОСТ Р 56419.

Предварительно спрессованный материал в определённый сетчатый каркас имеет изначально более равномерные и постоянные физические характеристики, и при этом это нежёсткое и немонолитное основание.

В большинстве случаев для строительства дорог требуется создание дополнительных слоев основания (расположенных под основанием) для обеспечения требуемой морозоустойчивости или дренирования выше расположенного основания, а это приводит к дополнительным подготовительным работам с поэтапным подвозом, разравниванием и уплотнением таких материалов.

При этом дорожная одежда в местах остановок общественного транспорта, на регулируемых пересечениях и в других местах изменения скорости или движения (например, участки покрытия на дорогах с реверсивным движением) на пониженных скоростях должна обеспечивать повышенную сдвигоустойчивость при высоких летних температурах. Для этого есть ряд требований к асфальтобетонам, а то, что расположено ниже, т. е. основание из минеральных материалов, должно быть укреплено вяжущими, т. е. быть монолитным и затвердевшим.

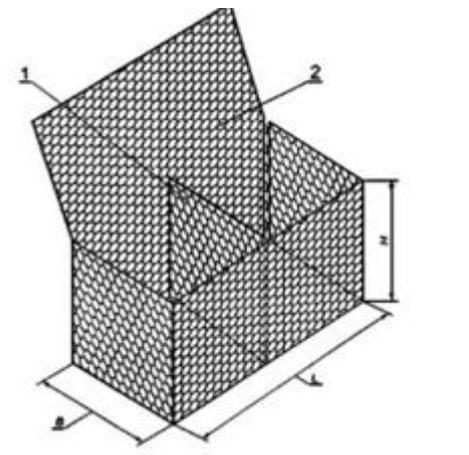
В итоге в традиционном понимании количество слоёв, номенклатура материалов и способы их укладки в одном основании могут достигать до семи (включая геосинтетические материалы), что существенно увеличивает себестоимость построенного участка дороги.

В современном и технологичном производстве дорожных работ идеально стремиться к тому, чтобы дорожная одежда состояла только из двух слоёв: покрытия и основания, при этом покрытие может состоять из двух материалов, а основание – один вид материала, изготовленный промышленным способом в виде изделия.

Строительство основания – это технологический процесс создания нижних конструктивных слоёв дорожных одежд согласно инженерному проекту, и в идеале это один слой (сборный слой).

Предлагается строительство сборного основания для дорожных покрытий из сетчатых изделий, заполненных зернистым материалом по принципу устройства габионных конструкций [1].

Габрионные конструкции представляют собой объёмные сетчатые конструкции различной формы из металлической сетки проволочной кручёной с шестиугольными ячейками, заполняемыми зернистыми материалами (рисунок) [2].



Конструктивная схема коробчатых габрионных сетчатых изделий:

1 – диафрагма; 2 – крышка

Изготовление сетчатых изделий (брикетов) предлагается выполнять в заводских условиях (производства рядом с карьерами, где выпускаются зернистые материалы для дорожного строительства).

Зернистый материал (например, щебень фракции 40–70 мм) запрессовывается в сетчатые контейнеры до нужной плотности (размером фракции чуть больше, чем размер ячеек сетки, примерно в 1,5 раза), и полученные «брикеты» доставляются на объект любым грузовым автотранспортом. При этом на месте производства брикетов отпадает необходимость крупнозернистый материал заклинивать мелким, так как в процессе брикетирования и прессования поверхность будет ровной (произойдет переукладка щебня, т. е. ликвидация пористости), а также обрабатывать поверхность вяжущими материалами. При устройстве сборных оснований из таких изделий нет необходимости в основании дорожного покрытия применять дополнительные геосинтетические материалы: «брикеты» можно укладывать непосредственно на уплотнённый грунт.

Каркас выполняется из сетки проволочной тканой оцинкованной с квадратными ячейками 20x20 мм, диаметр проволоки 2,5 мм (ГОСТ 3826-82) или из сетки стальной плетёной одинарной оцинкованной с квадратными ячейками 35x35 мм, диаметр проволоки 2,5 мм (ГОСТ 5336-80).

Размер камней должен быть больше диаметра ячеек сетки, но не должен превышать его более чем в 1,5–2 раза, чтобы камни, с одной стороны, не выпадали из оболочки, а с другой – чтобы между ними не было слишком больших пустот.

Коэффициент уплотнения зернистого материала 0,98–1,0 достигается фиксированным объёмом щебня на один каркас и заводской технологией производства.

В конструкции каркаса предусматриваются петли для погрузки и разгрузки изготовленных «брикетов».

На месте строительства автомобильной дороги, компактно сложенные брикеты на подготовленном земляном полотне связываются между собой такой же проволокой (по петлям) и прокатываются катками для получения ровной поверхности для слоёв покрытия.

По выполненному сборному основанию устраивается дорожное двухслойное покрытие (сначала слой из крупнозернистого асфальтобетона толщиной, достаточной для заполнения стыков между брикетами и проникновения в структуру ячеек сетчатого материала, и слой плотного мелкозернистого асфальтобетона) традиционными способами.

При такой технологии дорожного строительства толщину изделий (высоту слоя основания) необходимо выбирать как для высшей категории дороги, чтобы впоследствии не было необходимости дальнейшего усиления дорожной одежды путём устройства новых слоёв основания. Оптимальная геометрическая форма брикета – 1,0 м (H) x 1,0 м (B) x 2,0 м (L).

Выполненное нетиповое основание под дорожное покрытие состоит из одного слоя, имеет значительную геометрическую жёсткость, способную сопротивляться деформации при внешнем воздействии (т. е. не расползаться).

Трещинообразование в нижнем крупнозернистом слое асфальтобетона исключается вследствие проникновения его под слой сетки, которая в данном месте будет работать как армирующий слой, а достаточная толщина (до 15 см) исключает вероятность появления трещин в верхнем слое покрытия.

Устройство сборных оснований, изготовленных из сетчатых конструкций, актуально и при реконструкции дорог, включающей уширение дороги на заданную ширину с двух сторон, поточным методом [3].

В целом идея подобной технологии создания основания автомобильной дороги назрела из-за необходимости значительного увеличения автодорожной инфраструктуры страны. Российские власти еще десять лет назад поставили задачу увеличения объема транспортного строительства. И стоит признать, что в последние годы активно ремонтируются старые автомобильные дороги и мосты, а также строится большое количество новых.

Внедрение строительства сборных оснований из сетчатых конструкций и применение инновационных разработок управления дорожным движением в совокупности с грамотно применённым системным подходом интеллектуализации управления позволит организовать строительное производство поточным методом, значительно снизить количество дорожных заторов, повысит пропускную способность дороги в целом [4].

Интересны и подход строительства сборных оснований из сетчатых конструкций для лесохозяйственных дорог, для колёсной техники, и их

дренирующие свойства, и там, где необходимо быстро возвести основание (которое может служить и как покрытие) и в дальнейшем быстро провести рекультивацию земель [5].

Идея строительства сборных оснований из сетчатых конструкций, выполненных по принципу габионных, имеет прорывной характер, являясь инновационной альтернативой традиционной технологии строительства основания дорожной одежды. Всегда сложно принимаются решения отказа от традиционной технологии, но решения такие нужны. В нашей стране на сегодняшний день нет накопленных данных по строительству сборных оснований из конструкций по типу габионных и необходимо проведение дополнительных исследований.

### *Список источников*

1. ОДМ 218.2.049–2015. Отраслевой дорожный методический документ. Рекомендации по проектированию и строительству габионных конструкций на автомобильных дорогах/ Минтранс России. М., 2015.

2. ГОСТ Р 52132-2003. Изделия из сетки для габионных конструкций. Технические условия / Госстандарт России. М., 2003.

3. Шаров А. Ю., Ладейщиков К. В. Современный подход к технологическому процессу реконструкции дорог – эффективный ответ на проблемы современности при решении вопроса пропускной способности автомобильных дорог // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса : матер. XIII Междунар. науч.-техн. конф. Екатеринбург, 2021. С. 477–482.

4. Шаров А. Ю., Ладейщиков Н. В. Интеллектуальная транспортная система – эффективный метод интеграции современных информационных и телематических технологий в управлении дорожным движением и эксплуатации дорог // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса : матер. XIII Междунар. науч.-техн. конф. Екатеринбург, 2021. С. 482–487.

5. Савсюк М. В. К вопросу о лесных дорогах // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса : матер. XIII Междунар. науч.-техн. конф. Екатеринбург, 2021. С. 416–418.