

# Современное конструктивно-технологическое решение автомобильных дорог с увеличенным сроком службы



**Б. Н. Карпов,**  
доктор техн. наук,  
профессор Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета (СПбГАСУ)



**М. П. Клековкина,**  
канд. техн. наук, доцент  
СПбГАСУ



**П. А. Пегухов,**  
аспирант СПбГАСУ

Необходимость реконструкции и развития дорожной сети Российской Федерации в соответствии с социально-экономическими и оборонными потребностями страны вынуждает отказываться от старых конструктивно-технологических решений многослойных асфальтобетонных покрытий с их нарастающим «недоремонтом». Неизбежен переход к массовому строительству федеральных и важнейших региональных автодорог со сроком службы 25–30 лет. В соответствии с новой концепцией предложена конструкция дорожной одежды, включающая бетонный слой с повышенной несущей способностью.

**К**онструктивно-технологическое решение дорожной одежды, в которую входит слой с высокой несущей способностью, позволяющий выдерживать большие нагрузки и нивелировать давление на основание, может быть применено не только при строительстве новых автомобильных магистралей с повышенным сроком службы, но и при реконструкции и ремонте дорог с изношенным асфальтобетонным покрытием. В этом случае задача сводится к созданию на базе отфрезерованного слоя старой дорожной одежды укрепленного минеральным (в том числе местным) вяжущим (с использованием холодных фрез и передвижных смесителей) несущего слоя требуемой толщины и жесткости.

Группа новых нетрадиционных конструкций дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием на жестком фрагментированном несущем слое разработана, чтобы придать автомагистрали не только высокую несущую способность, но также трещиностойкость и устойчивость к колебаниям. Для оптимизации конструктивно-технологических решений использована методика аналитического расчета конструкции с разнообразными нарушениями регулярности, такими как трещины, разрезы, ребра, обоймы и т. п. В принятой расчетной модели для описания локальных нагрузок и нарушений регулярности использованы разрывные функции: единичная

функция Хевисайда и дельта-функция Дирака.

Несущий слой дорожной конструкции рассматривается как фрагментированная пластина на винклеровом основании с рациональными по очертанию и одинаковыми по форме и размерам контурами, ограниченными рустами (бороздами). По ним в начальный период эксплуатации под действием транспортной нагрузки образуются изломы срединной поверхности, представляющей собой упругие «шарниры» (рис. 1).

При расчете разработанной конструкции система взаимосвязанных элементов фрагментированных несущих слоев (бетонных сборных и монолитных) рассматривается как дискретно-континуальная структура. При этом континуум, т. е. непрерывность, распространяется в пределах многоугольного несущего фрагмента, а разрывы имеются на линиях швов, рустов, разрезов, трещин. Такая теория дискретно-континуальных систем применительно к тонкослойным двумерным конструкциям получила развитие в строительстве как теория пластин с разрывными параметрами. Предлагаемый метод расчета позволил разработать достаточно простые, удобные для практического применения алгоритмы и компьютерные программы.

Установление рациональных форм, величин и одинаковых размеров элементов несущего слоя, ограниченных

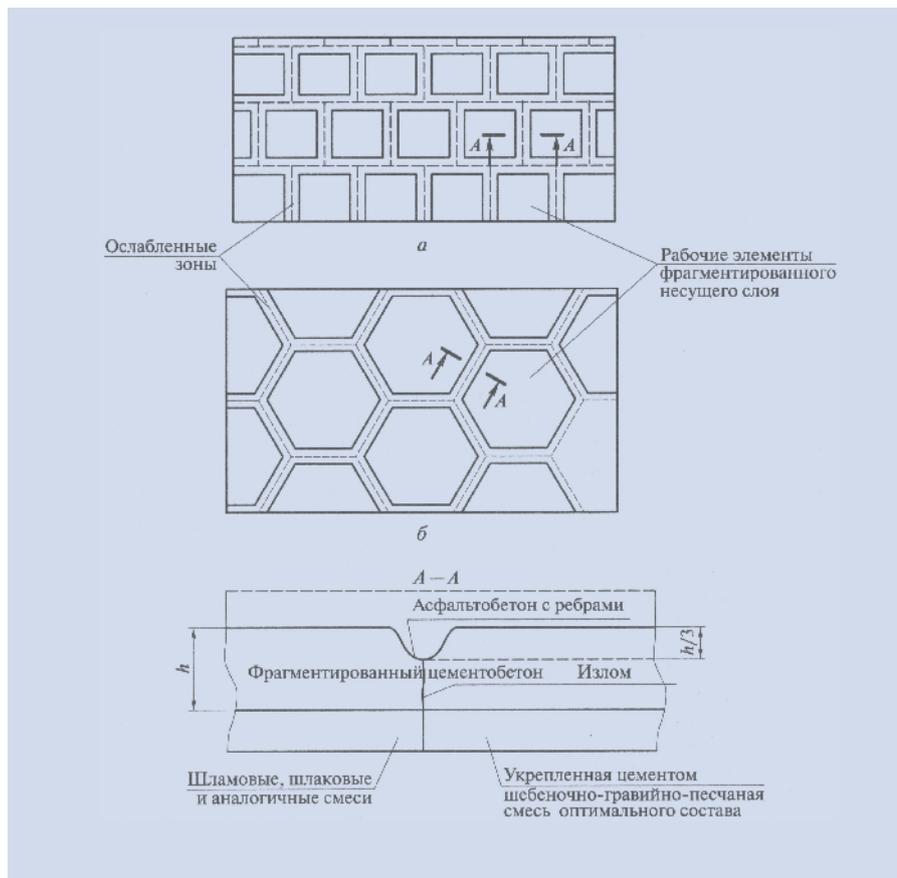


Рис. 1. План и поперечный разрез фрагментированного несущего слоя дорожной одежды

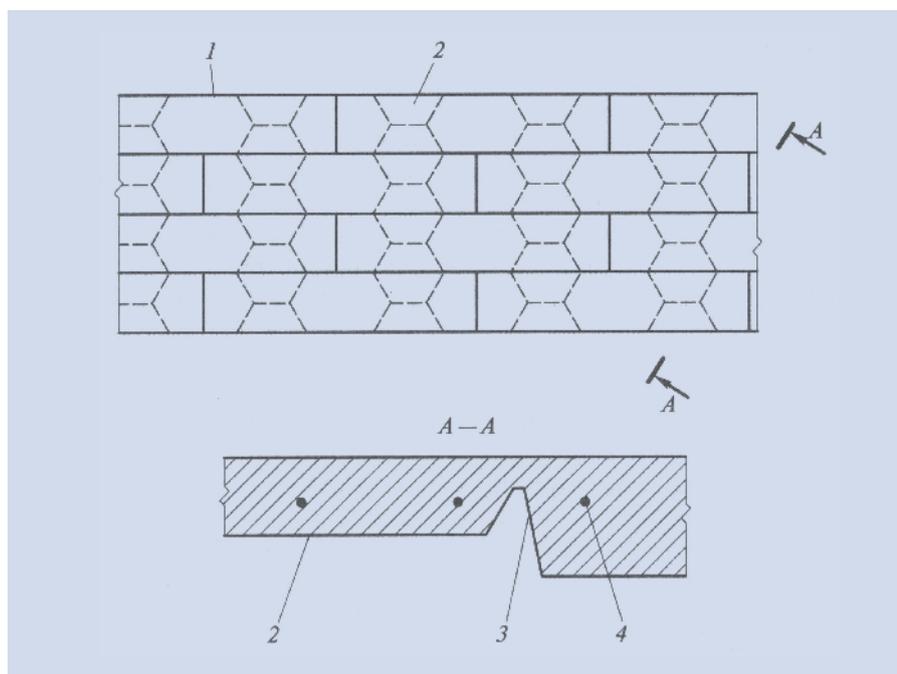


Рис. 2. Конструкция сборного основания

разрезами (при оптимальной жесткости зон разрезов), способствует увеличению однородности конструкции. Это позволяет существенно выровнять давление на нижний слой основания и повысить устойчивость самих несущих элементов в процессе эксплуатации, а вместе с уменьшением влияния температур-

но-влажностного деформирования в границах зон разрезов — снизить величину раскрытия изломов в несущем слое и концентрацию напряжений в них. В итоге это способствует обеспечению монолитности асфальтобетонного покрытия, усиленного ребрами в зонах изломов (вмятин) несущего слоя.

Технология устройства дорожного и аэродромного основания включает укладку монолитного или сборного бетонного слоя с фрагментированием, обеспечивающим создание ослабляющих поперечное сечение углублений (надрезов, вмятин) заданного рисунка, устанавливающих расчетные размеры, связи и форму будущих несущих элементов с последующим устройством асфальтобетонного покрытия. Рассчитаны рациональные размеры несущих элементов фрагментированного бетонного слоя в плане, формы которых должны приближаться к кругу (шестигранники и квадраты вразбежку); форма поперечного сечения надрезов (вмятин) рекомендуется округлая (овальная) (рис. 1) [1].

Рекомендуемый бетонный несущий слой, жесткое основание под асфальтобетонное покрытие представляет собой фрагментированную пластину из взаимосвязанных рабочих элементов рациональных форм (в плане — шестигранных призм, овалов, цилиндров и т. д.), оптимальных размеров (от соизмеримых с элементами мощения до  $1,1L$  — упругой характеристики плиты «L») и связей элементов — от идеально-шарнирной до жесткости, близкой к жесткости элемента.

Разработаны два варианта конструктивно-технологических решений фрагментированного жесткого основания:

- сборное, изготавливаемое на заводах ЖБИ в виде сочлененных монтажных единиц (рис. 2) со специальной подготовкой форм для изготовления (например, установкой на поддоне форм рустообразующих элементов, высотой  $\approx 1/3$  толщины плиты или установкой в формы синтетических вкладышей, разделяющих бетонную плиту на взаимосвязанные элементы и остающихся в изготовленной секции);
- монолитное, расчленяемое на рабочие элементы после укладки несущего слоя установкой на свежее уложенную поверхность жесткого бетона рустообразующей виброплатформы или завершающим проходом по нему решетчатого катка (после уплотнения гладковальцовыми катками), со специальными выступами по окружности вальца, создающего надрезы необходимого рисунка глубиной  $\approx 1/3$  толщины плиты, не разрушаемые при выходе выступов при выходе катка (важно правильное водоцементное отношение бетонной смеси) или путем вибропосадки в несущий слой синтетического объемного

каркаса с последующей его закаткой в слой гладковальцовым катком [2].

Применение того или иного варианта фрагментированного несущего слоя зависит от назначения конструкции дорожной одежды, конкретных условий выполнения работ, возможностей строительной организации, ее производственной базы, организационно-технологических ограничений, достигнутого уровня качества работ в организации и т. п.

Новая конструкция сборного основания (рис. 2) эффективна для сооружения дорожных одежд в период низких температур или при невозможности использования в качестве основания монолитных или щебеночных слоев. Особенно целесообразно ее применение при двухстадийном строительстве в течение времени стабилизации конструкции с последующим перекрытием сборных плит асфальтобетоном.

Сборное основание представляет собой несколько рядов вытянутых в плане плит (1), уложенных со смещением каждого ряда на 0,5 плиты. Плита со своей опорной поверхности снабжена рустами (2), которые ослабляют ее сечение и разделяют на группу секций, являющихся элементами шестигранника. В месте переломов линии руста в плите предусмотрены конические углубления (3). Армирована плита продольными стержнями (4) из стали класса А-II. Поперечная арматура состоит из гладких стержней диаметром 6 мм. Габаритные размеры плиты, прошедшей испытание, 1,75 × 6,0 × 0,16 м; масса 4 200 кг (рис. 3) [3]. Глубина рустов составляет примерно одну треть от половины высоты сечения плиты.

Так как в эксплуатации работа несущего слоя покрытия обеспечивается системой малых жестких бетонных элементов, а металл требуется лишь для их связи и соединений при стыковке блоков, то расход металла и при больших блок-секциях в два-три раза меньше, чем для традиционной плитной конструкции таких же размеров. При монтаже покрытия обеспечивается повышение производительности труда на 15 % за счет сокращения перекладок блоков, снижение трудозатрат – на 10%, электроэнергии – на 10%, топлива – на 5 %.

Плиты укладываются автомобильным краном на выравнивающий слой. Конструктивные особенности плиты позволяют снизить требования к каче-

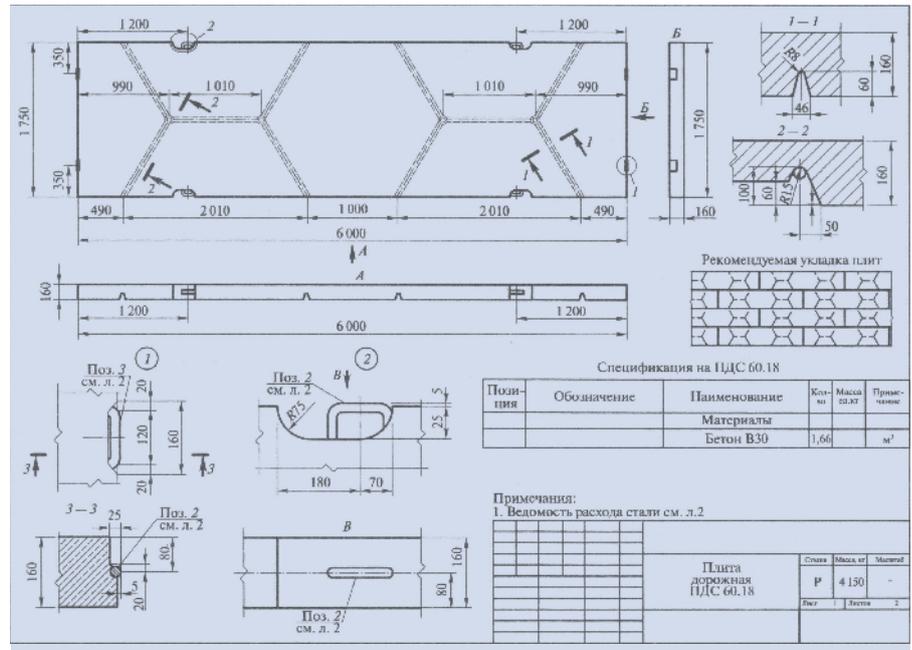


Рис. 3. Плита дорожная ПДС 60.18

ству ее контакта с опорной поверхностью, что упрощает и ускоряет монтаж. При эксплуатации сборного основания в процессе строительства и в последующий период до перекрытия асфальтобетоном происходит трещинообразование по сечениям, обозначенным рустами. Каждая секция плотно прилегает к основанию и работает как отдельная маленькая плита, соединенная с соседними посредством стержней арматуры.

Предлагаемая конструкция несущего бетонного слоя с рациональными разрезами обладает рядом свойств, существенно влияющих на снижение трещинообразования и колеиности дорожного полотна:

- плотное прилегание элементов сборного или монолитного несущего слоя к нижнему основанию при укладке, что приводит к уменьшению напряженного состояния основания до и после перекрытия асфальтобетоном, повышению равномерности деформирования дорожной одежды;

- повышение трещиностойкости асфальтобетонного покрытия вследствие температурно-влажностного деформирования элементов несущего слоя только в границах заданных разрезов и устойчивости рабочих элементов за счет рациональных размеров, форм элементов и оптимальных жесткостей связей между ними;

- снижение колеиности, в том числе за счет возможности укладки тонкослойного асфальтобетонного покрытия на фрагментированном бетонном осно-

вании с высокой распределяющей способностью;

- уменьшение отрицательных динамических характеристик системы «основание – покрытие» вследствие гашения динамики (демпфирования) на контактах рабочих элементов и плотного их прилегания (улучшения контакта) с нижним слоем;

- улучшение связей между слоями дорожной одежды (нижним и верхним) посредством рационального рустования несущего слоя и ребер в покрытии, повышающих устойчивость и срок службы дорожной одежды.

Освоение разработанного комбинированного варианта несущего слоя дорожного полотна выполнено на нескольких опытных участках, что позволило отработать надежные конструктивно-технологические решения автомобильных дорог с увеличенным сроком службы. ■

**Литература**

1. Клековкина М. П. Совершенствование конструкций и технологии строительства дорожных одежд с бетонным несущим основанием. Дисс. ... канд. техн. наук. СПб.: СПбГАСУ, 2010. 189 с.
2. Петухов П. А. Деформационные швы в жестких несущих основаниях и покрытиях автомобильных дорог // Вестн. гражданских инженеров. СПб., 2013. № 6 (41).
3. Карпов Б. Н. Основы строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог. М.: Академия, 2012. 208 с.