

СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ

УДК 625.7/.8

В. В. Губа, канд. техн. наук, К. Р. Губа, Л. Н. Третьякова

**Автомобильно-дорожный институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донецкий национальный технический университет»
в г. Горловка**

К ВОПРОСУ СТАБИЛИЗАЦИИ ВОДНО-ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Рассмотрена актуальная проблема совершенствования технологии регулирования водно-теплового режима дорожных конструкций при строительстве и реконструкции автомобильных дорог. Обоснована необходимость повышения стабильности дорожных конструкций путем целенаправленного управления водно-тепловым режимом в течение года. Отмечены недостатки существующих методов предотвращения осенне-весеннего снижения прочности грунтов. Предложен подход, предусматривающий создание водо- и гидроизолирующих прослоек из геосинтетических материалов (геотекстиля) при одновременном контроле физико-механических свойств конструкции. Определены условия влияния климатических, гидрологических, почвенно-геологических факторов, особенности рельефа и водоотведение на эксплуатируемых дорогах.

Ключевые слова: земляное полотно, водно-тепловой режим, нагрузка, материал, армирование

Введение

Одним из наиболее актуальных вопросов строительства и реконструкции автомобильных дорог является усовершенствование технологии регулирования водно-теплового режима (ВТР) дорожной конструкции автомобильной дороги. Долговечность и надежность дорожной конструкции следует повышать за счет направленного регулирования стабилизации ее водно-теплового режима в течение года. Существующие методы предотвращения возможности осенне-весеннего снижения прочности грунтов имеют ряд недостатков, поэтому возникает потребность совершенствования технологии регулирования ВТР путем сохранения дорожной конструкции в сухом состоянии за счет создания водо- и гидроизолирующих прослоек из геосинтетических материалов (геотекстиля), с одновременным контролем физико-механических свойств дорожной конструкции.

Постановка проблемы

Тенденции развития дорожного хозяйства Донецкой Народной Республики позволяют сделать вывод о том, что при ограниченных финансовых ресурсах на первое место выступают работы по сохранению сети существующих дорог и обеспечению нормативного транспортно-эксплуатационного состояния.

Среди групп факторов, которые влияют на условия эксплуатации автомобильных дорог Донецкой Народной Республики, необходимо учитывать климатические и гидрологические условия, почвенно-геологические условия, особенности рельефа местности вследствие просадки грунтов на шахтных полях различных уровней заделки, а также особенности водоотведения и использование местных строительных материалов в существующих дорожных конструкциях.

Анализ публикаций

В дорожном строительстве и эксплуатации дорог выделяют особые климатические зоны, которые учитывают специфику природных условий территории. Эти зоны определены нормативными документами: СП 131.13330.2025 «Строительная климатология» и ГОСТ Р 55912-2020 «Климатология строительная. Номенклатура показателей наружного воздуха» [1, 2].

СП 131.13330.2025 «Строительная климатология» устанавливает климатические параметры для проектирования зданий, сооружений, систем отопления, вентиляции, кондиционирования, водоснабжения, а также для планировки и застройки городских и сельских поселений. Однако этот документ фокусируется на общих климатических параметрах, а не на дорожно-климатическом районировании.

ГОСТ Р 55912-2020 «Климатология строительная. Номенклатура показателей наружного воздуха» устанавливает номенклатуру климатических показателей наружного воздуха, используемых в строительной климатологии. Стандарт устанавливает перечень параметров, которые применяются при проектировании зданий, систем отопления, вентиляции, кондиционирования, а также при планировании и застройке территорий.

Однако информация о дорожно-климатическом районировании содержится в СП 34.13330.2021 «СНиП 2.05.02-85 Автомобильные дороги» [3], в котором установлены нормы проектирования автомобильных дорог общего пользования, расположенных вне границ населенных пунктов. В этом документе приложение Б посвящено дорожно-климатическому районированию.

Цель исследования

Поиск технологий, которые позволяют регулировать водно-тепловой режим дорожной конструкции автомобильных дорог, расположенных на территории Донецкой Народной Республики.

Основной материал

Территория Донецкой Народной Республики находится на юго-востоке Российской Федерации и относится к III дорожно-климатической зоне. Климат Донецкой Народной Республики – умеренно континентальный с засушливо-суховейными явлениями. Средняя температура: январь – от $-7,8^{\circ}\text{C}$ на севере и до $-5,4^{\circ}\text{C}$ на юге; июль – от $+20,8^{\circ}\text{C}$ на севере и $+22,8^{\circ}\text{C}$ на юге. Выпадение осадков за год составляет от 450 мм на юге и до 500 мм в пределах Донецкого кряжа.

Особенностью Донецкой Народной Республики является преимущественно равнинный рельеф местности (высота до 200 метров), который пересечен оврагами и балками. На северо-востоке возвышается Донецкий кряж, достигающий высоты 367 метров. Его поверхность изрезана долинами рек. К западу кряж плавно переходит в Приднепровскую низменность, а к югу – в Приазовскую низменность с отдельными возвышенностями, такими как Могила-Гончариха и Саур-Могила. На юге расположена узкая полоса Причерноморской низменности, которая обрывается к Азовскому морю. В районах, где встречаются известняки и соляные отложения, формируются карстовые формы рельефа. Отличительная черта рельефа республики – наличие антропогенных форм, таких как терриконы и карьеры.

Территория Донбасса представляет собой тектоническую зону с двойственным положением. С одной стороны, он связан с докембрийской Восточно-Европейской платформой, а с другой – с Предкавказской эпигерцинской платформой. По совокупности признаков, это палеозойский трог, который вклинился в пределы платформы. Палеозойские породы здесь сильно смяты в складки, что привело к образованию множества тектонических нарушений. В породах каменноугольного и пермского периодов обнаружены крупные месторождения каменного угля и солей. Складчатые породы перекрыты полого залегающими отложениями

мезозойской и кайнозойской эпох.

Почвенный покров большей части Донецкой Народной Республики представлен черноземами. В северных районах встречаются дерновые слабооподзоленные почвы, а вдоль побережья Азовского моря – слабо осоложденные черноземы и солонцы. С удалением на север содержание минералов, необходимых для растений, в черноземах уменьшается. Почвенно-геологические условия – тяжелый суглинок, глина. В зимний период, средняя глубина промерзания составляет 0,95 м.

Таким образом, с учетом особенностей территории Донецкой Народной Республики, а также почвенно-геологических и климатических условий, возникает необходимость стабилизации водно-теплового режима земляного полотна автомобильных дорог Донбасса.

Водная среда оказывает значительное влияние на эксплуатационные характеристики асфальтобетонного покрытия. К источникам влаги относятся атмосферные осадки, испарение, грунтовые воды и увлажнители иного происхождения. Проникновение влаги в структуру асфальтобетона приводит к изменению его механических свойств. Это происходит из-за отделения битумной пленки от минеральных частиц, что вызывает разнообразные виды повреждений.

Долговечность асфальтобетонных покрытий зависит от водно-теплового режима, который формируется на основании и земляном полотне. В пределах одного региона температурные колебания асфальтобетона в дорожном покрытии могут варьироваться от 70 °C до 100 °C, а среднегодовые значения – от 50 °C до 80 °C.

На рисунке приведен дорожно-эксплуатационный климатический график, в котором видна зависимость модуля упругости дорожной конструкции от климатических условий.

Анализируя дорожно-эксплуатационный климатический график, можно сделать вывод, что в Донецкой Народной Республике период промерзания грунта и дорожной конструкции находится в пределах первых декад ноября – марта. С максимальной глубиной промерзания 0,95 м. Период полного замерзания дорожной конструкции не влияет на возможность пропуска нормативных нагрузок, так как не теряется необходимый модуль упругости.

С точки зрения сохранения необходимого уровня модуля упругости дорожной конструкции проблемным являются периоды перед замерзанием и оттаиванием, когда дорожная конструкция накапливает влагу. Минимальное значение модуля упругости дорожная конструкция получает во время накопления влаги в грунте после таяния снега (для III технической категории $E_{upr} = 225$ МПа). Для Донецкой Народной Республики – в конце марта.

Факторы, регулирующие испарение, можно разделить на две группы:

- 1) факторы, влияние которых можно выразить через постоянные коэффициенты;
- 2) факторы, требующие прямого измерения.

В первую группу входят факторы (удельная теплоемкость воздуха, скрытая теплота испарения и т. д.), которые изменяются в очень узких пределах или несущественно влияют на ход испарения. Установлено, что испарение прямо пропорционально плотности воздуха и обратнопропорционально атмосферному давлению. Причем они сами связаны между собой, поэтому в обычных условиях изменение давления воздуха практически не влияет на скорость испарения.

Ко второй группе факторов, от которых зависит интенсивность испарения, относят:

- 1) температуру и влажность воздуха,
- 2) скорость ветра,
- 3) плотность и влажность грунта,
- 4) толщину сухого слоя грунта, через который диффундируют водяные пары в атмосферу.

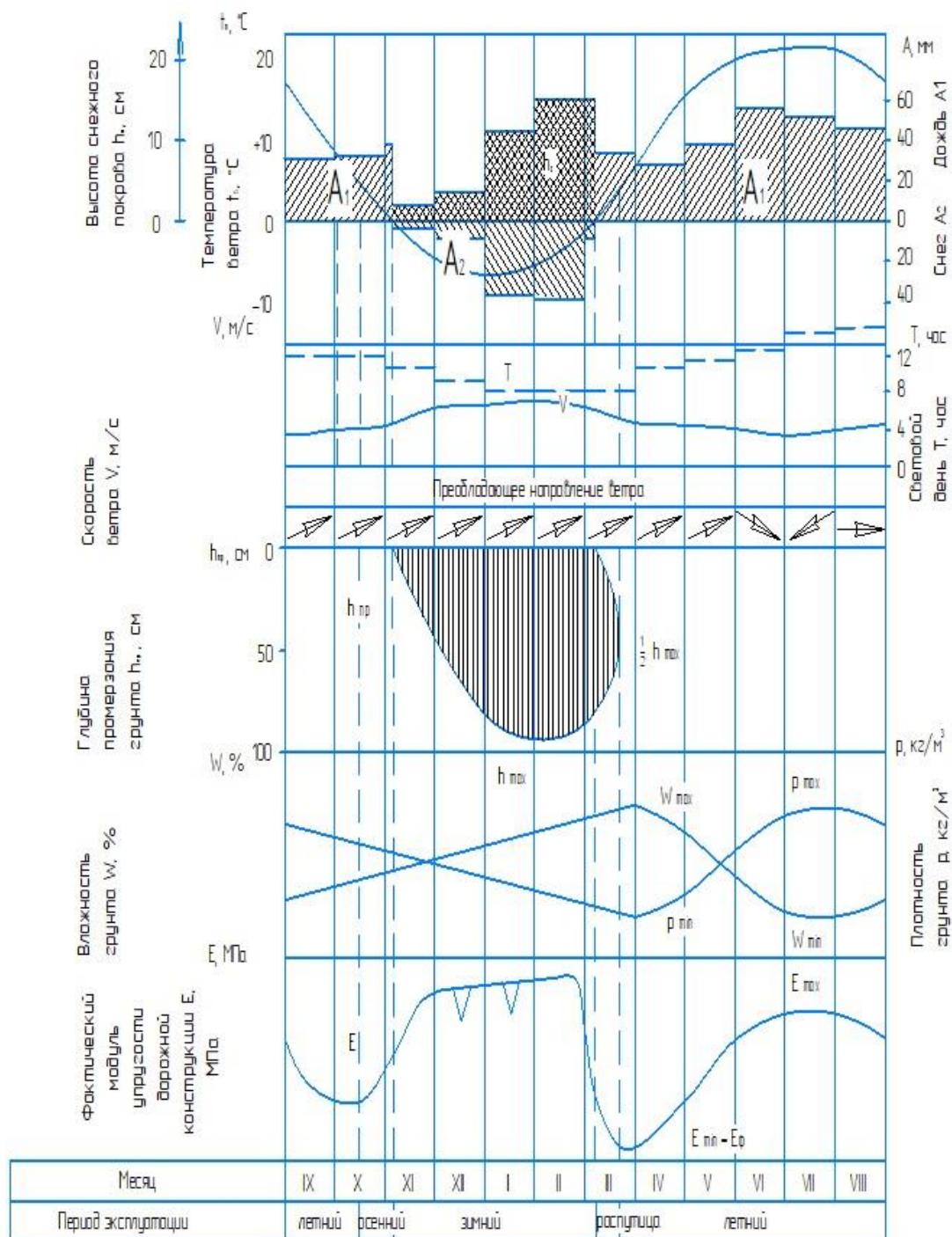


Рисунок – Дорожно-эксплуатационный климатический график
Донецкой Народной Республики

Методы регулирования водно-теплового режима земляного полотна можно разделить на четыре основные группы [4].

Первая группа включает мероприятия по замене и улучшению грунта: возведение верхней части насыпи из непучинистых или слабопучинистых грунтов, устройство морозозащитных слоев, улучшение зернового состава грунта и обработку его вяжущим. Благодаря такому укреплению обеспечиваются сравнительно высокие значения прочностных характеристик и деформационных характеристик грунтов под дорожной одеждой, уменьшается пучинистость покрытия и ограничивается поступление атмосферных осадков в грунт земляного полотна.

Вторая группа объединяет мероприятия по отводу воды с дорожной одежды, включая

устройство дренирующих слоев и прослоек, дренажи мелкой заделки. Дренирующий слой необходимо устраивать из высоко проницаемой скелетной смеси (щебня или гравия) открытого типа (с незаполненными пустотами) и укладывать этот слой под дорожной одеждой по всей ее ширине с дренажными трубами для сбора и быстрого отвода воды за пределы земляного полотна. В большинстве случаев значения коэффициентов фильтрации должны находиться в диапазоне от 1,7 до 35 см/с.

В третью группу входят мероприятия, которые регулируют тепловой режим земляного полотна путем устройства теплоизоляционных слоев. Опыт показывает, что теплоизоляционные материалы должны обладать минимальной прочностью. Теплоизоляционные слои мало-прочных материалов могут быть причиной снижения прочности дорожной одежды. Это обусловлено сжимаемостью самого теплоизоляционного слоя и невозможностью достичь необходимой степени уплотнения верхних слоев. В качестве теплоизоляционных слоев можно также использовать аглопоритовый щебень и песок, керамзитовый гравий, укрепленные неорганическими вяжущими.

К четвертой группе следует отнести меры по ограничению увлажнения земляного полотна поверхностными и грунтовыми водами: защита его в процессе строительства; отвод воды с обочин и их укрепление; осушение разделительной полосы и полосы отвода; обеспечение минимального возвышения низа дорожной одежды над уровнем поверхностных и грунтовых вод путем устройства насыпей или снижения уровня грунтовых вод; строительство паро- и гидроизолирующих слоев, капилляропрерывающих прослоек; применение электро- и химических методов, а также уплотнения грунтов. Наиболее распространены мероприятия по водоотведению, которые включают: устройство нагорных и водоотводных канав, планирование резервов, выемок, полотна дороги и т. д.

Для улучшения водно-теплового режима земляного полотна можно использовать геосинтетические материалы для обустройства дренирующих, капилляропрерывающих прослоек, по которым были разработаны и внедрены нормативные документы: ГОСТ Р 55028-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства» [5], ГОСТ 32491-2013 «Материалы геосинтетические. Метод испытания на растяжение с применением широкой ленты» [6] и др.

Синтетические материалы (СМ) или геосинтетики – это материалы, которые изготавливают из различных типов полимеров и используют в различных отраслях строительства и коммунального хозяйства, в состав которых входят грунты в разном состоянии или отходы производства. В геосинтетики могут включаться также и несинтетические компоненты.

В дорожном строительстве СМ используют для повышения устойчивости и долговечности дорожной конструкции как в процессе нового строительства, так и во время реконструкции и капитального ремонта. СМ применяют для создания парогидроизоляционных, армирующих, дренирующих и защитных прослоек.

Эффективность применения дорожных конструкций с прослойками из СМ оценивают путем их технико-экономического сравнения с традиционными конструктивными решениями. Устройство прослоек из СМ позволяет: уменьшить затраты на традиционные дорожно-строительные материалы, объемы земляных работ, материалоемкость дорожной конструкции, энергозатраты при строительных и ремонтных работах, транспортные расходы; сократить сроки строительства; повысить эксплуатационную надежность и увеличить сроки службы дорожной конструкции. Это достигается за счет выполнения СМ таких функций: гидроизоляция, разделение, армирование, фильтрация, дренирование, создание барьера для влаги.

В таблице приведены виды СМ и область применения в дорожном строительстве.

Для обеспечения парогидроизоляции дорожной конструкции следует использовать геосинтетические материалы, которые совмещают фильтрующие и армирующие свойства [7, 8].

С этой целью необходимо использовать геокомпозиты, которые выполняют функции капилляропрерывающей прослойки, гидроизоляции, защиты от шахтных и поверхностных вод, атмосферных осадков.

Таблица – Геосинтетические материалы в дорожном строительстве

Наименование изделия	Условное сокращенное название	Общая характеристика	Область применения
1	2	3	4
Геотекстильные тканые материалы	ГЕОЮТЕКС 20	Поверхностная плотность – 130 г/м ² . Относительное удлинение, %: продольное – 13; поперечное – 12; ширина – 5,2 м	Используется для укрепления подкладочных слоев грунта при строительстве автомобильных дорог, автострад, железнодорожных и трамвайных путей, аэродромов, стоянок; для армирования и укрепления насыпей, холмов, склонов, прибрежных территорий и стен плотин; при строительстве опорных конструкций и армированных земляных полотен
Геотекстильные тканые материалы	ГЕОЮТЕКС 40	Поверхностная плотность – 190 г/м ² . Относительное удлинение, %: продольное – 15; поперечное – 9; ширина – 5,2 м	Используется для укрепления подкладочных слоев грунта при строительстве автомобильных дорог, автострад, железнодорожных и трамвайных путей, аэродромов, стоянок; для армирования и укрепления насыпей, холмов, склонов, прибрежных территорий и стен плотин; при строительстве опорных конструкций и армированных земляных полотен
Геотекстильные тканые материалы	ГЕОЮТЕКС 45	Поверхностная плотность – 230 г/м ² . Относительное удлинение, %: продольное – 13; поперечное – 9; ширина – 5,2 м	Используется для укрепления подкладочных слоев грунта при строительстве автомобильных дорог, автострад, железнодорожных и трамвайных путей, аэродромов, стоянок; для армирования и укрепления насыпей, холмов, склонов, прибрежных территорий и стен плотин; при строительстве опорных конструкций и армированных земляных полотен
Геотекстильные тканые материалы	ГЕОЮТЕКС 60	Поверхностная плотность – 300 г/м ² . Относительное удлинение, %: продольное – 13; поперечное – 9; ширина – 5,2 м	Используется для укрепления подкладочных слоев грунта при строительстве автомобильных дорог, автострад, железнодорожных и трамвайных путей, аэродромов, стоянок; для армирования и укрепления насыпей, холмов, склонов, прибрежных территорий и стен плотин; при строительстве опорных конструкций и армированных земляных полотен

Продолжение таблицы

1	2	3	4
Иглопробивное полотно нетканое	Дорнит	Поверхностная плотность – 150 г/м ² . Прочность при растяжении: продольном – 5,0 кН/м; поперечном – 3,0 кН/м. Относительное удлинение при разрыве, %: продольное – 200; поперечное – 200	Материал обладает высоким модулем упругости (может воспринимать значительные нагрузки и выполнять функцию армирования при относительно малых деформациях)
Иглопробивное полотно нетканое	Дорнит	Поверхностная плотность – 200 г/м ² . Прочность при растяжении: продольном – 8,0 кН/м; поперечном – 6,0 кН/м. Относительное удлинение при разрыве, %: продольное – 200; поперечное – 200	Материал обладает высоким модулем упругости (может воспринимать значительные нагрузки и выполнять функцию армирования при относительно малых деформациях). Материал отличается высоким сопротивлением полотна раздиру и прокалыванию, в том числе и при укладке
Иглопробивное полотно нетканое	Дорнит	Поверхностная плотность 250 г/м ² . Прочность при растяжении: продольном – 7,0 кН/м; поперечном – 7,0 кН/м. Относительное удлинение при разрыве, %: продольное – 200; поперечное – 200	Материал обладает высоким модулем упругости (может воспринимать значительные нагрузки и выполнять функцию армирования при относительно малых деформациях). Материал отличается высоким сопротивлением полотна раздиру и прокалыванию, в том числе и при укладке
Иглопробивное полотно нетканое	Дорнит	Поверхностная плотность – 300 г/м ² . Прочность при растяжении: продольном – 12,0 кН/м; поперечном – 9,0 кН/м. Относительное удлинение при разрыве, %: продольное – 200; поперечное – 200; по ширине – 7,3. Удлинение при разрыве, %: по длине – 80; по ширине – 110. Ширина – 180 см	Материал обладает высоким модулем упругости (может воспринимать значительные нагрузки и выполнять функцию армирования при относительно малых деформациях). Материал отличается высоким сопротивлением полотна раздиру и прокалыванию, в том числе и при укладке автомобилем, кровли зданий, для армирования грунтов земляного полотна, фильтрации воды

Продолжение таблицы

1	2	3	4
Геосетка	Нефтефаз ГРУНТСЕТ	Масса на единицу площади – 150 г/м ² . Разрывная нагрузка, кН/м: по основе – 30,0; по утку – 30,0. Удлинение при разрыве – 4,0 %. Ширина – 5,4 м	Используется в качестве защитно-армированной прослойки для обеспечения устойчивости и стабильности грунтовых конструкций: – при строительстве насыпей на слабых основаниях; – при строительстве временных дорог, подъездных путей и площадок различного назначения; – в комбинациях с другими геосинтетическими материалами (неткаными и другими геосинтетическими продуктами)
Полимерные геосетки	ПС-Полисет	Масса на единицу площади – 160 г/м ² . Разрывная нагрузка, кН/м: по основе – 50,0; по утку – 50,0. Удлинение при разрыве – 13,0 %. Ширина – 5,0 м	Используется для армирования дорожных одежд, которые вступают в контакт с крупнофракционными материалами; для армирования крутых откосов; для избавления от оседаний грунтовых оснований; для стабилизации слабых грунтовых оснований
Геосетки	Полиэф-Грунт	Масса на единицу площади – 450 г/м ² . Разрывная нагрузка, кН/м: по основе – 60,0; по утку – 60,0. Удлинение при разрыве – 12,5 %. Ширина – 5,0 м	Используются для армирования грунтовых прослоек; они являются конструктивным элементом дорожной одежды, располагающимся между нижними слоями основания. Благодаря проникновению материала засыпки в отверстия глазков достигается взаимодействие с грунтом
Геосетки	Полиэф-Грунт	Масса на единицу площади – 600 г/м ² . Разрывная нагрузка, кН/м: по основе – 80,0; по утку – 80,0. Удлинение при разрыве – 12,5 %	Используются для армирования грунтовых прослоек; они являются конструктивным элементом дорожной одежды, располагающимся между нижними слоями основания. Благодаря проникновению материала засыпки в отверстия глазков достигается взаимодействие с грунтом
Геокомпозит	Полиэф-ТК	Поверхностная плотность – 380 г/м ² . Разрывная нагрузка, кН/м: по основе – 50,0; по утку – 50,0. Удлинение при разрыве – 12,5 %	Используется для повышения прочности и несущей способности грунтов, способствует оттоку излишков влаги, разделяет конструктивные слои основания и значительно повышает сопротивляемость грунта большим статическим и динамическим нагрузкам при дальнейшей эксплуатации; для перекрытия участков обрушения грунта

Окончание таблицы

1	2	3	4
Геокомпозит	Полиэф-Арм	Поверхностная плотность 650 г/м ² . Разрывная нагрузка, кН/м: по основе – 60,0; по утку – 60,0. Удлинение при разрыве – 12,5 %	Используется для повышения прочности и несущей способности грунтов, способствует оттоку излишков влаги, разделяет конструктивные слои основания и значительно повышает сопротивляемость грунта большим статическим и динамическим нагрузкам при дальнейшей эксплуатации; для перекрытия участков обрушения грунта
Геокомпозит	Полиэф-ТК	Поверхностная плотность – 640 г/м ² . Разрывная нагрузка, кН/м: по основе – 100,0; по утку – 100,0. Удлинение при разрыве – 12,5 %	Используется для повышения прочности и несущей способности грунтов, способствует оттоку излишков влаги, разделяет конструктивные слои основания и значительно повышает сопротивляемость грунта большим статическим и динамическим нагрузкам при дальнейшей эксплуатации
Геокомпозит	Полиэф-Арм	Поверхностная плотность – 800 г/м ² . Разрывная нагрузка, кН/м: по основе – 110,0; по утку – 110,0. Удлинение при разрыве – 12,5 %	Используется для повышения прочности и несущей способности грунтов, способствует оттоку излишков влаги, разделяет конструктивные слои основания и значительно повышает сопротивляемость грунта большим статическим и динамическим нагрузкам при дальнейшей эксплуатации

Заключение

Среди групп факторов, влияющих на условия эксплуатации автомобильных дорог в Донецкой Народной Республике, следует выделить климатические и гидрологические условия, почвенно-геологические условия и особенности рельефа вследствие проседания грунтов на шахтных полях различных уровней заделки, особенности применения местных строительных материалов в дорожных конструкциях существующих сооружений.

Проанализировав существующие методы регулирования водно-теплового режима дорожной конструкции, можно сделать вывод, что наиболее эффективным к дальнейшему рассмотрению является регулирование за счет устройства парогидроизоляционных слоев именно из геосинтетических материалов, которые позволяют снизить объемы земляных работ и стоимость процесса регулирования ВТР дорожной конструкции.

Для обеспечения парогидроизоляции дорожной конструкции следует использовать геосинтетические материалы, которые совмещают фильтрующие и армирующие свойства. С этой целью необходимо использовать геокомпозиты, которые одновременно выполняют функции капилляропрерывающей прослойки, гидроизоляции, защиты от шахтных и поверхностных вод, атмосферных осадков.

Список литературы

1. СП 131.13330.2025. Строительная климатология (СНиП 23-01-99) : свод правил : утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 8 августа 2025 г. № 470/пр и введен в действие с 9 сентября 2025 г : взамен СП 131.13330.2020 (СНиП 23-01-99. Строительная климатология) : дата введения 2025-09-09 / разработан федеральным государственным бюджетным учреждением «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» при участии Федерального государственного бюджетного учреждения «Главная геофизическая обсерватория имени А. И. Войкова» : внесен Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство» : подготовлен к утверждению Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации : зарегистрирован Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии. – Москва : Минстрой России, 2025. – 245 с.
2. ГОСТ Р 55912-2020. Климатология строительная. Номенклатура показателей наружного воздуха (ISO 15927-1:2003, NEQ) : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 3 ноября 2020 г. № 1029-ст : взамен ГОСТ Р 55912-2013 : дата введения 2020-11-03 / разработан Федеральным государственным бюджетным учреждением «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» при участии Федерального государственного бюджетного учреждения «Главная геофизическая обсерватория имени А. И. Войкова» : внесен Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство». – Москва : Стандартинформ, 2020. – 15 с.
3. СП 34.13330.2021. Автомобильные дороги (СНиП 2.05.02-85) : свод правил : утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 9 февраля 2021 г. № 53/пр : взамен 34.13330.2012 (СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги) : дата введения 2021-08-10 / разработан ЗАО «ПРОМТРАНСНИИПРОЕКТ», ФГБОУ «МАДИ» : внесен Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство» : подготовлен к утверждению Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации : зарегистрирован Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии. – Москва : Минстрой России, 2021. – 122 с.
4. Черный, Г. И. Принципы применения метода армирования грунтов в сложных почвенных условиях / Г. И. Черный, Р. К. Ковальский // Строительные конструкции. – 2001. – № 55. – С. 154–158.
5. ГОСТ Р 55028-2012. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Классификация, термины и определения : издание официальное : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 октября 2012 г. № 557-ст : введен впервые : дата введения 2013-04-01 / разработан Автономной некоммерческой организацией «Научно-исследовательский институт транспортно-строительного комплекса» совместно с Обществом с ограниченной ответственностью «Мегатех инжиниринг» : внесен Техническим комитетом по стандартизации ТК 418 «Дорожное хозяйство». – Москва : Стандартинформ, 2023. – 11 с.
6. ГОСТ 32491-2013. Материалы геосинтетические. Метод испытания на растяжение с применением широкой ленты (ISO 10319:2008, MOD) : издание официальное : межгосударственный стандарт : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 декабря 2013 г. № 2312-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 32491-2013 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 01 января 2015 г. : введен впервые : дата введения 2015-01-01 / разработан Объединением юридических лиц «Союз производителей композитов» : внесен Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство». – Москва : Стандартинформ, 2014. – 17 с.
7. Перков, Ю. Р. Применение геотекстильных и геопластиковых материалов при строительстве ремонте автомобильных дорог / Ю. Р. Перков, А. П. Фомин // Применение геосинтетики и геопластиков при строительстве и ремонте автомобильных дорог : сборник научных трудов Союздорнии. – Москва, 1998. – Вып. 196. – С. 48.
8. Львович, Ю. М. Геосинтетические и геопластиковые материалы в дорожном строительстве : Обзорная информация / Ю. М. Львович ; Информавтодор. – Москва, 2002. – Вып. 7. – 115 с.

B. B. Губа, K. P. Губа, L. N. Третьякова

Автомобильно-дорожный институт (филиал)

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «Донецкий национальный технический университет» в г. Горловка

К вопросу стабилизации водно-теплового режима земляного полотна автомобильных дорог

Современное дорожное строительство сталкивается с комплексом вызовов, связанных с обеспечением долговечности и надежности автомобильных дорог. Одним из наиболее критичных факторов, определяющих эксплуатационные характеристики дорожного полотна, выступает водно-тепловой режим дорожной конструкции.

ISSN 1990-7796. Вести Автомобильно-дорожного института =

Bulletin of the Automobile and Road Institute, 2025, № 3(54)

Сайт: vestnik.adidonntu.ru

Неконтролируемые колебания влажности и температуры в слоях земляного полотна приводят к снижению несущей способности, образованию трещин, просадок и других дефектов, требующих дорогостоящего ремонта. Стабильность дорожной конструкции напрямую зависит от способности поддерживать оптимальные водно-тепловые параметры в течение всего годового цикла. Особенно остро эта проблема проявляется в периоды осенне-весенних переходов через ноль, когда многократные циклы замерзания-оттаивания провоцируют резкое снижение прочности грунтов.

Существующие методы регулирования водно-теплового режима обладают рядом существенных недостатков: недостаточной эффективностью влагозащиты, высокой стоимостью реализации, сложностью технологического исполнения и ограниченным сроком службы. Это обуславливает необходимость разработки инновационных подходов, сочетающих надежность, экономичность и технологичность. Предлагается перспективное решение – создание водо- и гидроизолирующих прослоек из геосинтетических материалов (в частности, геотекстиля). Данный метод позволит: эффективно изолировать дорожную конструкцию от избыточной влаги; поддерживать оптимальный влажностный режим в несущей части полотна; контролировать физико-механические свойства конструкции в процессе эксплуатации.

Особое значение исследование приобретает для регионов со сложными природно-климатическими условиями, таких как Донецкая Народная Республика. Здесь на эксплуатацию дорог влияет комплекс факторов: специфические климатические и гидрологические условия; особенности почвенно-геологического строения; сложный рельеф с участками просадки грунтов; специфические требования к системам водоотведения; необходимость использования местных строительных материалов.

ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО, ВОДНО-ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ, НАГРУЗКА, МАТЕРИАЛ, АРМИРОВАНИЕ

V. V. Guba, K. R. Guba, L. N. Tretiakova

Automobile and Road Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational Institution

of Higher Education "Donetsk National Technical University" in Gorlovka

Stabilization of the Road Bed Water-Thermal Regime

Modern road construction is facing a complex of challenges related to ensuring the durability and reliability of roads. One of the most critical factors determining the operational characteristics of the roadway is the water-thermal regime of the road structure. Uncontrolled fluctuations in humidity and temperature in the layers of the earth bed lead to the bearing capacity decrease, the formation of cracks, subsidence and other defects requiring expensive repairs. The stability of the road structure directly depends on the ability to maintain optimal water and thermal parameters throughout the entire annual cycle. This problem is especially acute during the autumn-spring transitions through zero degrees, when multiple cycles of freezing and thawing provoke a sharp decrease in soil strength.

The existing methods of regulating water-thermal regime have a number of significant disadvantages: insufficient effectiveness of moisture protection, high cost of implementation, complexity of technological execution and limited service life. This necessitates the development of innovative approaches that combine reliability, cost-effectiveness and adaptability. A promising solution is proposed, namely the creation of water and waterproofing layers from geosynthetic materials (in particular, geotextiles). This method will allow to effectively isolate the road structure from excess moisture; to maintain an optimal humidity regime in the bearing part of the road surface; to control the physical and mechanical properties of the structure during operation.

The study is of particular importance for regions with difficult natural and climatic conditions, such as the Donetsk People's Republic. Here, the operation of roads is influenced by a complex of factors: specific climatic and hydrological conditions; features of the soil and geological structure; complex terrain with subsidence areas; specific requirements for drainage systems; the need to use local building materials.

ROAD BED, WATER-THERMAL REGIME, LOAD, MATERIAL, REINFORCEMENT

Сведения об авторах:

В. В. Губа

SPIN-код РИНЦ: 7398-9000

Телефон: +7 949 367-31-88

Эл. почта: guba.victorya@yandex.ru

К. Р. Губа

SPIN-код РИНЦ: 6818-8047

Телефон: +7 949 367-31-90

Эл. почта: guba.constantin@yandex.ru

Л. Н. Третьякова

SPIN-код РИНЦ: 9623-0647

Телефон: +7 949 372-17-82

Эл. почта: lyda-tret5667@yandex.ru

Статья поступила 10.11.2025

© В. В. Губа, К. Р. Губа, Л. Н. Третьякова, 2025

Рецензент: Л. Н. Морозова, канд. техн. наук, доц.,

Автомобильно-дорожный институт

(филиал) ДонНТУ в. г. Горловка