

Рубрика 1. ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТЫ

Направление – Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей

УДК [UDC] 625.7/.8

DOI DOI 10.17816/transsyst20228414-30

© С.В. Алексеев, Д.Л. Симонов, А.С. Катикова

Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого
(Санкт-Петербург, Россия)

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ НА СОСТОЯНИЕ ДОРОГ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ

Статья посвящена особенностям учета влияния природно-климатических условий при проектировании автомобильной дороги. Показано, что условия окружающей среды напрямую влияют на специфику проектирования дорог. Однако, они могут играть двоякую роль: как содействовать, так и противодействовать длительной службе дорожных одежд и земляного полотна. Так как невозможно повлиять на погодные условия, то необходимо обеспечить полноценную защиту всех дорожных конструкций. Были проанализированы все факторы, влияющие на состояние дороги на ранних этапах проектирования. Сделан вывод, что при несоблюдении нормативных технических требований для каждой дорожно-климатической зоны качество автомобильной дороги и безопасность движения не будет обеспечена, в связи с этим были рассмотрены наиболее эффективные методы защиты и уменьшения негативных последствий воздействия окружающей среды.

Ключевые слова: природные условия, дорожное покрытие, автомобильные дороги, земляное полотно, водно-тепловой режим, атмосферные осадки.

Rubric 1. TECHNOLOGIES AND PROJECTS

Field – Design and construction of roads, subways, airfields, bridges and transport tunnels

© S.V. Alekseev, D.L. Simonov, A.S. Katikova

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
(St. Petersburg, Russia)

THE IMPACT OF NATURAL FACTORS ON THE CONDITION OF ROADS IN VARIOUS REGIONS OF RUSSIA

The article is devoted to the peculiarities of taking into account natural and climatic conditions when designing a highway. It is shown that environmental conditions directly affect the specifics of the designed roads. However, they can play a dual role: both to promote and counteract the long service life of the roadbed. Since it is impossible to influence the weather conditions, it is necessary to provide full protection of the highway. All factors affecting the road condition at the early stages of design were analyzed. It is concluded that if the regulatory and technical requirements are not met, the quality and safety of the road will

not be ensured for each road and climate area. In this regard, the most effective methods of protecting and reducing the negative effects of environmental impact were considered.

Key words: natural conditions, road surface, highways, roadbed, water-heat regime, atmospheric precipitation.

ВВЕДЕНИЕ

Транспортные средства воздействуют на автомобильную дорогу одновременно с природно-климатическими условиями. Природно-климатические условия характеризуются множеством факторов, каждый из которых требует рассмотрения и индивидуального анализа. Их влияние непосредственно влияет на стоимость строительства, реконструкции, ремонта и эксплуатации автомобильных дорог, что в большинстве случаев является определяющей причиной выбора того или иного варианта решения на конкретном этапе жизненного цикла автомобильной дороги.

Исследование данной темы не теряет актуальности вот уже многие годы и, несомненно, будет оставаться таким из-за невозможности полностью исключить воздействие природно-климатических факторов на дорожную конструкцию. Отдельно стоит выделить важность данной проблемы в России, где разнообразие климатических зон по своим атмосферным, гидрологическим, грунтовым и другим условиям требует более тщательного изучения вопроса. Наиболее подробного рассмотрения требуют условия, в максимальной степени негативно влияющие на состояние дорог, такие как ландшафт местности, гидрологические и погодно-климатические условия.

В ходе проведения исследования произведен анализ научных статей, касающихся рассматриваемой темы.

Так в своей статье Шуваев А.Н., Панова М.В. говорят об актуальных в настоящее время проблемах, касающихся повышения надежности и долговечности дорожных одежд и земляного полотна. Авторы считают, что причинами разрушения дорог в сложных условиях строительства и эксплуатации являются не столько воздействие транспортных средств, сколько воздействия на дорогу природных факторов. Они описывают опыт применения новых конструкций насыпей на болотах с использованием синтетических нетканых материалов и георешеток на переувлажненных глинистых и торфяных грунтах, а также пути модификации цементогрунтов для устройства оснований и покрытий автомобильных дорог [1].

В работе Пегин П.А., Корчагин В.А. привели результаты исследований влияния кратковременного природного фактора на изменения характеристик пропускной способности дороги и исследовали влияние эффекта солнечного ослепления (ЭСО) на транспортный поток. Они разработали мероприятия по снижению отрицательного воздействия

кратковременного природного фактора и повышения пропускной способности дороги [2].

В статье Ярмолинского А.И., Светенок А.И., Герасимова Е.О. рассмотрен вопрос об особенностях учета природно-климатических условий при реконструкции автомобильной дороги. Поставленные вопросы рассмотрены на примере реконструкции автомобильной дороги «Раздольное – Хасан», расположенной в Приморском крае [3].

Различия во влиянии природных факторов в зависимости от региона, то есть географического расположения, рассматривались на примерах нескольких статей в таких регионах как Краснодарский край, республика Башкостостан и Тульская область [4]. Привалова Н.М., Мамошин Е.Ю., Паньков В.А. описывают роль дождевых осадков и активной солнечной радиации, негативно воздействующей на составляющие асфальтобетона [4]. Работа Приваловой Н.М., Мамошина Е.Ю., Панькова В.А. описывает наиболее вредные для данного региона факторы разрушения дорожной одежды, а также дают характеристику новому виду асфальтобетона, широко используемому в последние годы на юге страны.

В работе Апталаева М.Н., Жалко М.Е. показано влияние температуры и влажности на процесс промерзания грунта и непосредственно на целостность дорожного покрытия. Представлены математические модели, отражающие процессы распределения температуры и фильтрационное движение жидкости в грунте. Также предложены два варианта улучшения технико-эксплуатационных показателей состояния автомобильных дорог, что в свою очередь окажет положительное влияние на безопасность и равномерность дорожного движения [5, 6],

Также были рассмотрены работы по анализу состояния дорожных сетей соседних стран, таких как Украина (статья Головченко Д.) и Беларусь (статья Леоновича И.И., Новгородского Я.Я., Буртыль Ю.В.), учитывающих актуальные для них нормы проектирования и контроля качества [7, 8].

Были изучены статьи, в которых приводится анализ состояния и изменения различных свойств дорожных покрытий. В статье Леонович И.И., Новгородского Я.Я., Буртыль Ю.В. оценивают динамику развития процессов регрессии ровности, описывают существующие методы оценки прочности в свете современных исследований [8].

Вопросы критериев оценки технического состояния автомобильных дорог были рассмотрены по материалам исследования Осиповой Т.В., Сорокина М.М., Осипова Д.Е., работа которых направлена на повышение надежности, безопасности и ремонтпригодности автомобильных дорог и мостовых сооружений, назначение режимов эксплуатации сооружения, а также выявления необходимости ремонта и реконструкции сооружений [9].

Работа Мевлидинова З.А., Тулянкиной Н.А., Хуторцова П.С, Володько А.П. подробно описывает степень воздействия природно-климатических факторов на дорожную конструкцию автомобильной дороги, в том числе от вида и мощности источников увлажнения дорожного покрытия и интенсивности температурных воздействий [10]. В трудах Бодосова Т.С. и Свиридова В.Л. описана проблема влияния сложных инженерно-геологических условий на эксплуатационное состояние автомобильных дорог Алтайского края, а также методы борьбы с ней [11]. В работе Хотунцева Ю.Л. выявлены проблемы экологии, в том числе связанные с ростом автомобилизации населения [12]. Статья Хомяка Я.В. и Скорченко В.Ф. «Автомобильные дороги и окружающая среда» раскрывает влияние природных факторов на месторасположение и способы проектирования различных категорий дорог, в зависимости от внешних факторов [13]. Вопрос экологической безопасности, остро стоящий на сегодняшний день, поднимается Хотунцевым Ю.Л. [14], об особенностях проектирования мероприятий по ремонту (реконструкции) пучинистых участков дороги подробно описано в методических рекомендациях [15, 16].

Вопросы разрушения автомобильных дорог рассматривались на протяжении многих лет. Так, коллектив авторов под руководством профессора Пермского Национального Исследовательского Политехнического Университета Б.С. Юшкова отмечает: «После ввода автомобильной дороги в эксплуатацию уже в первый год на поверхности покрытия наблюдаются поперечные трещины (морозобойные), располагающиеся с шагом через 40–60 м, после двух лет – 10–30 м и при этом без признаков износа и образования колеи» [17].

При оценке воздействия окружающей среды на дорогу Ванчугова В.А. и Обуздина М.В. рассмотрели условия эксплуатации и состояние автодороги. Определили и классифицировали источники воздействия на окружающую природную среду в период проведения строительных работ. Разработали мероприятия и рекомендации по снижению негативного воздействия ремонтной техники на атмосферный воздух, акустическую среду, почвенный покров прилегающей территории. [18].

Горная энциклопедия приводит следующее определение морозного пучения – процесса, являющегося одним из основных причин разрушения дорожной одежды: «Морозное пучение грунтов – процесс увеличения объема и деформирования дисперсных грунтов при промерзании и образования выпуклых форм на их поверхности» [19].

Вопрос экологической безопасности, остро стоящий на сегодняшний день, поднимается Кудрявцевым М.Н., Кагановичем В.С., а также Юмашевым В.М. и Казарновским В.Д. В статье активно используются нормативные документы, актуальные в сфере дорожного строительства и

способы проектирование наиболее устойчивых конструкций дорожных одежд [20–22].

Цель исследования – определить, как влияют природно-климатические условия на состояние автомобильных дорог. Изучить методы предотвращения разрушения дорожных покрытий в разных регионах России (Краснодарский край, Республика Башкортостан, Тульская область).

Конкретными задачами для достижения цели являются:

1. Определить основные факторы, влияющие на состояние автомобильной дороги;
2. Определить степень и характер их влияния;
3. Рассмотреть способы минимизации или предотвращения влияния данных факторов.

МЕТОДЫ

Эффективная работа автомобильной дороги, соответствующая всем требованиям существующих норм, во многом зависит от влияния на нее различных природных факторов, например, климата, рельефа, гидрологических условий и почвенно-геологического строения местности. Особенно сильное влияние на условия эксплуатации дороги оказывают именно климатические условия. Они характеризуются такими показателями как количество осадков, амплитуда температуры, испарение, скорость колебания температуры, глубина промерзания, мощность снегового покрова и солнечная радиация.

Особо опасным для регионов с сезонными изменениями климата являются перепады температур, наиболее воздействующие на элементы автомобильной дороги в осенний и весенний периоды. Опасность частых переходов температур воздуха через 0°C заключается в том, что в земляном полотне при замерзании возникают процессы перераспределения влаги. Образуются ледяные прослойки. Весной при повышении температуры и ее стабильном установлении выше 0°C прослойки оттаивают, что вызывает переувлажнение грунта земляного полотна и подстилающих слоев. Из-за этого происходит временное снижение прочности дорожной одежды, накопление деформаций и, как следствие, сокращается срока службы. Следовательно, состояние при колебаниях температуры в районе нуля, при котором вода оттаивает и снова замерзает, является самым неблагоприятным для земляного полотна дороги.

Состояние покрытия при таких условиях меняется в течение суток от хрупкого до упругого, испытывая большое число циклов «замораживания-размораживания». Так как асфальтобетон является материалом коагуляционного типа, в слоях дорожной одежды с использованием асфальтобетона, минеральные частицы покрыты пленками органического

вяжущего. Упругие свойства покрытия значительно повышаются при понижении температуры и уменьшении продолжительности действия нагрузок. С повышением температуры и увеличением продолжительности действия нагрузок пластические свойства покрытия начинают преобладать над упругими. В условиях отрицательных температур покрытия из таких материалов, которые содержат органическое вяжущее, приобретают хрупкие свойства.

Водно-тепловой режим дорожного полотна автомобильной загородной дороги значительно отличается от режима городских дорог. Связано это не только со спецификой движения транспортного потока по загородным участкам, но и с требованиями, предъявляемыми к основаниям дорог. В частности, загородные автомобильные дороги, как правило, не имеют в основании пересечений с теплопроводами. Следовательно, в грунтовом массиве нет внутренних источников тепла. Этот факт создает первоочередную необходимость обеспечения водоотведения.

Нормативная документация классифицирует все дренажные системы на два основных вида: сооружения открытого водоотвода и сооружения закрытого водоотвода. К сооружениям открытого водоотвода относят водоотводные каналы, кюветы, а также водосбросные лотки. Основная задача этих сооружений – не допустить аккумуляции воды на поверхности дорожной одежды и у основания земляного полотна.

К дренажным конструкциям, обеспечивающим подземное водоотведение, относят перехватывающие, подкюветные, врезные и др. дренажи. Основной целью мероприятий по регулированию водно-тепловой работы земляного полотна является уменьшение амплитуды колебания влажности [23]. На основе конструктивных особенностей и назначения все мероприятия по регулированию влажности грунтового массива можно разделить на четыре группы:

1. Ограничение проникновения поверхностных вод в конструктивные слои дорожной одежды и земляное полотно;
2. Замена, усиление и армирование грунтов основания;
3. Отвод воды из дорожных одежд;
4. Использование дополнительных конструктивных слоев.

Другим фактором, наносящим меньший, но, тем не менее, значительный вред автомобильной дороге, является солнечная радиация. Под ее действием в асфальтобетонной покрытии нагревается битум, из-за чего могут происходить деформации, называемые «колеями», то есть вдавливание асфальтобетона под весом проезжающих автомобилей. Разработка новых видов дорожных покрытий, в частности модификаций асфальтобетона, позволяет компенсировать вред, наносимый транспортным потоком дорожной конструкции. Один из них, битумно-резиновый композиционный, менее подвержен таким видам деформации. Кроме того, асфальтобетон на основе битумно-резинового

композиционного вяжущего является экологически чистым и имеет другие преимущества. Такие вяжущие неоднородные по своему химическому и фазовому составу и структуре являются типичными композиционными материалами, их полезные свойства определяются главным образом свойствами его составляющих и тем, как они взаимодействуют в общей системе. Дисперсно-эластичное армирование асфальтобетона осуществляется частицами полимерного компонента, в роли которой выступает резиновая крошка в составе вяжущего. Данный вид асфальтобетона уже широко применяется на юге страны, где зарекомендовал себя с лучшей стороны.

Немалую роль в разрушении дороги играют дождевые осадки. Атмосферные осадки попадают через нарушенный слой асфальтобетона в дорожную одежду и тем самым вымывают дополнительные слои основания. Из-за проезжающих автомобилей происходит дальнейшее разрушение покрытия, вследствие чего образуются выбоины. Это происходит в тех местах дороги, где не обеспечен отвод поверхностных вод с проезжей части.

Чтобы предотвратить разрушения дорожной одежды производят ряд практических мероприятий эксплуатационного содержания, таких как:

- удаление от дороги талых вод, очищение от снега канав и обочин;
- прокопка в обочинах открытых канавок, в которые просачивается лишняя вода.

Если данные меры не помогают, дорожным организациям предоставлено право ограничивать или прекращать проезд по опасным участкам до полного восстановления поврежденных мест.

Сильное влияние на состояние автомобильной дороги оказывает ветер. Сейчас считается, что вырубка деревьев, растущих в полосе отвода, ведет к повышению безопасности на дороге. Однако нормы проектирования не учитывают, что деревья защищают дорогу от ветра. Под его воздействием дорога подвергается неравномерному осушению, глубокому промерзанию зимой и быстрому неравномерному оттаиванию весной, теряя свои прочностные характеристики. Так, следует учитывать скорости воздушных масс и их направление. Во избежание разрушения дорожных конструкций следует изменить требования к содержанию полосы отвода и учитывать при проектировании розу ветров.

В процессе реконструкции автомобильной дороги должны учитываться особенности влияния природно-климатических условий, территория строительства, дорожно-климатическое районирование. Обеспечение качества строительства автомобильной дороги зависит от соблюдения технологических требований. Невыполнение нормативных требований отрицательно скажется на эксплуатационных качествах земляного полотна и дорожной одежды.

Учету природно-климатических условий именно в процессе реконструкции автомобильной дороги, необходимо уделить особое внимание (Рис.). Если в процессе проектирования и строительства не были учтены важнейшие факторы, то в процессе реконструкции их учету должно быть уделено особое внимание. При реконструкции важно обеспечить правильную реализацию проектных решений в реальной дорожной конструкции. Следовательно, проект организации реконструкции, рассматриваемой автомобильной дороги, обязательно должен учитывать специфику климата района проектирования.

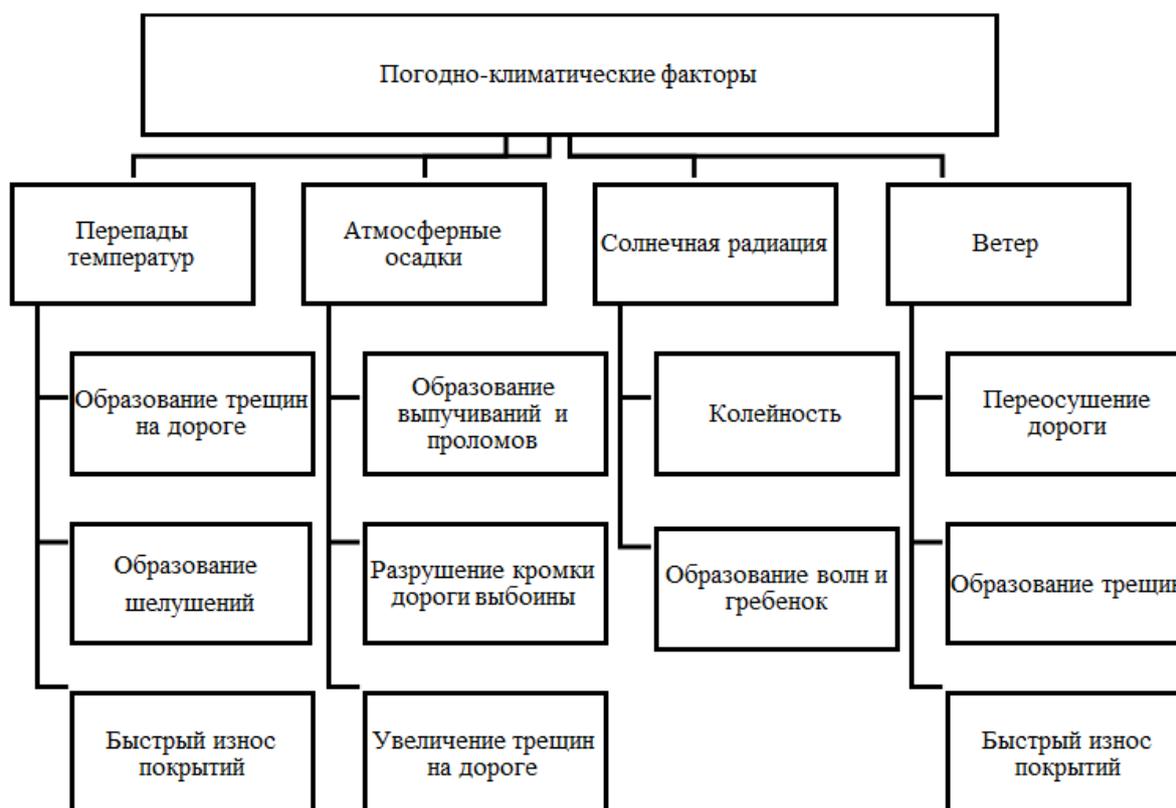


Рис. Схема воздействия на дорожную конструкцию

Рассмотрим, как предотвращают возможные разрушения автомобильных дорог в разных регионах Российской Федерации

1. Краснодарский край. Климат Краснодарского края характеризуется избытком солнечной радиации при умеренном увлажнении. Чтобы противостоять солнечной радиации в Краснодарском крае специально используется новый вид асфальтобетона: битумно-резиновый композиционный вяжущий. Он менее подвержен разным видам деформаций и не позволяет образовываться «колеям».

Последние годы заметно увеличилось количество и масштабы наводнений, усилились берегоразрушительные и оползневые процессы, что послужило причиной создания многочисленных чрезвычайных

ситуаций на объектах дорожного хозяйства. В связи с этим разработана государственная программа «Развитие сети автомобильных дорог Краснодарского края», направленная на поддержание надлежащего технического состояния автомобильных дорог общего пользования местного значения городских округов Краснодарского края [22]. В результате этой программы создаются укрепительные сооружения (закрепление масс горных пород подпорными и анкерными сооружениями), также осуществляется на самых опасных участках дренажи, защита от подмыва и размыва.

2. Республика Башкортостан. Климат достаточно влажный, зима умеренно суровая, лето теплое. В отдельные холодные годы продолжительное время стоят сильные морозы. Для продления срока службы автомобильных дорог в условиях резкого перепада температур используется реагент «Бионорд». Обработка химическим составом вместо песка имеет свои преимущества в борьбе с появлением гололедицы на улицах Уфы, имеет и свои недостатки. Этот реагент был выбран, так как песок создает грязь, уничтожает растения и ведет к появлению пыльных бурь летом. Соль тоже не подошла, потому что «плохо смывается», от нее страдают растения и обувь людей. Реагент легко смывается с поверхностей автомобилей, обуви и элементов благоустройства дорог. В остальное время используется сухая очистка дорог до асфальта.

Также в рамках модернизации магистральной структуры в строительстве новых объектов широко используется щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА) – покрытие с высоким содержанием щебня и стабилизирующих добавок, предназначенных для удержания связующего вещества (битума) от стекания.

Стабилизирующая добавка производится из хризотил-асбеста, который известен уникальными свойствами. Гранулы этого минерала увеличивают толщину битумной пленки, повышая количество битума в смеси. Это спасает дорожное покрытие от расслаивания и повышает его долговечность. Расход материалов на квадратный метр при укладке ЩМА ниже, чем у горячего асфальтобетона.

Применение помогает сохранить долговечность покрытия, и снижает затраты на строительство и ремонт дорог. ЩМА успешно борется с одной из типичных проблем – частыми перепадами температуры с переходом через ноль.

3. Тульская область. Климат Тульской области умеренно континентальный с умеренно холодной зимой с частыми оттепелями и теплым летом. Среднегодовая температура составляет +5 °С, средняя температура самого холодного месяца –10 °С, самого теплого +20 °С. Тип климата Dfb (умеренный (влажный) континентальный климат) распространён в Центральной и Восточной Европе, и северо-востоке США. На территории России к нему также относятся такие крупнейшие

города, как Москва и Санкт-Петербург. В данных условиях умеренного (влажного) континентального климата на состояние дорожных одежд большое влияние оказывает значительная влажность на протяжении всего года. Для предотвращения разрушений необходимо особое внимание к защите и сокращению проникновения влаги к конструкции дорожных одежд и земляное полотно.

Для предотвращения большого негативного влияния повышенной влажности на состояние дорожных одежд необходима дополнительная защита как основания, так и покрытия. В последние годы часто используются новейшие технологии при строительстве и ремонте дорог. Например, в 2019 году при ремонте Тула-Ленинского шоссе верхний слой был устроен с использованием покрытия из щебеночно-мастичного асфальтобетона. Материал повышает эксплуатационные характеристики дороги и уменьшает колеиность. Также за счет более высокой устойчивости ЩМА к деформациям увеличится срок службы покрытия и как следствие межремонтный срок. На Комсомольском шоссе дорожники применяли технологию холодной регенерации, то есть повторного использования материалов при устройстве конструктивных слоев дорожных одежд [24, 25]. Это уменьшит износ дорожного полотна и увеличит срок его службы.

Для улучшения эксплуатационных характеристик дорог применяются геосинтетические материалы. Этот материал может применяться для различных функций, в том числе для дренажа, разделения слоев, гидроизоляции, контроля эрозии и стабилизации поверхностей и ограждения. В данных условиях высокой влажности его применение может значительно повысить долговечность дорожных одежд.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования приведены в Табл.

К погодно-климатическим факторам относятся: атмосферное давление, солнечная радиация, температура и влажность воздуха, осадки (дождь, снегопад, метель, гололед, туман), а также сочетание этих факторов.

Их воздействие создает водно-тепловой режим земляного полотна, то есть изменения в полотне и слоях одежд влажности и температуры. Именно изменение этих характеристик влияет на прочность и долговечность дорог, снижает транспортно-эксплуатационные свойства.

Этим руководствуются, проектируя дорожную одежду и земляное полотно, чтобы в неблагоприятных условиях прочность конструкции была обеспечена.

Таблица. Влияние и предотвращение природных факторов

№ п/п	Природный фактор	Влияние на автомобильную дорогу	Предотвращение факторов
1	Перепад температур	Образуются ледяные прослойки, из-за которых происходит разрушение дорожной одежды	Обеспечение отвода талых вод с поверхности покрытия, обочин и основания насыпи
2	Солнечная радиация	Деформация, выдавливание асфальтобетона	Разработка новых видов дорожных покрытий
3	Дождевые осадки	Разрушение покрытия	Обеспечение поверхностного водоотвода
4	Ветер	Осушение, глубокое промерзание грунта зимой и быстрое оттаивание весной	Уменьшить вырубку деревьев, растущих в полосе отвода

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Территория России включает в себя самые разные климатические зоны. Существенное влияние на состояние дорог и условия движения автомобилей оказывают природно-климатические условия. Важно учитывать все факторы, влияющие на состояние дороги на этапе проектирования. Необходим своевременный контроль выполнения работ на участке строительства. Следовательно, в процессе проектирования автомобильной дороги должны учитываться особенности влияния природно-климатических условий, территория строительства, дорожно-климатическое районирование. Обеспечение качества строительства автомобильной дороги зависит от соблюдения технологических требований. При невыполнении нормативных и технических требований качество и безопасность автомобильной дороги не будет обеспечена. Особое внимание надо уделить учету природно-климатических условий в процессе строительства автомобильной дороги. Важно обеспечить правильную реализацию проектных решений, а проект организации строительства (реконструкции) обязательно должен учитывать специфику климата.

В данной статье изучены и выделены наиболее влияющие на состояние автомобильной дороги факторы, дана характеристика каждого из них, подробно описаны их действия. Были описаны существующие возможные пути предотвращения и снижения воздействия, что в дальнейшем может быть использовано для разработки новых решений. Результаты анализа кратко представлены в Табл. с поясняющими комментариями.

1. В качестве основных факторов, влияющих на состояние автомобильной дороги, выделены: перепады температур, солнечная радиация, дождевые осадки и ветер;

2. Каждый из факторов разрушительно влияет на качество и безопасность автомобильной дороги и требует учета при разработке проекта и на всех этапах жизненного цикла автомобильной дороги;

3. Для уменьшения их воздействия необходимо по возможности ограничивать взаимодействие составляющих дороги с данными факторами с помощью приведенных выше методов, которые могут отличаться в зависимости от расположения, бюджета, местной доступности и др.

Большая часть автомобильных дорог Российской Федерации спроектирована и построена в 50–70-х годах прошлого века по ВСН и СНиП ныне не существующих. В этой связи при реконструкции существующих дорог и строительстве новых следует руководствоваться актуальными на данный момент ОДМ (отраслевыми дорожными нормами) и СП (свод правил). Для проектирования основных элементов автомобильных дорог с 10 августа 2021 года начал действовать СП 34.13330 – 2021 «Автомобильные дороги», для проектирования дорожных одежд с 1 июня 2019 года введены в действие новые документы (ГОСТ Р 58401.1 – 2019 «Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Система объемно-функционального проектирования», ГОСТ Р 58401.2–2019 «Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон щебеночно-мастичный. Система объемно-функционального проектирования»), указанные руководящие документы учитывают воздействие неблагоприятных факторов, в том числе и природно-климатических на конструкцию земляного полотна и дорожной одежды автомобильных дорог. Следовательно, в процессе проектирования и при строительстве дорог необходимо неукоснительно руководствоваться требованиями современных документов.

Настоящая статья дает предпосылки для дальнейшего, более углубленного изучения темы, разработки конкретных предложений по учету воздействия природно-климатических условий на работу конструктивных слоев дорожной одежды и земляного полотна в целях повышения безопасности и качества автомобильных дорог.

Авторы заявляют, что:

1. У них нет конфликта интересов;
2. Настоящая статья не содержит каких-либо исследований с участием людей в качестве объектов исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / References

1. Шуваев А.Н., Панова М.В. Надежность и долговечность автомобильных дорог в сложных природных условиях // Актуальные вопросы проектирования

- автомобильных дорог. Сборник научных трудов ОАО Гипродорнии. – 2013. – № 4(63). – С. 14–19. [Shuvaev AN, Panova MV. Reliability and durability of roads in difficult environmental conditions. *Actual issues of road design. Collection of scientific papers of JSC Giprodorniya* 2013;4(63):14-19 (In Russ.)]. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21074518&ysclid=lb5iwq4mev696025073> Ссылка доступна на: 02.12.2022.
2. Пегин П.А., Корчагин В.А. Влияние кратковременных природных факторов на пропускную способность // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2011. – № 7. – С. 37–39. [Pegin PA, Korchagin VA. Increasing of road capacity under the influence of a short-term natural factor. *Transport: science, technology, management. Scientific Information Collection* 2011;(7):37-39 (In Russ.)]. Ссылка активна на: 02.12.2022. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17678281>
 3. Ярмолинский А.И., Светенок А.И., Герасимова Е.О. Особенности учета природно-климатических условий при реконструкции автомобильной дороги (на примере автомобильной дороги «Раздольное-Хасан» км 49 – км 60) // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. – 2017. – № 1. – С. 148–150. [Yarmolinsky AI, Svetenok AI, Gerasimova EO. The peculiarities of registratio naturally climatic conditions during the reconstruction of an automobile road (on the exanple of the automobile road "Razdolnoye - Khasan km 49-km 60". *The Far East: problems of architectural and construction complex* 2017;(1):148-150 (In Russ.)]. Ссылка доступна на: 02.12.2022. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30770809&ysclid=lb5jq5byf0218859819>
 4. Привалова Н.М., Мамошин Е.Ю., Паньков В.А. Влияние природных факторов на состояние автомобильных дорог Краснодарского края. // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 6 – С. 87–88. [Privalova NM, Mamoshin EY, Pankov VA. Influence of natural factors on the condition of roads in Krasnodar region. *Fundamental Researches* 2008;(6):87-88 (In Russ.)]. Доступно по: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=3242&ysclid=lb5jvqrqnt768476577> Ссылка доступна на: 02.12.2022.
 5. Апталаев М.Н., Жалко М.Е. Влияние водно-теплового режима основания автомобильной дороги на состояние дорожной одежды // Транспортные сооружения. – 2016. – № 4. – С. 45–46. [Aptalaev MN, Zhalko ME. Effect of the water-and-thermal regime of the auto-road base on the pavement state. *Transport engineering* 2016;(4): 45-46 (In Russ.)]. doi: 10.15862/02TS416
 6. Осипова Т.В. Параметры оценки технического состояния автомобильной дороги. // Вестник научных конференций. – 2017. – № 4–5(20). – С. 122–124 [Osipova TV. Parametry ocenki tekhnicheskogo sostoyaniya avtomobil'noj dorogi. *Vestnik nauchnyh konferencij*. 2017;4,5(20):122-124 (In Russ.)]. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29331046&ysclid=lb5kpp1bwn881817297> Ссылка доступна на: 02.12.2022.
 7. Леонович И.И., Новгородский Я.Я., Буртыль Ю.В. Транспортно-эксплуатационное состояние сети республиканских автомобильных дорог и основные направления повышения их качества // Вестник Белорусского национального технического университета. – 2008. – № 6. – С. 56–63. [Leonovich II, Novgorodsky YaYa, Burtyl YV. Transportno-ekspluatacionnoe sostoyanie seti respublikanskih avtomobil'nyh dorog i osnovnye napravleniya povysheniya ih kachestva. *Vestnik Belorusskogo nacional'nogo tekhnicheskogo universiteta*. 2008;(6):56-63 (In Russ.)]. Ссылка доступна на: 02.12.2022. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25911331&ysclid=lb5kxgps16815639427>

8. Осипова Т.В., Сорокин М.М., Осипов Д.Е. Критерии оценки технического состояния автомобильных дорог // Техническое регулирование в транспортном строительстве. – 2018. – № 1(27). – С. 28–30 [Osipova TV, Sorokin MM, Osipov DE. Kriterii ocenki tekhnicheskogo sostoyaniya avtomobil'nyh dorog. *Tekhnicheskoe regulirovanie v transportnom stroitel'stve*. 2018;1(27):28-30 (In Russ.)]. Доступно по: <http://trts.esrae.ru/47-341> Ссылка доступна на: 02.12.2022.
9. Мевлидинов З.А., Тулянкина Н.А., Хуторцов П.С., Володько А.П. Влияние изменения климата на состояние дорожного покрытия на автомобильных дорогах в Брянской области // Инновации в строительстве. – 2017. – № 1. – С. 227–231. [Mevlidinov ZA, Tulyankina NA, Khutortsov PS, Volodko AP. Vliyanie izmeneniya klimata na sostoyanie dorozhnogo pokrytiya na avtomobil'nyh dorogah v Bryanskoj oblasti. *Innovacii v stroitel'stve* 2017;(1):227-231 (In Russ.)]. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32688666&ysclid=lb51a9vv8z969763187> Ссылка доступна на: 02.12.2022.
10. Бодосова Т.С., Свиридов В.Л. Влияние сложных инженерно-геологических условий на эксплуатационное состояние автомобильных дорог Алтайского края. // Труды кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия». – 2011. – С. 21–29. [Bodosova TS, Sviridov VL. Vliyanie slozhnyh inzhenerno-geologicheskikh uslovij na ekspluatacionnoe sostoyanie avtomobil'nyh dorog Altajskogo kraja. *Trudy kafedry "Osnovaniya, fundamenty, inzhenernaya geologiya i geodeziya"*; 2011. p. 21-29. (In Russ.)]. Ссылка доступна на: 02.12.2022. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35013059&pff=1>
11. Солодская М.Г. Определение наиболее значимых факторов при анализе эксплуатационного состояния автомобильных дорог // Наука и техника. – 2017. – № 6. – С. 493–497 [Solodkaya MG. Determination of most significant factors for analysis of highway operating conditions. *Science & Technique*. 2017;(6):493-497. (In Russ.)]. doi: 10.21122/2227-1031-2017-16-6-493-497
12. Хомяк Я.В., Скорченко В.Ф. Автомобильные дороги и окружающая среда. Киев: Вища школа, 1983. – 160 с. [Khomyak YV, Skorchenko VF. *Avtomobil'nye dorogi i okruzhayushchaya sreda*. Kiev: Vishcha shkola; 1983. 160 p. (In Russ.)]. Доступно по: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001152800?ysclid=lb51was45b641791362> Ссылка доступна на: 02.12.2022.
13. Хотунцев Ю.Л. Экология и экологическая безопасность. – М.: Академия, 2004. – 480 с. [Hotuntsev YL. *Ekologiya i ekologicheskaya bezopasnost'*. Moscow: Akademiya; 2004. 480 p. (In Russ.)]. Ссылка доступна на: 02.12.2022. Доступно по: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_002494884/?ysclid=lb51yceurk866513531
14. Типовые решения по восстановлению несущей способности земляного полотна и обеспечению прочности и морозоустойчивости дорожной одежды на пучинистых участках автомобильных дорог: утв. Росавтодором 14.06.2000. - ГП Росдорнии, 2000 [Tipovye resheniya po vosstanovleniyu nesushchej sposobnosti zemlyanogo polotna i obespecheniyu prochnosti i morozoustojchivosti dorozhnoj odezhdy na puchinistykh uchastkah avtomobil'nyh dorog: utv. Rosavtodorom 14.06.2000. - GP Rosdornii, 2000. (In Russ.)]. Дата обращения: 02.12.2022. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200026349?ysclid=lb6bwp2ye491309920>
15. Алексеев С.В., Титова Л.А. Возможные способы ликвидации расслоения асфальтобетонной смеси. В сборнике: Актуальные проблемы транспортного обеспечения военной безопасности государства. Сборник материалов межвузовской научно-практической конференции. – 2019. – С. 224–228. [Alekseev SV, Titova LA. Vozmozhnye sposoby likvidacii rassloeniya asfal'tobetonnoj smesi. V sbornike: Aktual'nye problemy transportnogo obespecheniya voennoj

- bezopasnosti gosudarstva. Sbornik materialov mezhvuzovskoj nauchno-prakticheskoy konferencii; 2019. pp. 224-228 (In Russ.).
16. Бургонутдинов А.М., Юшков Б.С., Бурмистрова О.Н., Воронина М.А. Причины образования деформаций и разрушений на покрытии автомобильных дорог // Известия Коми НЦ УрО РАН. – 2014. – № 1(17). – С. 89–93. [Burgonutdinov AM, Yushkov BS, Burmistrova ON, Voronina MA. Reasons for formation of deformations and destructions on the covering of highways. *Izvestiya Komi NC UrO RAN* 2014;1(17):89-93 (In Russ.)]. Ссылка доступна на: 02.12.2022. Доступно по: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21444722&ysclid=lb6fest1pp536735720>
 17. Ванчугова В.А., Обуздина М.В. Оценка воздействия на окружающую среду при капитальном ремонте автомобильной дороги // Транспортная инфраструктура сибирского региона. – 2016. – № 1. – С.155–185. [Vanchugova VA, Obuzdina MV. Osenka vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu pri kapital'nom remonte avtomobil'noj dorogi. *Transportnaya infrastruktura sibirskogo regiona*. 2016;(1):155-185 (In Russ.)]. Ссылка доступна на: 02.12.2022. Доступно по: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26416227>
 18. Морозное пучение. [Moroznoe puchenie. [Internet]. (In Russ.)]. Ссылка активна на 20.12.2019. Доступно по: <http://www.mining-enc.ru/m/moroznoe-puchenie>
 19. Пискун А.С., Ганец Г.В., Аверченко Г.А. Методы натурного обследования железобетонного моста на примере моста через реку Косопаха. Вестник МГСУ. – 2020. – Т. 15. – № 7. – С. 957–967. [Piskun AS, Ganets GV, Averchenko GA. Methods of on-site inspection of a reinforced concrete bridge exemplified by the bridge over the river Kosopasha. *Vestnik MGSU [Monthly Journal on Construction and Architecture]*. 2020; 15(7):957-967 (In Russ.)]. doi: 10.22227/1997-0935.2020.7.957-967
 20. Исмаилов А.М. Оптимизационно-квалиметрическая модель процесса проектирования асфальтобетонных смесей требуемого качества // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – № 11–2. – С.270–279. [Ismailov AM. Optimization-qualimetric model of the process of designing asphalt-concrete mixes of required quality. *Modern high technologies* 2019;11-2:270-279 (In Russ.)]. Доступно по: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41594367&ysclid=lb6g6igxdg637682245> Ссылка активна на: 02.12.2022.
 21. Государственная программа Краснодарского края «Развитие сети автомобильных дорог Краснодарского края» [Gosudarstvennaya programma Krasnodarskogo kraja "Razvitie seti avtomobil'nyh dorog Krasnodarskogo kraja". [Internet]. (In Russ.)]. Ссылка активна на 20.02.2020. Доступно по: <http://docs.cntd.ru/document/430643121>
 22. Кириллов Ф.А. Особенности регулирования водного режима земляного полотна и оснований дорожных одежд // Технологии, машины и производство лесного комплекса: материалы международной научно-практической конференции / ВГЛТА. – Воронеж, 2004. – ч. II. – С. 52–56. [Kirillov FA. Features of regulation of the water regime of the road bed and bases of pavements. *Technologies, machines and production of the forest complex: materials of the international scientific practical conference*. VGLTA, Voronezh; 2004. 2004;P:52-56. (In Russ.)].
 23. Юстикова Л.Н., Симонова А.С., Трепалин В.А., Чумаков П.В. Применение современных способов регенерации дорожных покрытий. В сборнике: инновации и долговечность объектов транспортной инфраструктуры (материалы, конструкции, технологии). Материалы II Всероссийской научно-практической конференции / под редакцией М.П. Клековкиной. 2020. – С. 96–99. [Yustikova LN, Simonova AS, Trepalin VA, Chumakov PV. Application of road pavement regeneration methods. *V sbornike: innovacii i dolgovechnost' ob'ektov transportnoj infrastruktury*

(*materialy, konstrukcii, tekhnologii*). *Materialy II Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. М.Р. Klekovkina, edd. 2020. pp. 96-99. (In Russ.)]. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?ysclid=lb6qhi9ssq229747936&id=42909892&pff=1>
Ссылка доступна на: 02.12.2022.

24. Чернова Н.А., Бирюков О.Р., Ермошин Н.А. Влияние стабилизирующих добавок из целлюлозы на свойства щебеночно-мастичного асфальта. В сборнике: Неделя науки ИСИ. Материалы всероссийской конференции в 3-х частях. Инженерно-строительный институт Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. – Санкт-Петербург, 2021. – С. 255–257. [Chernova NA, Biryukov OR, Ermoshin NA. Vliyanie stabiliziruyushchih dobavok iz cellyulozy na svojstva shchebenochno-mastichnogo asfal'ta. V sbornike: Nedelya nauki ISI. Materialy vserossijskoj konferencii v 3-h chastyah. Inzhenerno-stroitel'nyj institut Sankt-Peterburgskogo politekhnicheskogo universiteta Petra Velikogo. St. Peterburg; 2021. pp. 255-257. (In Russ.)]. Ссылка доступна на: 02.12.2022. Доступно по: <https://www.elibrary.ru/item.asp?ysclid=lb6qob6bic120377627&id=46294834>

Сведения об авторах:

Алексеев Сергей Викторович, доцент, Инженерно-строительный институт,
eLibrary SPIN: 6013-0312; ORCID: 0000-0001-8632-3852;
E-mail: sergeyaleks1966@gmail.com

Симонов Дмитрий Леонидович, доцент, Инженерно-строительный институт,
eLibrary SPIN: 8900-7131; ORCID: 0000-0002-4912-3736;
E-mail: smn8366@yandex.ru

Катикова Арина Сергеевна, студент, Инженерно-строительный институт;
ORCID: 0000-0002-0091-1790; ResearcherID: GQR-0855-2022;
E-mail: arina.katikova@gmail.com

Information about the authors:

Sergey V. Alekseev, associate professor, Institute of Civil Engineering;
eLibrary SPIN: 6013-0312; ORCID: 0000-0001-8632-3852;
E-mail: sergeyaleks1966@gmail.com

Dmitry L. Simonov, associate professor, Institute of Civil Engineering;
eLibrary SPIN: 8900-7131; ORCID: 0000-0002-4912-3736;
E-mail: smn8366@yandex.ru

Arina S. Katikova, student, Institute of Civil Engineering;
ORCID: 0000-0002-0091-1790; Researcher ID: GQR-0855-2022;
E-mail: arina.katikova@gmail.com

Цитировать:

Алексеев С.В., Симонов Д.Л., Катикова А.С. Воздействие природных факторов на состояние дорог в различных регионах России // Инновационные транспортные системы и технологии. – 2022. – Т. 8. – № 4. – С. 14–30. doi: 10.17816/transsyst20228414-30

To cite this article:

Alekseev SV, Simonov DL, Katikova AS. The impact of natural factors on the condition of roads in various regions of Russia. *Modern Transportation Systems and Technologies*. 2022;8(4):14-30. doi: 10.17816/transsyst20228414-30