

Научная статья
УДК 625.731.3

ВЛИЯНИЕ МОРОЗНОГО ПУЧЕНИЯ НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Виктория Васильевна Бизина¹, Марина Викторовна Савсюк²

^{1, 2} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ Viktoria_lutik@mail.ru

² savsyukmv@m.usfeu.ru

Аннотация. Состояние автомобильных дорог является очень важным фактором экономического развития регионов и страны в целом. В статье рассматривается одна из наиболее острых проблем дорожного хозяйства в России – деформации дорожного полотна, вызванные морозным пучением грунтов.

Ключевые слова: морозное пучение, автомобильные дороги, глубина промерзания, капиллярность, дорожная одежда

Для цитирования: Бизина В. В., Савсюк М. В. Влияние морозного пучения на эксплуатацию автомобильных дорог // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 856–859.

Original article

INFLUENCE OF FROST HEAVING ON HIGHWAYS OPERATION

Viktoriya V. Bizina¹, Marina V. Savsyuk²

^{1, 2} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ Viktoria_lutik@mail.ru

² savsyukmv@m.usfeu.ru

Abstract. The condition of highways is a very important factor in the economic development of regions and the country as a whole. The article discusses one of the most pressing problems in the road sector in Russia: the deformation of road surfaces caused by frost heaving of soils.

Keywords: frost heaving, highways, freezing depth, capillarity, road clothes

For citation: Bizina V. V., Savsyuk M. V. (2026) Vliyanie moroznogo pucheniya na e`kspluataciyu avtomobil`ny`x dorog [Influence of frost heaving on highways operation]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026.P. 856–859. (In Russ).

Автомобильные дороги считаются показателем качества развития страны. Исследования показывают, что регионы, в которых лучше развита транспортная сеть, имеют финансовую стабильность, так как дороги выступают ключевым фактором в эффективной логистике грузов, сообщении между населенными пунктами, туристическом бизнесе и во многом другом. В связи с этим, надлежащее содержание автомобильных дорог – это залог финансового благополучия страны [1].

В процессе эксплуатации автомобильных дорог в земляном полотне и дорожной одежде возникают деформации. Их постепенное накопление приводит к разрушениям. Причем при деформации земляного полотна «страдает» и дорожная одежда. К причинам возникновения таких дефектов относят различные факторы, например, природно-климатические условия, воздействие автомобильных нагрузок, физико-механические характеристики элементов дороги и т. п.

В связи с широким распространением пучинистых грунтов на территории Российской Федерации, одной из наиболее типичных деформаций земляного полотна является образование пучин. Их формирование происходит в связи с интенсивным накоплением влаги и промерзанием верхних слоев насыпи.

Процесс морозного пучения, вследствие кристаллизации воды в грунте, приводит к неравномерным деформациям в дорожной конструкции дороги. Это, в свою очередь, инициирует образование локальных пучинистых бугров (рис. 1) и сетки трещин асфальтобетонного покрытия (рис. 2).



Рис. 1. Разрушенные бугры пучины



Рис. 2. Сетка трещин асфальтобетонного покрытия

Образование морозного пучения происходит при одновременном наличии трех условий:

- активный процесс криогенного влагонакопления, в ходе которого достигается предельная влажность грунта в верхних слоях земляного полотна, соответствующая значению

$$W_{\max} \geq 0,75 W_T,$$

где W_T – влажность грунта на границе текучести;

- глубина промерзания грунта под конструкцией дорожной одежды не менее $h_{\text{пр}} \geq 0,5$ м;

- присутствие в дорожной одежде грунтов, склонных к пучению (мелкие пылеватые пески и супеси, пылеватые суглинки) [2].

Для избежания разрушения дорожной одежды при первых признаках образования пучин необходимо выполнение мероприятий:

- заранее реализовать комплекс мер для организации отвода талых вод от дорожного полотна, а также обеспечить регулярную отчистку водоотводных канав и обочин от снежных масс;

- на деформированном пучинами участке трассы необходимо исключить нагрузку от механического воздействия колес. Для этого на покрытии следует заблаговременно смонтировать подготовленные деревянные настилы или хворостяные маты, предварительно уложив под ними выравнивающую подушку из песка или шлака. Такая конструкция замедляет оттаивание грунта и распределяет точечную нагрузку на большую площадь;

- для отвода воды, накопившейся под дорожной одеждой в придорожной зоне, через каждые 2–5 м выполняются малые воронки или канавки, через которые осуществляется ее фильтрация.

Для борьбы с морозным пучением грунтов в дорожном строительстве применяют следующий комплекс мер, который условно подразделяется на группы:

- 1) стабилизация и улучшение свойств грунта:

- улучшение характеристик грунтов путем их стабилизации и укрепления;

- замена пучинистых грунтов;

- 2) регулирование влажности грунтов земляного полотна:

- создание дренажной системы;

- комплекс работ по организации поверхностного стока и гидроизоляции обочин;

- повышение проектной отметки насыпи;

- устройство противокapиллярных слоев в основании насыпи;

- 3) комплекс мер по термостабилизации земляного полотна:

- включение теплоизоляционных элементов в конструктивные слои дорожного покрытия или верхней части насыпи;

- химическая мелиорация грунтов введением солевых реагентов для понижения точки замерзания грунтовых вод;
- устройство морозозащитных слоев [3].

Морозное пучение представляет собой широко распространенный геотехнический процесс в регионах с сезонным промерзанием грунтов. Отсутствие мер по его снижению на этапах проектирования и строительства дорожных конструкций ведет к деформациям конструктивных слоев, снижению несущей способности и разрушению дорожного покрытия автомобильных дорог.

Список источников

1. Черепанов Б. М., Коротких С. Г. Влияние сил морозного пучения на эксплуатацию автомобильных дорог // Ползуновский вестник. 2007. № 1–2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sil-moroznogo-pucheniya-na-ekspluatatsiyu-avtomobilnyh-dorog> (дата обращения: 02.03.2026).
2. Васильев А. П. Эксплуатация автомобильных дорог: в 2 т. Т. 1. Изд. 3-е, стер. М. : Издательский центр «Академия», 2013. 320 с.
3. Ерохин А. В. Причины пучинообразования на автомобильных дорогах // Молодой ученый. 2021. № 1 (343). С. 18–20. URL: <https://moluch.ru/archive/343/77229> (дата обращения: 30.11.2025).