

ВЛИЯНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ХАРАКТЕР ПРОМЕРЗАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Гаврилов Т.А.

Ключевые слова: промерзание, автомобильная дорога, снежный покров, капиллярная миграция влаги, термическое сопротивление.

Аннотация. Статья посвящена проблеме морозного пучения массивов грунта в условиях естественного залегания. В рамках представленного исследования рассмотрен вопрос влияния снежного покрова на характер промерзания автомобильной дороги и процесс капиллярной миграции влаги. Посредством компьютерного моделирования получены графики распределения температуры по поперечному сечению автомобильной дороги. Анализ полученных результатов показал, что термическое сопротивление снежного покрова над обочинами выше, чем над проезжей частью. В связи с чем, создается перепад температуры под обочинами и проезжей частью, который ведет к изменению процесса капиллярной миграции влаги и переувлажнению грунта под проезжей частью.

THE INFLUENCE OF SNOW COVER ON THE NATURE OF ROAD FREEZING

Gavrilov T.A.

Keywords: freezing, road, snow cover, capillary migration of moisture, thermal resistance.

Abstract. The article is devoted to the problem of frost heaving of soil massifs in conditions of natural occurrence. Within the framework of the presented study, the question of the influence of snow cover on the nature of freezing of the highway and the process of capillary migration of moisture is considered. By means of computer modeling, graphs of the temperature distribution over the cross-section of the highway are obtained. The analysis of the obtained results showed that the thermal resistance of the snow cover over the roadsides is higher than over the roadway. In this connection, a temperature drop is created under the roadsides and the roadway, which leads to a change in the process of capillary migration of moisture and waterlogging of the soil under the roadway.

Основаниями насыпей автомобильных дорог являются массивы грунта в условиях естественного залегания, располагающиеся ниже насыпного слоя. На территории Российской Федерации повсеместно распространены песчаные и глинистые грунты, для которых характерно явление морозного пучения, заключающегося в увеличении объема грунта при переходе его из талого состояния в мерзлое, вследствие образования льда, и появление различных видов деформации под действием циклов замораживания и оттаивания [1]. Возникновение деформаций ведет к снижению качества и разрушению автомобильных дорог, что является существенной проблемой, требующей решения.

Величина деформации грунта при морозном пучении зависит от комплекса многочисленных факторов – степени его влажности перед замерзанием, уровня грунтовых вод, количества и размера пылеватых частиц в составе грунта и др. Одним из наиболее важных факторов является величина капиллярной миграции влаги. Известно, что в процессе промерзания грунта происходит капиллярная миграция влаги из нижних слоев грунта (т.е. области неотрицательных температур) в верхние (область отрицательных

температур) и ее накопление в них в виде льда [2-4]. Интенсивность процесса капиллярной миграции влаги зависит от характера промерзания грунта, который в свою очередь зависит от термического сопротивления слоев дорожной одежды и снежного покрова [5]. В настоящее время, вопрос влияния снежного покрова остается недостаточно изученным. В связи с чем, целью настоящей работы является изучение влияния снежного покрова на характер промерзания автомобильной дороги.

Для достижения поставленной цели был использован метод компьютерного моделирования. Моделирование выполнено на примере почвенно-климатических условий Архангельской области для октября, ноября и декабря (т.к. в этот период времени процесс промерзания и миграция капиллярной влаги протекают наиболее интенсивно). Рассмотрена конструкция автомобильной дороги, состоящая из обочин и следующих слоев дорожной одежды (по направлению сверху вниз) (рис. 1): для октября – гравий, супесь талая, суглинок талый; для ноября – снег на обочине (толщина 0,11м), уплотненный снег на проезжей части (толщина 0,0275м), гравий, супесь мерзлая, суглинок талый; для декабря – снег на обочине (толщина 0,24м), уплотненный снег на проезжей части (толщина 0,06м), гравий, супесь мерзлая, суглинок мерзлый. Для октября расчетная температура на дневной поверхности дороги составляет минус 1,00°C, на глубине 1,6м плюс 7,00°C; для ноября: на дневной поверхности дороги минус 7,70°C, на глубине 1,6м плюс 6,10°C; для декабря: на дневной поверхности дороги минус 13,40°C, на глубине 1,6м плюс 4,90°C.

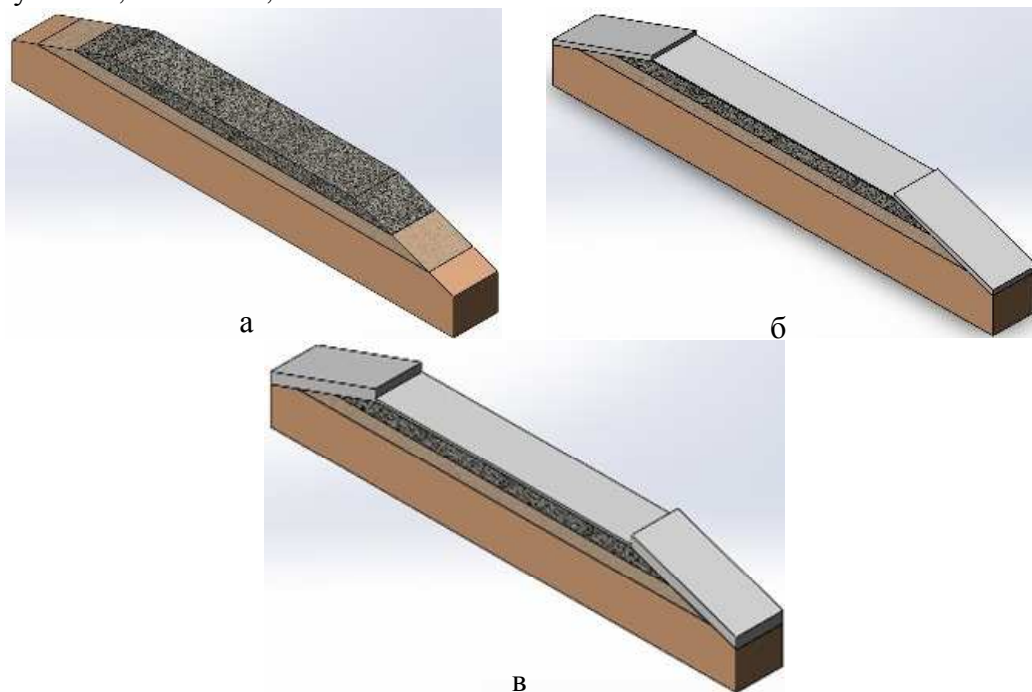


Рис. 1. Поперечное сечение автомобильной дороги
(а – октябрь, б – ноябрь, в – декабрь)

По результатам компьютерного моделирования получены графики распределения температуры по поперечному сечению автомобильной дороги (рис. 2).

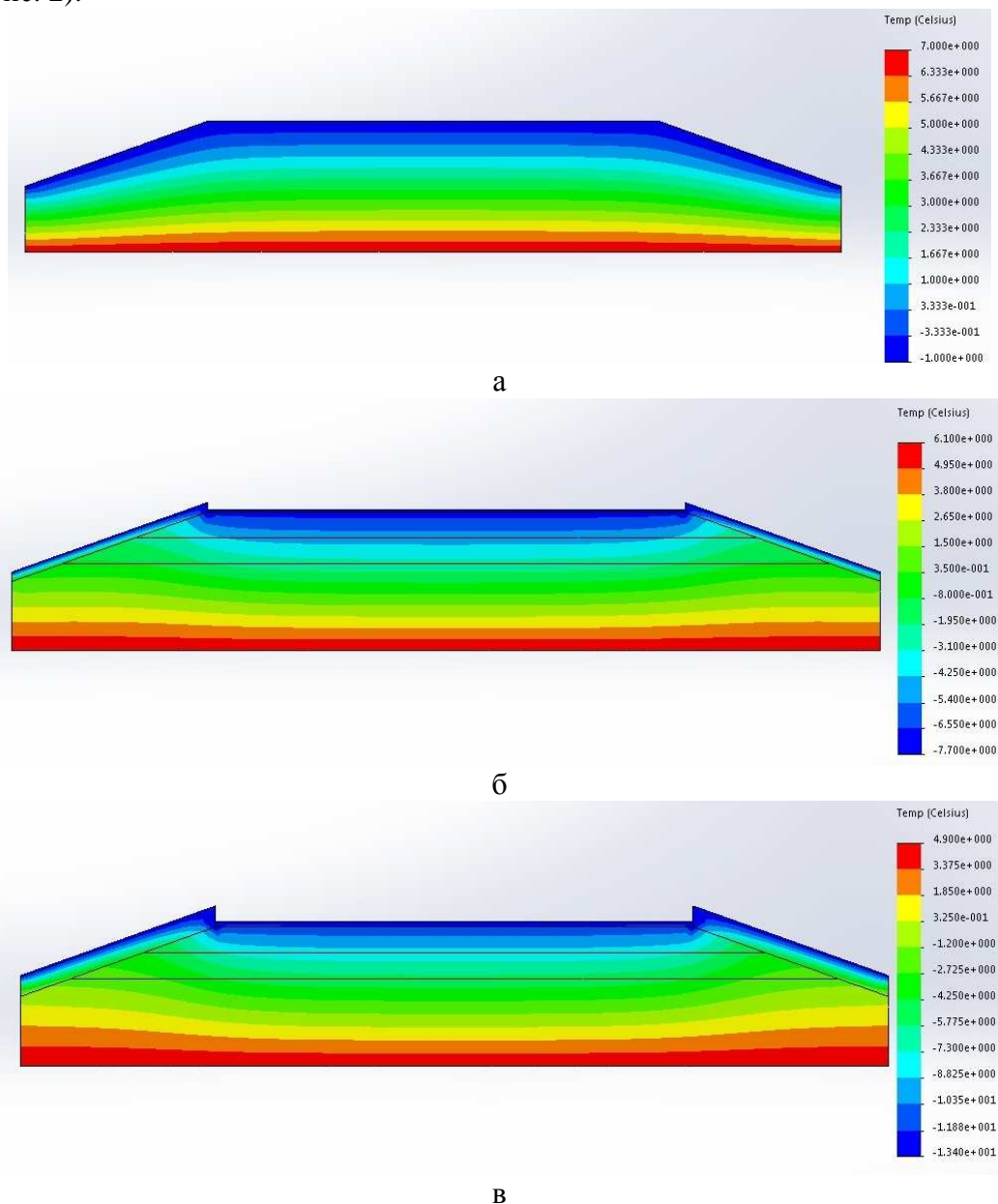


Рис. 2. Графики распределения температуры по поперечному сечению автомобильной дороги (а – октябрь, б – ноябрь, в – декабрь)

Анализ результатов моделирования показал, что с увеличением величины снежного покрова происходит существенное изменение распределения температуры в конструкции автомобильной дороги. Так, в октябре снежный покров отсутствует, и распределение температуры под

проезжей частью и обочинами в горизонтальном направлении – гомогенное, а в вертикальном – монотонно понижающееся. В ноябре появляется снежный покров, и распределение температуры под проезжей частью и обочинами меняет свой характер. В горизонтальном и вертикальном направлениях наблюдается более резкое понижение температуры под проезжей частью, чем под обочинами. В декабре снежный покров увеличивается, и распределение температуры под проезжей частью и обочинами также изменяется. В горизонтальном и вертикальном направлениях наблюдается еще более резкое понижение температуры под проезжей частью, чем под обочинами. Очевидно, что такой характер изменения распределения температуры под проезжей частью и обочинами связан с изменением снежного покрова. Так как толщина снежного покрова над обочинами больше и снег менее уплотнен, чем над проезжей частью, то термическое сопротивление снежного покрова выше над обочинами. При появлении и дальнейшем увеличении снежного покрова создается перепад температуры под обочинами и проезжей частью, который ведет к изменению процесса капиллярной миграции влаги. Влага перемещается в горизонтальном направлении из области с неотрицательной температурой в область с отрицательной температурой, т.е. от обочин к проезжей части дороги. Как результат, влага накапливается под проезжей частью, что в свою очередь ведет к увеличению деформаций и сил морозного пучения и разрушению автомобильной дороги.

Список литературы

1. Ратькова Е.И., Сюнёв В.С., Катаров В.К. Воздействие циклов «замораживание – оттаивание» на деформационные свойства лесных почво-грунтов Карелии // *Resources and Technology*. 2013. № 10 (1). С. 73-89.
2. Гаврилов Т.А., Станкевич Т.Б., Анпилогова О.А., Ратькова Е.И. Моделирование процесса капиллярной миграции влаги в конструкции лесной дороги // *Journal of Advanced Research in Technical Science*. 2019. №16. С. 56-58.
3. Фельдман Г.М. Передвижение влаги в талых и промерзающих грунтах. Новосибирск: Наука, 1988. 258 с.
4. Кудрявцев С.А., Кажарский А.В. Численное моделирование процесса миграции влаги в зависимости от скорости промерзания грунтов // *Инженерно-строительный журнал*. 2012. № 4 (30). С. 33-38.
5. Осокин Н.И., Сосновский А.В., Накалов П.Р., Ненашев С.В. Термическое сопротивление снежного покрова и его влияние на промерзание грунта // *Лёд и Снег*. 2013. № 1 (121). С. 93-103.

References

1. Ratjkova E.I., Syunev V.S., Katarov V.K. Deformation Properties of Forest Soils in Karelia Affected by "Freeze-Defrost" Cycles // *Resources and Technology*. 2013. No 10 (1). P. 73-89.

2. Gavrilov T.A., Stankevich T.B., Anpilogova O.A., Ratkova E.I. Modeling of the process of capillary migration of moisture in the forest road construction // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2019. No 16. P. 56-58.
3. Feldman G.M. Moisture movement in thawed and freezing soils. Novosibirsk: Science, 1988. 258 p.
4. Kudryavtsev S.A., Kazharskiy A.V. Numerical simulation of moisture migration depending on the rate of soil freezing // Journal of Civil Engineering. 2012. No 4 (30). P. 33-38.
5. Osokin N.I., Sosnovsky A.V., Nakalov P.R., Nenashev S.V. Thermal resistance of snow cover and its effect on soil freezing // Ice and Snow. 2013. No 1 (121). P. 93-103.

Гаврилов Тиммо Александрович – кандидат технических наук, доцент, Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, Россия, gavrilovta@yandex.ru	Gavrilov Timmo Alexandrovich – candidate of engineering sciences, associate professor, Petrozavodsk state University, Petrozavodsk, Russia, gavrilovta@yandex.ru
--	---

Received 06.08.2021