

УДК 656.13

*Клыков Александр Владиславович,*

*Студент ИИЭСМ*

*ФГБОУ ВО Московский государственный строительный университет,*

*Россия, г. Москва*

*Никифоренко Александр Александрович,*

*Студент ИИЭСМ*

*ФГБОУ ВО Московский государственный строительный университет*

*Россия, г. Москва*

**ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ  
ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В СЛОЖНЫХ  
ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

***Аннотация:** Работоспособность транспортных средств в североевропейской части России зависит от сложных природно-климатических условий. Это означает глубокое промерзание и высокий уровень грунтовых вод. Оба этих фактора существенно влияют на степень промерзания грунтов в земляном полотне. Анализ водно-теплового режима грунта позволяет выявить его характеристику, скорректировать начальные и граничные условия при выполнении теоретических задач, основанных на законах термодинамики, для описания процесса миграции тепла и влаги в дорожном полотне.*

***Ключевые слова:** эффективность транспорта, эксплуатация дорог, промерзание грунта, дорожное покрытие, термодинамика, грунтовые воды.*

***Annotation.** Working capacity of traffic facilities in the northern European part of Russia depends on difficult natural climatic conditions. It means deep frost penetration and high ground-water level. Both two factors considerably impact on the amount of frost boil of soils in the roadbed. Because of the analysis of a water-and-thermal regime of soil it is possible to detect it's characteristic, to adjust initial and boundary conditions in the performance of theoretical tasks based on laws of*

*thermodynamics for description of migration process of heat and damp in the road bed.*

**Keywords:** *transport efficiency, road maintenance, soil freezing, pavement, thermodynamics, groundwater.*

Эффективность автомобильного транспорта и социально-экономического развития региона существенно зависит от технического состояния всей дорожной сети Архангельской области. Основным магистральным маршрутом через регион, соединяющим Москву с Северным портом Архангельск и осуществляющим важные коммерческие перевозки, является федеральная автомобильная дорога М8 “Холмогоры”. Общая протяженность до границы Вологодской области составляет 533 км. Среднегодовой ежедневный трафик на разных участках колеблется от 700 до 6000 автомобилей в час.

Опыт эксплуатации дорог в условиях российского Севера показывает, что, несмотря на соблюдение всех нормативных технических условий и других нормативных документов при проектировании и строительстве дорог, тротуары преждевременно разрушаются. Протяженность дорог общего пользования, находящихся в плохом состоянии, ежегодно превышает 20%.

В значительной степени это объясняется сложными климатическими и гидрогеологическими условиями региона. Значительная протяженность региона с севера на юг означает, что климат меняется. Средняя температура воздуха в юго - западных районах выше, чем в северо-восточных. Относительная влажность воздуха 70...90%. По показателю влагообеспеченности Архангельская область относится к влажной зоне: общее количество осадков в год превышает испарение более чем на 100 мм.

В этих условиях инфильтрация осадков обеспечивает накопление и хранение грунтовых вод, образующих болота на равнинной местности и, как правило, с высоким уровнем грунтовых вод. Грунтовые воды являются основным источником влаги грунтовых и подстилающих грунтов. Основными

подстилающими почвами являются моренные суглинки, покрытые супесью, песком и легкими суглинками толщиной от 0,25 до 1,5 м. С такими почвенными профилями приводит к тому, что не только грунты дорожного грунта, но и нижние слои подвержены сезонному замерзанию, что влияет на величину морозного пучения. Залежи озерного ила во многих районах имеют низкую проницаемость, что способствует высокому уровню грунтовых вод.

Наиболее типичные участки дороги снабжены специальным радиометрическим оборудованием (скважинной гамма-плотностью и индикатором влажности нейтронов). Это позволило измерять морозостойкость грунтовых и подстилающих грунтов, уровень грунтовых вод, глубину промерзания, плотность почвы и влажность в течение всего дня, были отобраны для исследований, связанных с влиянием климатических условий на эксплуатационную мощность дорог.

В результате исследования выявлены особенности и закономерности изменения уровня грунтовых вод (т. е. наибольшие точки кривой осень/весна и наименьшие точки зима/лето). Когда снег начинает таять (Апрель - Май), весенний подъем грунтовых вод происходит в течение 10...20 дней, а самый высокий осенний пик длится два месяца (Сентябрь - Октябрь), что способствует увлажнению грунта земляного полотна.

Общий характер изменений уровня грунтовых вод в годичном цикле практически одинаков для центральных и северных районов Российской дорожно-климатической зоны II.

Тем не менее, в режиме подземных вод существуют некоторые особенности:

- в годовом цикле уровень грунтовых вод выше в северных районах;
- весенний подъем уровня грунтовых вод наступает через 1 - 1,5 месяца на севере;
- зимой уровень просадочности грунтовых вод достигает 0,8...2,0 м на севере и всего 0,4 м в южной части II дорожной климатической зоны.

Анализ годового цикла водно-теплового режима земляного полотна показывает, что наибольшую опасность для устойчивости конструкции дорожного покрытия представляет осенний уровень грунтовых вод. Именно в это время из-за высокого уровня грунтовых вод происходит значительное увлажнение почв. Осенью влажность почв увеличивается в 1,4...1,6 раза.

Суровые климатические условия в сочетании с преимущественно равнинным рельефом местности, Илами и высоким уровнем грунтовых вод способствуют накоплению влаги в грунтах земляного полотна, глубокому сезонному промерзанию и интенсивному морозному пучению. Искажение грунта при замерзании может привести к серьезным повреждениям дорожных покрытий. Наиболее разрушительными являются дифференциальные (изменяемые) пучки, которые происходят продольно и на разных глубинах замерзшего слоя. Это нарушает устойчивость земляного полотна и снижает производительность дорожного покрытия.

Исследования по важным федеральным трассам Москвы в Архангельск, описанные в данном документе, обеспечивают:

- понимание сложных механизмов тепло-и водоснабжения миграции ниже дорожных одежд в расширенном сезонного промерзания условия, типичные для Архангельской области;
- уточнение граничных условий при решении теоретической проблемы способа прогнозирования почвы содержание влаги и морозного пучения;
- оценки эксплуатационного состояния дороги;
- выработка рекомендаций по разработке норм на проектирование автомобильных дорог;
- обосновать необходимость повышения качества строительства магистральных дорог с целью ограничения их подъема до значений, меньших предельных значений, указанных в российских стандартах;
- назначить необходимые ремонтные работы для повышения качества дорожного покрытия.

### **Список литературы:**

1. Lukina V and Lukin A 2010 Theoretical foundations, International Journal for Computational Civil and Structural Engineering 1-2 pp 155-161
2. Pimenova A, Kuzmina S, Morozova N and Mottaeva A 2016 MATEC Web of Conferences 07018 DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/20167307018>
3. Mottaeva A 2016 MATEC Web of Conferences 07020 DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/20167307020>
4. Rozhentsova I and Mottaeva A 2017 MATEC Web of Conferences 08076 DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201710608076>
5. Nazmeeva T V and Vatin N I 2016 Magazine of Civil Engineering 62(2) pp 92-101 DOI: 10.5862/MCE.62.9
6. Chibisova E Journal of International Scientific Publications 2015 5 2 pp 600
7. Priadko I N, Mushchanov V P, Bartolo H, Vatin N I and Rudnieva I N 2016 Magazine of Civil Engineering 65(5) pp 27-41 DOI: 10.5862/MCE.65.3