

Закономерности распределения температуры в конструктивных слоях дорожной одежды и земляного полотна

Трахимович И.С.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Одной из важнейших климатических характеристик климата является температура воздуха. Колебания температуры в течение года влияют на условия просыхания дорог, особенно грунтовых и гравийных, на их пылимость, поэтому их следует учитывать при применении органических вяжущих, организации строительства дорог и обеспечении требуемых транспортно-эксплуатационных качеств проезжей части. [2]

На климат определенной местности оказывают влияние местные природные условия, вследствие чего необходимо учитывать микроклимат различных районов. В вогнутых формах рельефа суточные колебания температуры больше, минимумы температур ниже и весенние заморозки заканчиваются позже, чем на холмах и на возвышенностях. В районах, лежащих высоко над уровнем моря, где сухость воздуха выше, интенсивность солнечной радиации больше, почва прогревается сильнее, чем в нижележащей местности.

Существенную роль играет и экспозиция склонов земной поверхности относительно солнца: южные склоны получают большее число часов солнечного прогрева, и поэтому раньше освобождаются от снега, чем северные, почва сильнее прогревается и скорее просыхает.

Наличие леса способствует уменьшению амплитуд колебания температуры воздуха и почвы, их температура здесь обычно ниже, чем на открытой местности. Это обстоятельство оказывает заметное влияние на просыхание дорожного полотна в лесу.

1. Температурный режим дорожной конструкции

Водно-тепловой режим дорожной конструкции – закономерности изменения температуры и влажности земляного полотна в течение года и соответствующие им процессы. Существенное влияние на режим земляного полотна оказывают природно-климатические факторы, особенно температура воздуха и атмосферные осадки. Температурный режим – это закономерное изменение температуры в различных точках дорожной одежды во времени. Он является прежде всего функцией температуры околоземного слоя воздуха и закономерностей ее изменения. С глубиной изменение температуры дорожной одежды затухает. С температурным режимом связано изменение влажности грунта земляного полотна и материала дорожной одежды. Уменьшение температуры воздуха приводит к ослаблению испарения, и в осенний период дорожная конструкция может переувлажняться, что приводит к снижению прочности грунта земляного полотна. При промерзании грунтов земляного полотна происходит миграция влаги из нижележащих слоев с последующим ее замерзанием и образованием пучин. Все это ведет к снижению эксплуатационных качеств дороги. Поэтому изучение закономерности распределения температур в грунтах позволяет установить значение и направление градиентов температур, определяющих ту силу, под действием которой происходит перераспределение влаги в мерзлом грунте.

Годовой ход температуры грунтов разделяется на 2 периода: нарастания температуры и ее снижения. Летом тепловой поток направлен вниз и к обочинам, и наиболее высокая температура грунтов наблюдается под покрытием. Осенью на непродолжительный период наступает осеннее температурное равновесие. В это время начинается изменение направления температурных градиентов, и тепловой поток направлен снизу вверх. Перед началом промерзания грунта земляного полотна температура грунтов под обочинами немного выше, чем под покрытием, и тепловой поток направлен от обочины к покрытию. Такое состояние грунта сохраняется до конца зимы. К этому времени до начала оттаивания грунтов происходит изменение направления теплового потока. Если сравнить ход температуры

грунтов под дорожной одеждой, на обочине и обресе, то окажется, что температура грунта на обресе в зимний период значительно выше, чем под осью, а температура грунтов обреса и обочин почти одинакова. Следовательно, в земляном полотне, кроме вертикальных температурных градиентов грунт – воздух, имеются и горизонтальные градиенты: грунты обочин – грунты под покрытием. Это обстоятельство имеет большое значение для зимнего перераспределения влаги.

Температура грунта более устойчива, чем температура воздуха, и эта устойчивость повышается с глубиной. Наступление отрицательной температуры в грунте по сравнению с воздухом сильно запаздывает. Глубина проникновения температуры 0°C не совпадает с глубиной промерзания грунта, так как замерзание грунта происходит при температуре ниже 0°C и зависит от его влажности, механического состава, содержания растворов солей и т.д. Поэтому глубина промерзания грунтов меньше, чем глубина проникновения нулевой температуры. Сильное влияние на глубину промерзания грунта оказывает снежный покров. В Беларуси в малоснежные зимы он может достигать 100-120 см, а в многоснежные – только 20 см. [1]

2. Температурный режим асфальтобетонного покрытия

Состояние асфальтобетонных покрытий оказывает существенное влияние на эффективность работы автомобильного транспорта. Всевозможные повреждения и неровности на дорожном покрытии приводят к перерасходу топлива автомобилями. Возникновение повышенного уровня вибраций ускоряет износ и дорожного покрытия, и автомобилей. Вследствие этого стоимость перевозок автомобильным транспортом в 1.5 раза, а расход горючего на 30% превышают аналогичные показатели развитых зарубежных стран.

Наиболее распространенным видом повреждений дорожных покрытий являются трещины, которые инициируют развитие других повреждений- выкрашиваний, выбоин и пр.

Наблюдение за состоянием дорожных конструкций с асфальтобетонными покрытиями показывает, что образование трещин происходит вследствие возникновения растягивающих

напряжений в слоях покрытий под воздействием эксплуатационных (транспортных) нагрузок и резких перепадов температур в покрытии в отдельные периоды эксплуатации. При исследовании напряженно-деформированного состояния дорожных одежд с асфальтобетонными покрытиями необходимо учитывать многие факторы, включающие погодно-климатические условия города, конструкцию дороги, условия эксплуатации и др.

Характеристики асфальтобетонного покрытия в значительной степени определяются свойствами асфальтобетона, физико-механические свойства которого меняются в широком диапазоне в зависимости от температуры и условий деформирования. Эти изменения могут носить как обратимый, так и необратимый характер. [3]

Колебания температурного режима асфальтобетонного покрытия представляют собой типичный стохастический процесс, анализ которого требует оценки состояния покрытия в разные отрезки времени в течение всего срока службы.

Транспортно-эксплуатационные характеристики асфальтобетонных покрытий претерпевают в течение срока службы существенные изменения, связанные с циклическим характером колебаний температур, воздействием неоднородного транспортного потока, переменными условиями воздействия солнечной радиации, влажности и других факторов. Температурный режим асфальтобетонного покрытия - один из основных факторов, определяющих изменения его характеристик в процессе эксплуатации. На температуру асфальтобетонного покрытия влияют температура воздуха, угол падения солнечных лучей, облачность, условия теплообмена на границе покрытие - воздух, тепловая инерция и др.

В соответствии с циклическими изменениями температуры воздуха интенсивности солнечной радиации температура асфальтобетонного покрытия также претерпевает циклические изменения, причём по мере увеличения глубины расположения слоя под поверхность покрытия амплитуда колебаний температуры уменьшается, а максимум температуры смещается на более позднее время.

Циклы колебаний температуры асфальтобетонного покрытия характеризуются большим непостоянством вследствие

нерегулярных колебаний температуры воздуха, переменной облачности, выпадения осадков. Так, если летом в солнечную погоду определяющим фактором является интенсивность солнечной радиации, то в пасмурную погоду и в осенне-зимний период - тепловая инерция конструкции. В частности, тепловой поток, идущий от нижних слоев дорожной одежды. В результате зимой температура покрытия в дневное время может быть ниже температуры воздуха. Летний дождь приводит к резкому охлаждению покрытия, которое может составить 15°C .ч.

Исследования показали, что нестационарный характер изменений ряда факторов, влияющих на температуру асфальтобетонного покрытия в процессе эксплуатации, не позволяет получить эффективную математическую модель температурного режима покрытия, основанную на использовании известных решений теплофизики. Особенно сложно прогнозировать изменения температурного режима покрытия зимой и в пасмурные дни. Общее представление о характере изменений температурного режима асфальтобетонных покрытий дают средние значения максимальных дневных температур в разных точках покрытий. В городе в жаркие дни летом температура поверхности покрытия может достигать $55-60^{\circ}\text{C}$, а зимой ночная температура покрытия может опуститься до -35°C и ниже. Таким образом, диапазон колебаний температуры поверхности асфальтобетонного покрытия при эксплуатации может достигать 100°C и более.

На температурный режим покрытия может влиять расположение участка, уклон дороги, наличие застройки, зеленые насаждения и другие факторы. В слоях асфальтобетонных покрытий, расположенных на некоторой глубине, амплитуда колебаний температуры меньше, чем в поверхностном слое, причём суточные максимумы температуры устанавливаются с запаздыванием. В результате в разных слоях асфальтобетонного покрытия градиент температур может достигать $20-30^{\circ}\text{C}$, что заметно сказывается на его несущей способности. [4]

Заключие

В результате ухудшения водно-теплового режима могут проявляться следующие негативные явления: избыточное влагонакопление в отдельных зонах полотна вследствие инфильтрации воды через трещины в покрытии, через обочины и откосы после дождей или поверхностного стока; увлажнение грунтового основания от горизонта близкого залегания грунтовых вод или от длительного застоя воды в боковых канавах, коллекторах, что наблюдается в районах болот, орошаемых районах; повышенное увлажнение грунта в верхней части земляного полотна к концу морозного (холодного) периода; образование пучин на участках интенсивного морозного влагонакопления; весеннее (или в период зимних оттепелей) разрушение дорожных одежд вследствие переувлажнения грунта и потери прочности; разрушение откосов, прежде всего высоких насыпей, от переувлажнения; разрушение высоких насыпей от скопившейся в теле воды.

При быстрых понижениях температур с переходом ниже 0 образуются температурные трещины в дорожной одежде. Интенсивный прогрев солнечными лучами в летний период приводит к повышению пластичности асфальтобетона, что способствует образованию сдвигов, волн и наплывав на покрытие.

Литература

1. Автомобильные дороги Беларуси. Энциклопедия; Минск, 2002
2. Леонович, И.И. Дорожная климатология; БНТУ, 2005
3. <http://www.infosait.ru/> - БИБЛИОТЕКА ГОСТОВ, СТАНДАРТОВ И НОРМАТИВОВ
http://www.infosait.ru/norma_doc/51/51537/index.htm#i318297
4. <http://www.nimosstroy.ru/> - ГУП «НИИМостстрой»