

О необходимости учета теплофизических свойств при проектировании конструкций дорожных одежд и выборе материалов

Кравченко С.Е., Реут Ж.В.

Белорусский национальный технический университет

Учет теплопроводных свойств при проектировании конструкций дорожных одежд и выборе материалов для этих конструкций позволит оценить деформационную устойчивость конструкции в процессе эксплуатации автомобильных дорог, что будет способствовать обоснованному использованию ресурсосберегающих и энергосберегающих решений. В статье рассмотрено изменение теплопроводности составных компонентов асфальтобетонной смеси при температурных изменениях.

При выборе дорожно-строительных материалов для строительства дорожных конструкций, в первую очередь, учитываются их физико-механические и прочностные характеристики, обеспечивающие необходимую физическую жесткость конструктивных слоев дорожной одежды в отдельности и дорожной конструкции в целом. Однако, принимая во внимание экстремальные погодно-климатические условия эксплуатации автомобильных дорог в нашей республике – средний диапазон температур воздуха от минус 25 до 35° С, чрезмерное накопление в дорожной конструкции влаги в весенней и осенний периоды, ее промерзание в зимний период совместно с попеременным оттаиванием-замерзанием во время оттепелей – целесообразно при расчете дорожных одежд учитывать и теплофизические свойства применяемых материалов, определяющих температурную жесткость конструктивных слоев.

Применительно к конструктивным слоям дорожной одежды их теплофизические свойства, определяющие их температурную жесткость, более аргументировано характеризуют коэффициентом температурного расширения.

Теплофизические свойства в наибольшей степени будут влиять на степень структурных изменений в конструктивных слоях непосредственно через интенсивность возникающих низкотемпературных растягивающих напряжений, которые появляются в верхнем слое от воздействия низких температур воздуха или при резких их перепадах и в нижних слоях, от интенсивности и характера передачи этих воздействий от верхнего слоя. Также, за счет разности низкотемпературных растягивающих напряжений

возникающих в конструктивных слоях дорожной одежды структурным изменениям будет подвергаться и контактный слой между смежными конструктивными слоями, что обусловлено разными их теплофизическими свойствами.

Можно предположить, что величина низкотемпературных растягивающих напряжений в конструктивных слоях дорожной одежды зависит от ряда факторов, в том числе, и от различия физико-механических, реологических и особенно теплофизических свойств материалов конструктивного слоя. Так из справочников известно: коэффициент теплопроводности гранита составляет 3,49, доломита – 2,91, цементобетона – 1,51 [1, 2]. При этом, механизм образования низкотемпературных трещин можно представить следующим: материал конструктивного слоя при охлаждении претерпевает термическую усадку которой противодействуют его структурные связи, реализуемые в форме растягивающих напряжений при достижении значений которых превышающих пороговое значения, предел прочности на растяжения, в слое начинается процесс трещинообразования [3].

Различия материалов по теплофизическим свойствам (щебень, асфальтогранулят, песок, битум и др.) приводит к значительным градиентам свойств, напряжений и деформаций по объему композита, полученного на их основе. При этом, наибольшее изменение теплофизических свойств в процессе эксплуатации характерно для органического вяжущего.

Для измерений теплофизических свойств материалов применяют измеритель теплопроводности, а коэффициент теплопроводности определяют по формуле:

$$\lambda = \frac{q \cdot \delta}{\Delta t},$$

где q – величина плотности теплового потока, измеряемая датчиком,

δ – толщина образца,

Δt – разность температур на образце.

Графическая зависимость теплопроводности λ каменных материалов, входящих в состав асфальтобетонной смеси, от температуры показана на рисунке 1.

Проведенные исследования и полученные результаты свидетельствуют о том, что теплофизические свойства твёрдых компонентов асфальтобетонной смеси (природные и искусственные пески и минеральный порошок) слабо убывает в диапазоне температур 25°C – 75°C и не зависят от много-

кратного охлаждения, а вот теплофизические свойства (теплоемкость) битумов в значительной степени будут зависеть от процессов нагревания-охлаждения.

Экспериментальные значения для битумов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Зависимость теплопроводности битумов от температуры

Название образца	Температура, °С		
	25	50	75
Битум модифицированный	0,201	0,236	0,226
Битум БНД 90/130	0,210	0,215	0,199

Следовательно, битумы, подвергнутые глубокому охлаждению, увеличивают свою удельную теплоёмкость в 2 раза, что оказывает значение при использовании битумов в материалах конструктивных слоев дорожной одежды.

Следует отметить, что возникает необходимость в проведении дополнительных исследований для полноты понимания влияния теплофизических процессов в элементах дорожных конструкций. В частности, провести анализ результатов диагностических обследований по дефектности дорожного покрытия автомобильных дорог, эксплуатируемых в таких экстремальных условиях как низкие и высокие температуры воздуха, повышенная глубина промерзания и влагонакопление и т.д. Изучение существующих методик определения теплофизических свойств дорожно-строительных материалов и смесей на их основе позволит разработать методику определения теплофизических свойств конструктивных слоев дорожных одежд в целом, а экспериментально-лабораторные исследования теплофизических свойств смесей, применяемых для устройства конструктивных слоев дорожной одежды позволит определить зависимость теплофизических свойств этих смесей от их состава и структурно-механических характеристик. Установив изменение температурной зависимости по толщине дорожной одежды и с учетом свойств дорожно-строительных материалов и конструктивных слоев на их основе позволит разработать критерий оценки теплоустойчивости конструктивных слоев дорожной одежды и скорректировать методику расчета дорожных одежд в части теплофизических свойств дорожно-строительных материалов и конструктивных слоев на их основе и разработать рекомендации для нормативной базы регламентирующей дополнение к расчету дорожных одежд расчет на теплофизическую устойчивость их конструктивных слоев.

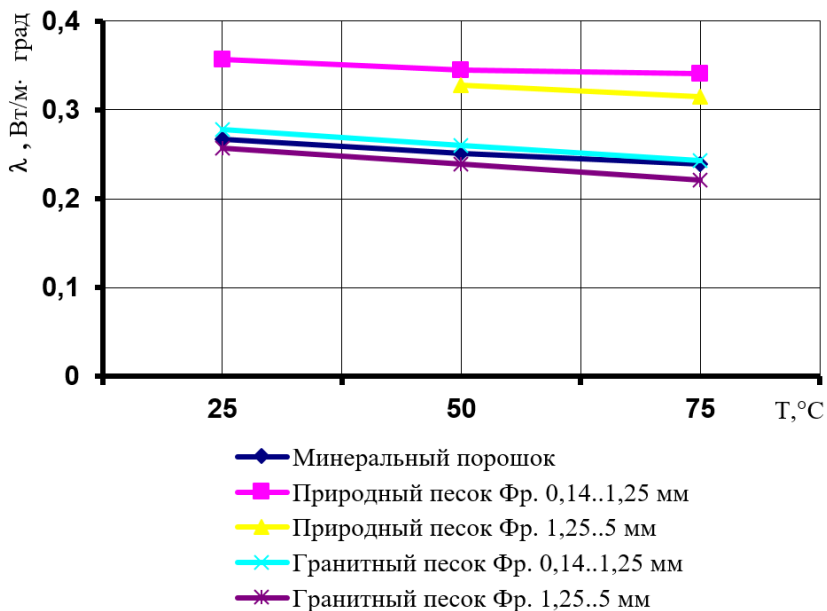


Рис. 1. Зависимость теплопроводности от температуры для каменных материалов

Литература

1. Лыков А.В. Теоретические основы строительной теплофизики / А.В. Лыков. Мн. : Изд-во Акад. наук БССР, 1961. – 519 с.
2. Миснар А. Теплопроводность твердых тел, жидкостей, газов и их композиций / Пер. с фрвнц. М.Г. Беды [и др. Предисл. д-ра техн. Наук Э. Шпильрайна]. М. : Мир, 1968. – 464 с.
3. Платунов Е.С. Теплофизические измерения в монотонном режиме / Е.С. Платунов. М. : Энергия, Ленингр. отд-ние, 1973. – 143 с.