

ментов [1-5], показал целесообразность уточнения и упорядочивания действующих нормативных рекомендаций по определению от снежного покрова на купольные сооружения.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Изменение №1 к СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия/ Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 36 с.
2. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия (первая редакция)/ Федеральное агентство по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству. – М.: ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко, 2007. – 84 с.
3. EN 1991-1-3, Eurocode 1 – Actions on structures – Part-1-3: General actions – Snow loads.
4. ISO 2394: 1998(E) General principles on reliability for structures.
5. PN-80/B-02010 Obciążenia w obliczeniach statycznych – Obciążenie śniegiem.
6. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения. Под общей редакцией д.т.н. Перельмутера А.В. Издательство Ассоциации строительных вузов. - Москва, 2007. – 476 с.
7. СНБ 5.05.01-2000. Деревянные конструкции. - Мн.: Минстройархитектуры, 2001.- 71 с.

Материал поступил в редакцию 16.01.08

LEBED V.A., BAZENKOV T.N., MATUICH S.A., MUCHIN A.V. The review of materials of normative documents by definition of loadings from a snow on dome coverings

In article the general analysis of materials of European normative documents by definition of loadings from a snow cover on dome constructions is lead. Calculation of a design of a ridge dome in view of recommendations of various normative materials is executed and the comparative analysis of the received results of calculations is carried out.

УДК 624.012.4:539.432

Шалобыта Т.П., Шалобыта Н.Н.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОНА

Введение. Асфальтобетоны – это искусственные каменные материалы конгломератного строения, получающиеся в результате затвердевания рационально подобранной и уплотненной смеси битума (вязущего вещества), минерального порошка и рыхлых каменных материалов (крупный и мелкий заполнитель). Несмотря на очевидные преимущества применения асфальтовых бетонов для конструктивных слоев дорожных покрытий (механическая прочность в сочетании с пластичностью и деформируемостью; обеспечение неразрушаемости материала и плавности движения транспортных средств; относительная простота производства работ с высокой степенью механизации и возможностью немедленной эксплуатации дорог; доступность, простота и быстрота усиления и ремонта покрытия; возможность получения высокой ровности покрытия и обеспечение надлежащего сцепления с автомобильными шинами и др.), не очень высокая долговечность покрытия, которая ведет к частым ремонтам, которые увеличивают и так высокую стоимость покрытий, является серьезным препятствием для эффективного использования материала. Поэтому важным является изучение влияния всех факторов на долговечность асфальтовых бетонов: старение вяжущего, температурный режим приготовления и укладки смеси, технология получения вяжущего, влияние эксплуатационных воздействий на структуру конгломерата и др.

Состояние вопроса и методики оценки. В настоящее время асфальтобетон является широко применяемым строительным материалом для дорожных одежд, но приходится считаться с его низкой прочностью при повышенных температурах и хрупкостью при низких температурах, немалым количеством дефектов и концентраторов напряжений в его структуре, обусловленных как природой материала, так и технологическими режимами его изготовления, существенно влияющими на долговечность асфальтового бетона.

Одной из основных причин низкой долговечности является систематическое старение органического вяжущего, а, следовательно, разрушение структуры асфальтобетона. К изменению состава и свойств битума в асфальтобетонных слоях покрытия дорог приводят следующие процессы: испарение масел, происходящее в поверхностном слое битума незначительной толщины и зависящее от содержания в нем легколетучих компонентов, вязкости и температуры; оксиполимеризация и частичная полимеризация компонентов битума в основном на внешней поверхности вяжущего, подвергающегося непосредственному воздействию света и ультрафиолетовых лучей; поликонденсация, происходящая под влиянием кислорода. Кислород воздуха вызывает нарушение структуры битума и приводит к увеличению его молекулярной массы. Причем адсорбция битума возрастает, то есть степень прилипания битума к каменному материалу по мере старения асфальтобетона увеличивается. Битум от соприкосновения с воздухом окисляется, а под лучами солнца окислительные процессы протекают более интенсивно в результате нагревания

покрытия дороги и фотохимических реакций. Увеличение вязкости битума делает дорожное покрытие более хрупким, в результате увеличивается износ верхнего слоя дорожного покрытия и уменьшается его деформативная способность, что приводит к появлению трещин. Постоянно действующие атмосферные факторы изменяют качество асфальтобетона, его состояние, при этом в большинстве случаев происходят необратимые процессы. Таким образом, процесс разрушения асфальтобетонного дорожного покрытия следует представлять как внутренний износ в результате постепенного измельчения каменного скелета дорожной конструкции. Дезинтеграция каменного скелета в течение первых 2-3 лет эксплуатации не приводит к ухудшению прочностных характеристик дорожного асфальтобетона, так как в этот период образующаяся каменная мелочь вступает в контакт с имеющимся в некотором избытке вяжущим. Напряжения сдвига так же, как и сжимающие, ведут к постепенной дезинтеграции каменного скелета, потому что в точках контактов зерен при их взаимном перемещении возникают скалывающие напряжения. Дезинтеграция минеральной части может произойти в результате наличия остаточной пористости асфальтобетона, так как вода, проникая глубже в поры, может вызвать его разрушение. Основная роль при дезинтеграции скелетной части асфальтобетона принадлежит механическим нагрузкам. При движении транспортных средств зерна минеральной части асфальтобетона подвергаются динамическому нагружению, при котором контактное напряжение может значительно превысить предел прочности этого материала и вызвать появление трещин. Под действием нагрузки в окрестности дефектов происходит значительная концентрация напряжений, способствующая росту уже имеющихся и зарождению и развитию новых трещин. Исследование особенностей усталостного разрушения асфальтобетона с учетом данного процесса необходимо не только для оценки влияния дефектов структуры и силовых трещин на работу асфальтобетонных конструкций, но и для получения асфальтобетона с более высокой долговечностью.

Основную массу твердой фазы асфальтобетона составляют материалы, имеющие кристаллическое строение. Пластические сдвиги и зарождение микротрещин в кристаллических телах при действии нагрузки в настоящее время объясняются наличием и движением дислокаций. Именно процесс разрушения структуры асфальтобетона, образование микротрещин в его твердой фазе при нагружении приводит к разрушению материала.

Процесс усталостного разрушения бетона можно разделить на стадии, начальные из которых приводят к разрыхлению материала огромным количеством микротрещин, а конечная – к образованию в этом разрыхленном материале магистральной (глобальной) трещины [1]. Вопрос разделения усталостного разрушения на стадии является весьма сложным в связи с неопределенностью размера микротрещины, начиная с которого можно считать начало стадии развития уста-

лостной трещины, особенно с учетом того, что микроскопические трещины в локальных объемах возникают на первых циклах нагружения.

Применение подходов механики разрушения для оценки долговечности асфальтобетонных материалов не представляется в настоящее время возможным. Поэтому при рассмотрении взаимосвязи какой-либо характеристики состояния материала и усталостного повреждения наибольший интерес представляет установление взаимосвязи между неупругой деформацией за цикл в асфальтобетоне и истощением долговечности. В работах по оценке усталостного разрушения стальных образцов было установлено, что в области напряжений, превышающих предел выносливости, значение неупругой деформации на стадии стабилизации определяется размерами и числом микротрещин, возникающих при циклическом нагружении [2, 3]. Из многочисленных микротрещин дальнейшее развитие получают в основном те, которые достигли до этого момента наибольших размеров. Причем увеличение их размеров происходит как вследствие объединения микротрещин магистральной трещиной, так и вследствие их собственного роста. Поэтому, несомненно, увеличение неупругой деформации перед разрушением связано именно с ростом магистральной трещины. Таким образом, регистрируя изменение неупругой деформации за цикл, можно следить за накоплением повреждений и видеть, на какой стадии усталостного разрушения находится материал.

Это позволяет заключить, что циклические неупругие деформации могут быть использованы в качестве меры оценки рассеянного повреждения на стадии зарождения усталостной трещины и прогнозирования долговечности асфальтобетонов.

В последнее время для оценки прочности материалов при циклических нагрузках наиболее приемлемым является энергетический подход. В работах [1, 2] предложен критерий, основанный на представлениях о критической плотности энергии деформации, который учитывает трехмерность напряженно-деформированного состояния элемента. В качестве данного критерия выступает значение коэффициента интенсивности напряжений K_c , соединяющего в себе предельные сопротивления при нормальном отрыве K_{Ic} , поперечном сдвиге K_{IIc} и продольном сдвиге K_{IIIc} [1,2] и который связан с суммарной рассеянной энергией зависимостью:

$$K_c = \sqrt{2 \cdot E \cdot W / (1 - \nu^2)},$$

где W – суммарная рассеянная энергия материала
 E – статический расчетный модуль упругости.

Исходя из исследований [1, 2], предполагающих использование полностью равновесных диаграмм деформирования (ПРДД), энергия на деформирование и разрушение вычисляется по величине работы, отнесенной к первоначальной площади сечения испытываемого образца. Площадь ПРДД численно равна работе, соответствующей полным энергозатратам на квазистатическом деформировании вплоть до деления (фрагментации) образца на части в точке E: $W_c = OTSDE$ (рис. 1).

Полные энергозатраты W_c могут быть дифференцированы на W_m – энергозатраты на необратимые процессы и на развитие размеров и слияние исходных технологических микротрещин, W_e – другое деформирование на стадии иницирования квазистатического разрушения (страгивания магистральной трещины) и локальное квазистатическое деформирование W_l . Величина W_m численно равна площади фигуры $OTCC'$, при этом линия CC' строится параллельно восходящему участку диаграммы OT . Величиной W_e является площадь фигуры $CC'N$, для чего из точки C проводится линия, перпендикулярная к оси W . Величина W_l – численно равна площади фигуры $NSDK$.

Таким образом, уравнение полных энергозатрат можно записать в следующем виде:

$$W = W_m + W_e + W_l.$$

Исследования [3] предполагают определять уровень энергии, рассеянной в бетоне при циклических испытаниях на кручение,

определять по площади петли гистерезиса в координатах $\tau - \Delta\gamma$, при этом имеет место следующее соотношение:

$$W = K_\phi \cdot \tau \cdot \Delta\gamma,$$

где K_ϕ – коэффициент формы петли гистерезиса.

Указанные методики можно использовать для сравнительных оценок долговечности асфальтобетонов, что в настоящее время приобретает наибольшее значение.

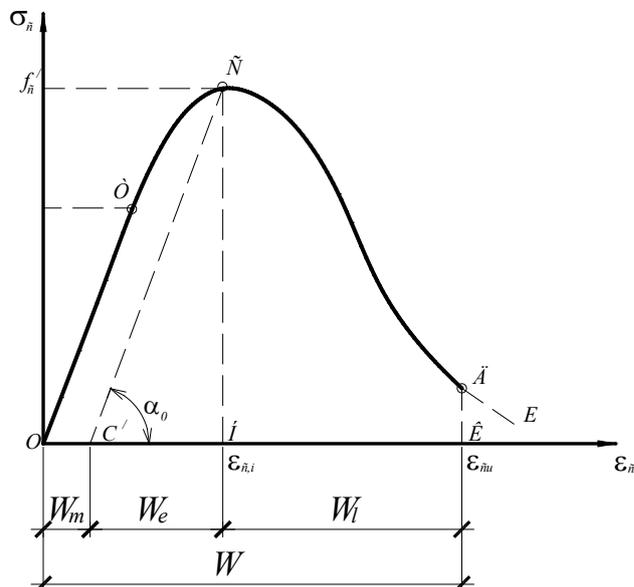


Рис. 1. Схема идеализированной полностью равновесной диаграммы деформирования

Выводы

1. Одной из основных причин низкой долговечности материала дорожных покрытий является систематическое разрушение асфальтобетона под действием как силовых, так и не силовых факторов. Поэтому вопрос прогнозирования поведения данного материала под действием переменных нагрузок является актуальным.
2. Для оценки прочности материалов при циклических нагрузках наиболее приемлемым является энергетический подход. В качестве критерия данного подхода может выступать значение коэффициента интенсивности напряжений K_c , который прямо пропорционально связан с суммарной рассеянной энергией в материале.
3. Используя энергетические модели, можно получить уравнения кривой усталости и, следовательно, найти предел выносливости материала.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гузев Е.А., Леонович С.Н., Пирадов К.А. Механика разрушения бетона: вопросы теории и практики. – Брест: БПИ, 1999. – 217 с.
2. Механика разрушения и прочность материалов: Справ. Пособие: В 4 т. / Под общей ред. Панасюка В.В. – Киев: Наук. Думка, 1988 – ISBN 5-12-000300-1.
3. Драган В.И., Радзишевский П., Шалобыта Н.Н., Шурин А.Б. Исследование закономерностей неупругого деформирования бетонных и асфальтобетонных элементов при циклических нагрузках // Проблемы и перспективы современных строительных конструкций и технологий: Сб. тр. / Под редакцией В.И. Драгана. – Брест: БПИ, 1998. – С. 48–52.

Материал поступил в редакцию 03.01.08

SHALOBYTA T.P., SHALOBYTA N.N. Methodical aspects of research of durability of asphalt of concrete

At present asphaltic concrete is broadly applicable road building materials, but happens to be considered with its low longevity, which is conditioned by big amount defect and concentrator of the voltages in its structure, bound both nature of the material, and technological mode of its fabrication, greatly influencing upon to the appearance of cracks and toughness of the concrete. Under the action of loads in vicinities defect occurs the significant concentration of the voltages, promoting growing already available and generation and development of the new rifts. The study of the particularities destructions asphaltic concrete with provision for given process required not only for estimation of the influence defect structures and power rifts on work asphaltic concrete constructions, but also for reception asphaltic concrete with more high longevity.