

Гончаренко В.В., к.т.н., Гончаренко В.И., к.т.н., Голляк Ю.А., магистрант

АДИ ГВУЗ «ДонНТУ», г. Горловка

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЕГО МИНЕРАЛЬНОГО ОСТОВА

В работе представлены результаты экспериментальных исследований усталостной долговечности асфальтобетона в зависимости от структурных особенностей его минерального остова. Установлено, что с увеличением количества щебня в асфальтобетоне и размеров его фракций усталостная долговечность асфальтобетона снижается.

Постановка проблемы

Разрушение материала весьма сложный процесс, начало которого зависит от присущих материалу структурных особенностей (наличие трещин и концентраций напряжений) и от последовательности воздействия внешних нагрузок.

Структура асфальтобетона, формирующаяся в процессе приготовления и уплотнения смеси, является одним из важнейших факторов, определяющих его долговечность в условиях циклического нагружения. Одной из основных характеристик структуры асфальтобетона является размер, форма, количество минеральных составляющих, состав и структура вяжущего вещества, а также природа процессов взаимодействия между ними. Следовательно, актуальной задачей становится изучение зависимости усталостной прочности асфальтобетона от его структурных особенностей.

Учитывая то, что структуроформирующие материалы асфальтобетона, обладают анизотропией, напряженное состояние отдельных структурных элементов будет существенно отличаться друг от друга. Уже на ранних стадиях деформирования возникают пластические деформации структуры асфальтобетона. На определенной стадии деформирования в структурных элементах асфальтобетона, появляются линии скольжения. До определенного момента процесс пластической деформации вызывает упрочнение и блокировку плоскостей скольжения. Для дальнейшего развития процесса деформирования и возможности возникновения разрушения необходимо, чтобы напряжения достигли такого уровня, при котором в отдельных структурных элементах способность к дальнейшему упрочнению будет исчерпана и нарушена прочность, следствием чего и явится образование зародыша трещины по одной из плоскостей скольжения [1].

Разрушение асфальтобетона при многократном нагружении в первую очередь возникает в местах концентрации напряжений у дефектов структуры и на границах компонентов с разными свойствами, т. е. в контактной зоне. Именно отсюда чаще всего начинается разрыхление материала и его усталостное разрушение.

Результаты экспериментальных исследований, приведенные в работах [2, 3, 4] свидетельствуют о том, что прочностные и деформационные свойства материалов в значительной степени зависят от размера их структурообразующих компонентов. Однако сведений о влиянии зернистости на усталостную долговечность асфальтобетона не достаточно.

Целью исследований является изучение зависимости усталостной долговечности асфальтобетона от структурных особенностей его минерального остова.

В качестве объектов исследования были приняты асфальтобетоны разной зернистости с разным содержанием щебня типов А, Б и В в соответствии с ДСТУ Б.В.2.7-119-2003 — Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон дорожный и аэродромный. Для более полного вы-

яснения механизма усталостного разрушения данные смеси испытывали при различных температурах.

На рис. 1 и 2 представлены результаты усталостных испытаний различных по зернистости асфальтобетонов при положительных и отрицательных температурах. Усталостное разрушение у крупнозернистого асфальтобетона протекает более интенсивнее, чем у мелкозернистого, что характеризуется наклоном кривых. Кроме того, предел усталости у мелкозернистых смесей выше, чем у крупнозернистых. В данном случае предел усталости крупнозернистых смесей при температуре $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ составляет $0,25\text{ МПа}$, в то время как у мелкозернистых он составляет $0,55\text{ МПа}$ на базе 2×10^5 циклов. Повышенное значение усталостной прочности песчаного асфальтобетона, в сравнении с мелко- и крупнозернистым, наблюдается при всех температурах испытания.

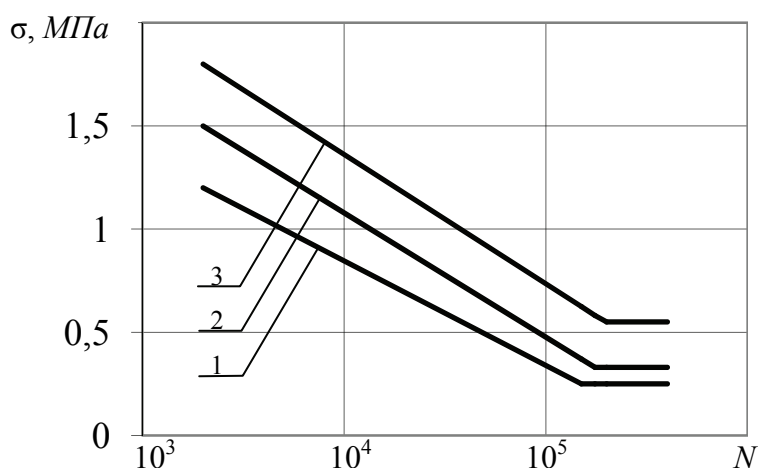


Рис. 1. Зависимость количества циклов нагружения асфальтобетона до разрушения от его зернистости при температуре $10\text{ }^{\circ}\text{C}$:

1 — крупнозернистый; 2 — мелкозернистый; 3 — песчаный

Наблюдения за испытаниями показали, что усталостное разрушение при низких отрицательных температурах — практически одностадийный процесс, т.е. после образования видимой трещины образец практически хрупко разрушается. При более низких температурах разрушение происходит, как правило, без образования видимой трещины, мгновенно.

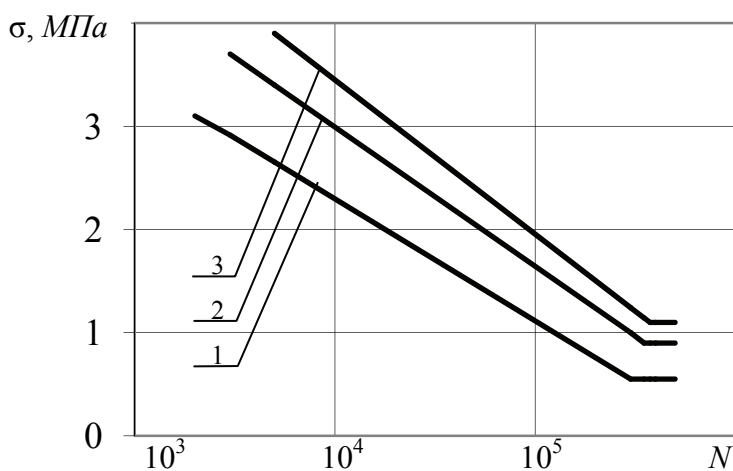


Рис. 2. Зависимость количества циклов нагружения асфальтобетона до разрушения от его зернистости при температуре $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$:

1 — крупнозернистый; 2 — мелкозернистый; 3 — песчаный

При исследовании усталостной долговечности асфальтобетонов различных типов было установлено, что увеличение количества щебня сверх оптимального способствует снижению его усталостной прочности. При содержании щебня в пределах 40-45% асфальтобетон обладает максимальной усталостной прочностью. Данная закономерность соблюдается в области как положительных так и отрицательных температур.

Данные, приведенные на рис. 3 свидетельствуют о том, что как при положительных так и при отрицательных температурах более интенсивно процесс усталостного разрушения протекает у асфальтобетона типа А, однако начальное значение прочности несколько выше, чем у асфальтобетонов типа Б и В.

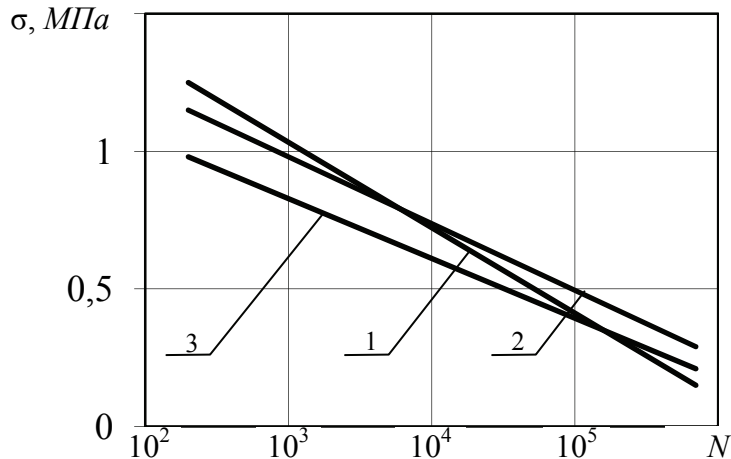


Рис. 3. Кривые усталости асфальтобетонов разных типов при температуре 15 °С:
1 — тип А; 2 — тип Б; 3 — тип В

На основании проведенных испытаний можно сделать вывод о том, что увеличение содержания щебня будет способствовать снижению усталостной прочности асфальтобетона (рис. 4). Максимальное значение предела усталости характерно для асфальтобетона типа Б (45-50% щебня) и составляет при температуре +15°С — 0,3 МПа на базе испытаний 2×10^5 циклов.

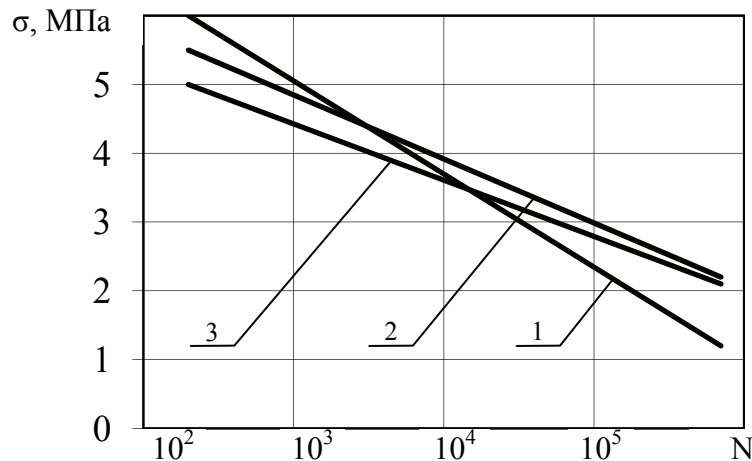


Рис. 4. Кривые усталости асфальтобетонов разных типов при температуре 0 °С:
1 — тип А; 2 — тип Б; 3 — тип В

Из рассмотренных теоретических положений и полученных экспериментальных зависимостей следует, что наименьшей усталостью обладают материалы, которые имеют хорошее сцепление между структурообразующими компонентами, высокое сопротивление отрыву, повышенную однородность и пластичность, меньшее количество дефектов структуры и

повышенную способность к самозалечиванию вследствие химического и физического взаимодействия между компонентами асфальтобетона.

Выводы

1. Асфальтобетон при циклическом нагружении разрушается вследствие образования и развития микротрещин отрыва. Этот процесс развивается в местах концентрации напряжений, которые возникают вследствие неоднородности структуры.

2. Образованию и раскрытию микротрещин предшествует разрыхление структуры асфальтобетона вследствие движения дислокаций и накопления вакансий. При циклическом нагружении вторичное поле напряжений претерпевает большие изменения и колебания, что резко ускоряет движение дислокаций, накопление вакансий и образование микротрещин; до предельного состояния доводится относительно большой объем материала. Все это приводит к более быстрому росту деформаций, повышает вероятность разрушения материала и обуславливает снижение предела прочности с увеличением числа нагружений.

3. Процесс усталостного разрушения наиболее сильно развивается в контактной зоне, а также в окрестностях дефектов структуры.

4. Зернистость асфальтобетона оказывает существенное влияние на процесс его усталостного разрушения.

5. Увеличение зернистости асфальтового бетона способствует снижению усталостной прочности при положительных и отрицательных температурах. Оптимальными, с точки зрения усталостной прочности, являются мелкозернистые и песчаные асфальтовые бетоны.

6. С увеличением количества щебня в асфальтобетоне уменьшается его усталостная долговечность, что связано с увеличением в нем дефектов структуры в виде пустот, трещин, раковин.

Список литературы

1. Ионов В.Н., Селиванов В.В. Динамика разрушения деформируемого тела. — М.: Машиностроение, 1987. — 272 с.
2. Радовский Б.С., Руденский А.В. Влияние характеристик структуры материалов на их усталостную и длительную прочность // Повышение качества асфальтобетона / Труды СоюзДорНИИ. — 1975. — Вып. 79. — С. 43-48.
3. Руденский А.В., Калашникова Т.Н. Исследование усталости асфальтобетона // Дорожно-строительные материалы / Труды ГипроДорНИИ. — 1973. — Вып. 7. — С. 3-14.
4. Серенсен С.В. Усталость материалов и элементов конструкций. — Киев: Наук. думка, 1985. — Т. 2. — 256 с.

Стаття надійшла до редакції 15.06.08

© Гончаренко В.В., Гончаренко В.І, Голяк Ю.А., 2008