DOI: 10.17117/na.2016.07.01.346

<http://ucom.ru/doc/na.2016.07.01.346.pdf>

Поступила (Received): 26.07.2016

Александрова Н.П., Кузин Н.В.
Совершенствование методов расчета асфальтобетонных покрытий Часть 2. Условие пластичности

Aleksandrova N.P., Kuzin N.V.
**Improving asphalt concrete pavement calculation methods Part 2:
Conditions of plasticity and the calculation of shear stresses**

В статье выполнена модификация условия пластичности Кулона–Мора. Суть модификации состоит в применении принципа эквивалентности напряжений в поврежденной среде и сплошном теле, что позволило ввести меры теории накопления повреждений в трехпараметрический критерий Кулона–Мора
Ключевые слова: автомобильная дорога, дорожная одежда, асфальтобетонное покрытие

The article made a modification of the conditions of the Coulomb plasticity-on-Mora. The essence of the modification is to apply stresses the principle of equivalence in the damaged environment and a solid body, which allowed the introduction of measures of the theory of accumulation of damage in the three-parameter criterion of Mohr-Coulomb
Key words: road, pavement, asphalt concrete pavement

Александрова Наталья Павловна
Кандидат технических наук, доцент
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия
г. Омск, пр. Мира, 5

Aleksandrova Nataliy Pavlovna
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor
Siberian state automobile and highway academy
Omsk, Mira ave., 5

Кузин Николай Владимирович
Кандидат технических наук, доцент
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия
г. Омск, пр. Мира, 5

Kuzin Nikolay Vladimirovich
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor
Siberian state automobile and highway academy
Omsk, Mira ave., 5

Ровность асфальтобетонных покрытий выходит за рамки предельных значений раньше сроков службы, на которые проектируется дорожная одежда. Поэтому специалисты предпринимают попытки разработки методики расчета дорожных конструкций по критериям ровности. В таких методиках выделяется элемент дорожной конструкции, пластические деформации которого вносят наибольший вклад в неровность, формирующуюся на покрытии. Этим элементом может быть грунт земляного полотна [1–3], щебеночное основание [4–8], а так же асфальтобетонное покрытие [9–13]. Такое направление актуально, но по мнению авторов целесообразнее ограничивать касательные напряжения и недопускать возникновение деформаций сдвига. В пластическое этом случае де-

формирование асфальтобетона протекает за счет деформаций уплотнения, которые на порядок меньше деформаций сдвига. Для такого расчета нужно разработать условие пластичности.

Анализируя условия работы покрытия, отметим, что с повышением температуры асфальтобетон теряет способность к изгибу, а при определенной критической температуре в нем возникает трехосное сжатие [14–16]. Поэтому в качестве отправных идей можно принять грунтовые условия пластичности, которые необходимо модифицировать с учетом специфики работы асфальтобетонного покрытия под нагрузкой. Рассмотрим трехпараметрический критерия Кулона–Мора, который получен в работах [17–20] и имеет вид:

$$\frac{1}{2} \cdot \left(\sigma_1 \cdot \left(\frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \right)^d - \left(\frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \right)^d \cdot \sigma_3 \right) = \tilde{n}, \quad (1)$$

где φ – угол внутреннего трения, °; c – сцепление, МПа; d – параметр материала, зависящий от величины предельной деформации.

Применяя принцип эквивалентности напряжений в поврежденной и сплошной сплошной среде в критерий (1) можно ввести поврежденность ω , которая является функцией числа повторных нагрузок. Модифицированный критерий имеет вид:

$$\frac{1}{2 \cdot (1 - \omega)} \cdot \left(\sigma_1 \cdot \left(\frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \right)^d - \left(\frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \right)^d \cdot \sigma_3 \right) = \tilde{n}. \quad (2)$$

Касательные напряжения определяются из условия (2) по формуле:

$$\dot{\sigma} = \frac{1}{2 \cdot (1 - \omega)} \cdot \left(\sigma_1 \cdot \left(\frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \right)^d - \left(\frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \right)^d \cdot \sigma_3 \right). \quad (3)$$

При $d=0$ касательные напряжения по формуле (3) приобретают максимальное значение, а условие (2) вырождается в третью теорию прочности. В зависимостях (2) и (3) необходимо вычислить поврежденность ω и главные напряжения. Для этого можно воспользоваться работами [16, 21, 22].

Список используемых источников:

1. Александров А.С. Нелинейное пластическое деформирование материалов при воздействии повторных кратковременных нагрузок // известия высших учебных заведений. Строительство. 2008. №10. С. 74–84.
2. Фадеев В.Б. Влияние остаточных деформаций грунта земляного полотна на колеобразование на проезжей части дорог с жесткими дорожными одеждами: автореф....канд. техн. наук / В.Б. Фадеев. М.: Изд-во МАДИ, 1999. 21 с.
3. Александров А.С. Учет упруговязкопластических свойств связных грунтов при проектировании дорожных одежд : автореф....канд. техн. наук / А.С. Александров. Омск : СибАДИ, 2001. 24 с.
4. Семенова Т.В., Гордеева С.А., Герцог В.Н. Определение пластических деформаций материалов, используемых в дорожных конструкциях // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2012. №4 (37). С. 247–254.
5. Семенова Т.В., Герцог В.Н. Пластическое деформирование материалов с дискретной структурой в условиях трехосного сжатия при воздействии циклических нагрузок // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2013. №1 (29). С. 68 – 73.

6. Александров А.С. Обобщающая модель пластического деформирования дискретных материалов дорожных конструкций при воздействии циклических нагрузок // Строительные материалы. 2016. № 5. С. 27–30.
7. Александров А.С., Киселева Н.Ю. Пластическое деформирование гнейс- и диабаз материалов при воздействии повторяющихся нагрузок // Известия высших учебных заведений. строительство. 2012. №6. С. 49–59.
8. Александров А.С. Применение теории наследственной ползучести к расчету деформаций при воздействии повторных нагрузок: монография. Омск : СибАДИ, 2014. 152 с.
9. Кузин Н.В. Расчет пластических смещений асфальтобетонных дорожных покрытий // Молодой ученый. 2016. № 10 (114). С. 253–255.
10. Кузин Н.В. Исследование пластичности дорожных асфальтобетонов // Молодой ученый. 2016. № 10 (114). С. 255–257.
11. Кузин Н.В. Учет упруговязкопластических свойств асфальтобетонных покрытий и оснований при проектировании дорожных одежд / Автореф. ... канд. техн. наук. Омск: СибАДИ, 2008. 19 с.
12. Кузин Н.В. Расчет упругих, упруговязких и упруговязкопластических деформаций асфальтобетонных покрытий и оснований при воздействии транспортных нагрузок / Н.В Кузин, А.С. Александров // Вест-ник ТГАСУ. 2007. №4. С. 155 – 164.
13. Сартаков А.А. Расчет пластических деформаций асфальтобетонных дорожных покрытий // Вестник магистратуры. 2016. № 5-2 (56). С. 37–38.
14. Александрова Н.П., Александров А.С., Чусов В.В. Учет поврежденности структуры асфальтобетона в критериях прочности и условиях пластичности // В сборнике: Политранспортные системы материалы VIII Международной научно-технической конференции в рамках года науки Россия - ЕС. Новосибирск: СГУПС, 2015. С. 219–225.
15. Александрова Н.П., Александров А.С., Чусов В.В. Модификация критериев прочности и условий пластичности при расчетах дорожных одежд // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2015. № 1 (41). С. 47 – 54.
16. Александрова Н.П., Чусов В.В. Особенности расчета асфальтобетонных покрытий по сопротивлению сдвигу с учетом накопления повреждений // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2016. № 3 (49). С. 42 – 50.
17. Александров А.С., Долгих Г.В., Александрова Н.П. Модифицированный критерий Кулона - Мора. Часть 1. Вывод уравнения предельного равновесия // Вестник научных конференций. 2016. № 5-4 (9). С. 17–18.
18. Александров А.С., Долгих Г.В., Александрова Н.П. Модифицированный критерий Кулона - Мора. Часть 2. Круги предельных напряжений // Вестник научных конференций. 2016. № 5-4 (9). С. 18–20.
19. Александров А.С., Долгих Г.В., Александрова Н.П. Модифицированный критерий Кулона - Мора. Часть 3. Экспериментальное определение величины третьего параметра // Вестник научных конференций. 2016. № 5-4 (9). С. 20–21.
20. Александров А.С., Долгих Г.В. Модификация критерия Кулона – Мора для расчета конструкций лесных дорог по сопротивлению сдвигу. Часть 1. Ввод третьего параметра материала // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 6-2 (48). С. 6–9.
21. Александров А.С., Долгих Г.В., Александрова Н.П. Расчет минимальных главных напряжений в грунто-вом полупространстве // Вестник научных конференций. 2016. № 5-4 (9). С. 21–23.
22. Александров А.С., Долгих Г.В., Александрова Н.П. Расчет минимальных главных напряжений в слое конечной толщины // Вестник научных конференций. 2016. № 5-4 (9). С. 23–24.

© 2016, Александрова Н.П., Кузин Н.В.
Совершенствование методов расчета
асфальтобетонных покрытий Часть 2. Условие
пластичности

© 2016, Aleksandrova N.P., Kuzin N.V.
Improving asphalt concrete pavement calculation
methods Part 2: Conditions of plasticity and the
calculation of shear stresses