DOI: 10.17117/na.2016.07.01.375

<http://ucom.ru/doc/na.2016.07.01.375.pdf>

Поступила (Received): 02.07.2016

Долгих Г.В., Калинин А.Л. Пути применение эмпирического критерия Г.К. Арнольда в расчетах дорожных конструкций по сдвигу в грунте земляного полотна

Dolgikh G.V., Kalinin A.L.
**Ways to use empirical criterion G.K. Arnold in the calculation of
road constructions from the shift in the soil subgrade**

В статье предложены способы модификации условий пластичности Кулона–Мора. Особенностью таких модификаций является их способность принимать вид различных условий пластичности при различной величине третьего параметра. Применение зависимости в расчетах дорожных одежд может заключаться в расчете касательных напряжений или безопасных давлений
Ключевые слова: дорожная конструкция, сцепления, угол внутреннего трения

This article provides methods for modifying plasticity conditions Mohr-Coulomb. A feature of such modifications is their ability to take the form of various plasticity conditions at different values of the third parameter. The use according to the calculations of road pavement can be calculated shear stresses or sound pressure

Key words: road construction, grip, angle of internal friction

Долгих Геннадий Владимирович
Кандидат технических наук, доцент
Сибирская автомобильно-дорожная академия
г. Омск, пр.т Мира, 5

Dolgikh Gennadiy Vladimirovich
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Siberian automobile and highway academy
Omsk, Mira ave., 5

Калинин Александр Львович
Преподаватель
Сибирская автомобильно-дорожная академия
г. Омск, пр.т Мира, 5

Kalinin Aleksandr Lvovich
Lecturer
Siberian automobile and highway academy
Omsk, Mira ave., 5

Измерения продольной и поперечной ровности дорожных покрытий показывают, что глубина неровностей превышает предельные значения, регламентируемые нормативными документами и авторами [1–3]. Специалисты находят различные объяснения интенсивному ухудшению ровности. В работе [4] причиной снижения ровности считается пластическое деформирование асфальтобетона, которое авторы работы [5] связывают с недостаточным сопротивлением асфальтобетона сдвигу. В работах [6–10] отмечено, что наибольшая доля пластических деформаций, накапливается земляным полотном. Такие деформации земляного полотна связывает с малым сопротивлением грунта сдвигу. При проектировании дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу в грунте в ос-

нову расчета закладывают условие пластичности Кулона–Мора. По мнению авторов работ [11–14] это условие обладает некоторыми недостатками, вследствие чего в публикациях [11–14] приведены модифицированные трехпараметрические критерии, представленные в табл. 1.

Таблица 1. Модифицированные условия пластичности Кулона–Мора

Уравнение предельного равновесия	Параметры грунта
$\frac{1}{2} \cdot \left(\sigma_1 \cdot \left(\frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \right)^d - \left(\frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \right)^d \cdot \sigma_3 \right) = c$	c – сцепление, Па; φ – угол внутреннего трения; d – параметр, зависящий от предельной деформации.
$\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} \right)^b \cdot \left(\sigma_1 - \left(\frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \right) \cdot \sigma_3 \right) = c$	b – параметр, аналогичный d , но отличающийся по величине.

Учет влияния на величину параметров c и φ усталости выполняется применением моделей работ [15, 16], а влияния степени уплотнения грунта учитывается применением эмпирических формул, опубликованных в статье [17].

Особенностью критериев табл. 1 является их способность принимать вид различных условий пластичности при различной величине третьего параметра. Так при $d=0$ критерий табл. 1 приобретает вид третьей теории прочности, а при $d=0,5$ становится оригинальным условием пластичности Кулона–Мора. Второй критерий при $b=0,5$ тоже принимает вид критерия Кулона–Мора, а при $b=0$ становится эмпирическим условием пластичности Г.К. Арнольда, имеющим вид

$$\frac{1}{2} \cdot \left(\sigma_1 - \left(\frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \right) \cdot \sigma_3 \right) = c. \quad (1)$$

Левая часть критерия (1) представляет собой касательное напряжение, а правая прочность. То есть в уравнении (1) сохраняется принцип оригинального критерия Кулона – Мора. Достоинство (1) заключается в том, что его предельное состояние соответствует деформации образца 10–12 %. Японские специалисты указывают [18], что деформации 12 % соответствует окончанию формирования площадок скольжения в грунтовом образце при трехосном сжатии. Следовательно, наряду с критериями табл. 1 можно использовать условие (1).

Применение критерия (1) в расчетах дорожных одежд может заключаться в расчете касательных напряжений или безопасных давлений по аналогии с работой [19, 20].

Список используемых источников:

1. Герцог В.Н., Долгих Г.В., Кузин В.Н. Расчет дорожных одежд по критериям ровности. Часть 1. Обоснование норм ровности асфальтобетонных покрытий // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5 (57) – С. 45-57.
2. Александров А.С. Критерии расчета дорожных конструкций по ровности, допускаемые и предельные неровности // Вестник гражданских инженеров. 2008. №4. С. 97 – 104.
3. Александров А.С., Гордеева С.А., Шпилько Д.Н. О допускаемых и предельных значениях неровностей асфальтобетонных покрытий дорожных одежд жесткого типа // Автомобильная промышленность. 2011. №2. С. 31-35.

4. Кузин Н.В. Расчет пластических смещений асфальтобетонных порожных покрытий // Молодой ученый. 2016. № 10 (114). С. 253-255.
5. Александрова Н.П., Чусов В.В. Особенности расчета асфальтобетонных покрытий по сопротивлению сдвигу с учетом накапливания повреждений // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2016. № 3 (49). С. 42 – 50.
6. Александров А.С. Моделирование деформационных процессов, протекающих в связных грунтах // Наука и техника в дорожной отрасли. 2002. №4. С. 16-19.
7. Александров А.С. Нелинейное пластическое деформирование материалов при воздействии повторных кратковременных нагрузок // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2008. №10. С. 74-84.
8. Александров А.С. Расчет пластических деформаций материалов и грунтов дорожных конструкций при воздействии транспортной нагрузки // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2009. №2. С. 3-11.
9. Александров А.С. Обобщающая модель пластического деформирования дискретных материалов дорожных конструкций при воздействии циклических нагрузок // Строительные материалы. 2016. № 5. С. 27–30.
10. Александров А.С., Александрова Н.П., Кузин Н.В. Методы теории наследственности в расчетах пластических деформаций материалов и грунтов при воздействии повторяющихся нагрузок // Транспортное строительство. 2009. №2. С. 25-28.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. Александров А.С., Александрова Н.П., Долгих Г.В. Учет влияния усталости на параметры материала критерия Кулона-Мора Часть 1. Вывод математических моделей // Вестник научных конференций. 2016. № 6-3 (10). С. 7-8.
16. Александров А.С., Александрова Н.П., Долгих Г.В. Учет влияния усталости на параметры материала критерия Кулона-Мора Часть 2. Параметры математических моделей // Вестник научных конференций. 2016. № 6-3 (10). С. 8-9.
17. Александрова Н.П., Семенова Т.В. Совершенствование методов экспресс контроля уплотнения грунтов в земляном полотне лесных дорог. Часть 1. Обобщающая математическая модель // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 6(48). С. 10-14.
18. Oka, F., et al. Strain localization of rectangular clay specimen under undrained triaxial compression conditions, *Proceedings of The 16th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, September 12-16, Osaka, Japan*, pp.841-844.
19. Александров А.С., Долгих Г.В., Калинин А.Л. О допускаемых давлениях на грунты земляного полотна и слою дорожной одежды // Наука и техника в дорожной отрасли. 2012. № 2. С. 10 – 13.
20. Долгих Г.В. Применение критерия безопасных давлений для расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу в грунте земляного полотна // В сборнике: Политранспортные системы материала VIII Международной научно-технической конференции в рамках года науки Россия - ЕС. Новосибирск: СГУПС, 2015. С. 176-182.

© 2016, Долгих Г.В., Калинин А.Л.

Пути применения эмпирического критерия Г.К. Арнольда в расчетах дорожных конструкций по сдвигу в грунте земляного полотна

© 2016, Dolgikh G.V., Kalinin A.L.

Ways to use empirical criterion G.K. Arnold in the calculation of road constructions from the shift in the soil subgrade