DOI: 10.17117/na.2016.07.01.392

<http://ucom.ru/doc/na.2016.07.01.392.pdf>

Поступила (Received): 02.07.2016

Калинин А.Л., Долгих Г.В. Применение модифицированного трехпараметрического критерия Г.К. Арнольда при расчете безопасных давлений земляное полотно

Kalinin A.L., Dolgikh G.V.
 Use of a modified three-parameter test G.K. Arnold
 when calculating the safe pressure subgrade

В статье предложен одним из путей совершенствования расчета допускаемых давлений, который является модификация критериев пластичности грунтов. В числе последних модификаций критерия Кулона–Мора отметим, трехпараметрические условия пластичности, в которых имеется третий параметр позволяющий учитывать влияние на сцепление и угол внутреннего трения плотности грунта и усталостных процессов

Ключевые слова: главные напряжения, касательные напряжения, земляное полотно

Калинин Александр Львович

Преподаватель

Сибирская автомобильно-дорожная академия

г. Омск, пр.т Мира, 5

Долгих Геннадий Владимирович

Кандидат технических наук, доцент

Сибирская автомобильно-дорожная академия

г. Омск, пр.т Мира, 5

The paper suggests one of the ways to improve the calculation of allowable pressure, which is a modification of the criteria of soil plasticity. Among the recent modifications of the criterion of Mohr-Coulomb note, three-parameter plasticity condition in which there is a third option allows you to take into account the impact on cohesion and angle of internal friction of soil density and fatigue processes

Key words: principal stresses, shear stresses, roadbed

Kalinin Aleksandr Lvovich

Lecturer

Siberian automobile and highway academy

Omsk, Mira ave., 5

Dolgikh Gennadiy Vladimirovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Siberian automobile and highway academy

Omsk, Mira ave., 5

В последнее время расчету безопасных давлений на земляное полотно уделяется все большее внимание, об этом свидетельствует ряд публикаций [1–5]. Формула для определения безопасного давления выводится из условия пластичности, которым, как правило, является оригинальный критерий Кулона–Мора [2] или его эмпирическая модификация, предложенная Г.К. Арнольдом [3–5]. Поэтому одним из путей совершенствования расчета допускаемых давлений является модификация критериев пластичности грунтов с тем, чтобы из уравнений их предельного состояния вывести зависимости для расчета безопас-

ных давлений. В числе последних модификаций критерия Кулона–Мора отметим, трехпараметрические условия пластичности [6–9], в которых наряду с наличием третьего параметра имеется возможность учета влияния на сцепление и угол внутреннего трения плотности грунта [10, 11] и усталостных процессов [12, 13]. Одним из таких условий является, предложенный авторами ранее, трехпараметрический модифицированный критерий Г.К. Арнольда. Уравнение предельного состояния этого критерия записывается в виде

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

где c – сцепление, Па; φ – угол внутреннего трения, °; где b – параметр, зависящий от предельной деформации грунта.

Для расчета главных напряжений σ_1 и σ_3 воспользуемся формулами работ [14, 15], согласно которым имеем

$$\sigma_1 = p \cdot K; \sigma_2 = \sigma_3 = \alpha \cdot \mu \cdot \sigma_1 / (1 - \mu); \alpha = 1 - \sqrt{1 - K^2}, \quad (2)$$

где p – давление на поверхности земляного полотна, Па; K – коэффициент затухания максимального главного напряжения в сечении по оси симметрии нагрузки; α – функция глубины; μ – коэффициент Пуассона.

Подставив формулы (2) в уравнение (1) и решив его относительно давления, получим выражение для расчета безопасного давления. Оно имеет вид

$$p_b = \frac{2 \cdot c_N}{K} \cdot \left(\frac{1 + \sin \varphi_N}{1 - \sin \varphi_N} \right)^b \cdot \left[1 - \frac{\mu}{1 - \mu} \cdot \left(\frac{1 + \sin \varphi_N}{1 - \sin \varphi_N} \right) \cdot \left(1 - \sqrt{1 - K_1^2} \right) \right]^{-1}, \quad (3)$$

где K_1 – величина коэффициента K в наиболее опасной точке (точка с наибольшим касательным напряжением по глубине земляного полотна).

Так как касательные напряжения в критерии (1) имеют более высокие значения по сравнению с условием Кулона–Мора, то можно надеяться, что ровность покрытий дорожных конструкций при их проектировании по условию обеспечения безопасных давлений, вычисляемых по выражению (3), будет соответствовать требованиям нормативов и рекомендациям работ [16, 17]. Обратим внимание специалистов, что это важное обстоятельство, так как в работах [18–21] установлено, что накапливаемые дорожной конструкцией деформации приводят к сравнительно быстрой потере ровности.

Список используемых источников:

1. Александров А.С. Критерии расчета дорожных конструкций по ровности, допускаемые и предельные неровности // Вестник гражданских инженеров. 2008. №4. С. 97-104.
2. 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.
3. 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.
4. Александров А.С. Нелинейное пластическое деформирование материалов при воздействии повторных кратковременных нагрузок // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2008. №10. С. 74-84.

5. Александров А.С. Моделирование деформационных процессов, протекающих в связных грунтах // Наука и техника в дорожной отрасли. 2002. №4. С. 16-19.
6. 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.
7. Александров А.С. Обобщающая модель пластического деформирования дискретных материалов дорожных конструкций при воздействии циклических нагрузок // Строительные материалы. 2016. № 5. С. 27-30.
8. Кузин Н.В. Расчет пластических смещений асфальтобетонных порожних покрытий // Молодой ученый. 2016. № 10 (114). С. 253-255.
9. 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.
10. Долгих Г.В. Применение критерия безопасных давлений для расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу в грунте земляного полотна // В сборнике: Политранспортные системы материалы VIII Международной научно-технической конференции в рамках года науки Россия - ЕС. Новоси-бирск: СГУПС, 2015. С. 176-182.
11. 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.
12. 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.
13. Александрова Н.П., Семенова Т.В., Долгих Г.В. Методы определения максимальной плотности грунтов земляного полотна автомобильных дорог. Омск: СибАДИ, 2015
URL: <http://bek.sibadi.org/fulltext/ESD53.pdf>
14. 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.
15. 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.
16. 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.
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., Александрова Н.П. Расчет минимальных главных напряжений в грунтовом полупространстве // Вестник научных конференций. 2016. № 5-4 (9). С. 21-23.
21. 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, Калинин А.Л., Долгих Г.В.
Применение модифицированного
трехпараметрического критерия Г.К. Арнольда при
расчете безопасных давлений земляное полотно

© 2016, Kalinin A.L., Dolgikh G.V.
Use of a modified three-parameter test G.K. Arnold
when calculating the safe pressure subgrade