DOI: 10.17117/na.2016.05.03.084

<http://ucom.ru/doc/na.2016.05.03.084.pdf>

Поступила (Received): 02.05.2016

Калинин А.Л., Александров А.С., Долгих Г.В.
Расчет безопасных давлений дорожных
одежд армированных геосинтетикой

Kalinin A.L., Aleksandrov A.S., Dolgikh G.V.
Calculation of sound pressure pavement geosynthetic reinforced

В статье выполнена модификация условия пластичности Кулона-Мора путем ввода третьего параметра, связанного с величиной осевой деформации образца, при которой в условиях трехосного сжатия формируются и прогрессируют площадки скольжения. Предложена относительная характеристика условий работы образца по сопротивлению сдвигу, определяемая отношением осевой деформации 1 к предельной 1с, при которой определяются параметры предельной прямой Кулона-Мора

Ключевые слова: безопасные давления, штамп, условия пластичности

Калинин Александр Львович

Преподаватель

Сибирская автомобильно-дорожная академия
г. Омск, пр. Мира, 5

Александров Анатолий Сергеевич

Кандидат технических наук, профессор

Сибирская автомобильно-дорожная академия
г. Омск, пр. Мира, 5

Долгих Геннадий Владимирович

Кандидат технических наук, доцент

Сибирская автомобильно-дорожная академия
г. Омск, пр. Мира, 5

The article made a modification of the conditions of plasticity Coulomb-Mohr by adding a third parameter associated with the value of the sample axial strain at which under triaxial form and progressing site skolzheniya. Predlozhena relative characteristic of working conditions on the sample shear strength determined by the axial strain ratio of 1 to the limit Mora – 1с, in which the parameters are determined by the marginal direct Coulomb

Key words: secure the pressure stamp, plasticity conditions

Kalinin Aleksandr Lvovich

Lecturer

Siberian automobile and highway academy
Omsk, Mira ave., 5

Aleksandrov Anatoliy Sergeevich

Candidate of Technical Sciences, Professor

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 настоящее время для усовершенствования расчета грунтов земляного полотна по сопротивлению сдвигу выполнено большое количество исследований, в которых произведена модификация условий пластичности [1–4], усовершенствован способ расчета напряжений в условиях трехосного сжатия [5,6], использован критерий расчета по безопасным давлениям [7–9].

В работе предложено модифицированное условие пластичности для песчаных грунтов, которое может быть применено для расчета безопасных давлений или касательных напряжений. Уравнение предельного состояния по этому критерию имеет вид:

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

где φ – угол внутреннего трения, °; c – сцепление, МПа; b – параметр материала, зависящий от величины деформации, принимаемой за предельную при выполнении трехосных испытаний.

В уравнении (1) левая часть является касательным напряжением, величина которого зависит, в том числе от значения третьего параметра b . Таким образом, касательное напряжение определяется по формуле:

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

Если $b=0$ и $b=0,5$, то соответственно касательное напряжение определяется по формулам:

$$\tau = \frac{1}{2} \cdot \left(\sigma_1 \cdot \sqrt{\frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi}} - \sigma_3 \cdot \sqrt{\frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi}} \right) = c \quad (3)$$

$$\tau = \frac{1}{2} \cdot \left(\sigma_1 - \left(\frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \right) \cdot \sigma_3 \right) = c \quad (4)$$

Формулы (3) и (4) есть зависимости для расчета касательных напряжений по критериям Г.К. Арнольда и Кулона – Мора. Если применить методы расчета напряжений, изложенные в работах [5,6], то из критерия (1) выводится формула для расчета безопасного давления. Опуская выкладки, приведем эту формулу в виде:

$$p_6 = \frac{2}{K} \cdot \frac{c_N + \gamma_{cp} \cdot z_{опт} \cdot \operatorname{tg} \varphi_N}{1 - \left(\frac{1 + \sin \varphi_N}{1 - \sin \varphi_N} \right) \cdot \left(1 - \sqrt{1 - K^2} \right) \cdot \xi} \cdot \left(\frac{1 + \sin \varphi_N}{1 - \sin \varphi_N} \right)^b \quad (5)$$

В зависимости (5) ξ является коэффициентом бокового давления, а K коэффициентом затухания максимального главного напряжения по глубине сечения по оси симметрии нагрузки. Все остальные обозначения стандартны, а их расшифровка приведена в ОДН 218-046-01.

Для оценки пригодности критерия (1) и формул (2) и (5) при расчете напряжений и допускаемых давлений на песчаные слои оснований нами были выполнены штамповые испытания, проиллюстрированные на рис. 1 – рис. 4

За величину экспериментального безопасного давления принималось значение, при котором осадка с давлением от штампа приобретала нелинейный характер. Анализ данных этих испытаний показал, что предлагаемые нами зави-

симости дают результаты удовлетворительной точности при варьировании параметра b в диапазоне от 0 до 0,17 (неармированный песчаный слой) и от 0,27 до 0,42 (армированный песчаный слой).

Рис. 1. Общий вид штампового испытания песчаного основания

Рис. 2. Иллюстрация испытания песчаного основания штампом

Рис. 3. Устройство площадки с армированным песчаным слоем

Рис. 4. Общий вид штампового испытания щебеночного и песчаного основания

Испытания этих площадок позволили определить диапазоны варьирования величины параметра b в критерии (1) и формулах (2) и (5), что позволит проектировать дорожные конструкции по усовершенствованному критерию сдвига.

Список используемых источников:

1. Калинин А.Л. Применение модифицированных условий пластичности для расчета безопасных давлений на грунты земляного полотна // Инженерно-строительный журнал. 2013. № 4 (39). С. 35-45.
2. Александров А.С., Калинин А.Л. Совершенствование расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу. Ч. 1. Учет деформаций в условии пластичности Кулона-Мора // Инженерно-строительный журнал. 2015. № 7 (59). С. 4-17.
3. Чусов В.В. Перспективы применения эмпирических условий пластичности грунтов и определение их параметров при трехосных испытаниях грунтов Вестник ВолГАСУ. 2015. № 4 (61). С. 49-57.

4. Калинин А.Л. Применение модифицированного критерия Писаренко-Лебедева для расчета касательных напряжений в земляном полотне // *Архитектура. Строительство. Транспорт. Технологии. Инновации*. Омск, 2013. С. 299-307.
5. Александрова Н.П., Семенова Т.В., Долгих Г.В. Совершенствование моделей расчета главных напряжений и девиатора в грунте земляного полотна // *Вестник СИБАДИ*. 2014. № 2 (36). С. 49-54.
6. Александрова Н.П. Модифицированные модели для расчета главных напряжений в грунте земляного полотна // *Архитектура. Строительство. Транспорт. Технологии. Инновации*. Омск, 2013. С. 236-246.
7. Долгих Г.В. Применение критерия безопасных давлений для расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу в грунте земляного полотна // *Политранспортные системы*. Новосибирск, 2015. С. 176-182.
8. Калинин А.Л. Применение модифицированных условий пластичности для расчета безопасных давлений на грунты земляного полотна // *Инженерно-строительный журнал*. 2013. № 4 (39). С. 35-45.
9. Долгих Г.В. Расчет грунтов земляного полотна по критерию безопасных давлений // *Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии*. 2013. №6 (34). С. 43-49.

© 2016, Калинин А.Л., Александров А.С., Долгих Г.В.
 Расчет безопасных давлений дорожных одежд
 армированных геосинтетикой

© 2016, Kalinin A.L., Aleksandrov A.S., Dolgikh G.V.
 Calculation of sound pressure pavement geosynthetic
 reinforced