

УДК 625.731.8

ЗАДАЧА О НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ С АРМИРУЮЩЕЙ СЕТКОЙ

¹⁾Старший преподаватель, (PhD) **Каюмов Дилшод Абдубакиевич**

²⁾Студенты гр. УМАЛ-1 **Абдуллаев Азизбек Толибжон ўғли**,
УМАЛ-2 **Ўринбоев Жасур Жамшиджон ўғли**

¹⁾Ташкентский государственный транспортный университет
(Ташкент, Республика Узбекистан) Dilshod.Kayumov77@mail.ru.

²⁾Ташкентский государственный транспортный университет
(Ташкент, Республика Узбекистан)

Аннотация: Проанализировано целесообразность и эффективность применения армирующей прослойки в дорожной конструкции. Решена задача в рамках теории упругости. На основе решения контактных задач с учетом особенностей работы зернистых материалов в контактной зоне с подстилающим грунтом, установив их влияние на поведение конструкции в целом. Определен коэффициент, характеризующий степень снижения горизонтальных деформаций и касательных напряжений в плоскости контакта при армировании зернистых оснований сетками. Представлена методика и результаты проведенных экспериментальных исследований, по количественной оценке, эффекта армированных и неармированных щебеночных оснований, и дорожных одежд капитального типа с измерением главных напряжений в подстилающем грунте.

Ключевые слова: зернистый материал, касательные и главные напряжения, контактная зона, армирующая зона, коэффициент армирования, дорожная одежда, щебеночное основание.

Анализ работ, связанных с исследованиями контактной прочности материала, показывает, что наличие наряду с вертикальной, дополнительной касательной нагрузки на поверхности контакта существенно влияет на напряженное состояние материала, снижая его прочность по сдвигу. Присутствие касательных нагрузок изменяет распределение напряжений в зоне контакта, увеличивая максимальные касательные напряжения и приближая их к поверхности [1]. В предельном случае сочетания внешних нормальных и касательных сил, максимальные касательные напряжения выходят на поверхность контакта, обуславливая поверхностный критерий разрушения.

Особенно заметно влияние касательной составляющей нагрузки на поверхности контакта при многократном приложении нагрузки. Для дорожных конструкций с промежуточными зернистыми слоями влияние соответствующим образом направленных повышенных касательных напряжений в плоскости контакта зернистого материала с подстилающим грунтом неблагоприятно сказывается с точки зрения критерия прочности по сдвигу в грунте, подстилающим дискретный слой. В условиях многократного нагружения это должно уменьшить долговечность конструкции.

Анализ проведенных исследований по армированию зернистых материалов показывает, что на практике армирование преимущественно связано с конструкциями, работающими в стадии значительных деформаций, величина которых на поверхности дорожной одежды измеряется несколькими миллиметрами. На этой стадии деформирования армирующий эффект прослойки объясняют ее способностью работать как мембрана. Однако такой механизм не в состоянии объяснить работу прослойки с реальными деформативными характеристиками в малодеформируемых системах, и в частности, в конструкциях дорожных одежд капитального и усовершенствованного типа, величина упругого прогиба на поверхности которых измеряется долями миллиметра.

В работе решение задачи о целесообразности и эффективности применения армирующей прослойки в дорожной конструкции на основе учета особенностей работы зернистых материалов в контактной зоне с подстилающим грунтом, установив их влияние на поведение конструкции в целом.

Предложена расчетная схема [2], объясняющая механизм влияния армирующей сетки, уложенной на контакте дискретного слоя дорожной одежды с подстилающим грунтом на напряженно-деформированное состояние грунта под сеткой. Получены расчетные зависимости в рамках задач теории упругости, позволяющих в рамках существующей теории расчета дорожных одежд нежесткого типа учесть влияние армирующей сетки на напряженное состояние грунта в зависимости от деформативных характеристик сетки и грунта,

Для оценки напряженного состояния грунта под слоем зернистого материала рассматривается полупространство ниже контактной зоны, нагруженное нормальной и касательной нагрузками. Согласно решениям задач теории упругости и контактных задач теории упругости известно, что наличие на поверхности контакта наряду с нормальными,

соответствующим образом направленных касательных напряжений способствует снижению максимальных главных напряжений σ_3 и увеличению максимальных сдвигающих напряжений τ_{\max} в нагруженной системе (полупространстве).

Армирование зернистого материала в контактной зоне с подстилающим грунтом прослойками в виде сеток ограничивает передачу касательных напряжений $\tau(r)$ на грунт, так как при совместной работе сетки с дискретным материалом слоя, обеспечивается их зацепление, касательные напряжения частично воспринимаются сеткой.

Включение прослойки почти не влияет на величину и распределение этих напряжений, армирование мало влияет на упругий прогиб.

Влияние снижения $\tau_{a,\max}$ в результате армирования можно учесть в расчете дорожной одежды по сдвигу в подстилающем грунте, введя в выражение условия предельного равновесия при расчете армирования дорожной одежды коэффициент $K_{\text{эф}}^{\varphi}$ [2], понижающий расчетные сдвигающие напряжения:

$$\tau_{a,\max} / K_{\text{эф}}^{\varphi} + K_{\text{эф}}^{\varphi} K_{\text{эф}}^{\varphi} \tau_{\text{г}} \leq T_{\text{дон}} \quad (1)$$

где $\tau_{\text{г}}$ и $T_{\text{дон}}$ - соответственно активное напряжение сдвига от веса или лежащих слоев и допустимого напряжению сдвига, МПа; $K_{\text{эф}}^{\varphi}$ - коэффициент, который можно назвать коэффициентом эффективности армирования, определяемый как отношение $\tau_{a,\max}$ в конструкции без сетки $\tau_{a,\max}^*$ и конструкции с сеткой

$$K_{\text{эф}}^{\varphi} = \frac{\tau_{a,\max}}{\tau_{a,\max}^*} \quad (2)$$

Максимальное активное сдвигающие напряжения в подстилающем грунте можно определить через главные максимальные σ_1 и минимальные σ_3 напряжения по известной зависимости:

$$\tau_{a,\max} = \frac{1}{2\cos\varphi} [(\sigma_1 - \sigma_3) - (\sigma_1 + \sigma_3)\sin\varphi] \quad (3)$$

Для армированной конструкции эту зависимость запишем :

$$\tau_{a,\max}^* = \frac{1}{2\cos\varphi} [(\sigma_1^* - \sigma_3^*) - (\sigma_1^* + \sigma_3^*)\sin\varphi] \quad (4)$$

где φ - угол внутреннего трения грунта, град; *- индекс, соответствующий параметрам армированной дорожной одежды.

При $\varphi=0$ выражения (3) и (4) преобразуется в выражение для определения максимальных сдвигающих напряжений τ_{\max} и τ_{\max}^* , соответственно, в подстилающем грунте неармированной и армированной конструкций. В этом случае (2) можно записать

$$K_{\text{эф}} = \frac{\tau_{\max}}{\tau_{\max}^*} \quad (5)$$

После некоторых преобразований с учетом соотношения $2\tau_{\max} = \sigma_1 - \sigma_3$ получим

$$K_{\text{эф}}^\varphi = \frac{\tau_{\max} - (\sigma_1 - \tau_{\max}) \sin \varphi}{\tau_{\max}^* - (\sigma_1^* - \tau_{\max}^*) \sin \varphi} \quad (6)$$

Разделив числитель и знаменатель на τ_{\max} и учитывая (6) и то, что $\sigma_1 \approx \sigma_1^*$ имеем

$$K_{\text{эф}}^\varphi = \frac{K_{\text{эф}} - (\sigma_1^* / \tau_{\max}^* - K_{\text{эф}}) \sin \varphi}{1 - (\sigma_1^* / \tau_{\max}^* - 1) \sin \varphi} \quad (7)$$

При этом учтем, что $2\tau_{\max}^* = \sigma_1^* - \sigma_3^*$, тогда выражение примет вид:

$$\sigma_1^* / \tau_{\max}^* = 2 + \sigma_3^* / \tau_{\max}^* \quad (8)$$

Согласно расчетному напряженному состоянию в подстилающем грунте для двухслойных и трехслойных дорожных одежд с использованием решения А.Г.Буленко [3], для условий, рассматриваемых в работе, напряжение σ_3 в данном расчетном сечении составляют не менее $0,15\sigma_1$. Следовательно, отношение $\sigma_1^* / \tau_{\max}^*$ с точностью 5% достаточной для практических расчетов можно принять равным 2. При этом (7) будет иметь вид:

$$K_{\text{эф}}^\varphi = \frac{K_{\text{эф}}(1 + \sin \varphi) - 2 \sin \varphi}{1 - 2 \sin \varphi} \quad (9)$$

Как видно из (9) коэффициент эффективности армирования зависит от степени снижения τ_{\max} в подстилающем грунте конструкции при его армировании и угла внутреннего трения φ . Отсюда следует можно предположить, что степень снижения максимальных сдвигающих напряжений τ_{\max} в подстилающем грунте при прочих разных условиях прямо зависит от степени снижения касательных напряжений в плоскости контакта.

ЛИТЕРАТУРА:

1.Добров Э.М. Механика грунтов –М.: Издательский центр «Академия», 2008. -272с.:

2. Каюмов Д.А., Салямова К.Д. К расчету дорожной одежды с учетом напряженно-деформированного состояния армирующей сетки. //Вестник Каздории № 1-2(61-62).2019.С. 159-169.

3. Буленко А.Г. Напряжения и деформации многослойных упруго-изотропных систем при осесимметричной нагрузке. Труды Саюздорнии 1966, вып. 6, с.72-124.

4. Руководство по применению прямого метода измерения давлений в сыпучих средах и грунтах /ЦНИИСК им. Кучеренко. - М.: 1965. - 93 с.

5. ГОСТ 20523-96. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. - М.: Издательство стандартов. 1997. -20 с.

6. Голли А.В., Шатунов В.Г., Жусупбеков А.Ж. Увеличение несущей способности основания путем изменения горизонтальных напряжений. - В кн. Фундаментостроение в условиях слабых и мерзлых грунтов. Межвуз. темат. сб. трудов. Л., ЛИСИ.1983, с. 40-46.

7. Долматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. - М.: Стройиздат, 1981. -319 с.