

Расчёт конструкции дорожной одежды

Исходные данные

Название объекта: Строительство автомобильной дороги IV категории переходного типа

Район проектирования: Кировская область

Выполняемые расчёты: На упругий прогиб, изгиб, стат. нагрузку, морозоустойчивость

Дорожно-климатическая зона: II - подзона 2

Схема увлажнения: Схема 2

Расчётная влажность грунта W_p : 0,70

Коэффициент уплотнения грунта: 1,00

Глубина промерзания грунтов, м: 1,76

Проектные данные

Техническая категория дороги: IV категория

Тип дорожной одежды: Переходный

Требуемые коэффициенты прочности при заданной надёжности $K_n = 0,9$ [1, табл. 3.1]:

Требуемый $K_{пр}$ (упругий прогиб): 1,1

Требуемый $K_{пр}$ (сдвиг, изгиб): 0,94

Коэффициент нормированного отклонения $t = 1,32$

Расчётный срок службы $T_{сл}$, лет: 5

Ширина проезжей части, м: 9,0

Расчётная нагрузка

Группа расчётной нагрузки № 1 [1, табл. П.1.1]:

Давление в шине p , МПа: 0,60

Диаметр отпечатка шины $D_{дин.}$, см: 37,00

Статическая нагрузка на ось Q , кН: 100,00

Суммарное число приложений нагрузки

$\sum N_p = 150000$ ед.

Требуемый модуль упругости

$$E_{тр} = 98,65 \times (\lg \sum N_p - c) = 98,65 \times (\lg 150000 - 3,55) \approx 160,41 \text{ МПа}$$

Вариант № 1

1) Конструктивный слой: 25,0 см

Песчано-гравийная смесь природная, укрепленная Стабилизатором АНТ в количестве 0,007% совместно с цементом в количестве 5%. М-80, $E = 1100,0$ МПа

Грунт земляного полотна

Супесь лёгкая крупная, $E = 65,0$ МПа

Расчёт на упругий прогиб

Расчёт по допускаемому упругому прогибу ведём послойно, начиная с грунта.
[1, номогр. 3.1]

$$\frac{E_{\text{п}}}{E_{\text{в}}} = \frac{E_{\text{г}}}{E_1} = \frac{65}{1100} = 0,06; \quad \frac{h_{\text{в}}}{D} = \frac{h_1}{D} = \frac{25}{37} = 0,68; \quad \frac{E_{\text{пов}}}{E_{\text{в}}} = \frac{E_{\text{пов}}^0}{E_1} \approx 0,1943$$

$$E_{\text{пов}}^0 = 0,1943 \times 1100 = 213,73 \text{ МПа}$$

$$K_{\text{расч}} = \frac{E_{\text{пов}}}{E_{\text{тр}}} = \frac{213,73}{160,41} = 1,33; \quad \frac{K_{\text{расч}} - K_{\text{тр}}}{K_{\text{тр}}} \times 100\% = \frac{1,33 - 1,1}{1,1} \times 100\% = 20,91\%$$

Расчёт на статическую нагрузку

Грунт земляного полотна

Материал: Супесь лёгкая крупная

$E = 65,0$ МПа, $\phi = 13,89^\circ$, $\phi_{\text{стат.}} = 35,00^\circ$, $c = 0,00494$ МПа

Средневзвешенный модуль упругости верхних слоёв [1, формула 3.12]:

$$E_{\text{в}} = \frac{\sum_{i=1}^1 E_i \times h_i}{\sum_{i=1}^1 h_i} = \frac{1100 \times 25}{25} = 1100 \text{ МПа}$$

Удельное активное напряжение сдвига от единичной нагрузки [1, номогр. 3.2, 3.3]:

$$\frac{E_{\text{в}}}{E_{\text{общ}}} = \frac{1100}{65} = 16,92; \quad \frac{h_{\text{в}}}{D} = \frac{25}{33} = 0,76; \quad \tau_{\text{н}} \approx 0,0255 \text{ МПа}$$

Активное напряжение сдвига [1, формула 3.13]

$$T = \tau_{\text{н}} \times p = 0,0255 \times 0,6 = 0,0153 \text{ МПа}$$

Коэффициент $k_d = 1$

Глубина расположения поверхности проверяемого слоя от верха конструкции

$$z_{\text{он}} = 25 = 25 \text{ см}$$

Средневзвешенный удельный вес слоёв, расположенных выше проверяемого

$$\gamma_{\text{ср}} = \frac{2000 \times 25}{25} = 2000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 0,002 \frac{\text{кг}}{\text{см}^3}$$

Предельное активное напряжение сдвига [1, формула 3.14]

$$T_{\text{пр}} = k_d \times c_n + 0,1 \times \gamma_{\text{ср}} \times z_{\text{оп}} \times tg\phi_{\text{стат.}} = 1 \times 0,012 + 0,1 \times 0,002 \times 25 \times tg35^\circ \approx 0,0155 \text{ МПа}$$

$$K_{\text{расч}} = \frac{T_{\text{пр}}}{T} = \frac{0,0155}{0,0153} = 1,01; \quad \frac{K_{\text{расч}} - K_{\text{тр}}}{K_{\text{тр}}} \times 100\% = \frac{1,01 - 0,94}{0,94} \times 100\% = 7,4\%$$

Расчёт на изгиб

Расчёт не может быть произведён, так как в конструкции верхний слой не является монолитным.

Результаты расчёта на морозоустойчивость

Материал грунта: Супесь лёгкая крупная

Группа грунта по степени пучинистости 2

Высота насыпи 1 м, уровень грунтовых вод 1 м, толщина конструкции 0,25 м

Глубина грунтовых вод (от низа дорожной одежды) $H_y = 1 \text{ м} + 1 \text{ м} - 0,25 \text{ м} = 1,75 \text{ м}$

Величина морозного пучения при усреднённых условиях и глубине промерзания 1,76 м [1, номогр. 4.3]

$$l_{\text{пуч.ср.2}} = 5,52 \text{ см}$$

Коэффициент, учитывающий влияние расчётной глубины залегания уровня грунтовых или длительно стоящих поверхностных вод [1, номогр. 4.1]

$$K_{\text{угв}} = 0,5474$$

Коэффициент, зависящий от степени уплотнения грунта рабочего слоя [1, табл. 4.4]

$$K_{\text{пл}} = 1$$

Коэффициент, учитывающий влияние гранулометрического состава грунта [1, табл. 4.5]

$$K_{\text{гр}} = 1,1$$

Коэффициент, учитывающий влияние нагрузки от собственного веса вышележащей конструкции на грунт в промерзающем слое [1, номогр. 4.2]

$$K_{\text{нагр}} = 0,92$$

Коэффициент, зависящий от расчётной влажности грунта [1, табл. 4.6]

$$K_{\text{вл}} = 1,1$$

Величина возможного морозного пучения [1, формула 4.2]

$$l_{\text{пуч}} = l_{\text{пуч.ср.}} \times K_{\text{угв}} \times K_{\text{пл}} \times K_{\text{гр}} \times K_{\text{нагр}} \times K_{\text{вл}} = 5,52 \times 0,5474 \times 1 \times 1,1 \times 0,92 \times 1,1 = 3,35 \text{ см}$$

$$l_{\text{доп.}} = 10 \text{ см} [1, \text{табл. 4.3}]$$

Ожидаемая пучинистость грунта 3,35 см < допустимой 10,00 см

Морозоустойчивость конструкции обеспечена.

Список нормативных документов

1. ОДН 218.046-01 Проектирование нежёстких дорожных одежд.
2. ОДМ 218.5.003-2010 Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог.