Расчёт конструкции дорожной одежды

Исходные данные

Название объекта:"Строительство автомобильных дорог по улицам Абая, ул.Такенова, ул.Молдагуловой в г.Темир Темирского района Актюбинской области. Корректировка"

Район проектирования: Темирский

Выполняемые расчёты: На упругий прогиб, сдвиг, изгиб

Дорожно-климатическая зона: IV
Схема увлажнения: Схема 1
Расчётная влажность грунта
Среднее многолетнее значение относительной влажности грунта $W_{таб} = 0,57$
Коэффициент нормированного отклонения $t = 1,06$ [1, табл. П.3.2]
Поправка на конструктивные особенности проезжей части и обочин $\Delta_2 W = 0$ [1, табл. П.3.4]
$W_p = W_{таб} \times (1 + 0,1 \times t) = 0,57 \times (1 + 0,1 \times 1,06) = 0,63$ [1, формула П.3.1]

Коэффициент уплотнения грунта: 0,95

Проектные данные

Техническая категория дороги: Улица местного значения: основная
Тип дорожной одежды: Облегченный

Требуемые коэффициенты прочности при заданной надёжности $К_н = 0,85$ [1, табл. 6.1]:
Требуемый $К_{пр}$ (упругий прогиб): 0,90
Требуемый $К_{пр}$(сдвиг, изгиб): 0,90
Коэффициент нормированного отклонения t = 1,06

Расчётный срок службы $Т_{сл}$, лет: 16
Ширина проезжей части, м: 7,0

Расчётнаянагрузка

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

Требуемый модуль упругости $Е_{тр}$=160 МПа

$$\sum N_p = 10^{(Е_{тр}-120)74+c} = 10^{(160-120)74+4,5} \approx 109784,38 \text{ ед}$$

Вариант № 1

1) **Конструктивный слой № 1: 8,0 см.**

Покрытие из горячего плотного мелкозернистого асфальтобетона тип Б, марки II на битуме БНД 70/100 согласно СТ РК 1225-2013 толщиной – 8 см, Е = 3200,0 МПа

2) **Конструктивный слой № 2: 20,0 см.**

Щебень фракционированный 40..80 мм легкоуплотняемый с заклинкой фракционированным мелким щебнем по СТ РК 1284-2004, толщиной - 20 см , Е = 450,0 Мпа

3) **Конструктивный слой №3: 15,0 см.**

Подстилающий слой из песчано-гравийные смеси ГОСТ 23735-2014, толщиной – 15 см, Е = 180 МПа

Грунт земляного полотна

Суглинок тяжелый песчанистый

Е = 50 МПа, Ø= 21°, $Ø_{стат}$= 21°, с = 0, 024 МПа

Расчёт на упругий прогиб

Расчёт по допускаемому упругому прогибу ведём послойно, начиная с грунта.

[1, номогр. 6.1]

$$\frac{Eн}{Eв}=\frac{Eг}{E4}=\frac{50,0}{180}=0,28;\ \frac{hв}{D}=\frac{h4}{D}=\frac{15}{37}=0,41;\ \frac{Eпов}{Eв}=\frac{E^3пов}{E4}\approx 0,4102$$

$$Е^3_{пов}=0,4102\times 180=73,82\ МПа$$

[1, номогр. 6.1]

$$\frac{Eн}{Eв}=\frac{E4}{E3}=\frac{73,82}{450}=0,17;\ \frac{hв}{D}=\frac{h3}{D}=\frac{20}{37}=0,54;\ \frac{Eпов}{Eв}=\frac{E^2пов}{E3}\approx 0,2572$$

$$Е^2_{пов}=0,2572\times 450=115,74\ МПа$$

[1, номогр. 6.1]

$$\frac{Eн}{Eв}=\frac{E2}{E1}=\frac{115,74}{3200}=0,04;\ \frac{hв}{D}=\frac{h1}{D}=\frac{8}{37}=0,22;\ \frac{Eпов}{Eв}=\frac{E^0пов}{E1}\approx 0,0395$$

$$Е^0_{пов}=0,0395\times 3200=126,40\ МПа$$

$$Kрасч=\frac{Eпов}{Eтр}=\frac{126,4}{130}=0,98;\frac{Kрасч-Kтр}{Kтр}\times 100\%=\frac{0,98-0,85}{0,85}\times 100\%=17\%$$

Расчёт на сдвигоустойчивость

Грунт земляного полотна

Материал: Суглинок тяжелый песчанистый

E= 50 МПа, φ= 21°, $\varphi_{стат.}$= 21°, c= 0, 024 МПа

Средневзвешенныймодульупругостиверхнихслоёв [1, формула6.13]:

$$E_в=\frac{\sum_{i=1}^{4}E_i\times h_i}{\sum_{i=1}^{n4}h_i}=\frac{550\times 8+450\times 20+180\times 15}{8+20+15}=374,4\ МПа$$

Удельное активное напряжение сдвига от единичной нагрузки

[1, номогр. 6.3, 6.4]:

$$\frac{E_в}{E}=\frac{374,4}{50}=7,49;\quad \frac{h_в}{D}=\frac{40}{37}=1,16;\ т_п\approx 0,0210\ МПа$$

Удельное активное напряжение сдвига от собственного веса дорожной одежды

[1, номогр. 6.2]:

$$\tau_{в} \approx 0{,}0003 \text{ МПа}$$

Активное напряжениесдвига

$$\text{Т} = \tau_{н} \times p + \tau_{в}\tau_{в} = 0{,}0210 \times 0{,}6 + 0{,}0003 = 0{,}0129 \text{ МПа}$$

$$\text{Т} = \tau_{н} \times p + \tau_{в}\tau_{в} = 0{,}0210 \times 0{,}6 + 0{,}0003 = 0{,}0129 \text{ МПа}$$

Коэффициент, учитывающий снижение сопротивления грунта сдвигу под агрессивным действием подвижных нагрузок,k_1= 0,6

Коэффициент запаса на неоднородность условии работы конструкции, k_2= 0,68
Коэффициент, учитывающий особенности работы конструкции на границе,k_3= 1,5
Предельное активное напряжение сдвига [1, формула 6.11]:

$$\text{Т}_{\text{пр}} = C_n \times k_1 \times k_2 \times k_3 = 0{,}024 \times 0{,}68 \times 0{,}9 \times 1{,}5 \approx 0{,}0147\text{МПа}$$

$$K_{\text{расч}} = \frac{\text{Т}_{\text{пр}}}{T} = \frac{0{,}0147}{0{,}0129} = 1{,}14; \quad \frac{K\text{расч} - K\text{тр}}{K\text{тр}} \times 100\% = \frac{1{,}14 - 0{,}85}{0{,}85} \times 100\% = 34\%$$

Расчёт на изгиб

Материал нижнего слоя монолитного блока: Щебень фракционированный непрерывной гранулометрии при максимальном размере зерен - 70 мм

Нормативное сопротивление веснойR_0=1,6МПа
Коэффициент снижения прочностиk_2=0,65
Расчётная приведённая интенсивность движения на последний год службы [1, формула 6.12]

$$Nt = Np \times q^{\text{Тсл}-1} = 200 \times 1{,}02^{14-1} = 258$$

Коэффициент усталости [1, формула 6.16]
Параметр уравненияØ= 0, 16

$$K\text{у} = \left(\frac{N\text{р}}{1000}\right)^{-ø} = \left(\frac{258}{1000}\right)^{-0{,}16} = 8{,}7;$$

Прочность материала монолитного слоя при многократном растяжении при изгибе [1, формула 6.15]

$$R_n = R_0 \times (1 - v_r \times t) \times K_y \times k_2 = 1{,}6 \times (1 - 0{,}1 \times 1{,}32) \times 8{,}7 \times 0{,}65 \approx 7{,}5\text{Мпа}$$

$$E_{в} = \frac{\sum_{i=1}^{2} E_i \times h_i}{\sum_{i=1}^{2} h_i} = \frac{4500 \times 8}{8} = 4500 \text{ МПа}$$

Общий модуль упругости основания$E_{\text{общ}}$= 73,82 МПа

Растягивающее напряжение от единичной нагрузки при расчётных диаметрах площадки, передающей нагрузку [1, номогр. 6.6]:

$$\frac{\text{Е}_{в}}{\text{Е}_{\text{общ}}} = \frac{4500}{73{,}82} = 60{,}9; \qquad \frac{h}{D} = \frac{8}{37} = 0{,}22; \quad \overrightarrow{\sigma_r} = 3{,}09 \text{ МПа}$$

Расчётное напряжение [1, формула 6.14]:

$$\sigma_r = \overrightarrow{\sigma_r} \times p \times k_{в} = 3{,}09 \times 0{,}6 \times 0{,}85 = 1{,}575\text{Мпа}$$

$$K_{\text{расч}} = \frac{R_{\text{п}}}{\sigma\text{г}} = \frac{1{,}625}{1{,}575} = 1{,}03; \quad \frac{K_{\text{расч}} - K_{\text{тр}}}{K_{\text{тр}}} \times 100\% = \frac{1{,}03 - 0{,}85}{0{,}85} \times 100\% = 21\%$$

Список нормативных документов

1. СП РК 3.03-104-2014 Проектирование дорожных одежд нежёсткого типа.