

Рассчитать дорожную одежду с асфальтобетонным покрытием капитального типа для дороги IV категории. Шамб-плотина Шамбского водохранилища

Исходные данные

|      |                                                                                                                               |                                                                |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1.1  | Категория дороги                                                                                                              | IV                                                             |
| 1.2  | Дорожно-климатическая зона                                                                                                    | IV                                                             |
| 1.3  | Место расположения                                                                                                            | Сюникский регион                                               |
| 1.4  | Заданный срок службы дорожной одежды T <sub>сл</sub>                                                                          | 20.0                                                           |
| 1.5  | Заданная надежность K <sub>n</sub>                                                                                            | 0.8                                                            |
| 1.6  | Приведенная к нагрузке типа А (Приложение 1 табл П 1.1) интенсивность движения на конец срока службы N <sub>p</sub> , авт/сут | 2                                                              |
| 1.7  | Приращение интенсивности q                                                                                                    | 1.04                                                           |
| 1.8  | Грунт земляного полотна -                                                                                                     | супесь                                                         |
| 1.9  | Расчетная влажность W <sub>T</sub>                                                                                            | 0.6                                                            |
| 1.10 | Материал для основания                                                                                                        | щебень изверженных пород<br>песчано-гравийная-щебеночная смесь |
| 1.12 | Высота насыпи м                                                                                                               | 0                                                              |
| 1.13 | Толщина дорожной одежды см                                                                                                    | 42.0                                                           |
| 1.14 | Схема увлажнения рабочего слоя земляного полотна                                                                              | 3                                                              |
| 1.15 | Расч. глубина залегания грун-х вод от пов-ти дор. одежды H, м                                                                 | 5.0                                                            |
| 1.16 | Расчетная глубина промерзания грунта м                                                                                        | 0.92                                                           |

Четырехосные грузовые автомобили

Для капитального типа дорожной одежды Stсум (для хагрузки А-11.5)

3.620

| № | Наименование                  | Легкие грузовые авто. груз. от 1-2тн | Средние грузовые авто. груз. от 2-5тн | Тяжелые грузовые авто. груз. от 5-8тн | Очень тяжелые груз. авто. груз. более 8тн | Автобусы | Тягачи с прицепами | Двухосные | Трехосные | Четырехосные грузовые автомобили | Четырехосные автопоезда (двухосный грузовой автомобиль с прицепом) | Пятиосные автопоезда (трехосный грузовой автомобиль с прицепом) | Трехосные седельные автопоезда(двухосный седельный тягач с полуприцепом) | Четырехосные седельные автопоезда(двухосный седельный тягач с полуприцепом) | Пятиосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом) | Пятиосные седельные автопоезда(трехосный седельный тягач с полуприцепом) | Шестиосные седельные автопоезда | Автомобили с семью и более осями и др. | Многоосные автомобили |
|---|-------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|----------|--------------------|-----------|-----------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0 %                           | 0                                    | 0                                     | 0                                     | 0                                         | 0        | 0                  | 0         | 0         | 0                                | 0                                                                  | 0                                                               | 0                                                                        | 0                                                                           | 0                                                                         | 0                                                                        | 0                               | 0                                      | 0                     |
| 2 | N 51                          | 37                                   | 12                                    | 1                                     | 0                                         | 1        | 0                  | 0         | 0         | 0                                | 0                                                                  | 0                                                               | 0                                                                        | 0                                                                           | 0                                                                         | 0                                                                        | 0                               | 0                                      | 0                     |
| 3 | Stсум                         | 0.005                                | 0.2                                   | 0.7                                   | 1.25                                      | 0.75     | 1.5                | 0.6       | 2.49      | 3.62                             | 0.00                                                               | 0.00                                                            | 0.00                                                                     | 0.00                                                                        | 0.00                                                                      | 0.00                                                                     | 0.00                            | 0.00                                   | 0.00                  |
| 4 | N <sub>n</sub> S <sub>m</sub> | 4.04                                 | 0.185                                 | 2.4                                   | 0.7                                       | 0        | 0.75               | 0         | 0         | 0                                | 0                                                                  | 0                                                               | 0                                                                        | 0                                                                           | 0                                                                         | 0                                                                        | 0                               | 0                                      | 0                     |

-

-

0.00

-

-

0.00

где Bм - расстояние в метрах между крайними осями автотранспортного средства;

0

$$K_c = a - b * \sqrt{B_m} - C$$

|      |      |       |      |
|------|------|-------|------|
| 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.00 |
|------|------|-------|------|

Число полос движения - 2

Номер полосы от боции 1

0.55

Примечание:

дорогах допускается проектировать между переменной толщине проезжей части, рассчитав дорожную одежду в пределах различных полос в соответствии со значением  $N_p$  найденными по формуле:  
перестройки потока авт. для выполнения левых поворотов и др.) при расчете одежды в пределах всех полос движения следует принимать  $f_{пол}=0.5$ , если общее число полос проезжей части проектируемой дороги более трех.

1. На многочисленных

2. На перекрестках и подходах к ним (в местах

$$N_p = f_{пол} \sum_{m=1}^n N_m S_{m сум} =$$

|      |       |   |
|------|-------|---|
| 0.55 | 4.035 | 2 |
|------|-------|---|

авт./сут

$f_{пол}$  - коэффициент, учитывающий число полос движения и распределения движения по ним

$n$  - общее число различных марок транспортных средств в составе транспортного потока

$N_p$  - число проездов в сутки в обоих направлениях транспортных средств  $m$ -й марки

$S_{м сум}$  - суммарный коэффициент приведения воздействия на дорожную одежду транспортного средства  $m$ -й марки к различной нагрузке  $Q$  рас.

Расчет конструкции на прочность по допускаемому упругому прогибу

Պատվաճքի կոնստրուկցիայի պահանջվող ընդհանուր արածգականության մոդուլի որոշումը և հաշվարկ ըստ թույլատրելի արածգական ճկվածքի:

1 Вычисляем суммарное расчетное количество приложений расчетной нагрузки за срок службы по формуле

Для расчета по допускаемому упругому прогибу и условия сдвигоустойчивости по формуле

IV - капитальный

IV дорожно-климатическая зона- срок службы Тсл, лет

13 - 14 - 15 - 16

Изменения интенсивности движения по годам

q=1.04

Кс при сроке службы дорожной одежды Тсл в годах

15

$K_c =$

20.00

Тип дорожной одежды - Капитальный

IV категория дороги

$K_n =$

1.31

№ 6 на карте - южнее линии Ростов-на-Дону для Европейской части, Р. А.

Количество расчетных дней в году Трдг

$T_{рдг} =$

205

$$\sum N_p = 0.7 N_p \frac{K_c}{q^{T_{сл}-1}} T_{рбг} K_n =$$

|      |
|------|
| 3960 |
|------|

авт.

2 Предварительно назначаем конструкцию и расчетные значения расчетных параметров:

Определение расчетной влажности грунта рабочего слоя

Дорожно-климатические зоны IV - схема увлажнения рабочего слоя з.п.1

супесь легкая

0.53

Примечание; Табличными значениями  $W_{таб}$  можно пользоваться только при обеспечении возвышения зем. полотна в соответствии со СНиП. На участках, где возвышение не обеспечивается (например, в нулевых местах и в выемках с близким залеганием грунтовых вод), величина  $W_{таб}$  назначается индивидуально по данным прогнозов, но она должна быть не менее чем на 0.03 выше табличных значений.

Ввод поправочных коэффициент на расчетную влажность

Горные районы более 1000 м выше уровня моря

Поправка  $\Delta 1W$

0.05

Грунт, уплотненный до  $K_{упл}=1.03-1.05$  в слое 0.3-0.5 м от низа дорожной одежды, расположенном ниже границы промерзания

IV поправка  $\Delta 2W$

0.03

Примечание; Поправки  $\Delta 2W$  при мероприятиях по п.п. 1 и 2 следует принимать только при 1-й схеме увлажнения раб. слоя, а по п.5 -при 2-й и 3-й схемах.

-

-

поправка  $\Delta 3W$

0.0

Коэффициент срок службы  $K_n=0.85$

t

t= 1.06

коэффициент нормативного отклонения

Определение расчетной влажности грунта рабочего слоя

$W_p = (W_{таб} + \Delta_1 W - \Delta_2 W)(1+0.1t)-\Delta_2 = 0.61$

Итого расчетная влажности грунта рабочего слоя с поправным коэффициентом 0.61

- для расчета по допускаемому упругому прогибу
- для расчета по условию сдвигоустойчивости
- для расчета по сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе

Дорожно-климатическая зона - IV

Расчетная температура

+ 40

| № | Материал слоя                                 | h<br>слоя,<br>см | Расчет упруг.<br>прогибу, E,<br>МПа | Расчет по усл.<br>сдвигоустя.,E,<br>МПа | Расчет на растяжение при изгибе |      |   |     |            |     |         |      |           |     |
|---|-----------------------------------------------|------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------|------|---|-----|------------|-----|---------|------|-----------|-----|
| 1 | Плотный асфальтобетон-вязкий БНД И БН:60/90   | 4                | +10 3200                            | +40 650                                 | E, МПа                          | 4500 | m | 5.5 | III - IV-α | 5.9 | Ro, МПа | 9.8  | -         |     |
| 2 | Пористый асфальтобетон-вязкий БНД И БН: 60/90 | 6                | +10 2000                            | +40 460                                 | E, МПа                          | 2800 | m | 4.3 | III - IV-α | 7.1 | Ro, МПа | 8.00 | песч. а/б | 0.0 |

|    |                                                      |    |        |                             |        |        |        |     |   |     |            |     |         |      |           |     |
|----|------------------------------------------------------|----|--------|-----------------------------|--------|--------|--------|-----|---|-----|------------|-----|---------|------|-----------|-----|
| 3  | -                                                    | 0  | -      | 0                           | -      | 0      | -      | 0   | m | 0.0 | III - IV-α | 0.0 | Ro, МПа | 0.00 | песч. а/б | 0.0 |
| 4  | -                                                    | 0  | -      | 0                           | -      | 0      | -      | 0   | m | 0.0 | III - IV-α | 0.0 | Ro, МПа | 0.0  |           |     |
| 5  | -                                                    | 0  | Е, МПа | 0                           | Е, МПа | 0      | Е, МПа | 0   |   |     |            |     |         |      |           |     |
| 6  | Щебеночные/гравийные смеси легкоуплотняемы С5 - 40мм | 20 | Е, МПа | 260                         | Е, МПа | 260    | Е, МПа | 260 |   |     |            |     |         |      |           |     |
| 7  | -                                                    | 0  | -      | 0                           | -      | 0      | -      | 0   |   |     |            |     |         |      |           |     |
| 8  | -                                                    | 0  | -      | 0                           | -      | 0      | -      | 0   |   |     |            |     |         |      |           |     |
| 9  | -                                                    | 0  | -      | 0                           | -      | 0      | -      | 0   |   |     |            |     |         |      |           |     |
| 10 | -                                                    | 0  | -      | 0                           | -      | 0      | -      | 0   |   |     |            |     |         |      |           |     |
| 11 | -                                                    | 0  | -      | 0                           | -      | 0      | -      | 0   |   |     |            |     |         |      |           |     |
| 12 | Песчано-гравийная смесь                              | 12 | 0.65   | при относительной влажности |        | Е, МПа |        | 180 |   |     |            |     |         |      |           |     |
| 13 | Супесь легкая                                        | -  | 0.61   |                             |        |        |        | 55  |   |     |            |     |         |      |           |     |
|    |                                                      |    | 0.61   |                             |        |        |        |     |   |     |            |     |         |      |           |     |

#### Примечание;

1. Модуль упругости пористого и высокопористого асфальтобетона даны примирительно к песчаным смесям. При температуре от 30 до 50<sup>0</sup>С модуль упругости для мелкозернистых смесей следует увеличивать на 10% а для крупнозернистых смесей - на 20%.

расчете на упругий прогиб принимать при температуре равной +10<sup>0</sup>С

высокоактивным материалам относятся материалы, имеющие прочность при сжатии от 5 до 10 МПа в возрасте 90 сут.

активным материалам-материалы, имеющие прочность при сжатии от 2.5 до 5 МПа в том же возрасте.

осношаних дор. одежды зафиксирошана относительная влажность

2. При

3. К

4. К

5. Грунтах и

группа нагрузки А2 - нагрузка на ось 110 кН, - нагрузка на пов-сть пок. от колеса авт., 55кН

Диаметр неподвижного колеса D, см

34 см

3 Расчет по допускаемому упругому прогибу вводим послойно, начиная с подстилающего грунта

3.1 Давление P = 0.6 МПа

$$3.1 \frac{E_n}{E_B} = \frac{E^{13}}{E^{12}} = \frac{55}{180} \cdot 0.31 = 0.31 \quad \frac{h^6}{D} = \frac{12}{34} \cdot 0.35 = 0.35 \quad \frac{E_{\text{общ}}^7}{E^6} = 0.42 \quad E_{\text{общ}}^6 = 0.42 \cdot 180 = 75.46 \text{ МПа}$$

$$3.2 \frac{E_n}{E_B} = \frac{E_{\text{общ}}^{12}}{E^{11}} = \frac{75.5}{0} \cdot \#DIV/0! = 0.00 \quad \frac{h^5}{D} = \frac{0}{34} \cdot 0 = 0.00 \quad \frac{E_{\text{общ}}^6}{E^5} = 0.00 \quad E_{\text{общ}}^5 = 0.00 \cdot 0 = 0.00 \text{ МПа}$$

$$3.3 \frac{E_n}{E_B} = \frac{E_{\text{общ}}^{11}}{E^{10}} = \frac{75.5}{0} \cdot \#DIV/0! = 0.00 \quad \frac{h^5}{D} = \frac{0}{34} \cdot 0 = 0.00 \quad \frac{E_{\text{общ}}^6}{E^5} = 0.00 \quad E_{\text{общ}}^5 = 0.00 \cdot 0 = 0.00 \text{ МПа}$$

|     |                                                |                                                                                                       |                                   |                   |                                                                                                   |                                   |                           |                                   |               |                                                                                                         |     |
|-----|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.2 | $\frac{E_H}{E_B} = \frac{E_{обш}^{10}}{E^9} =$ | <input type="text" value="75.5"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="#DIV/0!"/> | <input type="text" value="0.00"/> | $\frac{h^5}{D} =$ | <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="34"/> <input type="text" value="0"/>     | <input type="text" value="0.00"/> | $\frac{E_{обш}^6}{E^5} =$ | <input type="text" value="0.00"/> | $E_{обш}^5 =$ | <input type="text" value="0.00"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0.00"/>      | МПа |
| 3.2 | $\frac{E_H}{E_B} = \frac{E_{обш}^9}{E^8} =$    | <input type="text" value="75.5"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="#DIV/0!"/> | <input type="text" value="0.00"/> | $\frac{h^5}{D} =$ | <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="34"/> <input type="text" value="0"/>     | <input type="text" value="0.00"/> | $\frac{E_{обш}^6}{E^5} =$ | <input type="text" value="0.00"/> | $E_{обш}^5 =$ | <input type="text" value="0.00"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0.00"/>      | МПа |
| 3.2 | $\frac{E_H}{E_B} = \frac{E_{обш}^8}{E^7} =$    | <input type="text" value="75.5"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="#DIV/0!"/> | <input type="text" value="0.00"/> | $\frac{h^5}{D} =$ | <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="34"/> <input type="text" value="0"/>     | <input type="text" value="0.00"/> | $\frac{E_{обш}^6}{E^5} =$ | <input type="text" value="0.00"/> | $E_{обш}^5 =$ | <input type="text" value="0.00"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0.00"/>      | МПа |
| 3.2 | $\frac{E_H}{E_B} = \frac{E_{обш}^7}{E^6} =$    | <input type="text" value="75.5"/> <input type="text" value="260"/> <input type="text" value="0.29"/>  | <input type="text" value="0.29"/> | $\frac{h^5}{D} =$ | <input type="text" value="20"/> <input type="text" value="34"/> <input type="text" value="0.59"/> | <input type="text" value="0.59"/> | $\frac{E_{обш}^6}{E^5} =$ | <input type="text" value="0.49"/> | $E_{обш}^5 =$ | <input type="text" value="0.49"/> <input type="text" value="260"/> <input type="text" value="127.58"/>  | МПа |
| 3.3 | $\frac{E_H}{E_B} = \frac{E_{обш}^6}{E^5} =$    | <input type="text" value="128"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="#DIV/0!"/>  | <input type="text" value="0.00"/> | $\frac{h^4}{D} =$ | <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="34"/> <input type="text" value="0"/>     | <input type="text" value="0.00"/> | $\frac{E_{обш}^5}{E^4} =$ | <input type="text" value="0.00"/> | $E_{обш}^4 =$ | <input type="text" value="0.00"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0.00"/>      | МПа |
| 3.3 | $\frac{E_H}{E_B} = \frac{E_{обш}^5}{E^4} =$    | <input type="text" value="128"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="#DIV/0!"/>  | <input type="text" value="0.00"/> | $\frac{h^4}{D} =$ | <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="34"/> <input type="text" value="0"/>     | <input type="text" value="0.00"/> | $\frac{E_{обш}^5}{E^4} =$ | <input type="text" value="0.00"/> | $E_{обш}^4 =$ | <input type="text" value="0.00"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0.00"/>      | МПа |
| 3.3 | $\frac{E_H}{E_B} = \frac{E_{обш}^4}{E^3} =$    | <input type="text" value="128"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="#DIV/0!"/>  | <input type="text" value="0.00"/> | $\frac{h^3}{D} =$ | <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="34"/> <input type="text" value="0"/>     | <input type="text" value="0.00"/> | $\frac{E_{обш}^4}{E^3} =$ | <input type="text" value="0.00"/> | $E_{обш}^3 =$ | <input type="text" value="0.00"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0.00"/>      | МПа |
| 3.4 | $\frac{E_H}{E_B} = \frac{E_{обш}^3}{E^2} =$    | <input type="text" value="128"/> <input type="text" value="2000"/> <input type="text" value="0.06"/>  | <input type="text" value="0.06"/> | $\frac{h^2}{D} =$ | <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="34"/> <input type="text" value="0.18"/>  | <input type="text" value="0.18"/> | $\frac{E_{обш}^3}{E^2} =$ | <input type="text" value="0.08"/> | $E_{обш}^2 =$ | <input type="text" value="0.08"/> <input type="text" value="2000"/> <input type="text" value="161.92"/> | МПа |
| 3.5 | $\frac{E_H}{E_B} = \frac{E_{обш}^2}{E^1} =$    | <input type="text" value="162"/> <input type="text" value="3200"/> <input type="text" value="0.05"/>  | <input type="text" value="0.05"/> | $\frac{h^1}{D} =$ | <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="34"/> <input type="text" value="0.12"/>  | <input type="text" value="0.12"/> | $\frac{E_{обш}^2}{E^1} =$ | <input type="text" value="0.06"/> | $E_{обш}^1 =$ | <input type="text" value="0.06"/> <input type="text" value="3200"/> <input type="text" value="187.52"/> | МПа |

3.6 Требуемый модуль упругости определяем по формуле  $E_{тр} = 98.65[\lg(\sum N_p) - 3.55] =$      МПа

3.7 Определяем коэффициент прочности по упругому прогибу:

Требуемый min коэффициент прочности для расчета по допускаемому упругому прогибу

|                                          |                                                                 |                                                                         |                                   |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="text" value="Капитальный"/> | <input type="text" value="IV - заданная надежность Кн - 0.80"/> | <input type="text" value="Требуемый коэффициент упругого прогиба Кпр"/> | <input type="text" value="1.02"/> |
| <input type="text" value="Облегченный"/> | <input type="text" value="-"/>                                  | <input type="text" value="Требуемый коэффициент упругого прогиба Кпр"/> | <input type="text" value="0.00"/> |
| <input type="text" value="Переходный"/>  | <input type="text" value="-"/>                                  | <input type="text" value="Требуемый коэффициент упругого прогиба Кпр"/> | <input type="text" value="0.00"/> |

Коэффициент упругого прогиба методом расчета  $K_{пр} = \frac{E_{обш}}{E_{тр}} =$

Критерии прочности конструкции на сдвиг

Требуемый коэффициент упругого прогиба ОДН 218.046-01 1.02

Следовательно: выбранная конструкция удовлетворяет условию прочности по допускаемому упругому прогибу.

Расчет конструкции на на сдвигустойчивость в грунте  
Հիմնառանկի բնահողի սահմանադրվող հաշվարկ:

4 Рассчитываем конструкцию по условию сдвигустойчивости в грунте.

Действующие в грунте активные напряжения сдвига вычисляют по формуле:  $T = \tau_n p$

$\tau_n$  предворительно назначенную дор. конструкцию приводим к двухслойной расчетной модели

В качестве нижнего слоя модели по геологическим данным принимаем грунт с характеристиками:

|                                                         |                                   |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Модуль упругости, при относительной влажности $W/W_m$ , | 55 МПа                            |
| Тип грунта                                              | Расчетная относительная влажность |
| Супесь легкая                                           | 0.61                              |
| Супеси                                                  | 0.61                              |

Нормативные значения сдвиговых характеристик глинистых грунтов в зависимости от расчетного числа приложений расчетной нагрузки

| Расчетная<br>относи-<br>льная<br>влажность | Сцепление, МПа при суммарном числе приложений нагрузки<br>$(\sum_p^N)$ |       |                 |                 |                 |                 |                 |       |    |                 |                 |                 | Угол внут. трения гр. при суммарном числе прилож. нагрузки<br>$(\sum_p^N)$ |                 |   |      |   |      |   |      |   |      |   |      |   |      |   |      |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|
|                                            |                                                                        |       |                 |                 |                 |                 |                 |       |    |                 |                 |                 |                                                                            |                 |   |      |   |      |   |      |   |      |   |      |   |      |   |      |
|                                            | 1                                                                      | 10    | 10 <sup>2</sup> | 10 <sup>3</sup> | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>5</sup> | 10 <sup>6</sup> | 1     | 10 | 10 <sup>2</sup> | 10 <sup>3</sup> | 10 <sup>4</sup> | 10 <sup>5</sup>                                                            | 10 <sup>6</sup> |   |      |   |      |   |      |   |      |   |      |   |      |   |      |
| 0.61                                       | -                                                                      | 0.014 | -               | 0.014           | -               | 0.014           | -               | 0.012 | -  | 0.008           | -               | 0.006           | -                                                                          | 0.005           | - | 36.0 | - | 36.0 | - | 35.0 | - | 23.9 | - | 17.8 | - | 14.0 | - | 12.0 |

Примечание: Значение сдвиговых характеристик при

$(\sum N_p) = 1$  используются при расчете на статическое действие нагрузки  $(\sum N_p) > 10$  расчетные значения  $\phi$  следует принимать по столбцу 10<sup>6</sup>

$\Sigma Np = 3960$  авт.  $E_n = 55.4$  МПа по таб. П.2.5  $\phi = 12.0^\circ$   $c = 0.013$  МПа

Модуль упругости верхнего слоя определяется по формуле: где модуль упругости материалов содержащих органическое вяжущее назначается при расчетной температуры +20°C

30-50° 30-50°  
10% 20%  
 $E_i = (\sum_{i=1}^n E_i h_i) (\sum_{i=1}^n h_i) =$

715 4 552 6 0 0 0 0 0 0 260 20 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 180 12 42 322 МПа

по отношениям  $\frac{E_{cp}^{**}}{E_n} = \begin{bmatrix} 322 & 55.4 & 5.8 \end{bmatrix}$  и  $(\sum_{i=1}^2 h_i)ID = \begin{bmatrix} 42 & 34 & 1.24 \end{bmatrix}$  и при  $\varphi = \begin{bmatrix} 12 \end{bmatrix}^\circ$

Определяем Z расчета слоев грунта и песчаного основания  $\tau_{n(i)}$

$\frac{E_{cp}^{**}}{E_n} \begin{bmatrix} 5.8 \end{bmatrix}$   $(\sum_{i=1}^2 h_i)ID = \begin{bmatrix} 1.24 \end{bmatrix}$  где  $Z_p = \begin{bmatrix} 15.29 \end{bmatrix}$

Определяем активное напряжение сдвига от временной нагрузки

$\tau_{n(i)} = 0.00459 \cdot Z_p \cdot 10^{-0.0132Y_i} = \begin{bmatrix} 0.00459 & 15.29 & 0.6944 & 0.0487 \end{bmatrix}$

Определяем активное напряжение сдвига от веса вышележащих слоев толщиной  $\sum_{i=1}^2 h_i$

$\tau_e = (10^{-5} \cdot 5 - 0.3Y_i) \sum_{i=1}^2 h_i = \begin{bmatrix} 0.00001 & 1.4 & 42 & 0.0006 \end{bmatrix}$

Определяем полное активное напряжение сдвига в рассчитываемом слое

$\tau_n = \tau_{n(i)} + \tau_e = \begin{bmatrix} 0.049 & 0.0006 & 0.049 \end{bmatrix}$  МПа

таким образом :  $T = \tau_n \cdot p$

$\begin{bmatrix} 0.049 & 0.6 & 0.03 \end{bmatrix}$  МПа

Предельное активное напряжение сдвига  $T_{пр}$  в грунте определяется по формуле

$T_{пр} = C_n K_6 + 0.1 Y_{cp} Z_{он} tg \varphi_{ст} = \begin{bmatrix} 0.013 & 4.0 & 0.1 & 0.002 & 42 & 0.2126 & 0.0538 \end{bmatrix}$  МПа

$C_n = \begin{bmatrix} 0.013 \end{bmatrix}$  МПа - глубина расположение поверхности слоя, проверяемого на сдвигоустойчивость, от верха конструкции

$Z_{он} = \begin{bmatrix} 42 \end{bmatrix}$  см - толщина всех слоев, см

$\varphi = \begin{bmatrix} 12 \end{bmatrix}^\circ$  - расчет. величина угла внут. трения материала проверяемого слоя при статистическом действии нагрузки (уг.внут.трения под 1)

$Y_{cp} = \begin{bmatrix} 0.002 \end{bmatrix}$  кг/см - средневзвешенный уд. вес констр. слоев, располож. выше проверяемого слоя при статистическом действии нагрузки

$K_6$  - "основание - песчаный слой" разделяющей геотекстильной прослойкой.

Коэффициент учитывающий особенности работы конструкции на границе песчанного слоя с нижним слоем несущего основания

$\lambda_{од(i)} = \begin{bmatrix} 4 \end{bmatrix}$

$\begin{bmatrix} 1.0 \end{bmatrix}$

- во всех остальных случаях

$\begin{bmatrix} 4.5 \end{bmatrix}$

- при использовании в песчаном слое мелкого песка

$\begin{bmatrix} 4.0 \end{bmatrix}$

- при использовании в песчаном слое песка средней крупности песка

$\begin{bmatrix} 3.0 \end{bmatrix}$

- при использовании в песчаном слое крупного песка

Капитальный

IV - заданная надежность  $K_n$  - 0.80

Прочности по критерию: сдвига в грунте

0.87

-

-

-

0.00

-

-

-

0.00

Коэффициент учитывающий работу конструкции на сдвигустойчивость в грунте

$K_{пр}^{тр} =$ 

0.050.30101.82

Требуемый коэффициент учитывающий работу конструкции на сдвигустойчивость в грунте по ОДН 218.046-01

$K_{пр}^{тр} =$ 

0.87

Критерии прочности конструкции по сдвигу

TRUE

Следовательно, конструкция удовлетворяет условию прочности по сдвигу

Расчет конструкции на сдвигустойчивость в песчаном слое.  
Ավազակապճային շերտի սահմանայունության հաշվարկ:

5

Расчет конструкции по условия сдвигустойчивости в песчаном слое основания.

Действующие в песчаном слое основания активное напряжение сдвига определяют по формуле  $T = \tau_H * P$

Для определения  $\tau_{H*}$  предварительно назначенную дорожную конструкцию приводим к двухслойной расчетной модели

Модуль упругости

С содержанием пылевато-глинистой фракции 5%

Песок крупный

Расчетные значения угла внутреннего трения и сцепления песчаных грунтов и песков конструктивных слоев в зависимости от расчетного числа приложения расчетной нагрузки

| Расчетная<br>относи-льная<br>влажность | Сцепление, МПа при суммарном числе приложений нагрузки<br>$(\sum_p^N)$ |        |        |        |        | Угол внутреннего трения гр. при суммарном числе прилож. нагрузки<br>$(\sum_p^N)$ |        |        |        |        |   |      |   |      |   |      |   |      |   |      |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|----------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|
|                                        | 1                                                                      | $10^3$ | $10^4$ | $10^5$ | $10^6$ | 1                                                                                | $10^3$ | $10^4$ | $10^5$ | $10^6$ |   |      |   |      |   |      |   |      |   |      |
| 5%                                     | -                                                                      | 0.0050 | -      | 0.0040 | -      | 0.0040                                                                           | -      | 0.0030 | -      | 0.0030 | - | 34.0 | - | 31.0 | - | 36.0 | - | 29.0 | - | 28.0 |

Примечание; 1 Значения характеристик даны для условий полного заполнения пор водой.  
2 При  $(\sum_p^N) > A \cdot 10^6$  расчетные значения  $\phi$  с следует принимать по столбцу  $10^6$

$\sum N_p =$ 

3960

 авт.

$E_H = E_{общ}^{пес} =$ 

75.5

 МПа

таб.П.3.32

$\varphi =$ 

33

 °

$C =$ 

0.005

<sup>IV</sup><sub>гг</sub>

Модуль упругости верхнего слоя модели определяют по формуле где значения модулей упругости материалов, содержащих органическое вяжущее, назначают при расчетной температуре +20° C

$$E_B = (\sum_{i=1}^n E_i h_i) (\sum_{i=1}^n h_i) =$$

|                    |                    |     |   |   |   |   |   |   |   |   |     |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |     |     |
|--------------------|--------------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-----|-----|
| 30-50 <sup>0</sup> | 30-50 <sup>0</sup> |     |   |   |   |   |   |   |   |   |     |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |     |     |
| 10%                | 20%                |     |   |   |   |   |   |   |   |   |     |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |     |     |
| 715                | 4                  | 552 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 260 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 379 | МПа |

по отношению  $\frac{E_{cp}^{**}}{E_n} =$ 

|     |      |     |
|-----|------|-----|
| 379 | 75.5 | 5.0 |
|-----|------|-----|

 $(\sum_{i=1}^2 h_i)ID =$ 

|    |    |      |
|----|----|------|
| 30 | 34 | 0.88 |
|----|----|------|

 и при  $\varphi =$ 

|    |
|----|
| 33 |
|----|

 °

Определяем Z расчета слоев грунта и песчаного основания  $\tau_{n(i)}$

$$\frac{E_{cp}^{**}}{E_n} =$$

|   |
|---|
| 5 |
|---|

 $(\sum_{i=1}^2 h_i)ID =$ 

|      |
|------|
| 0.88 |
|------|

 где  $Z_p =$ 

|       |
|-------|
| 27.68 |
|-------|

Определяем активное напряжение сдвига от временной нагрузки

$$\tau_{n(i)} = 0.00459 * Z_p * 10^{-0.0132 Y_i} =$$

|         |       |        |       |
|---------|-------|--------|-------|
| 0.00459 | 27.68 | 0.3668 | 0.047 |
|---------|-------|--------|-------|

Определяем активное напряжение сдвига от веса вышележащих слоев толщиной  $\sum_{i=1}^2 h_i$

$$\tau_e = (10^{-5} 5 - 0.3 Y_i) \sum_{i=1}^2 h_i =$$

|          |      |    |         |
|----------|------|----|---------|
| 0.000010 | -4.9 | 30 | -0.0015 |
|----------|------|----|---------|

Определяем полное активное напряжение сдвига в рассчитываемом слое  $\tau_n = \tau_{n(i)} + \tau_b =$ 

|       |         |       |
|-------|---------|-------|
| 0.047 | -0.0015 | 0.045 |
|-------|---------|-------|

 МПа

По формуле определяем  $T = \tau_n * P =$ 

|       |     |        |
|-------|-----|--------|
| 0.045 | 0.6 | 0.0271 |
|-------|-----|--------|

 МПа

Предельное активное напряжение сдвига в песчаном слое определяем по формуле

$$T_{np} = C_n K_6 + 0.1 Y_{cp} Z_{on} t g \varphi_{cr} =$$

|       |     |     |       |    |        |        |
|-------|-----|-----|-------|----|--------|--------|
| 0.005 | 4.0 | 0.1 | 0.002 | 30 | 0.6494 | 0.0239 |
|-------|-----|-----|-------|----|--------|--------|

- $C_n =$ 

|       |
|-------|
| 0.005 |
|-------|

 МПа - глубина расположение поверхности слоя, проверяемого на сдвигоустойчивость, от верха конструкции  
 $Z_{on} =$ 

|    |
|----|
| 30 |
|----|

 см - толщина всех слоев, см  
 $\varphi =$ 

|    |
|----|
| 33 |
|----|

 ° - расчет. величина угла внут. трения материала проверяемого слоя при статитическом действии нагрузки (уг.внут.трения под 1)  
 $Y_{cp} =$ 

|       |
|-------|
| 0.002 |
|-------|

 кг/см<sup>2</sup> -среднезве. уд. вес конструк. слоев, располож. выше проверяемого слоя при статистическом действии нагрузки Constant

$K_6$  - "основание - песчаный слой" разделяющей геотекстильной прослойкой.  
 Коэффициент учитывающий особенности работы конструкции на границе песчанного слоя с нижним слоем несущего основания

- |   |
|---|
| 4 |
|---|
- |     |
|-----|
| 1.0 |
| 4.5 |
| 4.0 |
| 3.0 |
- во всех остальных случаях
  - при использовании в песчаном слое мелкого песка
  - при использовании в песчаном слое песка средней крупностикрупного песка
  - при использовании в песчаном слое крупного песка

|             |                                    |                                               |      |
|-------------|------------------------------------|-----------------------------------------------|------|
| Капитальный | IV - заданная надежность Кн - 0.80 | Прочности по критерию: сдвига в песчаном слое | 0.87 |
| -           | -                                  | -                                             | 0.00 |
| -           | -                                  | -                                             | 0.00 |

Коэффициент учитывающий работу конструкции на сдвигоустойчивость в песчаном слое  $K_{пр} = 0.0239 \quad 0.0271 \quad 0.88$

Требуемый коэффициент учитывающий работу конструкции на сдвигоустойчивость в песчаном слое по ОДН 218.046-01  $K_{пр} = 0.87$

Критерии прочности конструкции по сдвигу **TRUE**

**Следовательно, конструкция удовлетворяет условию по сдвигоустойчивости в песчаном слое основания.**

**Расчет конструкции на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе.**  
**Հոստատրուկի աների մոնոլիտ շերտերի հոգնածության քայքայման դիմադրողականության հաշվարկը, ձգման ծովածքի ժամանակ**

5 Рассчитаем конструкцию на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушения от растяжения при изгибе.

5.1 Приводим конструкцию к двухслойной модели, где нижний слой модели - часть конструкции, расположенная ниже пакета асфальтобетонных слоев, т.е. щебеночное основание и грунт рабочего слоя.

$E_n = E_{\text{общ}}^{\text{щб}} = 75.5$  МПа К верхнему слою относятся все асфальтобетонные слои.

Модуль упругости верхнего слоя определяют по формуле

$E_B = (\sum_{i=1}^n E_i h_i) / (\sum_{i=1}^n h_i) = 4500 \quad 4 \quad 2800 \quad 6 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 10 \quad 3480$  МПа

Модуль упругости асфальтобетонных слоев определяют

5.2 по отношениям  $\frac{h_B}{D} = 10 \quad 34 \quad 0.29$  и  $\frac{E_B}{E_n} = 3480 \quad 188 \quad 18.6$

Определяем растягивающее напряжение от еденичной нагрузки при расчетных диаметрах площадки, передающей нагрузку  $6^-_r =$

$\frac{h_B}{D} = 0.29$  и  $\frac{E_B}{E_n} = 18.6$   $6^-_r = 2.49$

$K_B = 0.85$  коэффициент, учитывающий особенности напряженного состояния покрытия конструкции под спаренным балоном.Constant

$P = 0.6$  расчетное давление

расчетное растягивающее напряжение вычисляем по формуле  $6_r = 6^-_r K_B P = 2.49 \quad 0.85 \quad 0.6 \quad 1.27$  МПа

5.3 Вчисляем предельно растягивающее напряжение по формуле

$R_N = R_0 K_1 K_2 (1 - V_R t) =$  8.00 0.895 0.80 1 0.10 1.06 5.12 МПа

$R_0 =$  8.00 МПа нормативное значение предельного сопротивления ратяжению прочность при изгибе при расчетной низкой весенней температуре при однократном приложении нагрузки (для нижнего слоя асфальтобетона)

$\Upsilon_R =$  0.10 коэффициент вариации прочности растяжения Constant

Коэффициент нормированного отклонения

Коэффициент срок службы  $K_n=0.85$  t  $t =$  1.06 коэффициент нормативного отклонения

Снижение прочности во времени и воздействия погодно-климатических факторов (нижний слой пористый)

Асфальтобетон плотный пористый и высокопористый K2  $K_2 =$  0.80 коэффициент снижение прочности во времени

$K_1 = \frac{\alpha}{m \sqrt{\sum N_p}} =$  7.1 7.933 0.90

$K_1 =$  коэффициент, учитывающий снижение прочности в следствии усталостных явлений при многократном приложении нагрузки

$m =$  4.3 показатель степени, зависящий от свойств материала рассчитываемого монолитного слоя (ниж. слой пористый)

$N_p =$  3960 авт. расчетное суммарное число приложении расчетной нагрузки за срок службы монолитного покрытия,

$\alpha =$  7.1 коэф., учитывающий различие в реальном и лаб. режимах растяжения повторной нагрузкой, а также вероятность совпадения во времени расчетной низкой темп. покрытия и расчетного состояния грунта рабочего слоя по влажности (нижний слой пористый)

5.4

|                          |                                                               |                                                              |                   |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------|
| <span>Капитальный</span> | <span>IV - заданная надежность <math>K_n - 0.80</math></span> | <span>Усталостное разрушение от растяжения при изгибе</span> | <span>0.87</span> |
| <span>-</span>           | <span>-</span>                                                | <span>-</span>                                               | <span>0.00</span> |
| <span>-</span>           | <span>-</span>                                                | <span>-</span>                                               | <span>0.00</span> |

Коэф. учит. работу конст. на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе.  $\frac{R_N}{\bar{\sigma}_r} =$  5.12 1.27 4.0

Требуемый коэф. учит. работу конст. на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе по ОДН 218.046-01

$K_{np}^{TP} =$  0.87

Критерии прочности конструкции на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе TRUE

Следовательно, выбранная конструкция удовлетворяет критерии прочности на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе.

Расчет конструкции на морозоустойчивость  
Պատվածքի կոնստրուկցիայի սառնակայունության հաշվարկ

6 Проверка конструкции на морозоустойчивость

Песок мелкий мерзлый

Плотность  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>

$h_{об(i)}$

1850

Коэффициент теплопроводности  $\lambda$ , Вт (мК)

$\lambda_{об(i)}$  Вт/(мК)

2.32

\* Поскольку в период промерзания дорожной конструкции песок находится сначала в талом, а затем в мерзлом состоянии, в расчет вводят среднеарифметическое значение коэффициентов теплопроводности  $\lambda_M$  и  $\lambda_m$

Для использования в морозозащитном слое назначаем среднезернистый песок с коэффициентом теплопроводности

$\lambda_M$  - 2.44 песок крупный мерзлый

$\lambda_m$  - 1.91 песок крупный талый

$$\lambda_{cp} = (\lambda_M + \lambda_m) / 2 = 2.44 + 1.91 + 2 + 2.18 \text{ Вт}$$

7.1 Определяем среднюю глубину промерзания

Сисиан супесь, мелкие и пылеватые пески

Глубина (м)

$Z_{пр(ср)} =$

0.92

определяем полную глубину промерзания грунты

$$Z_{пр} = Z_{пр(ср)} \cdot 1.38 =$$

0.92

1.38

1.27 м

7.2 Для глубины промерзания 1.27 м определяем степень пучинистости (СНиП 2.05.02-85, прил.2 таб.7)

Супесь легкая: суглинок легкий и тяжелый, глины

Группа грунта

III

группа грунта

III

при толщине дорожной одежды

$h =$

42

см

Затем определяем для сильнопучинистых грунтов величину морозного пучения для осредненных условий: при  $Z_{пр} =$

127

см

-

-

-

0.00

|                                             |                                                   |     |      |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----|------|
| Группа грунта по степени пучинистости - III | Толщина дорожной одежды при $Z_{пр}=150\text{см}$ | 104 | 2.38 |
| -                                           | -                                                 | -   | 0.00 |

$l_{пр(ср)} = 2.38$  величина морозного пучения для осредненных условий:

Определяем коэффициент  $K_{угв}$  учитывающий влияние расчетной глубины залегания уровня грунтовых или длительно стоящих поверхностных вод ( $H_y$ )

|   |   |   |      |
|---|---|---|------|
| - | - | - | 0.00 |
| - | - | - | 0.00 |

При отсутствии влияния грунтовых или длительно стоящих поверхностных вод следует принимать :

|                                       |                                                             |      |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------|
| Супеси тяжелые и пылевато- и суглинки | Кугв коэф. расчетной глубины залегания уровня грунтовых вод | 0.53 |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------|

$K_{угв} = 0.53$  коэффициент, расчетной глубины залегания уровня грунтовых или длительно стоящих поверхностных вод

Определяем коэффициент  $K_{упл}$  зависящий от степени уплотнения грунта рабочего слоя

|                                                             |                                    |      |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------|------|
| Песок пылеватый, супесь легкая и пылеватая, суглинки, глины | Коэффициент уплотнения 0.97 - 0.95 | 1.20 |
| -                                                           | -                                  | 0.00 |

$K_{пл} = 1.20$  коэффициент, зависящий от степени уплотнения грунта рабочего слоя

Определяем коэффициент, учитывающий влияние гранулометрического состава грунта основания насыпи или выемки

|                                                                                                       |          |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|
| Кгр - коэффициент, учитывающий влияние гранулометрического состава грунта основания насыпи или выемки | суглинки | 1.30 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|

$K_{гр} = 1.30$  коэффициент, учитывающий влияние гранулометрического состава грунта основания насыпи или выемки

Определяем коэффициент, учитывающий влияние нагрузки от собственного веса вышележащей конструкции на грунт в промерзающем слое и зависящий от глубины промерзания  $Z_{пр}$  от поверхности покрытия

$Z_{пр} = 1.27$  м

|                                                                                                                   |                |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------|
| Пылеватая супесь, тяжелая пылеватая супесь, легкий и тяжелый суглинок, легкий и тяжелый пылеватый суглинок, глина | $Z_{пр} = 1.1$ | 1.13 |
| -                                                                                                                 | $Z_{пр} = -$   | 0.00 |

$K_{нагр} = 1.13$  коэф., учитывающий влияние нагрузки от собственного веса вышележащей конструкции на грунт в промерзающем слое и зависящий от глубины промерзания

Определяем коэффициент, зависящий от расчетной влажности грунта

$K_{вл}$  коэффициент зависящий от расчетной влажности грунта      Относительная влажность  $W/W_{г}$       0.65      1.05

$K_{вл} = 1.05$  коэффициент, зависящий от расчетной влажности грунта

по формуле определяем величину пучения для данной конструкции

$$l_{пуч} = l_{пр(ср)} K_{угв} K_{пл} K_{гр} K_{нагр} K_{вл} = 2.4 \cdot 0.53 \cdot 1.20 \cdot 1.30 \cdot 1.13 \cdot 1.05 \cdot 2.32 \text{ см}$$

По типу дорожной одежды и вида покрытия определяем допустимая величину морозного пучения

Капитальное - асфальтобетонное      Допустимая величина морозного пучения  $L_{доп}$       4 см

Расчетный срок службы  $T_{сл} = 15$  лет

Если при расчетном сроке службы до 10 лет полученная величина возможного пучения  $L_{пуч}$  не превышает требуемую  $L_{доп}$

Если при расчетном сроке службы до 10 лет полученная величина возможного пучения  $L_{пуч}$  превышает требуемую  $L_{доп}$

I вариант      Не считать морозоустойчивость

Если при сроке службы более 10 лет полученная величина возможного пучения  $L_{пуч}$  не превышает 80 % от требуемой  $L_{доп}$

Если при сроке службы более 10 лет полученная величина возможного пучения  $L_{пуч}$  превышает 80 % от требуемой  $L_{доп}$

II вариант      Не считать морозоустойчивость

















