

Лекция 14. Порядок расчёта дорожных одежд по допускаемому упругому прогибу

Необходимо вычислить суммарное расчётное количество приложений расчётной нагрузки за срок службы по формуле:

$$\sum N_p = 0,7 N_p \frac{T_{рдг} K_n K_c}{q(T_{сл} - 1)}$$

$$N_p = f_{пол} \sum N_m S_{m_{сум}}$$

где: N_p – [авт/сут] – приведённая интенсивность на каждый год срока службы;

$T_{рдг}$ [1] – расчётное число расчётных дней в году, соответствующее определённому состоянию деформируемости конструкции;

K_n [1] – коэффициент, учитывающий вероятность отклонений суммарного движения от среднего ожидаемого (табл. 3.3 ОДН 218.046-01);

K_c [1] – коэффициент суммирования (табл. 6.2 ОДН 218.046-01)

$$k_c = \frac{q^{T_{сл}} - 1}{q - 1}$$

где: $T_{сл}$ [лет] – расчётный срок службы (табл. 6.2 ОДН 218.046-01);

q [1] – показатель изменения интенсивности движения данного типа автомобиля по годам (табл. 6.3 ОДН 218.046-01)

$f_{пол}$ [1] – коэффициент, учитывающий число полос движения и распределение движения по ним (табл. 3.2 ОДН 218.046-01);

n [1] – общее число различных марок транспортных средств в составе потока;

N_m [авт] – число проездов в сутки в обоих направлениях транспортных средств m -й марки;

$S_{m_{сум}}$ [1] – суммарный коэффициент приведения воздействия на дорожную одежду транспортного средства m -й марки к расчётной нагрузке $Q_{расч}$;

$$S_{m_{сум}} = \sum_1^n S_n, \text{ где}$$

S_n [1] – коэффициент приведения номинальной динамической нагрузки от колеса каждой из n осей транспортного средства к расчётной динамической нагрузке;

$$S_n = \left(\frac{Q_{\ddot{a}i}}{Q_{\delta\ddot{a}i}} \right)^\beta$$

$$Q_{дп} = k_{дин} Q_n$$

где: $Q_{дп}$ [кН] – номинальная динамическая нагрузка от колеса на покрытие;

β [1] – показатель степени:

-для капитальных дорожных одежд – 4,4;

-для облегчённых дорожных одежд – 3,0;

-для переходных дорожных одежд – 2,0;

$Q_{дин}$ [1] – динамический коэффициент, принимаемый равным 1,3;

Q_n [кН] – номинальная статическая нагрузка на колесо данной оси.

Конструкция должна удовлетворять требованиям прочности и надёжности по величине упругого прогиба при условии:

$$E_{об} \geq E_{min} k_{пр}^{тр}$$

$E_{об}$ [МПа] – общий расчётный модуль упругости;

E_{min} [МПа] – минимальный требуемый общий модуль упругости;

$k_{пр}^{тр}$ – требуемый коэффициент прочности дорожной одежды по критерию упругого прогиба, принимаемый в зависимости от требуемого уровня надёжности (табл. 3.1 ОДН 218.046-01). В зависимости от категории автомобильной дороги [1,50 – 0,90].

Величину минимального общего требуемого модуля упругости конструкции вычисляют по эмпирической формуле:

$$E_{min} = 98,65[\lg(\sum N_p) - c]$$

$\sum N_p$ – суммарное число приложений нагрузки за срок службы дорожной одежды;

c – эмпирический параметр, принимаемый равным для расчётных нагрузок на ось:

100 кН – 3,55;

110 кН – 3,25;

130 кН – 3,05;

Предварительно назначается конструкция и расчётные значения модулей упругости для каждого из материалов слоя (для грунтов по табл. 2.4 – 2.6; для материалов основания и покрытия по табл. 3.1 – 3.10):

№ слоя	Материал слоя	Н слоя, см	Модуль упругости, МПа
1	а/б плотный на БНД 60/90	4	3200
2	а/б пористый на БНД 60/90	8	2000
3	а/б высокопористый на БНД 60/90	22	2000
4	укреплённая щебёночно-гравийная смесь	15	400
5	песок средней крупности	30	120
6	супесь пылеватая $W_p = 0,7W_T$	-	46

Расчёт по допускаемому упругому прогибу ведут послойно, начиная с подстилающего грунта по номограмме

$$\frac{E_H}{E_B} = \frac{E^{ГР}}{E^{щеб}} = \frac{46}{420} = 0,107$$

по табл. 1.1 ОДН 218.046-01 $P = 0,6$ МПа, $D = 37$ см;

$$\frac{h_B}{D} = \frac{h_{щеб}}{D} = \frac{26}{37} = 0,70 \quad \xrightarrow{\text{по } \leftrightarrow \text{ номограмме}}$$

$$\frac{E_{общ}^{щеб}}{E^{щеб}} = 0,29 \quad E_{общ}^{щеб} = 0,29 \times 420 = 122 (\text{МПа})$$

$$\frac{E_H}{E_B} = \frac{E_{общ}^{щеб}}{E^{a/б(3)}} = \frac{122}{2000} = 0,06$$

$$\frac{h_B}{D} = \frac{h^{a/б(3)}}{D} = \frac{22}{37} = 0,59 \quad \xrightarrow{\text{по } \leftrightarrow \text{ номограмме}}$$

$$\frac{E_{общ}^{a/б(3)}}{E^{a/б(3)}} = 0,18 \quad E_{общ}^{a/б(3)} = 0,18 \times 2000 = 360 (\text{МПа})$$

$$\frac{E_H}{E_B} = \frac{E_{общ}^{a/б(3)}}{E^{a/б(2)}} = \frac{360}{2000} = 0,18$$

$$\frac{h_B}{D} = \frac{h^{a/\bar{b}(2)}}{D} = \frac{8}{37} = 0,22 \quad \xrightarrow{\text{по } \leftrightarrow \text{ номограмме}}$$

$$\frac{E_{\text{общ}}^{a/\bar{b}(2)}}{E^{a/\bar{b}(2)}} = 0,24 \quad E_{\text{общ}}^{a/\bar{b}(2)} = 0,24 \times 2000 = 480 (\text{МПа})$$

$$\frac{E_H}{E_B} = \frac{E_{\text{общ}}^{a/\bar{b}(2)}}{E^{a/\bar{b}(1)}} = \frac{480}{3200} = 0,15$$

$$\frac{h_B}{D} = \frac{h^{a/\bar{b}(1)}}{D} = \frac{4}{37} = 0,11 \quad \xrightarrow{\text{по } \leftrightarrow \text{ номограмме}}$$

$$\frac{E_{\text{общ}}}{E^{a/\bar{b}(1)}} = 0,165 \quad E_{\text{общ}} = 0,165 \times 3200 = 528 (\text{МПа})$$

Требуемый модуль упругости

$$E_{\text{тр}} = 98,65 [\lg(\sum N_p) - 3,55] = 98,65 [\lg 7179494 - 3,55] = 326 \text{ МПа}$$

Коэффициент прочности по упругому прогибу

$$\frac{E_{\text{общ}}}{E_{\text{тр}}} = \frac{528}{326} = 1,61$$

$$k_{\text{пр}}^{\text{тр}} = 1,30 \text{ – конструкция удовлетворяет условию прочности по допускаемому упругому прогибу}$$

Контрольные вопросы:

1. Допускаемый упругий прогиб, расчет на допустимый упругий прогиб.