

Абдужабаров А.Х., Хасанов Н.М.

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ БЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ ДОРОГ И ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫХ ПОЛОС АЭРОДРОМОВ В СЕЙСМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

A.Kh. Abduzhabarov, N.M. Khasanov

CONSTRUCTIVE SOLUTIONS TO CONCRETE PAVEMENT OF ROADS AND RUNWAYS SEISMIC CONDITIONS

УДК 629.841

В данной статье рассматриваются конструктивные решения бетонных покрытий дорог и взлетно-посадочных полос аэродромов в сейсмических условиях.

This article discusses the design of the decision of concrete pavement of roads and airport runways seismic conditions.

Учитывая напряженно-деформированное состояние бетонных плит при сейсмическом воздействии, даны рекомендации по конструкции плит, которые способны увеличить их сопротивляемость деформациям и смещениям.

В результате последних 5-10 лет при сильных землетрясениях в Китае, Индонезии, Турции были выявлены разрушения не только покрытий автодорог, но взлетно-посадочных полос аэродромов, что приводило к частичному прекращению движения автотранспорта и длительному закрытию аэропортов, что привело не только к экономическим потерям но и к невозможности оказания срочной помощи в районах проявления землетрясений.

Решению этой сложной задачи – исследования сейсмостойкости бетонных покрытий с обоснованием актуальности посвящены исследования профессора Абдужабарова А.К. [1], где с теоретическим и экспериментальным методом получены конструктивные решения дающие возможность частично решить задачу методики конструирования бетонных покрытий. Нами продолжены исследования в этом направлении, что позволило уточнить результаты и учесть их конструкции бетонных покрытий.

Расчетная схема дорожного покрытия приведена на рис.1. Действия сейсмической волны направлены по направлению длины плиты, что приводит к максимальному изгибу плиты и соответственно максимальным дополнительным напряжениям по оси X.

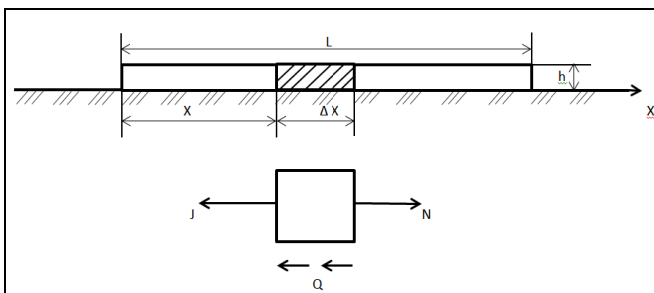


Рис. 1. Расчетная схема дорожного покрытия.

На бетонное покрытие действуют следующие силы:

1. Равнодействующая сил взаимодействия между поверхностью плиты и грунта основания

$$Q = aG_x u(x, t) dx \epsilon_x \quad (1)$$

где  $\epsilon_x$  – коэффициент учитывающий массу грунта основания участвующих в совместных колебаниях с плитой.

2. Продольная сила

$$N = EF \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} dx \quad (2)$$

3. Сила инерции элемента

$$J = -m \frac{\partial^2 (u_0 + u)}{\partial t^2} dx \quad (3)$$

Уравнение продольного движения бетонной плиты :

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = v^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + b^2 k = -\frac{\partial^2 u_0}{\partial t^2} \quad (4)$$

где  $v$  – скорость распространения волны в плите :

$$v^2 = \frac{EF}{m} h^2 = \frac{aL G_x}{m} \quad (5)$$

$a$  – ширина плиты;

$L$  – длина плиты;

$G_x$  – коэффициент сдвига плиты;

$u_0$  – перемещения почвы при землетрясении;

$m$  – масса единицы длины плиты.

Начальные условия :

$$u(x, 0) = \dot{u}(x, 0) = 0$$

Граничные условия :

$$\frac{\partial u}{\partial x} \Big|_{x=0} = \frac{ku}{EF} \quad \frac{\partial u}{\partial x} \Big|_{x=L} = \frac{ku}{EF} \quad (6)$$

Уравнение (6) решается по синусоидальному закону изменения ускорения земной поверхности:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = k_c g \sin \omega t \quad (7)$$

Решением уравнения (4) с граничными и начальными условиями получено:

смещение плиты равно:

$$u_{x=0,L} = \frac{k_c g T^2}{2\pi} * \frac{\varphi}{\mu^2 + \varphi^2 + 2\varphi} +$$

$$\frac{w \sin \frac{b \pi}{w}}{w^2 - b^2} * \frac{2k_c g}{\varphi + 2} \varepsilon_x \quad (8)$$

Напряжение в бетонной плите :

$$\sigma_{x=0,L} = \frac{E k_c T^2}{2 \pi L} * \frac{w^2}{\mu^2 + \varphi^2 + 2 \varphi} \varepsilon_x \quad (9)$$

Где  $\varphi = \frac{KL}{EF}$  ;

$$a_n = \sqrt{\frac{EF}{m}}; \quad \mu = \frac{L}{a_n} \sqrt{\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 + b^2}$$

где  $k_x$  – коэффициент защемления плиты;

$T$  – период колебания почвы

$\varepsilon_x$  – коэффициент величина которого установлена экспериментально и равна

$\varepsilon_x = 1,1$  при мелко-ребристой опорной поверхности плиты;

$\varepsilon_x = 1,2$  при арочной опорной части плиты;

$\varepsilon_x = 1,0$  при гладкой поверхности плиты;

Так же напряжение в бетонном покрытии от сейсмического воздействия можно определить по формуле, которая нами уточнена экспериментально :

$$\sigma^2 = \frac{WT \sqrt{(E_n + \alpha E_r)} \gamma_{пр}}{2 \pi \sqrt{(1 + \alpha) g}} \quad (10)$$

$E_n, E_{r_{II}}$  – модули упругости покрытия и грунта основания ;

$\alpha$  – коэффициент соотношения грунта основания и толщины покрытия, которые участвуют в совместных колебаниях;

$\alpha = 0,8$  при 4 баллах,  $\alpha = 0,5$  при 8 баллах,  $\alpha = 0,1$  при 9 баллах при гладкой поверхности бетонного покрытия .

При рифленной опорной поверхности покрытия  $\alpha = 1,0$  при  $J = 7$  баллов ,  $\alpha = 0,7$  при  $J = 8$  баллов,  $\alpha = 0,3$  при  $J = 9$  баллов

Получены графики напряжений в бетонной плите в зависимости от закрепления концов плит по формуле (9) и по формуле (10) что дает возможность определить наличие в конструкции ребер и гладкой поверхности (рис. 2,3).

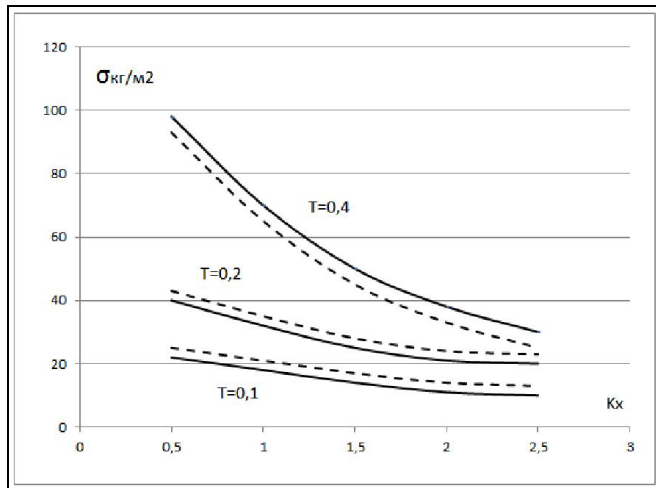


Рис 2. Зависимость напряжения в дорожном покрытии от коэффициента зацепления  $K_x$

— по расчетной формуле (9)      - - - по результатам эксперимента.

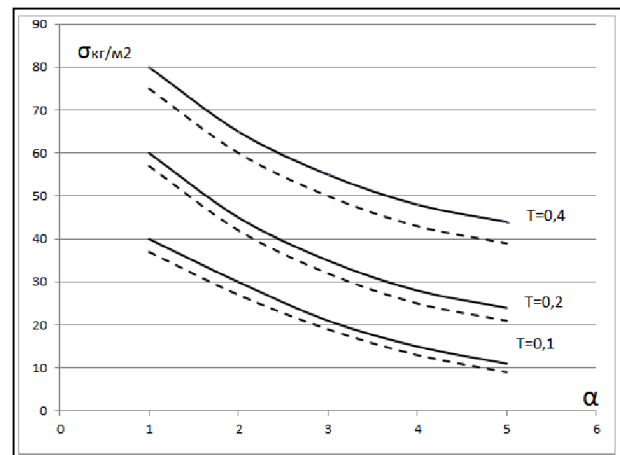


Рис 3. Зависимость напряжения в бетонном покрытии от  $\alpha$

— по расчетной формуле (10)      - - - по результатам эксперимента

По результатам расчетов и экспериментов можно сделать вывод, что конструктивные решения бетонного покрытия позволяют снизить напряжение в них, если снизить коэффициент зацепления плиты, что возможно если по торцам запроектировать прокладки из фторопласта F-4, а так же проектировать плиты с ребристой опорной поверхностью.

**Литература:**

1. Абдужабаров А., Азизов А. К расчету цементобетонных покрытий на сейсмические воздействия, журнал «Строительство и архитектура Узбекистана» Ташкент №12, 1974, с. 43-44

Рецензент: к.т.н., доцент Иманбеков С.Т.