

ВЛИЯНИЕ МАССИВНОСТИ АЭРОДРОМНЫХ ПЛИТ НА ИХ ТЕРМОУСТОЙЧИВОСТЬ

Приведены результаты аналитических исследований цементобетонной плиты аэродромного покрытия в температурном режиме эксплуатации, характерном для климатических условий г.Киева. Исследован диапазон размеров плит, обусловленный нормативными требованиями и технологическими возможностями бетоноукладочных машин.

Рассмотрим работу плиты аэродромного покрытия в климатических условиях г.Киева и оценим влияние массивности конструкции на ее термоустойчивость.

Материал плиты – цементобетон – характеризуется следующими физическими величинами:

объемный вес $\gamma = 2,4 \text{ т/м}^3$;

коэффициент линейного температурного расширения – $\alpha = 8,1 \times 10^{-6}$;

коэффициент Пуассона $\nu = 0,15$;

модуль упругости $E_{btb} = 3,24 \cdot 10^4 \text{ МПа}$;

расчетное сопротивление растяжению при изгибе $R_{btb} = 3,43 \text{ МПа}$.

Размеры плиты в плане: длина $L = 7,5 \text{ м}$, ширина $b = 7,5 \text{ м}$. Между плитами предполагается наличие стыковых соединений в продольном и поперечном направлениях.

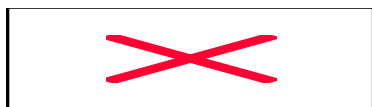
Исследуем диапазон толщин плиты $t = [0,20 \div 0,45] \text{ м}$, минимальное значение которого соответствует минимально допустимому нормами - СНиП 2.05.08-85 «Аэродромы», максимальное – обусловлено технологическими особенностями бетоноукладочных машин. Шаг изменения толщины – $0,05 \text{ м}$.

Температурные условия работы плиты аэродромного покрытия характеризуются [1]: амплитудой колебания температуры на поверхности покрытия (А); температурой, вызывающей перемещение плиты по основанию (Б); температурным перепадом, вызывающим сжатие вследствие возникновения препятствий на контуре (В).

А. Амплитуда колебаний температуры на поверхности покрытия t_s^{max} определяется как сумма среднемаксимальной температуры воздуха t_e^{max} и максимального отклонения температуры верхней (дневной) поверхности плиты, учитывающего влияние солнечной радиации, $t_{экг}$.

В климатических условиях г.Киева значение t_e^{max} соответствует среднемаксимальной месячной температуре воздуха в июле в 13 час $t_e^{cp,max} = 24,80^\circ\text{C}$ [2÷4]; $t_{экг} = 18,02^\circ\text{C}$ [5]. Соответственно, $t_s^{max} = t_e^{max} + t_{экг} = 24,80 + 18,02 = 42,82^\circ\text{C}$.

Б. Температура, вызывающая перемещение плиты по основанию, в срединной плоскости плиты:



где $t_{n,\delta}^{max} = 27,22^\circ\text{C}$ - максимальное отклонение дневной температуры на поверхности плиты для июля [5, 6];

$t_{n,\delta}^{max} = 9,20^\circ\text{C}$ - максимальное отклонение ночной температуры на поверхности плиты для июля [5, 6];

e - основание натурального логарифма;

$w = 2\pi/T$ - угловая частота колебаний температуры при полном периоде $T = 24$ час;

$a = 0,003$ м²/час – коэффициент температуропроводности.

Максимальное отклонение температуры дневной поверхности плиты $t_{э\kappa\delta}$ от среднесуточной температуры июля составляет $t_0^{max} = 23,02^\circ\text{C}$ [5], а по глубине плиты:

$$t_{0,z} = t_0^{max} \cdot e^{-z \cdot \sqrt{\frac{w}{2a}}},$$

где z – расстояние от дневной поверхности плиты, м.

При среднемесячной температуре июля $t_{cp} = 19,80^\circ\text{C}$ [1÷3] максимальные температуры нагрева:

дневной поверхности ($z = 0,00$ м):

$$t_0 = t_{cp} + t_{0,0} = 19,80 + 23,02 = 42,82^\circ\text{C};$$

на глубине 0,20 м:

$$t_0 = t_{cp} + t_{0,0,20} = 19,80 + 6,15 = 25,95^\circ\text{C};$$

на глубине 0,45 м:

$$t_0 = t_{cp} + t_{0,0,45} = 19,80 + 1,18 = 20,98^\circ\text{C}.$$

В. Температурный перепад, вызывающий сжатие вследствие возникновения препятствий на контуре, в граничных слоях составляет:

при $z = 0,00$ м $t_{сж} = t_0 - t_y = 42,82 - 20,00 = 22,82^\circ\text{C}$;

при $z = 0,20$ м $t_{сж} = 25,95 - 20,00 = 5,95^\circ\text{C}$,

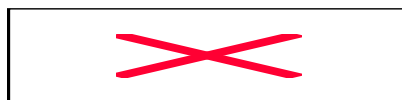
при $z = 0,45$ м $t_{сж} = 20,98 - 20,00 = 0,98^\circ\text{C}$,

где t_y - температура цементобетонной смеси в момент ее укладки. Величина для условий г.Киева принята равной 20°C по аналогии с работами [5, 6].

Расчетный градиент температуры для внешних границ плиты ΔT возрастает с увеличением толщины и, как следствие, массивности плиты. Для граничных значений t величина ΔT составляет $16,87$ и $21,84^\circ\text{C}$ соответственно.

Для промежуточных значений исследуемого диапазона t расчетные величины температурных условий работы приведены в таблице.

Критическое повышение температуры (температурный скачок) $\Delta T_{кр}$ по отношению к температуре во время укладки бетона при наличии продольных и поперечных швов со стыковыми соединениями и податливом основании:



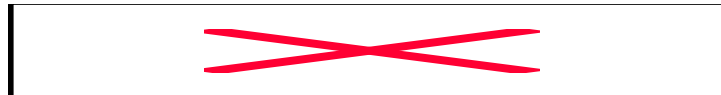
при постоянных линейных размерах плиты является функцией квадрата толщины, составляет $125,45$ и $635,08^\circ\text{C}$ для толщин $t = 0,20$ и $t = 0,45$ м соответственно.

Таблица – Температурные условия работы плиты

Расстояние от дневной поверхности плиты z , м	Расчетные параметры				
	$t_{0,max}$, °C	$t_{0,z}$, °C	t_0 , °C	$t_{сж}$, °C	ΔT , °C
0,00	23,02	23,02	42,82	22,82	Вне пределов исследуемого диапазона толщин
0,05	23,02	16,55	36,35	16,35	
0,10	23,02	11,89	31,69	11,69	
0,15	23,02	8,55	28,35	8,35	
0,20	23,02	6,15	25,95	5,95	16,87
0,25	23,02	4,42	24,22	4,22	18,60
0,30	23,02	3,18	22,98	2,98	19,84
0,35	23,02	2,28	22,08	2,08	20,74
0,40	23,02	1,64	21,44	1,44	21,38
0,45	23,02	1,18	20,98	0,98	21,84

Расчетные значения свидетельствуют о маловероятности возникновения в реальных условиях эксплуатации критического повышения температуры, вызывающего потерю изгибной устойчивости плит.

При повышении начальной температуры укладки бетонной смеси $t_y=20^\circ\text{C}$ до максимального значения $t_{сж} = 22,82^\circ\text{C}$ сжимающие напряжения в плите на превышают:



что составляет 23% прочности бетона класса В30 на сжатие. В условиях высоких температур, равных 20-40°C, прочность бетона класса В30 на сжатие, составляющая 23% от его расчетной прочности, может быть достигнута к исходу первых суток с момента укладки бетона при соответствующем уходе за свежесуложенным и твердеющим бетоном.

Расчетные значения температурного скачка $\Delta T_{кр}$ и сжимающих напряжений σ свидетельствуют о том, что в исследуемых конструкциях плит устройство швов расширению не требуется как по соображениям устойчивости, так и прочности.

Список литературы

1. *Изыскания и проектирование аэродромов*: Справочник/ Г.И.Глушков, В.Е.Тригопи, И.А.Медников и др.; Под ред. Г.И.Глушкова. – М.: Транспорт, 1990. – 296 с.
2. *СНиП 2.01.01-82*. Строительная климатология и геофизика/Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1983. – 136 с.
3. *Справочник по климату СССР*. Вып.10. Украинская ССР. Ч.1. Солнечная радиация, радиационный баланс и солнечное сияние. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 124 с.
4. *Справочник по климату СССР*. Вып.10. Украинская ССР. Ч.2. Температура воздуха и почвы. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 607 с.
5. *Проведение расчетов для определения необходимости устройства температурных швов в аэродромных покрытиях аэропорта Борисполь и определение расстояния между ними*: Отчет о НИР (заключ.) / №ГР0196 008781; инв.№0296 001637. – Киев, 1995. – 41 с.
6. *Исследование условий работы жесткого аэродромного покрытия и обоснование необходимости устройства температурных швов*/ Г.Н.Агеева, Л.И.Кривелев; Гос. науч.-исслед. и проектно-изыскат. ин-т «НИИпроектреконструкция».- Киев, 1998. – 17 с. – Библиогр.: 12 назв. – Деп. в ГНТБ Украины 28.09.98, №427-Ук98.