

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ПЛИТ ПОКРИТТІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ АЕРОДРОМІВ В ЛАБОРАТОРНИХ УМОВАХ

**Янін О.Є., к.т.н., доцент, Ємел'янова Т.А., к.т.н., доцент,
Новікова С.М., старший викладач**

Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон

yanin_a@ukr.net

Ефективність застосування жорстких покриттів зі збірних виробів на сільськогосподарських аеродромах потребує належного обґрунтування. Досвід їх практичного використання на аеродромах вимагає подальшого вивчення. Крім того, існуючі збірні конструкції, які застосовуються для будівництва покриттів аеродромів і доріг, в більшості випадків неефективні на аеродромах сільськогосподарської авіації з економічної точки зору. Тому використання нових будівельних матеріалів і розробка полегшених економічних покриттів зі збірних елементів для застосування їх на сільськогосподарських аеродромах заслуговує серйозного вивчення [1, 2].

Для дослідження роботи жорстких покриттів з шестигранних плит під навантаженням були проведені випробування моделей цих плит. У якості матеріалу для них використовувався бетон, виконаний на основі шлакопортландцементу марки 300. Для вибору оптимального складу цього матеріалу, з нього були виготовлені зразки, що мають форму куба, розмірами 10 x 10 x 10 см, які випробовувались на міцність при стисненні у віці 1; 3; 7 і 28 діб [3].

Було проведено три серії випробувань з трьома групами зразків. Перша група виготовлялась з бетону без введення в нього пластифікуючих добавок, друга - з бетону з добавкою хлориду кальцію (CaCl_2), а третя з добавкою суперпластифікатора нафталін - формальдегідного типу (С-3). Всі зразки тверділи в нормальних умовах при відносній вологості повітря 90-95%. При цьому зразки першої групи проходили попередньо термовологісну обробку в пропарювальній камері. Найвищу міцність на стиск мають зразки третьої групи, в які вводилися добавки суперпластифікатора С-3. Тому для виготовлення моделей плит був використаний бетон з цією добавкою.

Співвідношення між параметрами шестигранної плити і параметрами її моделі встановлені на підставі існуючих методів моделювання [4]. Бетонна плита покриття сільськогосподарських аеродромів має в плані форму правильного шестикутника зі стороною $a = 1,54\text{м}$. Розмір сторони моделі цієї плити прийнятий $a_m = 0,375\text{м}$. Тоді геометричний масштаб моделювання становить:

$$c_a = \frac{1,54}{0,375} = 4,107, \quad (1)$$

а масштаб товщини:

$$c_t = \sqrt[3]{c_a^4} = \sqrt[3]{4,107^4} = 6,5771. \quad (2)$$

Товщина моделі плити дорівнює:

$$t_M = \frac{t}{c_t} = \frac{10}{6,5771} = 1,5 \text{ см}, \quad (3)$$

де $t = 10$ см - товщина бетонної плити покриття.

Величина розрахункового навантаження, що діє на бетонну плиту натуральної величини, дорівнює $F_d = 3600$ кгс = 36 кН [5]. Це навантаження рівномірно розподілене по площі кола радіусом R_e :

$$R_e = \sqrt{\frac{F_d}{\pi \cdot p_a}} = \sqrt{\frac{3600}{3,14 \cdot 3}} = 17,84 \text{ см}, \quad (4)$$

де $P_a = 3,0$ кгс / см² = 0,3 МПа - тиск в шинах коліс літака [5].

Величина навантаження на модель дорівнює:

$$F_{dM} = \frac{F_d}{\sqrt[3]{c_a^8}} = \frac{36}{\sqrt[3]{4,107^8}} = 0,832 \text{ кН}. \quad (5)$$

Радіус площі передачі навантаження на модель:

$$R_{eM} = \frac{R_e}{4,107} = \frac{17,84}{4,107} = 4,34 \text{ см}. \quad (6)$$

Моделі плит покриття укладались на попередньо зволожену піщану основу і завантажувались зосередженим навантаженням (F_d) через штамп діаметром 10 см [6-7]. Для вимірювання прогинів (W) в точках прикладання навантаження встановлювалися датчики годинного типу.

Всього було випробувано п'ять моделей плит. Дві з них завантажувались центральним навантаженням, а три інших - навантаженням, прикладеним у куті. В процесі експерименту встановлено, що при завантаженні моделі плити центральним навантаженням, спочатку в ній з'являлися радіальні тріщини. Однак вони не приводили до втрати несучої здатності моделі, і навантаження можна було збільшувати далі. При подальшому зростанні навантаження відбувалось утворення кільцевих тріщин, що призводило до повного руйнування моделі плити.

При випробуванні моделей плит на кутове навантаження на їх верхній поверхні з'являлися тільки кільцеві тріщини. У якості руйнівного було прийняте таке навантаження, при якому на поверхні бетону відбувається поява першої волосної тріщини [6-7].

Момент її виникнення досить точно відповідає руйнівному навантаженню тільки при кутовому завантаженні моделі плити, тому що в цьому випадку верхня частина плити знаходиться в зоні розтягування. При центральному завантаженні моделі перша тріщина з'являється на її нижній невидимій поверхні, яка в цьому випадку потрапляє в розтягнуту зону. Тому про виникнення цієї тріщини можна судити лише за непрямими ознаками, однією з яких є злам кривих залежності прогину від навантаження [7-9].

Встановлено, що зазначений злам має місце при навантаженні $F_d = 3,0 \div 3,5$ кН. Однак і в разі центрального завантаження у якості руйнівного умовно прийняте навантаження, що відповідає появі першої тріщини на поверхні бетону.

Аналізуючи отриману залежність прогину моделі плити від центрального навантаження, можна відзначити, що при значеннях цього навантаження до $3,0 \div 3,5$ кН має місце рівномірне зростання прогинів. При значеннях навантаження більше $3,0 \div 3,5$ кН має місце різке зростання прогинів моделей плит, що є кінцевою стадією випробувань, коли на верхній поверхні плити утворюються радіальні і кільцеві тріщини. Відношення навантажень, відповідних першій стадії руйнування, що характеризується появою першої тріщини на нижній поверхні плити ($F_{dl} = 3,0 \div 3,5$ кН), і другій стадії, при якій з'являється перша тріщина на верхній поверхні плити ($F_{dl} = 3,5 \div 4,0$ кН), склало $F_{dl} / F_{dl} = 1,15 \div 1,2$.

При прикладанні навантаження до кута плити, перша волосяна тріщина на її верхній поверхні з'являється при навантаженні 3,0кН, про що свідчать злами на графіках залежності прогину від навантаження.

Руйнування центрально-навантаженої моделі плити відбувається при навантаженні, що перевищує в середньому в $1,2 \div 1,3$ рази руйнівне навантаження при завантаженні кута моделі.

- [1]. Левицкий Е. Ф., Чернигов В.А. Бетонные покрытия автомобильных дорог. М.: Транспорт. 1981. 286 с.
- [2]. Тимофеев А. А. Сборные бетонные и железобетонные покрытия городских дорог и тротуаров. М.: Стройиздат. 1968. 230 с.
- [3]. Испытания дорожно-строительных материалов. Лабораторный практикум/ И. М. Глушко, В. А. Золотарев, Н. Ф. Глущенко и др. М.: Транспорт. 1985. 200 с.
- [4]. Степушин А. Л. Определение соотношения между параметрами плиты аэродромного покрытия и параметрами модели из того же материала // Труды МАДИ. Вып. 153.
- [5]. Арбузов Н.Т., Березин В.П., Ромашков В.М., Сардаров Г.М. Сельскохозяйственные аэродромы. М.: Транспорт. 1974. 176 с.
- [6]. Раев-Богословский Б.С., Глушков Г.И. и др. Жесткие покрытия аэродромов. М.: Автотрансиздат. 1961. 324 с.

- [7]. Изыскания и проектирование аэродромов: Учеб. для вузов/ Г. И. Глушков, В. Ф. Бабков, В. Е. Тригоны и др.; Под ред. Г. И. Глушкова, 2-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт. 1992. 463 с.
- [8]. Інженерні основи аеропортобудування: навч. посібник / О. І. Лапенко, О. В. Родченко, С. М. Скрєбнева та ін. К : НАУ. 2017
- [9]. Експлуатація аеродромів: підручник для студентів вищих закладів освіти/ М.Ф. Дмитриченко, М.М. Дмитрієв, І.П. Гамеляк, І.А. Рутковська, І.І. Попелиш, С.О. Кортічук. К.: НТУ. 2018. 420 с.

EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF MODELS OF AGRICULTURAL AERODROME PLATES IN LABORATORY CONDITIONS

The article presents the results of testing models of rigid pavements for agricultural airfields from hexagonal slabs in laboratory conditions. Models of slabs were made of concrete on the basis of Portland slag cement grade 300. The optimal composition of concrete was chosen. For this, samples were made, having the shape of a cube, with dimensions of 10 x 10 x 10 cm. They were tested for compressive strength at ages 1; 3; 7 and 28 days. The results of three series of experiments with three groups of samples are presented. The first group was made from concrete without the introduction of plasticizing additives into it, the second - from concrete with the addition of calcium chloride (CaCl₂), and the third with the addition of the superplasticizer naphthalene - formaldehyde type (C-3). It was found that the highest compressive strength have samples in which additives of superplasticizer C-3 were introduced. Models of slabs were made of concrete with this additive. Relations between the parameters of a hexagonal plate and the parameters of its model are established on the basis of existing modeling methods. The results of tests of five models of plates are presented. Two of them were loaded with a central load, and the other three with a load applied in a corner. The analysis of the nature of the destruction of models under different loading methods is carried out. It has been established when the plate model is loaded with a central load, radial cracks first appear in it. However, they did not lead to the loss of the bearing capacity of the model, and the load could be increased further. With a further increase in the load, the formation of ring cracks occurred. This led to the complete destruction of the plate model. When testing plate models for an angular load, only ring cracks appeared on their upper surface. As a destructive load, such a load was taken at which the first hairline crack appears on the surface of the model. It is concluded the destruction of the centrally loaded model of the slab occurs at a load exceeding on average 1.2 ÷ 1.3 times the breaking load when loading the corner of the model.