

## РАЗВИТИЕ МЕТОДА ПРОЧНОСТНОГО РАСЧЕТА ЖЕСТКИХ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

Едгоров Жамолиддин Намазович  
ассистент, Термезский инженерно-технологический институт,  
г.Термез, Республика Узбекистан

### Аннотация:

в статье спланированы и проведены натурные исследования на гражданских аэродромах по статистической оценке толщин слоев покрытий. Используются численные методы и алгоритмы решения дифференциального уравнения изгиба пластины под нагрузкой от колес опоры самолета, а также методы решения задачи многомерной условной оптимизации.

**Ключевые слова:** самолет, нагрузка, обслуживания, срок службы, вредные выбросы, эксплуатация, аэродром, дорожные условия.

Приведена постановка и решение задачи оптимизации прочностного расчета жестких аэродромных покрытий. Основной особенностью расчета является модификация формы предельного состояния для бетонных и армобетонных покрытий, выражаемая через внутренние усилия (изгибающие моменты), в расчетном сечении плиты:

- для однослойного аэродромного покрытия:

$$m_u = m_d$$

- для двухслойного аэродромного покрытия:

$$\begin{cases} m_{u,\text{sup}} = m_{d,\text{sup}} \\ m_{u,\text{inf}} = m_{d,\text{inf}} \end{cases}$$

где  $m_u$ ,  $m_{u,\text{sup}}$ ,  $m_{u,\text{inf}}$  - предельный изгибающий момент, соответственно в единственном, верхнем и нижнем слое покрытия;  $m_d$ ,  $m_{d,\text{sup}}$ ,  $m_{d,\text{inf}}$  - расчетный изгибающий момент, соответственно в единственном, верхнем и нижнем слое покрытия.

Запись предельных состояний по прочности в виде уравнений позволяет в дальнейшем свести задачу прочностного расчета к задаче условной параметрической оптимизации. Наиболее значимым проектным параметром задачи является толщина слоя покрытия  $t$ . В своей общей постановке рассматриваемая задача оптимизации прочностного расчета жестких аэродромных покрытий может быть записана в следующем виде:

$$\begin{cases} \bar{t}_o = \arg \min f_{\bar{E}, \bar{R}_{tb}, \bar{\gamma}_c, \bar{k}, \bar{k}_N, \bar{k}_m, \bar{m}_d}(\bar{t}) \\ \bar{t} \in T \\ T = \left\{ \bar{t} \mid t_{\min} \leq t_i \leq t_{\max}, m_d(t_i) \geq 0, \forall i \in [1, 2] \right\} \end{cases}$$

где  $t$ ,  $E$ ,  $R_{tb}$  - векторы соответственно толщины, модуля упругости и расчетного сопротивления растяжению при изгибе слоя покрытия;

$-c$ ,  $k$ ,  $k_N$ ,  $k_m$  - векторы расчетных коэффициентов, соответственно условий работы; переходного от изгибающего момента при центральном нагружении к моменту при краевом нагружении плиты покрытия; учитывающего накопление остаточных прогибов в основании; учитывающего особенности работы нижнего слоя покрытия.

В дальнейшем было принято решение рассмотреть следующие варианты представления целевой функции, полученные сверткой векторного критерия:

$$f(t) = |m_{u1} - m_{d1}| + |m_{u2} - m_{d2}|;$$

$$f(t) = (m_{u1} - m_{d1})^2 + (m_{u2} - m_{d2})^2$$

Анализ графиков показывает, что существует наличие нескольких экстремумов-минимумов. В общем виде интервал неопределенности, на котором осуществляется поиск минимума целевой функции, может быть разбит на три подынтервала, в каждом из которых есть особенности соотношения изгибающих моментов. Решение задачи прочностного расчета может привести к следующим теоретически возможным случаям:

I - первая теоретическая область допустимых значений, на правой границе которой имеется оптимальный вариант (решение 1). Однако диапазон толщин, соответствующий этой области, не может быть принят во внимание, так как для современных самолетов покрытия таких толщин прочность обеспечить не могут. В практике проектирования минимально допустимая толщина покрытия принимается 0,16 м.

II - область недопустимых значений, при  $m_d > m_u$  имеет максимум, теоретически соответствующий наиболее неблагоприятному варианту аэродромного покрытия.

III - область допустимых значений для приемлемых толщин, при  $m_d < m_u$ , позволяющая определить оптимальный вариант толщины покрытия, удовлетворяющий предельному состоянию по прочности.

Исследование первого экстремума (решение 1) показало, что несмотря на то что теоретически наблюдается равновесие по предельному состоянию - это решение является недопустимым с точки зрения опыта проектирования жестких покрытий. Следовательно, данный экстремум является ложным для задачи оптимизации. Для самолетов со схемой колесного шасси из двух или четырех колес положение ложного экстремума всегда находится ниже значения минимально допускаемой толщины 0,16 м и может не приниматься в расчет. Для самолетов с шестиколесным шасси основной опоры ложный экстремум часто оказывается в области допустимых толщин. Учитывая, что шестиколесным шасси оснащены такие самолеты-гиганты, как Boeing B-777 и Airbus A-380, необходимо изменить минимальное значение толщины покрытия.

### Список литературы

1. Юшков Ф.В. Использование новой конструкции штампа для испытаний жестких аэродромных покрытий/ Ф.В. Юшков, Е.А. Макарова// Вестник (МА- ДИ) - 2017. - № 2 (49). - С. 59-63.

2. Татаринев В.В. О количестве решений задачи прочностного расчета жестких аэродромных покрытий/ В.В. Татаринев, Е.А. Макарова// Наука и техника в дорожной отрасли. - 2018. - №3 (85). - С. 31-33.
3. Татаринев, В.В. Учет формы и размеров отпечатка колеса самолета при расчете жестких аэродромных покрытий/ В.В. Татаринев, А.В. Фомин, Е.А. Макарова// Наука и техника в дорожной отрасли. - 2020. - №2 (92). - С. 28-30.
4. Komilov, A. L. (2020). Methods for Optimizing and Modeling Routes for Selecting a Routing Scheme for Passenger Transport in Buses (On the example of Surkhandarya). *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, 7(9).
5. Komilov, A. L. (2021). Research and verification of urban public transport routes using mathematical methods (On the example of the city of Termez). *Asian Journal of Multidimensional Research*, 10(10), 810-818.
6. Kuziev, A. U., Alikulov, S. R., Muratov, A. X., & Komilov, A. L. (2019). Statement of Optimization Vehicle Routing Problems on Transport Network. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, 6, 12.
7. Комилов, А. Л. (2021). Рационал маршрутда сутка соатлари бўйича йўловчилар оқимининг тақсимланиши (Термиз шаҳри мисолида). *Scientific progress*, 2(2), 1449-1456.
8. Комилов, А. Л. (2023). STOP CAPACITY MODEL (BY THE EXAMPLE OF TERMEZ). *American Journal of Pedagogical and Educational Research*, 12, 272-278.
9. Komilov, A. L. (2020). Methods for Optimizing and Modeling Routes for Selecting a Routing Scheme for Passenger Transport in Buses. *Methods*, 7(9).