

УДК 621.01:624.04

ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА ОПОР НА ЖЕСТКОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ЗЕРКАЛА РАДИОТЕЛЕСКОПА

С. А. ВИДЮШЕНКОВ

Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I
Санкт-Петербург, Россия

Некоторые элементы конструкций зеркал радиотелескопов представляют собой пластинки и оболочки, расположенные на точечных опорах. Так, поверхности зеркал больших диаметров в плане (25...100 м) набираются из отдельных элементов – фасет, выполненных в виде фрагмента оболочки вращения с малой стрелой подъема, расположенной на точечных опорах, с помощью которых можно регулировать положение фасеты в пространстве. Обычно опоры устанавливаются на равных расстояниях от центра фасеты, а свободно деформирующийся наружный контур фасеты позволяет рассматривать ее как пологую оболочку вращения или, из-за ее малых размеров в плане, как круглую пластинку, расположенную на точечных опорах.

Таким образом, при определении температурных и весовых деформаций фасет могут быть использованы разрешающие дифференциальные уравнения пологих оболочек вращения или круглых пластин. При этом общее решение исходного дифференциального уравнения в частных производных, в силу периодичности конструкции по окружной координате, можно представить в виде суммы решений обыкновенных дифференциальных уравнений, соответствующих осесимметричным и циклически симметричным (несимметричным) составляющим деформации срединной поверхности пластины или оболочки [1].

Так как опоры фасет расположены на одинаковых расстояниях от ее центра и равноудалены друг от друга, ряд, определяющий суммарный прогиб фасеты, будет содержать несимметричные гармоники, кратные количеству опор. Поэтому прогиб фасеты может быть представлен в виде ряда

$$w(r, \varphi) = w_0(r) + \sum_{m=1}^{\infty} w_{kN}(r) \cos kN\varphi, \quad (1)$$

где $w_0(r)$ – осесимметричная составляющая прогиба; $w_{kN}(r)$ – циклически симметричная составляющая прогиба; N – количество точечных опор; r, φ – радиальная и окружная координаты точек срединной поверхности пластины или оболочки.

Для определения составляющих прогиба, образующих ряд (1), используются дифференциальные уравнения четвертого порядка пологой оболочки вращения или круглой пластины относительно радиальной координаты r , которые можно представить в следующей операторной форме [2, 3]:

$$L_m^4(\psi_m) = g_m + L_m^2(M_{tm}), \quad (m = 0, N, 2N, \dots). \quad (2)$$

Так как фасета расположена на точечных опорах, наряду с обычными и кинематическими граничными условиями задачи для определения несимметричной составляющей прогиба необходимо также учесть условие равенства нулю прогиба на опорах, что достигается общим смещением фасеты на величину $w_m(b)$, где b – радиус опорного контура фасеты.

Анализ результатов решения дифференциальных уравнений (2) показывает, что при большом количестве опор несимметричные составляющие прогиба ($m = kN$) мало сказываются на общей величине прогиба фасеты. Однако при малом количестве опор ($N = 3 \dots 5$) на суммарную величину деформаций фасеты наряду с осесимметричной составляющей влияние оказывают лишь несимметричные составляющие с малыми показателями m ($m = N, 2N$).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Видюшенков, С. А.** Использование разрывных функций при расчете элементов строительных конструкций / С. А. Видюшенков // Строительные материалы, конструкции и сооружения XXI века: сб. материалов I Междунар. науч.-практ. конф. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2018. – С. 151–157.
2. **Видюшенков, С. А.** Применение разрывных функций при расчете элементов строительных конструкций / С. А. Видюшенков, А. В. Федосов, Н. Ю. Сойту // Актуальные проблемы строительства: материалы 71 Всерос. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 4–6 апр. 2018 г.: в 3 ч. – Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2018. – Ч. 3. – С. 9–14.
3. Применение математической теории обобщенных функций к расчету пластин и оболочек с разрывными жесткостными и грузовыми характеристиками / С. А. Видюшенков [и др.] // Проблемы прочности материалов и сооружений на транспорте: материалы VII Междунар. конф. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 1999. – С. 157–160.