

УДК 621.01:624.04

О МЕТОДЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ЭЛЕМЕНТОВ
МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ АНТЕНН РАДИОТЕЛЕСКОПОВ

С. А. ВИДЮШЕНКОВ, И. М. АСТАФЬЕВ

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

Многие элементы конструкций приемных антенн радиотелескопов и в первую очередь их зеркала представляют собой фрагменты пространственных конструкций, выполненных в виде пластин и оболочек. Так, например, металлоконструкция зеркала обычно выполняется в виде оболочки вращения переменной толщины, а в отдельных случаях и кривизна зеркала имеет переменные характеристики.

Если поверхность больших зеркал состоит из фасет, то каждую такую фасету приближенно можно рассматривать как плоскую пластинку.

Вследствие неравномерного нагрева металлоконструкции зеркала, вызванного действием различных тепловых источников [1], происходит изменение формы его поверхности, что может привести к нарушению условий работы радиотелескопа в требуемом радиоволновом диапазоне.

На положение антенны в пространстве существенное влияние оказывают деформации опорно-поворотной системы антенны радиотелескопа, основные элементы которой можно представить как круглые пластинки на точечных опорах.

Из сказанного следует, что для элементов конструкций антенн радиотелескопов, оказывающих наибольшее влияние на их эксплуатационные качества, необходимо определять температурные и силовые деформации, используя математический аппарат теории пластин и оболочек [1–3].

Для определения температурных и силовых деформаций антенн с поверхностью зеркала, неразрезанной на отдельные элементы, необходимо использовать дифференциальные уравнения оболочки вращения с жесткостными характеристиками, меняющимися в радиальном направлении.

Поскольку конструкции зеркал и фасет представляют собой оболочки и пластинки, замкнутые в окружном направлении, то все функции, определяющие их деформационные характеристики, являются периодическими относительно окружной координаты φ . Поэтому исходные дифференциальные уравнения, используемые при исследовании температурных и силовых деформаций антенн,

могут быть сведены к бесконечной системе обыкновенных дифференциальных уравнений относительно радиальной координаты r .

Для их эффективного решения целесообразно использовать аналитические методы. Преимущество этих методов перед широко применяемыми в настоящее время численными методами состоит в резком уменьшении объема вычислительных операций и возможности строгого обоснования достоверности получаемых решений.

Данные методы основаны на представлении левой части исследуемого дифференциального уравнения в виде единого дифференциального оператора.

Для аналитического представления нагрузки, распределенной по части поверхности конструкции, в правую часть дифференциального уравнения вводится единичная функция $H[\varphi - \varphi(r)]$, где $\varphi(r)$ – уравнение кривой, отделяющей загруженную часть поверхности пластинки от свободной.

Если же в точке с координатами $r = r_0$, $\varphi = \varphi_0$ приложена сосредоточенная сила F , ее аналитическая форма записи имеет вид $F \cdot \delta(r - r_0, \varphi - \varphi_0)$. Аналогично, используя дельта-функцию и ее производные, можно аналитически представить точечное воздействие любой другой физической природы.

В совокупности с методом представления левой части исходного дифференциального уравнения в виде единого дифференциального оператора это позволяет находить аналитические решения для широкого класса задач теории пластин и оболочек непосредственным интегрированием.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Видюшенков, С. А.** О температурных деформациях круглой пластинки, расположенной на точечных опорах / С. А. Видюшенков // Проблемы прочности материалов и сооружений на транспорте: материалы VII Междунар. конф. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2017. – С. 24–25.
2. **Видюшенков, С. А.** Температурные деформации круглой пластинки, расположенной на точечных опорах / С. А. Видюшенков // Проблемы прочности материалов и сооружений на транспорте: сб. тр. X Междунар. конф. по проблемам прочности материалов и сооружений на транспорте. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2018. – С. 57–62.
3. **Козьминская, О. В.** Температурные деформации пластинки с наружным опорным контуром произвольной формы от действия температуры, меняющейся по толщине пластинки / С. А. Видюшенков, Е. В. Соколов, О. В. Козьминская // Изв. Петерб. ун-та путей сообщения. – 2007. – Вып. 3 (12). – С. 113–117.