

0.1. Наумкин В.С. Моделирование влияния геометрических параметров «smart-cut» на величину термодформаций кремниевого зеркала источника синхротронного излучения

Тепловой поток, падающий от источника синхротронного излучения на оптические элементы конструкции синхротронных станций, приводит к неравномерному распределению температуры на поверхностях данных элементов. Это может привести к возникновению термодформаций. Поэтому возникает необходимость в эффективном отводе теплового потока для обеспечения равномерного распределения температуры, а также в поиске способов, позволяющих уменьшить абсолютную величину термодформаций. В данной работе рассматривается влияние глубины выреза в «smart-cut» геометрии кремниевого зеркала на величину деформации зеркальной плоскости в сравнении с зеркалом без выреза. Тепловая задача рассматривалась в двух постановках: с учётом и без учёта медного радиатора. Полученное поле температур использовалось для оценки величины термодформации отражающей поверхности зеркала. Тепловой поток подавался сверху зеркала. Плотность теплового потока задавалась в виде функции от координат. Материал зеркала – кремний. Коэффициент теплопроводности и термического расширения кремния задавался как функции от температуры, полученные после аппроксимации литературных данных. При моделировании без учёта радиатора, в месте соприкосновения зеркала с радиатором задавались условия вынужденной конвекции. На остальных границах задавались условия лучистого теплообмена с окружающей средой. Режим теплообмена считался стационарным. При моделировании с учётом медного радиатора через радиатор задавался постоянный расход охладителя. Поставленная задача решалась в Ansys Fluent и Mechanical версии 2020R2. Моделирование с учётом радиатора показало, что при малых расходах охлаждающей жидкости, соответствующих коэффициенту теплоотдачи меньше $3000 \text{ Вт/м}^2\text{К}$, в температурных полях наблюдается несимметричность. В случае моделирования без учёта радиатора наблюдается симметричное поле температуры. При больших коэффициентах теплоотдачи в обоих случаях поле температур симметричное. Это говорит о том, что при малых значениях коэффициента теплоотдачи нужно учитывать влияние радиатора. Увеличение коэффициента теплоотдачи больше $6000 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ не приводит к существенному изменению поля температуры. Анализ результатов моделирования термодформаций показал, что «smart-cut» позволяет уменьшить величину термодформаций на порядок, по сравнению с зеркалом без выреза.