

МОДУЛЬ СДВИГА КОРЫ НЕЙТРОННЫХ ЗВЕЗД: ГРАНИЦЫ ХАШИНА–ШТРИКМАНА

Земляков Н. А., Чугунов А. И.*

ФТИ РАН, Санкт-Петербург, Россия

**zemlyakov@mail.ioffe.ru*

Для объяснения ряда наблюдательных проявлений нейтронных звезд требуется количественное описание упругих свойств её коры, в том числе, при сдвиговых деформациях. Для этого вводят эффективный модуль сдвига, предполагая, что кора нейтронной звезды представляет собой в целом изотропный поликристалл с кристаллитами достаточно малых размеров. К настоящему моменту упругие свойства отдельных кристаллитов коры довольно хорошо изучены, однако при оценке эффективного модуля сдвига поликристалла возникает та же проблема, что и в земных условиях: по известному тензору упругости кристаллитов нельзя точно вычислить упругие модули поликристалла, составленного из этих кристаллитов. В физике коры нейтронных звезд получила распространение оценка по методу Фойхта, которая, как показано в работе [Hill, 1952] даёт верхнюю границу на истинный модуль сдвига поликристалла. Для определения нижней границы используют метод Рейсса. В работе [Kobyakov&Pethick, 2015] было предложена оценка на основе самосогласованной теории [Kröner, 1958; Eshelby, 1961]. Последняя существенно основана на предположении о сферической форме кристаллитов, однако, как показано в работе [Yang Wu и др. 2023], посвященной схожей задаче для композитов, самосогласованная оценка оказывается существенно зависящей от предполагаемой формы кристаллитов.

В докладе представлены новые ограничения на эффективный модуль сдвига коры нейтронной звезды, полученные с помощью известного в земной физике вариационного подхода Хашина и Штрикмана. Применение этого подхода позволило установить границы Хашина-Штрикмана, сужающие диапазон возможных значений эффективного модуля сдвига коры более, чем 15% по сравнению с используемыми ранее границами Фойхта-Рейсса. Как и последние, границы Хашина-Штрикмана не зависят от формы и размеров кристаллитов поликристаллической коры нейтронных звезд, однако, в отличие от границ Фойхта-Рейсса, границы Хашина-Штрикмана строго справедливы только при отсутствии корреляций между кристаллитами, и в литературе известны примеры нарушения границ Хашина-Штрикмана для поликристаллов со строго упорядоченной ориентацией кристаллитов.