**Численный расчет пороговых значений ультразвука для активации кавитационных процессов в аддитивных технологиях**

Актуальной задачей в области металлургии является формирование зеренной структурой металлического материала в процессе кристаллизации. От того, какая структура получится при затвердевании зависят и свойства изделия. При лазерной обработке металлов часто наблюдается крупнозернистая структура, что может привести к хрупкости материала. Исследования [1,2] показывают, что воздействие ультразвука во время кристаллизации позволяет получить мелкозернистую структуру, тем самым улучшая качество металлического изделия. Гипотеза, которая объясняет полученную структуру - ультразвуковая кавитация. В бассейне расплава (участок под лазерным пучком) присутствуют парогазовые пузырьки. Под воздействием растягивающих давлений они увеличиваются в размерах, затем, на стадии сжимающих давлений ультразвука, радиус пузырька уменьшается и пузырек схлопывается. В момент схлопывания образуется ударная волна, которая разбивает растущий вблизи взрыва пузырька металлический кристалл на более мелкие части.  
 Существует два режима схлопывания пузырьков: резонансный (частота ультразвука и собственная частота пузырька совпадают) и безрезонансный. Чтобы схлопнуть пузырьки в резонансном режиме требуется меньшее акустическое давление. Цель работы: рассчитать пороговые значения ультразвука (частота и давление) для активации кавитации в бассейне расплава.  
 Были проведены серии расчетов для пузырьков различных радиусов (от 10-6 м до 10-4 м) в расплавах нержавеющей стали 316L и титановом сплаве ВТ6. Было показано, что подбор резонансной частоты существенно влияет на значение акустического давления, необходимого для схлопывания пузырьков. Давление в безрезонансном режиме в несколько раз превышает значения давления в режиме, где есть резонанс.

Работа выполнена в УдмФИЦ УрО РАН при финансовой поддержке государственного задания Министерства Образования и Науки РФ (№ BB\_2021\_121030100003 7).

**Литература**

1. Todaro C. J. et al. Grain structure control during metal 3D printing by high-intensity ultrasound //Nature communications. – 2020. – Т. 11. – №. 1. – С. 1-9.
2. Todaro C. J. et al. Grain refinement of stainless steel in ultrasound-assisted additive manufacturing //Additive Manufacturing. – 2021. – Т. 37. – С. 101632.