

О граничных условиях на возмущенной ударной волне

А.А. Любчик (Полярный геофизический институт, Анатиты, Россия)

Задача о взаимодействии малых возмущений с ударными волнами (исследование прохождения или отражения волн от разрыва, вывод условий неустойчивости ударных волн) решается методом возмущений. В процессе решения граничные условия, определяющие скачки потоков вещества, импульса и энергии на невозмущенной стационарной ударной волне, необходимо записать для колеблющейся поверхности разрыва. Принято считать, что при такой записи достаточно учесть только два кинематических эффекта – дополнительную скорость возмущенной поверхности разрыва и отклонение нормали и касательной от невозмущенного направления из-за деформации поверхности. Будет показано, что такое описание приводит к существенным методическим трудностям. Колебания поверхности ударной волны (при таком описании) не будут собственными колебаниями системы. В результате физические свойства одной из мод, которая рассматривается в задаче как линейно независимая, будут определяться только в процессе ее взаимодействия с другими линейно независимыми модами. Это противоречит основам линейной теории, в которой линейные волны не взаимодействуют друг с другом. Будет показано, что противоречие возникает из-за того, что ударная волна рассматривается как идеальная физическая поверхность, не обладающая массой, инертностью, поверхностным натяжением. То есть, среда считается идеальной везде, в том числе и внутри очень тонкого фронта ударной волны. Однако, ударная волна может существовать только в неидеальной среде, обладающей вязкостью. Будет показано, что учет этого обстоятельства приводит к дополнительному динамическому эффекту, не учитывавшемуся другими авторами. Этот дополнительный динамический эффект оказывает существенное влияние на результат решения задачи о взаимодействии малых возмущений с ударными волнами. В частности, при прежнем подходе эволюционная быстрая магнитогиродинамическая ударная волна при определенных условиях даже в политропной среде окажется неустойчивой относительно излучения уходящих магнитогиродинамических волн. А при учете дополнительного эффекта такая ударная волна всегда будет устойчивой.