

## Макроструктура ударной волны в частично ионизованной плазме: влияние резонансной перезарядки

Научный руководитель – Измоденов Владислав Валерьевич

*Корольков Сергей Дмитриевич*

*Аспирант*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,  
Механико-математический факультет, Кафедра аэромеханики и газовой динамики,  
Москва, Россия

*E-mail: korolkousergey1998@mail.ru*

Ударные волны широко распространены в физике космической плазмы. Такие волны могут измеряться напрямую на борту космического аппарата (межпланетные ударные волны, головная ударная волна в магнитосфере земли, ударная волна в гелиосфере), либо методами удалённой диагностики. Кроме того, космическая плазма часто является не полностью ионизованной, в ней могут присутствовать атомы различных веществ. Так, например, концентрация водорода в межзвёздной среде, окружающей солнечную систему примерно в 3 - 3.5 раза больше концентрации протонов плазмы. Водород взаимодействует с плазмой посредством резонансной перезарядки, при которой водород теряет свой электрон и становится протоном, а протон, наоборот, получает электрон. Таким образом между двумя средами происходит обмен импульсом и энергией. Длина свободного пробега атома водорода до перезарядки на протоне составляет порядка 300 астрономических единиц (в околосолнечной межзвёздной среде).

В межзвёздной среде водород и плазма находятся в термодинамическом равновесии, которое нарушается, после прохождения плазмы через ударную волну. Это может быть, например, головная ударная волна гелиосферы (области взаимодействия солнечного ветра с межзвёздной средой) или астросферы.

В настоящей работе проводится параметрическое исследование структуры ударной волны в частично ионизованной плазме на масштабах средней длины свободного пробега водорода до резонансной перезарядки атома на протоне плазмы. Плазма описывается в рамках идеальной газовой динамики, а водород, из-за больших длин свободного пробега, описывается кинетическим уравнением с интегралом столкновения в форме Больцмана. Параметры плазмы и водорода в профиле ударной волны, а также ширина фронта определена для различных значений числа Маха сверхзвукового потока и концентрации межзвёздного водорода. Обсуждается возможность безударного перехода через звуковую линию в плазме, как предельное решение при бесконечной концентрации атомов водорода.