БЕЗРАЗМЕРНЫЕ ИНВАРИНТЫ ПОДОБИЯ И ИНВАРИНТЫ, ОБЩИЕ ДЛЯ ИМПУЛЬСНЫХ СИЛЬНОТОЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ В ПЛОТНЫХ ГАЗАХ, УДАРНЫХ ВОЛН И ТОРОИДАЛЬНЫХ ВИХРЕЙ

Юсупалиев У.

Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, nesu@phys.msu.ru

Цель данного сообщения состоит в установлении безразмерных инвариантов подобия (БИП), общих для импульсных сильноточных электрических разрядов в плотных газах (ИСЭР), ударных волн (УВ) в газе, тороидальных вихрей (ТВ), которые ранее не были известны. Рассматриваемые явления представляют собой импульсные процессы, которые характеризуются интегральными масштабами длины: радиусом разрядного канала *Rd*ИСЭР; координатой (радиусом *RSW*) фронтов УВ и радиусом ТВ *RТВ*. Величины *Rd*,  и  определяют соответственно массу и импульс вовлекаемого в разряд газа, массу и импульс возмущенного ударной волной газа, массу и импульс газа, захваченного в вихревое движение. Кроме того, эти явления во времени и в пространстве изменяются ***подобно самим себе***, т.е. уравнения (с граничными и начальными условиями), описывающие указанные явления, будут инвариантны относительно преобразования координат и времени ,  **,где *s–* коэффициент растяжения/сжатия. В этих явлениях решения системы гидродинамических уравнений искались виде произведений *υ*=(*dR*/*dt*)⋅*u*(*ξ*) и *ρ*=*M(t)*⋅*g*(*ξ*) (*ξ*=*r*/*Ri*(*t*) – автомодельная переменная, *υ* и *ρ* – гидродинамическая скорость и плотность среды (газа/плазмы)). В результате преобразований уравнений для рассматриваемых явлений получены два безразмерных инварианта подобия и (*i*=ИСЭР, УВ, ТВ). Показано, что они равны константам разделения переменных *С1* и *С2* соответственно:

 ≡ = *С1i* и  ≡ = *С2i*.

Уравнение для при *С2i*≠1 с начальным условием *Ri*(*0*)=0, *dRi/dt*)t=0=0имеет следующее решение: *RУВ*(*t*)= *АУВ∙= АУВ*, представляющее собой закон распространения сильных УВ в газе/плазме с однородной и неоднородной плотностями (*АУВ* – размерная постоянная, *αУВ* – показатель автомодельности), *С*1= 0. Согласно [1], определение *αУВ* является одной из основных задач теоретического и экспериментального исследований закономерностей распространения сильных УВ в газе.

Это же уравнение при *С2i* ≠1 с начальными условиями *Ri(0)*=*Rin*, = имеет и другое решение: =,

которое описывает закон расширения разрядного канала  ИСЭР и закон изменения радиуса  ТВ. Для ИСЭР на начальной стадии его развития *С*2=0 и *С*1= – 2 [2]. В [3] нами из уравнения движения для центра масс ТВ определено выражение для константы *С2ТВ*.

Таким образом, ИСЭР в плотных газах, УВ в газе и ТВ имеют общие безразмерные инварианты подобия  и , равные константам разделения переменных, а, следовательно, эти БИП представляют собой инварианты указанных явлений.

Литература

1. Юсупалиев У., Сысоев Н.Н., Шутеев С.А. и др. Задача Guderley–Ландау–Станюковича: теория и эксперимент. Препринт № 5 физического факультета МГУ. (М.: МГУ, 2014)
2. Юсупалиев У *Краткие сообщения по физике ФИАН* **41** (9) 15 (2014)
3. Юсупалиев У. *Физика плазмы* **31** (6) 543 (2005)