

РЕГУЛЯРНЫЕ СТРУКТУРЫ В ОБЛАСТИ СЖАТИЯ ПОТОКА МАГНИТОПЛАЗМЕННОГО КОМПРЕССОРА

П.Е.Ковров, А.И.Морозов

В магнитоплазменном компрессоре в зоне максимальной плотности наблюдаются мелкомасштабные энергичные структуры. В данной статье предлагается возможное объяснение природы данных структур на основе перегревной неустойчивости.

На выходе магнитоплазменного компрессора (МПК) как известно [1] существует область компрессии (ОК), где поток под действием инерции и собственного магнитного поля весьма сильно сжимается. Измерения параметров потока в ОК показали, что усредненные значения плотности $n \sim (2 + 5) \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$, а усредненная температура $T_e \sim 10 \text{ эв}$ [2].

В тоже время нами было зарегистрировано достаточно жесткое рентгеновское и нейтронное излучение ОК [3, 4]. Последнее привело к предположению, что в ОК на фоне потока с указанными выше параметрами возникают значительно более энергичные мелкомасштабные структуры, которые условно были названы "пинчатами". Естественно было допустить, что собственно "пинченки" должны быть окружены шубой с более низкими параметрами с излучением в видимом диапазоне.

Для исследования структуры в ОК была использована электронно-оптическая лупа ЛВ-03 в кадровом режиме (экспозиция кадра – 0,1 мксек, интервал между кадрами – 0,3 мксек). Компрессор работал на гелии в режиме предварительного заполнения, разрядный ток составлял 250 + 500 ка

при длительности ~ 200 мксек. Эксперименты проводились на стандартном приборе со стержневым анодом [2].

Полученные снимки приведены на рис. 1. Видно, что в объеме струи существуют долгоживущие нитевидные образования, причем их количество может изменяться от 1 до 3. Применяя развертку во времени удалось показать, что время жизни "пинчат" может достигать нескольких микросекунд. Анализ снимков показал, что "пинчата" наблюдаются только в ОК.

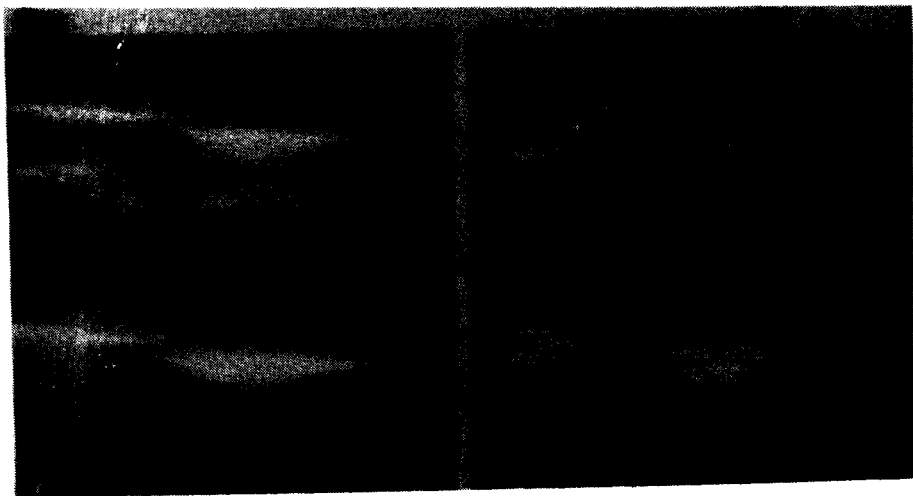


Рис. 1

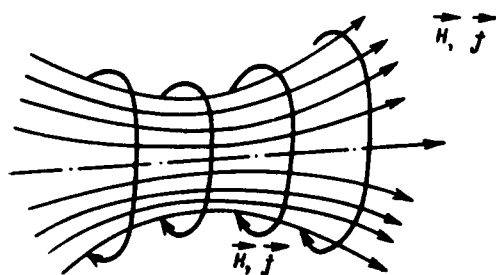


Рис. 2

Сейчас не имеется прямых экспериментальных данных о природе "пинчат" и их отношении к наблюдавшимся ранее структурам [5, 6], тем не менее можно высказать следующую рабочую гипотезу о природе "пинчат". В основе возникновения "пинченка" лежит перегреваемая неустойчивость, которая трансформируясь приводит в условиях ОК к образованию структуры с трехкомпонентным магнитным полем, изображенным на рис. 2. Она напоминает структуру смерча [7] (при замене H на V) и должна быть при

определённых условиях очень устойчивой. Численные исследования системы с плазменным фокусом [8] показали, что шнур, несмотря на перетяжки, становится устойчивым, если так называемый "погонный ион" Π_i порядка единицы¹⁾ т. е.

$$\Pi_i = n \pi a^2 \frac{e^2}{M_i c^2} \sim 1.$$

Здесь a – радиус шнура, остальные обозначения стандартные. Можно предположить, что число наблюдаемых 'пинчат' определяется величиной "погонного иона" потока. В пользу предполагаемой модели 'пинчат' говорят результаты работы [8], в которой была показана возможность образования равновесных конфигураций в электронной компоненте при наличии эффекта Холла.

В заключение авторы благодарят А.М. Андрианова, А.К. Виноградова и В.С. Имшенника за обсуждение затронутых в работе вопросов.

Институт атомной энергии
им. И.В. Курчатова

Поступила в редакцию
4 июня 1975 г.

Литература

- [1] А.И. Морозов, П.Е. Ковров, А.К. Виноградова. Письма в ЖЭТФ, 7, 8, 1968.
- [2] А.К. Виноградова, А.И. Морозов. Физика и применение плазменных ускорителей. Минск, изд. "Наука и техника", 1974.
- [3] П.Е. Ковров, Л.Г. Токарев. ЖТФ, 44, 881, 1974.
- [4] А.К. Виноградова, В.П. Виноградова, А.И. Морозов. ЖТФ, 43, 1637, 1974.
- [5] W. H. Bostik, Dynamics of Ionized Gases Proc. Intern. Synp., Tokyo, sept., 1971.
- [6] В.А. Грибков, Д.Н. Крохин, Г.В. Склисков, Н.В. Филиппов, Т.И. Филиппова. Письма в ЖЭТФ, 18, 11, 1973.
- [7] Д.В. Наливкин. Ураганы, бури и смерчи. М., изд. Наука, 1970.
- [8] А.И. Морозов, А.П. Шубин. ЖЭТФ, 46, 710, 1964.

¹⁾ Этот результат доказан лишь для системы с однокомпонентным азимутальным магнитным полем. Однако похоже, что он имеет более общий характер.