

Рис. 3. Влияние внешнего поля ΔH_z на максимальные амплитуды радиальных колебаний, не испытывавших раскачки при резонансе.

частиц, не подвергшихся раскачке, по мере увеличения модуля разности $I_H - I_K$ уменьшаются, что находится в согласии с теорией [3].

Результаты эксперимента в целом показывают достаточную эффективность и одновременно простоту описанного способа стабилизации амплитуд колебаний при резонансе $Q_r = 2/3$.

Поступило в Редакцию 5/VII 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

3. Л. Артемьева и др. «Приборы и техн. эксперимента», № 1, 12 (1968).
- А. А. Коломенский, А. А. Лебедев. Теория циклических ускорителей. М., Физматгиз, 1962.
- В. И. Котов, А. Б. Кузнецов, Н. Б. Рубин. В кн. «Труды Международной конференции по ускорителям (Дубна, 1963)». М., Атомиздат, 1964, стр. 844.

Электропроводность плазмы омического разряда в стеллараторе «Сириус»

П. Я. БУРЧЕНКО, Б. Т. ВАСИЛЕНКО, Е. Д. ВОЛКОВ, В. А. ПОТАПЕНКО, В. Т. ТОЛОК

УДК 533.932

Известно, что неизотермическая плазма ($T_e \gg T_i$) в сильном электрическом поле неустойчива по отношению к возбуждению ионно-звуковых и ленгмюровских колебаний [1, 2]. Возбуждением именно этих колебаний были качественно объяснены результаты исследований аномалии сопротивления плазмы в надкритических электрических полях [3-5]

$$E > E_{кр} = 1,58 \cdot 10^{-8} \frac{n}{T_e}$$

Следует заметить, что теоретические исследования, использованные для объяснения данного эффекта,

были выполнены для случая, когда можно пренебречь влиянием удерживающего магнитного поля, т. е. [6-8]

$$H_0 \ll (4\pi m_e c^2 n_0)^{1/2}$$

Однако исследования омического разряда в замкнутой магнитной ловушке показали, что даже при $E \leq E_{кр}$, но $H_0 \geq (4\pi m_e c^2 n_0)^{1/2}$ сопротивление плазмы может оказаться аномально большим [9]. Эти данные, как было показано в работе [10], находятся в каче-

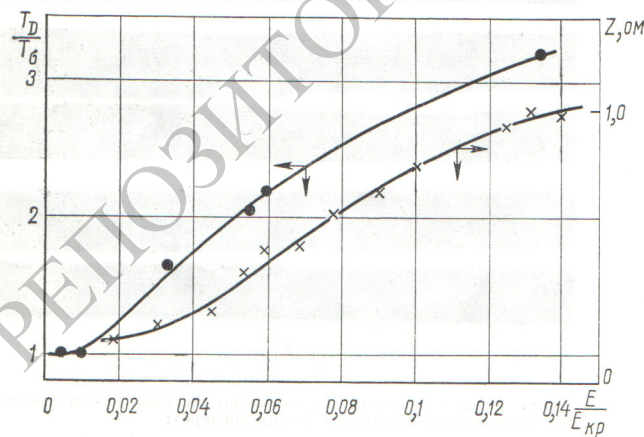


Рис. 1. Зависимость отношения температур T_D/T_0 и сопротивления Z от отношения приложенного электрического поля к критическому полю Драйзера $E/E_{кр}$.

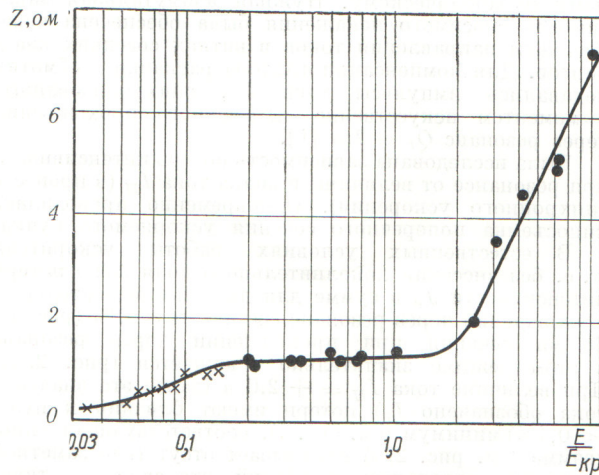


Рис. 2. Зависимость сопротивления плазменного шнура от отношения приложенного электрического поля к критическому полю Драйзера:

● — данные, полученные при работе с коротким импульсом нагрева [4]; x — данные, полученные при омическом нагреве плазмы.

ственном соответствии с представлениями об изотропизации ускоренных электронов из-за аномального эффекта Доплера.

Однако отсутствие микроволновых и рентгеновских измерений не позволяет трактовать результаты работы [9] более определенно.

В настоящем сообщении изложены результаты исследования сопротивления токового разряда в области электрических полей $E < E_{кр}$ при $H_0 \gg (4\pi m_e c^2 n_0)^{1/2}$.

Эксперименты проводились на стеллараторе «Сирнус» [11] в режиме омического нагрева. В процессе эксперимента регистрировались ток в плазменном шнуре, напряжение на обходе камеры, изменение плотности во времени, диамагнетизм плазмы, рентгеновское и микроволновое излучения и распределение плотности по сечению шнура.

При большой концентрации плазмы ($n_0 \gg 5 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$) и напряженности электрического поля $E \approx 0,1 \div 0,3 \text{ в/см}$ процесс нагрева довольно хорошо описывается классическим столкновительным механизмом. Температура плазмы, вычисленная по проводимости, в пределах погрешностей измерений совпадает с температурой, рассчитанной по диамагнитным измерениям.

При более низких концентрациях ($n_0 < 5 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$) поведение разряда существенно изменяется. Вместе с появлением рентгеновского и микроволнового излучений нарушается равенство между температурами, вычисленными по проводимости T_σ и диамагнетизму T_D . Сопоставление данных, определяющих величину сопротивления плазменного шнура и отношение температур T_D/T_σ , показало, что отклонение T_σ от T_D наблюдается в той же области $E/E_{кр}$, где происходит возрастание сопротивления (рис. 1).

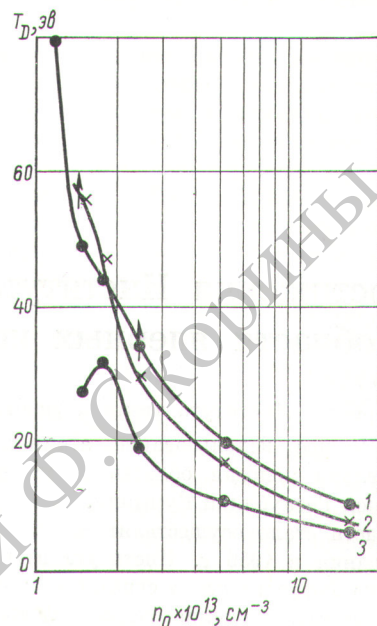
Следует отметить, что эффект роста сопротивления плазмы примерно в той же области изменения $E/E_{кр}$ был обнаружен в прямолинейном разряде еще в 1961 г. [12].

Сравнение результатов настоящей работы с данными, полученными ранее на стеллараторе «Сирнус» [4], показывает, что кривые зависимости сопротивления от электрического поля хорошо сшиваются при $E/E_{кр} = 0,2$ (при одинаковых значениях магнитного поля). Результирующая кривая приведена на рис. 2.

Различие в температурах, рассчитанных по диамагнетизму и проводимости, существенно изменяется в зависимости от величины удерживающего магнитного поля. На рис. 3 представлена зависимость температуры, рассчитанной по диамагнетизму, от концентрации плазмы при $E = \text{const}$. Параметром этих кривых служит величина магнитного поля. Зависимость T_D/T_σ от магнитного поля при наличии микроволнового и рентгеновского излучений, казалось бы, дает возможность объяснения полученных результатов на основе возбуждения резонанса $\omega - n\omega_H - k_Z v_Z = 0$ с $n < 0$, где n — произвольное целое число; ω_H — электронная циклотронная частота; k_Z — продольная компонента волнового вектора. Однако значительная аномалия сопротивления, наблюдаемая при $\omega_H < \omega_0$, не может быть объяснена ни указанным механизмом,

Р и с. 3. Зависимость температуры, вычисленной по диамагнетизму, от начальной плотности:

1 — 16 кэ; 2 — 12 кэ; 3 — 8 кэ; стрелками на кривых 1 и 2 отмечены точки, в которых плазменная частота совпадает с циклотронной.



ни раскачкой ионно-звуковой неустойчивости, если приложенное электрическое поле оказывается меньше критического поля Драйзера.

Поступило в Редакцию 17/VI 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Я. Б. Файнберг. В кн. «Физика плазмы и проблемы управляемого термоядерного синтеза». Вып. 2. Киев, Изд-во АН УССР, 1963, стр. 88.
2. Г. В. Гордеев. ЖЭТФ, 27, 1924 (1954).
3. В. А. Супруненко и др. «Атомная энергия», 14, 349 (1963).
4. П. Я. Бурченко и др. «Письма ЖЭТФ», 3, 243 (1966).
5. Б. А. Демидов и др. «Докл. АН СССР», 174, 327 (1967).
6. E. Field, V. Fried. Phys. Fluids, 7, 1937 (1964).
7. Л. М. Рудаков, Л. В. Кораблев. ЖЭТФ, 50, 220 (1966).
8. Л. М. Коврижных. ЖЭТФ, 51, 1795 (1966).
9. Л. А. Арцимович и др. «Атомная энергия», 22, 259 (1967).
10. Б. Б. Кадомцев, О. П. Погуде. ЖЭТФ, 53, 2025 (1967).
11. О. В. Бирюков и др. «Атомная энергия», 23, 99 (1967).
12. В. А. Супруненко и др. ЖТФ, 31, 1058 (1961).