

### Отзыв

на автореферат диссертации Емелева Ивана Сергеевича «Генератор плазмы с инверсным магнитным полем для тандемного источника отрицательных ионов и других применений», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы

Рецензируемая работа посвящена исследованию процессов генерации объемной плазмы в разрядной системе с периферийным (пристеночным) магнитным полем применительно к использованию такой разрядной системы в тандемном поверхностно-плазменном источнике отрицательных ионов водорода, а также в плазменном нейтрализаторе пучков отрицательных ионов высокой энергии. Наряду с фундаментальной составляющей, тематика исследований имеет важное прикладное значение, связанное с созданием в ИЯФ СО РАН тандемного ускорителя для реализации бор-нейтронозахватной терапии онкологических заболеваний. Важным аспектом является также возможность использования плазменного нейтрализатора в инжекторах ускоренных потоков атомов установок УТС.

Создание пристеночного магнитного поля для генерации однородной объемной плазмы с высокой эффективностью ионизации эффективно используется в источниках широкоапертурных ионных пучков. Новизна предлагаемого в диссертационной работе подхода заключается в формировании в области выходного отверстия инверсного магнитного поля, обеспечивающего удержание плазмы и, соответственно, повышение ее плотности. Достигнутое при таком подходе повышение плотности плазмы сделало такую систему привлекательной для создания на ее основе эффективного плазменного нейтрализатора пучка отрицательных ионов.

К наиболее важным результатам исследований следует отнести:

- создание экспериментального макета генератора объемной плазмы на основе разрядной системы с термокатодом и периферийным магнитным полем в сочетании с инверсным магнитным полем в области выходного отверстия;
- «привязка» различных методов экспериментальной диагностики параметров плазмы к условиям функционирования и конкретным параметрам исследуемого экспериментального устройства.
- достижение в созданном генераторе плазмы плотности плазмы уровня  $10^{13} \text{ см}^{-3}$ ;
- демонстрация возможности использования созданного генератора плазмы для эффективной нейтрализации пучков отрицательных ионов высокой энергии.

Замечания по автореферату относятся лишь к оформительской части и вероятно связаны с поспешностью его написания. В некоторых местах автореферата имеются неясности и недосказанности в изложении материала, в подписи к рис. 4 перепутано расположение графиков экспериментальных данных, используемый в автореферате термин «ток плазмы» представляется неудачным.

Сформулированные замечания не снижают общей положительной оценки проделанной работы, которая выполнена на высоком научном уровне, результаты исследований обладают новизной и представляют практическую ценность.

Из вышеизложенного однозначно следует вывод о том, что диссертационная работа «Генератор плазмы с инверсным магнитным полем для тандемного источника отрицательных ионов и других применений», полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор Емелев И.С. несомненно достоин присуждения исковой степени.

Заведующий лабораторией плазменных  
источников Института сильноточной  
электроники СО РАН, д.т.н., профессор

Подпись Окса Е.М. удостоверяю.

Заведующая канцелярией ИСЭ СО РАН



Е.М. Окс

Е.С. Патрушева

**Окс Ефим Михайлович**, доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией плазменных источников Института сильноточной электроники СО РАН, г. Томск, пр. Академический 2/3. Тел. (3822)-491776, факс: (3822)-492410, электронная почта: [oks@opee.hcei.tsc.ru](mailto:oks@opee.hcei.tsc.ru)