

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Бабенко Павла Юрьевича**

«Торможение, рассеяние и распыление при столкновениях атомов кэв-энергий с твердым телом», представленной к защите на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности

1.3.5 — «Физическая электроника»

Данная работа охватывает широкий спектр проблем физики взаимодействия ионов с твердым телом. Несмотря на длительную историю исследований этих проблем, всё ещё остаются «белые пятна»; разработка новых, более совершенных и точных методов диагностики, развитие техники эксперимента выявляют расхождения результатов некоторых теорий с экспериментальными данными. В то же время стремительное повышение мощности вычислительной техники существенно увеличило возможности компьютерных методов моделирования физических процессов. Вместе с тем, резко возросли требования техники, медицины, информатики и других областей к достоверности и точности расчетов. Так, практическое применение термоядерной энергии сдерживается, по-видимому, проблемой взаимодействия быстрых частиц высокотемпературной плазмы с материалами первой стенки реактора.

Всё это свидетельствует о высокой степени актуальности рассмотренных в диссертации проблем.

Научная новизна полученных результатов не вызывает сомнения. Особенно хотелось бы отметить установленную в работе роль фактора автоионизации в электронных потерях энергии ионов. Показано, что этот механизм является основным при неупругом торможении протонов низких энергий. Весьма интересен также раздел, посвященный нахождению потенциалов взаимодействия частиц из экспериментальных данных по рассеянию ионов.

О практическом значении результатов сказано выше. В этом отношении очень важна популяризация результатов среди специалистов.

Работа, однако, не лишена некоторых недостатков.

1) Классификация ионов по энергиям, базирующаяся только на абсолютных её значениях, является не адекватной: характер физических процессов взаимодействия ионов с веществом лучше коррелирует с величиной приведенной энергии. Замечу, что специалисты по ионной имплантации обычно относят диапазон 10-100 кэВ к средним, а не малым энергиям.


2) Утверждение о том, что «данных при малых энергиях столкновений очень мало» (если имеются в виду данные по потерям энергии при прохождении атомных частиц через вещество) не соответствует действительности. Эти данные могут быть почерпнуты из многочисленных публикаций по глубине проникновения и профилям распределения имплантируемых ионов. В частности, экспериментальные данные о пробегах ионов и их зависимости от энергии могут служить для проверки адекватности полученных межатомных потенциалов. Эти данные также позволяют проверить правильность вывода о показателе степени в формуле зависимости электронных потерь от энергии ионов.

3) Полученные методом молекулярной динамики данные позволяют заметить тенденцию к отклонению асимптотического поведения полученной кривой от кривых, полученных другими расчетными методами, и также отклонение от экспериментальной кривой. Это отклонение не упоминается в автореферате.

4) В качестве пожелания: была бы весьма полезной публикация наиболее важных результатов работы в зарубежных изданиях; это увеличило бы их мировую известность.

Отмеченные недостатки, однако, носят частный характер и в целом не снижают положительное впечатление от диссертации, которая представляет собой крупный вклад в развитие науки о взаимодействии ионных пучков и плазмы с поверхностью металлов. Ее автор, Бабенко Павел Юрьевич, безусловно заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Ведущий научный сотрудник Лаборатории физики и технологии тонких пленок отдела твердотельной электроники и оптоэлектроники Научно-исследовательского физико-технического института (НИФТИ) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23; (831) 462-30-03; unn@unn.ru; <http://www.unn.ru/>),
доктор физико-математических наук (специальность 01.04.10 — Физика полупроводников и диэлектриков),
профессор
tetelbaum@phys.unn.ru

 Тетельбаум Давид Исаакович

Я, Тетельбаум Давид Исаакович, даю согласие на обработку моих персональных данных, связанную с защитой диссертации и оформлением аттестационного дела П.Ю. Бабенко

 Тетельбаум Давид Исаакович

17.03.2026

