

КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

УДК 621.384.6, 539.1.047

DOI: 10.17223/00213411/63/7/36

*И.С. ЕГОРОВ, А.А. ИСЕМБЕРЛИНОВА, М.А. СЕРЕБРЕННИКОВ, А.В. ПОЛОСКОВ, Г.Е. РЕМНЁВ***ВЛИЯНИЕ СПЕКТРА КИНЕТИЧЕСКИХ ЭНЕРГИЙ ЭЛЕКТРОНОВ
ИМПУЛЬСНОГО ПУЧКА НА ЭФФЕКТИВНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
ПОГЛОЩЕННОЙ ДОЗЫ ПО ГЛУБИНЕ МИШЕНИ ***

Проведенный анализ эффективности распределения поглощенной дозы по глубине в зависимости от спектра кинетических энергий электронов пучка субмикросекундной длительности показал, что использование двух режимов работы субмикросекундного ускорителя электронов, отличающихся амплитудой импульса ускоряющего напряжения (200 и 300 кВ), при облучении различных материалов может обеспечить разный эффект воздействия, определяемый различным распределением поглощенной энергии по глубине. Для построенных спектров кинетических энергий электронов пучка использован модельный образец, учитывающий структуру и проникающую способность материала, что определяет условия распределения поглощенной энергии электронного пучка по глубине. На основе экспериментальных данных была произведена оценка поглощенной дозы в структурных частях объекта на примере зерна пшеницы и сделаны выводы об эффективности использования режимов облучения с разным спектром кинетических энергий электронов в пучке.

Ключевые слова: импульсный электронный пучок, спектр кинетических энергий электронов, распределение поглощенной дозы по глубине.

Введение

Интенсивное развитие импульсных схем формирования ускоряющего напряжения привело к появлению компактных импульсных ускорителей с эксплуатационными характеристиками, подходящими для решения практических задач [1–3]. Импульсные электронные ускорители могут составить конкуренцию непрерывным источникам электронных пучков при их средней мощности порядка единиц киловатт и уровне напряжения до 1 МэВ за счет более компактных размеров и более низких требований к вакуумным условиям в электронном диоде. Для моноэнергетических пучков непрерывных ускорителей распределение поглощенной энергии электронного пучка имеет характерный максимум на некоторой глубине от поверхности объекта [4–6], что делает невозможным равномерное распределение поглощенной дозы по глубине и требует применения дополнительных средств расположения объектов обработки при облучении [7, 8]. Для импульсных пучков с широким спектром кинетических энергий электронов максимальная поглощенная доза достигается, как правило, в приповерхностном слое [9], что необходимо учитывать при решении прикладных задач, прежде всего, связанных с поверхностной обработкой электронным пучком, когда глубина облучения не превышает геометрического размера образца в направлении распространения пучка. Это является важным, в частности, при обработке электронным пучком биологических материалов, например зерновых культур [10, 11]. При высаживании необходимо радиационное воздействие преимущественно на поверхностную оболочку семени. Указываемая поглощенная энергия (Дж/кг) характеризует режим работы установки, но не отражает реальных значений поглощенных доз (кГр), которые приводят к требуемому эффекту именно на поверхности зерна. Разность доз в поверхностном слое материала и на глубине особо характерна для импульсных электронных пучков с широким энергетическим спектром. Это также имеет важное значение при обработке металлических и полупроводниковых материалов с целью их очистки, удаления поверхностных примесей. Таким образом, можно предположить, что эффективное значение вложенной энергии существенно зависит от спектра кинетических энергий электронов пучка [12], определяющего распределение поглощенной дозы по глубине объекта обработки облучением. Исходя из этого, для прикладных задач возникает необходимость оценки и управления распределением поглощенной дозы по глубине объекта обработки, однако универсальных подходов не выработано.

Цель настоящей работы – установление влияния спектра кинетических энергий электронов пучка на эффективное распределение поглощенной дозы по глубине облучаемого объекта. В каче-

* Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 18-79-00261).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>