

Ван Сын Чан и Осетинский Г.М.

Б1-15-10920.

С345П

В-17



3882/77

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Б1-15-10920^х

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ.

Дубна 19 77

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория нейтронной физики

Ван Сын Чан, Г.М.Осетинский

Б1-15-10920

УСТАНОВКА ДЛЯ ОБЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В
ВАКУУМЕ ПРОТОНАМИ, ДЕЙТОНАМИ И ИОНАМИ
ГЕЛИЯ В ИНТЕРВАЛЕ ЭНЕРГИЙ 0,8-4,2 МэВ

Рукопись поступила
в редакцию 10 августа 77

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

г.Дубна, 1977

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время уделяется большое внимание исследованиям изменений физико-механических свойств различных материалов под действием облучения пучком протонов, дейтронов, гелия с энергиями $0,8 + 5$ Мэв. Ионы таких энергий довольно просто получают на электростатических генераторах типа Ван-де-Графа (ЭГ), которые для рассматриваемых целей имеют преимущества перед использованием ускорителей других типов (циклотроны, линейные ускорители и т.д.). Основными из них являются: большая моноэнергетичность пучка ($\sim 0,1\%$), плавность изменения энергии, широкий диапазон изменения интенсивности пучка (от сотых долей микроампера до $20 - 30$ мкА), малый фон сопутствующих излучений и малая расходимость пучка. Последняя особенность для целей облучения не является необходимой, поскольку задачи исследований часто связаны с облучением больших поверхностей с одинаковой плотностью тока. В этой связи при использовании ЭГ необходимо сооружать специальные системы модуляции пучка в вертикальном и горизонтальных плоскостях с тем, чтобы обеспечить равномерное облучение этих образцов с заданной интенсивностью. Одно из технических решений этой проблемы, осуществленное на ЭГ ОИЯИ, и является предметом настоящей работы. В работе дается описание установки по облучению материалов (УОМ) и приводятся параметры пучка.

I. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Пучок ионов водорода, дейтерия или гелия, ускоренных на электростатическом генераторе типа Ван-де-Графа, проанализированный по импульсам магнитным анализатором, пройдя ионопровод и систему коллимирующих диафрагм попадает на мишень размером 60x70 мм. Мишень размещена в камере облучения. Для исключения перегрева облучаемых образцов, расположенных на мишени, и обеспечения равномерного их облучения, пучок ионов многократно отклоняется в вертикальном и горизонтальном направлениях. Число частиц, падающих на мишень, измеряется интегратором тока, который подключается к мишени через вакуумноплотные изолированные вводы. Во время облучения проводится контроль за изменением вакуума в камере облучения и температурой корпуса мишени, на котором размещены облучаемые образцы. Установка облучения материалов (УОМ) состоит из:

- а) системы периодического отклонения (модуляции) пучка протонов, падающих на мишень в горизонтальном и вертикальном направлениях;
- б) камеры облучения.

Схема размещения УОМ представлена на рис.1.

Рассмотрим конструктивные особенности каждого элемента УОМ.

§ I. Установка для модуляции пучка

Установка для модуляции пучка состоит из горизонтальных и вертикальных пластин, расположенных в ионопроводе электростатического генератора ЭГ-5, и двух генераторов синусоидальных напряжений.

Вертикальные и горизонтальные пластины выполнены идентично и их конструкция представлена на рис.2. Они устанавливаются на

изолированных вводах в трубе, являющейся частью ионопровода. Длина пластин 320 мм; ширина 40 мм. Конструкция предусматривает изменение расстояния (d) между пластинами без нарушения вакуума в ионопровode. В настоящей работе — $d = 30$ мм. Схема размещения горизонтальных и вертикальных пластин в ионопровode представлена на рис.1.

В качестве одного из генераторов синусоидальных напряжений, подаваемых на пластины горизонтального отклонения, использован высоковольтный трансформатор, питаемый через вариак, переменным напряжением 220 вольт, 50 герц. Вращением вариака (ЛАТР-2) обеспечивается изменение напряжения на пластинах в диапазоне 0–12 киловольт.

Другой генератор, присоединенный к пластинам вертикального отклонения, обеспечивает подачу на эти пластины напряжения 1–12 киловольт, с частотой 1 мегагерц. Схема генератора представлена на рис.3. Он построен на лампе ГУ-80 с самовозбуждением по схеме параллельного питания. Напряжение, питающее генератор, подается от выпрямителей на 2000 вольт (анодное напряжение) и 600 вольт (для 2-ой сетки). Оба генератора расположены за сетчатым ограждением, дверь которой снабжена электрической блокировкой. Через блок-контакт этой блокировки подается напряжение на первичные цепи этих выпрямителей. При открытии двери сетчатого ограждения линия размыкается, а высоковольтный электрод выпрямителя автоматически присоединяется с землей специальной заземленной штангой. Принципиальная блок-схема электрической цепи установки представлена на рис.4.

§ 3. Камера облучения

Камера облучения присоединена к концу одного из каналов ионопровода электростатического генератора ЭГ-5. Схема камеры, расположение ее отдельных элементов представлены на рис.5. Как видно из рисунка, перед входом в камеру расположена диафрагма (I0) и подвижной шток (II), на котором крепится кварцевый экран (9). Шток изолирован от корпуса ионопровода, что позволяет проводить измерение тока пучка, который в последующем может быть направлен на мишень. В рабочем состоянии шток с кварцевым экраном сдвинут с пути пучка (см. рисунок). Наличие кварцевого экрана облегчает наблюдение за регулировкой и подбором необходимого токового режима пучка (интенсивность, однородность плотности тока на всей площади облучения и т.д.) перед тем, как его направить на мишень.

В камере расположены две диафрагмы и мишень. Одна из диафрагм (3) размером 50x70 мм присоединена к корпусу камеры и служит для ограничения размеров пучка, падающего на мишень (5). Вторая диафрагма (4) изолирована от корпуса, и при подаче на нее отрицательного напряжения (-1500 в), выполняет функцию электрода, задерживающего вторичные электроны, выбиваемые пучком из мишени. Последнее необходимо для правильного измерения числа частиц, падающих на мишень. За указанными диафрагмами установлена мишень - кронштейн, к которому крепятся облучаемые образцы. Мишень изолирована от корпуса и совместно с диафрагмами (3,4) является ловушкой тока.

К кронштейну мишени прикреплена термопара (2) для измерения его температуры при облучении. Провода термопары через изолированные вводы подключены к прибору для измерения ЭДС термопары.

Использован "Прибор универсальный измерительный УПИИ-60 М". Температура корпуса камеры измеряется термометром.

ОБЛУЧЕНИЕ ОБРАЗЦОВ

Использование описанной аппаратуры на электростатическом генераторе ОИЯИ предоставляет возможность облучения различных материалов пучком протонов, дейтонов, ^3He и ^4He с энергией от 0,8 до 4,2 Мэв. В диапазоне этих энергий имеется возможность облучения потоком от 10^9 до 10^{17} частиц и более на каждый квадратный сантиметр поверхности. Нижняя граница этой величины определяется чувствительностью интегратора тока и в случае необходимости может быть доведена до 10^7 частиц/см². Верхняя граница определяется временем облучения. При оценке этого времени определяющим фактором является допустимая мощность пучка частиц, падающих на мишень, которая не приводит к нежелательным тепловым повреждениям этой мишени. Значение этой мощности вряд ли может быть получено из расчетов или интегрального измерения температуры всей мишени. Эта величина вряд ли также может быть взята из литературных данных, полученных при других энергиях и отличающихся материалах облучения и их толщинах. Из-за различающихся тормозных способностей ионов различных масс и энергий в этих материалах выделение энергии в этих образцах будут различны, а отличающаяся при этом теплопроводность образца будет приводить к существенно отличающимся условиям локального его нагрева. Естественно, что наиболее надежные данные по предельно допустимым мощностям пучка могут быть получены только из эксперимента.

Так, например, в проведенных нами исследованиях для ряда диэлектриков и полимеров мощность пучка, падающего на мишень,

в интервале энергий 1-4 Мэв находилась в пределах от 0,02 до 0,05 ватта на каждый квадратный сантиметр облучаемого образца. Это значение подбиралось экспериментально, причем, основным критерием выбора допустимой мощности являлось визуальное (под микроскопом) наблюдение за поверхностью облучаемого материала, которая не должна иметь следов тепловых разрушений.

При облучении диэлектриков возможно появление поверхностных разрядов, приводящих к их повреждению. Для исключения этого образцы покрывались (распылением в вакууме) слоем алюминия толщиной 400 \AA , по которому стекают заряды на корпус мишени, не влияя при этом на структурные свойства основного образца. Методика облучения предусматривает равномерное (в пределах 5%) облучение каждого квадратного сантиметра поверхности. Это достигалось за счет использования прямолинейного участка кривой напряжения, прикладываемого к горизонтальным и вертикальным пластинам. На рис.6 представлена заштриховкой та часть напряжения, которая обеспечивает пребывание пучка в пределах заданных границ мишени с соблюдением указанных выше условий неравномерности. Вне заштрихованной области пучок на мишени отсутствует.

А. И. В.

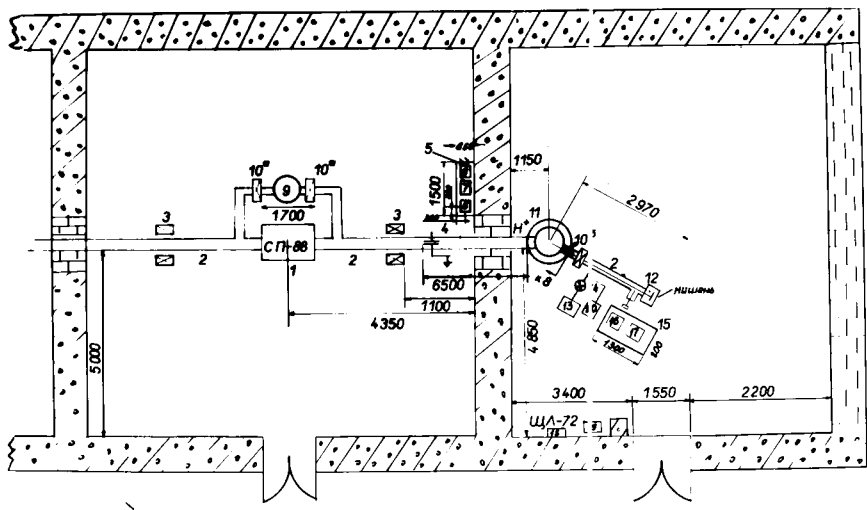


рис. 1.

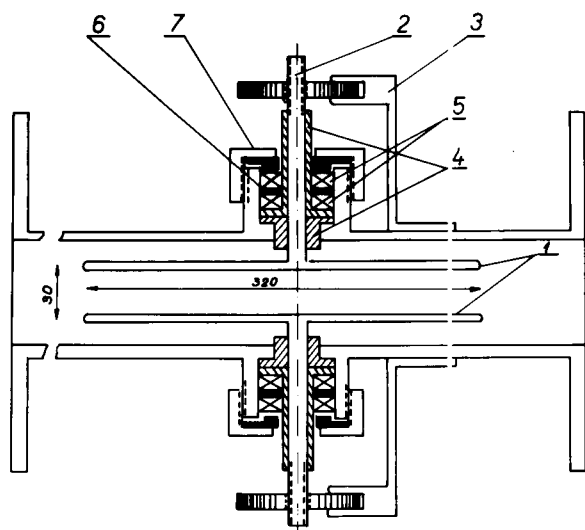


рис. 2.

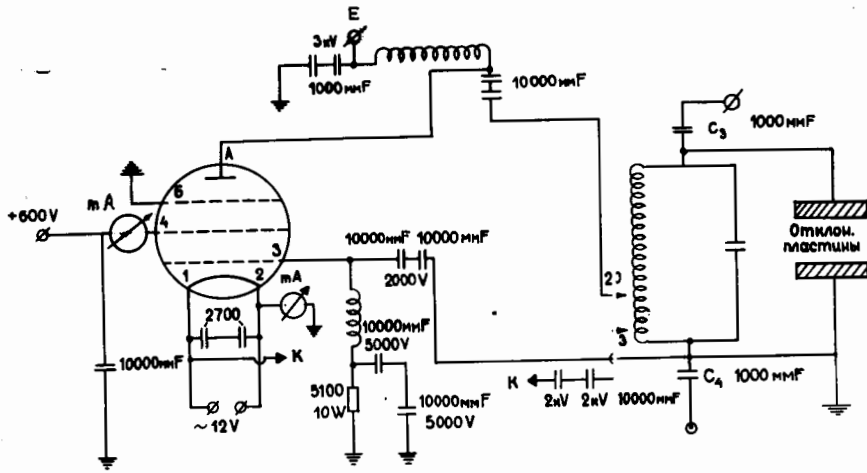
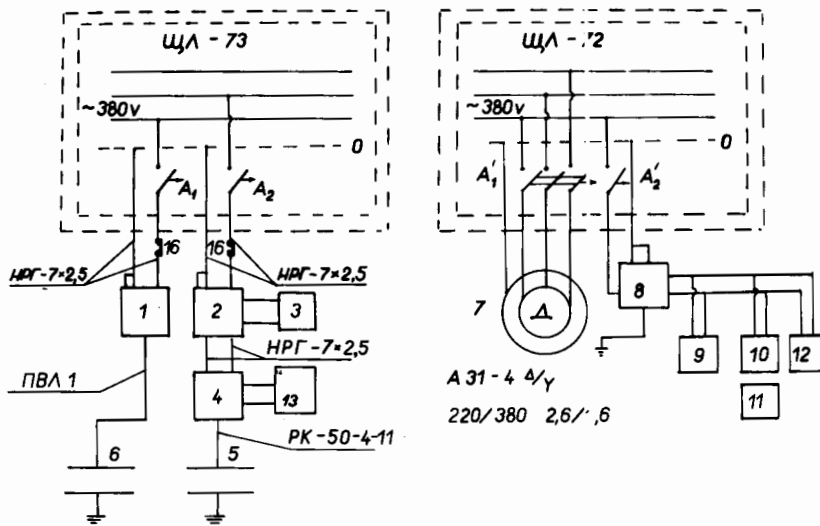


рис. 3.



Исх. в 10000µF 10000µF
Климов: 10000µF

рис. 4.

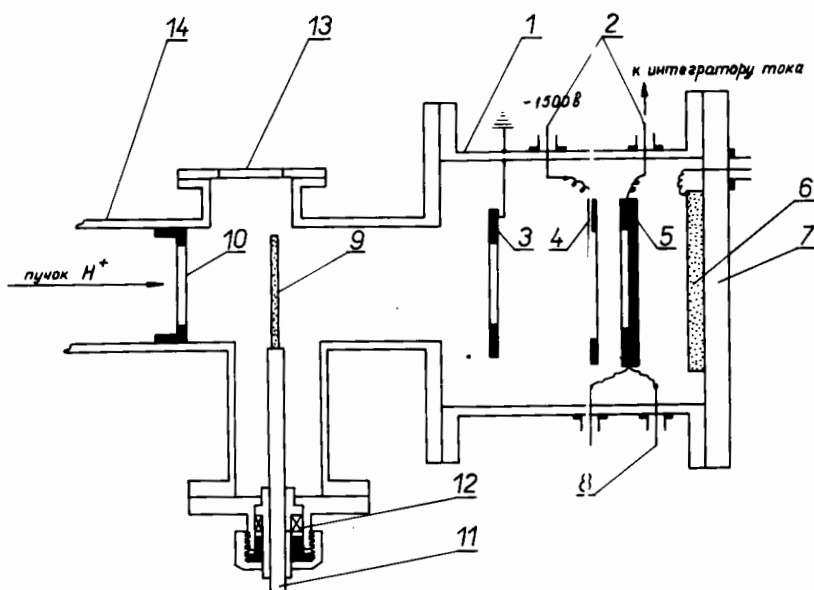


рис 5.

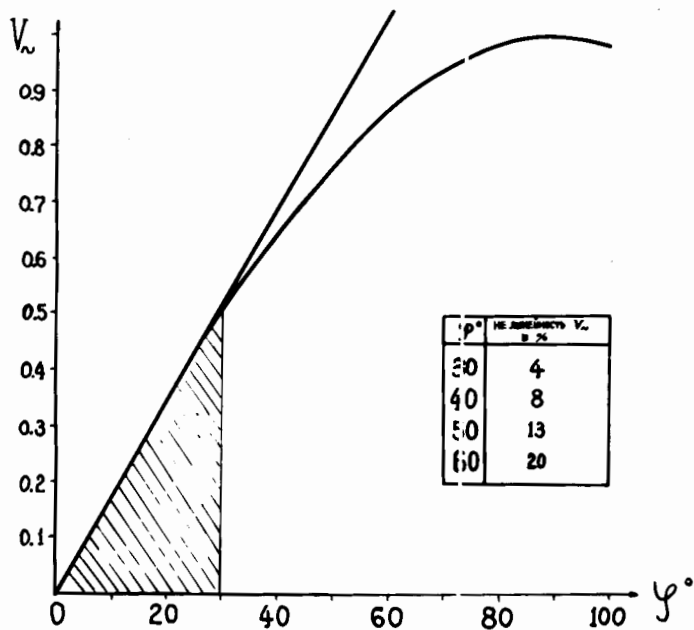


рис 6.