

из формулы (1), спектральная плотность излучения перестает зависеть от ω . Величина ω_{SF} при этом определяется из условия $L = l_c$ и в нашем случае составляет $\omega_{SF} \approx 40$ МэВ (см. рис. 1).

Таблица 1

Мишень, L	СЛАК эксп. 25 ГэВ ^{*)}	Теория ^{*)}
W, 2% X_0	0,025 ± 0,001	0,032
U, 3% X_0	0,028 ± 0,001	0,027
U, 5% X_0	0,019 ± 0,001	0,021
Au, 0,7% X_0	0,066 ± 0,001	0,065
Au, 0,7% X_0	0,070 ± 0,005 ^{**)}	0,072 ^{**)}

^{*)} в тех же единицах, что и на рис. 1

^{**)} для $\epsilon = 8$ ГэВ

Наличие характерного «плато» в мягкой части спектра излучения электронов ($\omega \leq \omega_{SF}$) наблюдалось также и для других мишеней [3]. Однако, для более толстых мишеней и меньшей энергии электронов область применимости формулы (1) существенно сужается, т.к. при $\omega \leq \omega_p$ становится существенным влияние поляризации среды

на излучение [7]. Тем не менее сравнение экспериментальных данных [3] с расчетным положением «плато», согласно формуле (1), показывает их удовлетворительное согласие (табл. 1).

Обратим внимание на то, что с ростом энергии электронов быстро увеличивается область частот, в которой должен иметь место рассматриваемый здесь эффект. Так при энергии электронов 1 ТэВ для мишени золота толщиной 0,7% X_0 , согласно полученным формулам, эффект должен проявляться в области энергий $\omega < 50$ ГэВ. Это обстоятельство необходимо учитывать при подготовке новых экспериментов на ускорителях высоких энергий.

Библиографический список

1. Ландау Л. Д., Померанчук И. Я. Докл. АН СССР. 92, 535, 735 (1953).
2. Мигдал А. Б. Докл. АН СССР. 96, 49 (1954).
3. Anthony P. L. et al. Phys. Rev. Lett. 75, 1949 (1995).
4. Шульга Н. Ф., Фомин С.П. Письма в ЖЭТФ 27, 126 (1978); Phys. Lett. A114, 148 (1986).
5. Шульга Н. Ф., Фомин С. П. ЖЭТФ. 113, 58 (1998).
6. Bethe H., Phys. Rev. 89, 1256 (1953).
7. Тер-Микаелян М. Л. Влияние среды на электромагнитные процессы при высоких энергиях. – Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1969.

УДК 537.5

АКУСТИЧЕСКИЙ МЕТОД РЕГИСТРАЦИИ ПУЧКОВ БЫСТРЫХ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

С. В. Блажевич, В. П. Воронов, Н. В. Камышанченко
Белгородский государственный университет

При взаимодействии быстрых заряженных частиц с плотной средой часть их энергии может трансформироваться в акустические колебания среды, которые несут информацию, как о параметрах падающего пучка, так и о термодинамических свойствах среды, представляющей мишень [1-3].

При исследовании и использовании указанного акустического эффекта возникает задача повышения эффективности регистрации и информативности измеряемого акустического сигнала. В этом смысле важную роль играют условия передачи акустической волны от места взаимодействия к месту регистрации.

В данной работе рассмотрено влияние геометрических факторов мишени на информативность акустического сигнала возбуждаемого в ней пучком заряженных частиц.

1. Возбуждение акустической волны в пластине. Наиболее естественно для исследования или использования акустического эффекта взаимодействия релятивистских

заряженных частиц с твердым веществом выбрать мишень в виде пластины, толщина которой соизмерима (а в ряде случаев меньше) с длиной полного поглощения энергии налетающих частиц. Одним из достоинств использования акустической регистрации пучков заряженных частиц является возможность использования временной задержки, связанной с временем распространения акустической волны до места регистрации, для отстройки от электрических наводок, обычно сопровождаемых посылку ускорителя. В этом случае необходимо обеспечить достаточную акустическую базу. Если пластина-мишень имеет поперечные размеры много большие характерного размера области взаимодействия (поперечные размеры пучка частиц), то амплитуда акустической волны будет уменьшаться пропорционально квадратному корню из расстояния до датчика. Чтобы ослабить этот эффект, достаточно один из поперечных размеров пластины выбрать одного порядка с поперечными размерами пучка. Однако в этом случае возникает интерференция акустической волны с волнами, отраженными от боковой границы пластины (см. рис. 1 а).

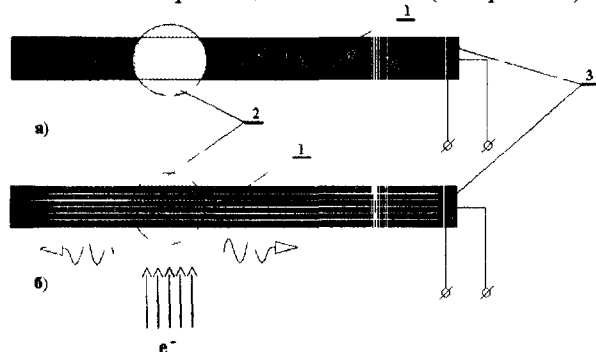
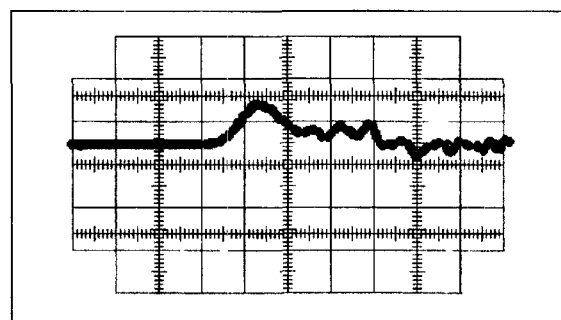


Рис 1 Схема регистрации акустического сигнала, возбуждаемого пучком быстрых заряженных частиц в пластине-мишени 1-медная пластина, 2-пучок, 3-пьезокерамический датчик, а) пластина $1 \times 10 \times 200 \text{ мм}^3$ (сплошная), б) пластина $1 \times 10 \times 200 \text{ мм}^3$ с продольными разрезами.

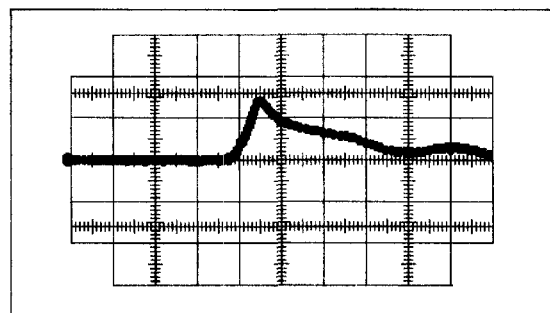
В данной работе представлены результаты эксперимента, демонстрирующего отмеченный эффект при использовании волновода в виде узкой пластины. Эксперимент поставлен на линейном ускорителе электронов. Пучок электронов с энергией 20 МэВ, длительностью 2 мксек направлялся на мишень в виде

пластины размерами $1 \times 10 \times 200 \text{ мм}^3$. Акустический сигнал, возбуждаемый в пластине, регистрировался с помощью пьезокерамического датчика, закрепленного на одном из торцов пластины (см. рис 1 а). На рис.2 а представлена осциллограмма акустического сигнала, возбуждаемого в данной мишени пучком электронов с поперечными размерами порядка 10 мм

На осциллограмме наблюдаются характерные колебания, связанные с многократным отражением акустической волны от продольных торцов пластины. С целью устранения обнаруженного эффекта была приготовлена пластина-мишень с тонкими продольными разрезами (см. рис.1 б). На рис. 2 б показана осциллограмма акустического сигнала, полученная в тех же экспериментальных условиях с использованием в качестве мишени пластины с разрезами. В этом случае можно видеть, что наблюдаемые на первой мишени колебания отсутствуют, что может быть объяснено смещением характерной частоты колебаний в область больших частот.



а)



б)

Рис 2 Осциллограмма акустического сигнала, возбужденного импульсным пучком ($t_{\text{им}}=1.5 \text{ мксек}$) в медной мишени в виде пластины толщиной 1 мм, шириной 10 мм и длиной 200 мм (развертка 5 мксек/см) а) пластина без разрезов, б) пластина с продольными разрезами

Таким образом, использование в качестве мишени пластины с разрезами позволяет повысить эффективность регистрации акустического сигнала, возбуждаемого в ней импульсным пучком быстрых заряженных частиц, не снижая его информативности

2. Эллиптическая пластина в качестве акустического волновода Амплитуду акустического сигнала, возбуждаемого в пластине пучком заряженных частиц и распространяющегося в ней, можно значительно усилить, если использовать отражение акустической волны от торцевой границы мишени, сформированной в виде эллипса (см рис. 1). В этом случае пучок частиц направляется на мишень в область одного из фокусов эллипса, возбуждая в ней расходящуюся акустическую волну. Отражаясь от торцевой поверхности пластины, волна изменяет фазу колебаний на 180 градусов и, уже как сходящаяся, распространяется в направлении второго фокуса эллипса, где и регистрируется с помощью акустически согласованного с пластиной-мишенью датчика.

Эффективность такой геометрии зависит от ряда факторов среди которых следует отметить соотношение масштабов поперечных размеров падающего пучка и размеров пластины-мишени, оптимальное значение эксцентриситета эллипса, акустические свойства материала мишени и степень согласования мишени как акустического волновода с акустическим датчиком. При этом размер пучка на мишени определяет требование к размеру акустического датчика, расположенного во втором фокусе эллипса, а эксцентриситет определяет условия отражения акустических волн на границе мишени. Акустическое согласование мишени и датчика определяет как эффективность регистрации (амплитуду сигнала), так и ее информативность (неискаженную форму сигнала).

В данной работе представлены результаты испытания эллиптической мишени с согласованным акустическим датчиком, проведенного на пучке ускоренных электронов с энергией 20 МэВ ускорителя ЛУ-40 Харьковского физико-технического института.

Мишень была вырезана из латунной пластины толщиной 1 мм в виде эллипса с расстоянием между фокусами 5 см и длиной большей оси эллипса 10 см. В качестве акустического датчика использована круглая пластина пьезокерамики ЦТС-19 диаметром 12 мм и толщиной 1 мм, врезанная в мишень в фокусе эллипса. Латунь выбрана в качестве материала мишени в связи с равенством акустического волнового сопротивления латуни и керамики ЦТС-19, что обеспечивает хорошее акустическое согласование датчика и мишени.

На рис. 3 представлена схема эксперимента по регистрации акустического сигнала, возбуждаемого в эллиптической пластине-мишени.

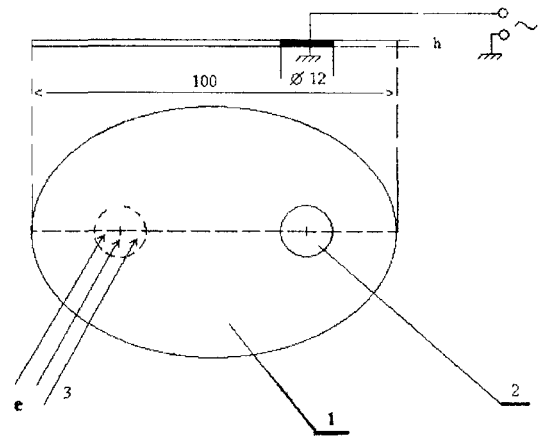


Рис. 3 Схема регистрации звуковой волны, возбуждаемой импульсным пучком релятивистских электронов в эллиптической пластине-мишени 1 – латунная мишень, 2 – пьезокерамический датчик, 3 – падающий на мишень пучок электронов

На рис. 4 показана осциллограмма сигнала акустического датчика.

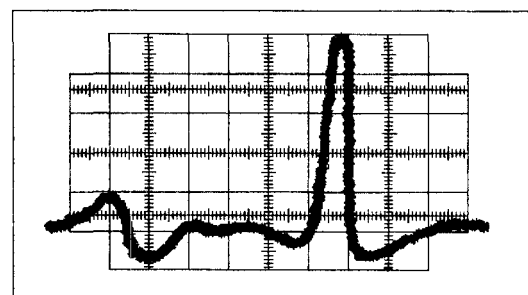


Рис. 4 Осциллограмма сигнала акустического датчика, расположенного в фокусе эллиптической мишени. Развертка 10 мксек/деление

Таким образом, данный опыт демонстрирует эффективность применения такой геометрии для акустических методик индикации параметров импульсных пучков ускоренных частиц.

Работа выполнена при поддержке фонда Мин. образования РФ 1997 г. (грант 97-0-7.2-156).

Библиографический список

1. В. Д. Воловик, В. Т. Лазурик-Эльцуфин. ФТТ, 2305, 1973. – Т. 15
2. С. В. Блажевич, И. А. Гришаев, В. В. Петренко, Г. Л. Фурсов. ФТТ, 3636, 1975. – Т. 17.
3. В. В. Ганн, А. И. Жуков, С. В. Блажевич. ВАНТ, серия: Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение, 1983, 4 (27), 75-78

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДО И ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ

УДК 539.4

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИОННОЙ ПРОЧНОСТИ СТАЛЕЙ НА МАКРО- И МЕЗОУРОВНЕ

В. В. Осташев, О. Д. Шевченко

Исковский политехнический институт

1. Постановка задачи. Проблема конструкционной прочности материалов остается одной из центральных и общей на всех этапах развития физики и механики прочности, инженерного материаловедения и технологии обработки. Однако различие в методологии исследований, различное понимание кинетики деформации и разрушения, неадекватность их математического и физического описания концепциями различных уровней часто приводит к противоречивым и ошибочным представлениям.

Понятие конструкционной прочности предполагает ряд количественных характеристик, описывающих работу материала в конструкции и определяемых как внутреннюю реакцию материала на условия нагружения. Решение проблемы адекватности механических свойств материала и изделия встречает серьезные трудности при рассмотрении ее как в терминах механики сплошной среды, так и с позиции теории дислокаций [1].

В этой связи является перспективным проведение исследований на мезоуровне, основанных на синергетических представлениях о прочности и пластичности, с разработкой новых расчетно-экспериментальных методик и использованием компьютерного моделирования [2,3].

В основе моделей физической мезомеханики лежит описание эволюции крупномасштабных дефектов, называемых мезодефектами. При этом ключевыми, наиболее обсуждаемыми и дискуссионными, являются понятия: геометрический образ деформационного дефекта, диссипативные структуры, представительский объем, а само явление конструкционной прочности отражается как мера устойчивости и самоорганизации диссипативных структур. Такой подход позволяет полагать, что формирование структуры материала, связанной с развитием процессов пластической деформации и разрушения на стадии эксплуатации изделия, – лишь продолжающаяся тенденция, основа