

07; 11

© 1991

ФОТОЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ
С ПОВЕРХНОСТЕЙ МАТЕРИАЛОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ
ИМПУЛЬСНОГО КОРОТКОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯО.Б. А н а н ь и н, Ю.А. Б ы к о в с к и й,
А.А. Ж у р а в л е в, В.Ю. З н а м е н с к и й

Фотоэлектронная эмиссия под действием оптического и ближнего ультрафиолетового излучения является предметом интенсивных исследований. В работах [1-2] исследована фотоэлектронная эмиссия с поверхности различных металлов под действием излучения KrF -лазера (248 нм) с плотностью потока энергии излучения $\sim 2 \times 10^6$ Вт/см². Зарегистрированы плотности фотоэмиссионных токов величиной до ~ 2.5 А/см² с поверхности золота. В работе [3] путем увеличения плотности потока энергии излучения KrF -лазера до $\sim 2 \cdot 10^8$ Вт/см² также на золоте получены значения плотности тока эмиссии до 300 А/см². Исследования электронной эмиссии в более коротковолновой области ($\lambda < 100$ нм) для достаточно высоких плотностей потока энергии излучения в большинстве случаев затруднены. Это связано с тем, что лазерные источники излучения в этой области недостаточно разработаны, а излучение всех мощных (плазменных) коротковолновых источников, таких, как пинч, лазерная плазма, сопровождается интенсивными потоками частиц (ионов и нейтралей).

В данной работе в качестве источника коротковолнового излучения, не сопровождающегося потоками частиц, использовалась установка, описанная в работе [4]. Установка состояла из лазерно-плазменного источника коротковолнового излучения и концентратора коротковолнового излучения, позволяющего получать высокие плотности потока энергии излучения и отсекал потоки частиц. Лазерная плазма создавалась излучением Nd -лазера (12 Дж, 10 нс), сфокусированным на поверхности плоской медной мишени. Коротковолновое излучение лазерной плазмы с помощью концентратора собиралось из телесного угла $\sim 2 \cdot 10^{-2}$ ср и концентрировалось в пятно размером ~ 3 мм² на расстоянии 0.5 м от лазерной плазмы. Спектральное распределение излучения на выходе концентратора имеет сложный характер с максимумом в области длин волн 50-70 Å. Плотность потока излучения в области максимальной концентрации достигает $\sim 5 \cdot 10^5$ Вт/см². Длительность импульса излучения не превышает ~ 10 нс.

В данной работе применялся стандартный коллекторный метод регистрации эмиссионных токов, позволяющий в режиме насыщения определять значение тока эмиссии под действием данного коротковолнового излучения.

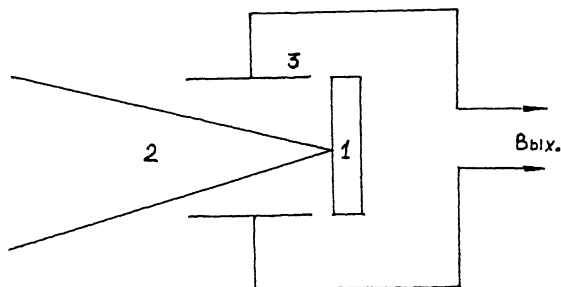


Рис. 1. Схема регистрации эмиссионных токов. 1 - образец, 2 - излучение, 3 - регистрирующие пластины.

Т а б л и ц а

Плотность фотоэлектронного тока для различных материалов

Материал	C	Be	Cu	Ti	Si	K8	$(CH_2)_n$	Фторопласт	Оргстекло
Пл. тока, А/см ²	> 6	4.6	3.3	> 3	0.7	> 1	> 5	> 4	1.8

Схема регистрации представлена на рис. 1. Исследуемый образец 1 помещался в область максимальной концентрации коротковолнового излучения 2 от концентратора. Эмиссионный ток регистрировался пластинами 3, на которые подавалось симметричное напряжение до 90 В. Регистрация эмиссионных токов проводилась в режиме насыщения при давлении $\sim 10^{-3}$ Тор.

Таким образом, были исследованы следующие материалы: C, Be, Cu, Ti, Si, $(CH_2)_n$, оргстекло, стекло К8, фторопласт. Величины эмиссионных токов при плотности потока $\sim 5 \cdot 10^5$ Вт/см² приведены в таблице. Длительность импульса эмиссионного тока не превышает ~ 30 нс, что соответствует длительности импульса коротковолнового излучения лазерной плазмы.

На рис. 2 представлена зависимость плотности эмиссионного тока от плотности потока коротковолнового излучения для оргстекла. Видно, что эта зависимость имеет линейный характер в данном диапазоне плотностей потока энергии.

Оценки для квантового выхода фотоэлектронов дают значения в пределах от 0.04 до 0.4 % в зависимости от вида облучаемого материала.

Для меди была также исследована фотоэмиссия под действием излучения с длиной волны в диапазоне 8–20 Å. Спектр формировался с помощью фильтра (1 мкм лавсан + 0.2 мкм Al). Плотность потока энергии излучения в этом случае достигает $\sim 4 \times 10^4$ Вт/см². Плотность фотоэмиссионного тока для Cu при

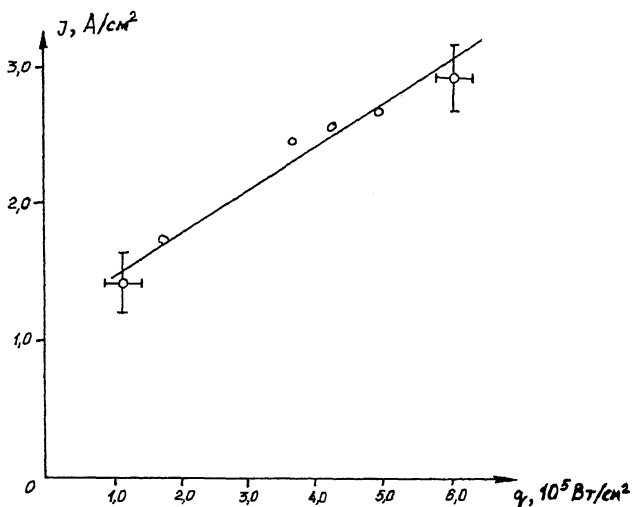


Рис. 2. Зависимость плотности эмиссионного тока (оргстекло) от плотности потока энергии коротковолнового излучения.

этом составляла $\sim 0.05 \text{ A}/\text{см}^2$. Длительность импульса фотоэмиссионного тока в этом случае не превышает $\sim 10 \text{ нс}$, что примерно в три раза меньше, чем в эксперименте без фильтра. Оценка для квантового выхода фотоэлектронов дает значение $\sim 0.2\%$, что совпадает с квантовым выходом для излучения с длиной волны $\sim 50\text{--}70 \text{ \AA}$. Зависимость плотности фотоэлектронного тока от плотности потока энергии излучения $\sim 8\text{--}10 \text{ A}$ имеет линейный характер в интервале плотностей потока $(1\text{--}4) \cdot 10^4 \text{ Вт}/\text{см}^2$. Линейный характер зависимости плотности тока от плотности потока излучения, а также форма и длительность импульса эмиссионного тока свидетельствуют о том, что вплоть до плотностей потока $\sim 5 \cdot 10^5 \text{ Вт}/\text{см}^2$ термоэмиссия не наблюдается.

Таким образом, в работе показано, что уменьшение длины волны воздействующего излучения от $\sim 2500 \text{ \AA}$ [1-2] до $50\text{--}70 \text{ \AA}$ при неизменной плотности потока позволяет увеличить квантовый выход фотоэлектронов для большинства материалов на порядок, а также расширить класс материалов для получения сильноточных пучков электронов и исследований процессов электронной эмиссии.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Kawamura Y., Toyoda K., Kawai M. // Appl. Phys. Lett. 1984. 45(4). P. 307-309.

- [2] Farkas Gy., Horvath Z.Gy.,
Toth Cs., Fotakis C., Hontzopoulos E. // J. Appl. Phys. 1987. 62(11).
P. 4545-4547.
- [3] Charlambidis D., Hontzopoulos E., Fotakis C., Farkas Gy.,
Toth Cs. // J. Appl. Phys. 1989. 65(7).
P. 2843-2846.
- [4] Ананьин О.Б., Быковский Ю.А., Журавлев А.А., Знаменский В.Ю., Канцарев В.Л., Фролов С.П. // Письма в ЖТФ. 1990. Т. 16. В. 2. С. 55-57.

Поступило в Редакцию
11 апреля 1991 г.