

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ БССР

МИНСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.М.ГОРЬКОГО

СПЕКТРОСКОПИЯ  
АТОМОВ И МОЛЕКУЛ  
В РАЗЛИЧНЫХ АГРЕГАТНЫХ СОСТОЯНИЯХ

Сборник научных трудов

Минск 1986

Сборник посвящен исследованию спектрально-люминесцентных и других оптических свойств веществ в различных агрегатных состояниях. Предназначен научным работникам и студентам старших курсов пединститутов и университетов.

Научный редактор – кандидат физико-математических наук  
В.Н.Котло

Рецензенты – кафедра общей физики Белорусского государственного университета им. В.И.Ленина;  
доцент кафедры общей физики Белорусского технологического института им. С.М.Кирова, кандидат физико-математических наук К.И.Рудяк

Печатается по решению  
редакционно-издательского совета МПТИ  
им. А.М.Горького

С =  $\frac{2401000000 - 569}{M340-85}$  6-85

© Минский пединститут  
им. А.М.Горького, 1986

В.А.Бондарь, Ч.М.Федорков

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЛАЗМЕННОГО КОНТАКТА  
НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ ПРОЗРАЧНЫХ ДИЭЛЕКТРИ-  
КОВ

Импульсные высокоскоростные плазменные струи получаются при импульсном разряде в замкнутом цилиндрическом объеме с открытым с одной стороны торцом.

При набегании высокоскоростной струи на преграду перед последней образуется ударносжатая область плазмы /1,2/, давление в которой может достигать 100 атм. при температуре около 20000 К. Воздействие кратковременно существующей (доли миллисекунд) ударно сжатой области на преграду обладает рядом интересных и специфических особенностей.

В /3/ рассматривается задача о разрушении стекла под действием сжатых плазменных потоков (СПП). Показано, что при взаимодействии высокотемпературного газового потока со стекло-видными материалами происходит мгновенное оплавление поверхности стекла. В /4,5/ дается расчет уноса массы диэлектрика при обтекании его сверхзвуковыми газовыми потоками с плотностью  $10^8$  Вт/см<sup>2</sup>. Показано, что унос диэлектрика начинается через несколько микросекунд после начала разряда со скоростью  $5 \cdot 10^2$  м/с, концентрация частиц у поверхности диэлектрика не превышает  $10^{18}$  см<sup>-3</sup>. Определение температуры вблизи диэлектрической поверхности производилось в работе /6/. Как показано, резкий градиент температуры сосредоточен в пристеночном слое толщиной менее чем 0,2 мм. Однако исследование разрушения диэлектрических камер в импульсном плазменном ускорителе показывает, что оно носит локально-объемный характер /7/. В /8/ при исследовании разрушения стекла К-8 обнаружен поверхностный разряд. Плазменное облако и ударная волна развиваются навстречу лучу, вследствие чего на передней поверхности происходит оплавление.

В /9/ проводились экспериментальные исследования механизма разрушения различных стекол при набегании СПП при режиме

$C = 200$  мкФ,  $U = 3$  кВ и под действием ОКГ при энергии генерации 5 Дж и 4 Дж и плотности потока  $(3,5 + 4)10^8$  Вт/см<sup>2</sup>.

В работе исследовался механизм разрушения стекла, активированного неодимом и неорганического стекла при набегании СПП и излучения ОКГ.

При воздействии ударносжатых потоков плазмы на стекло в центральном пятне разрушения отмечается кристаллизация стекла и видны незначительные вкрапления материалов электродов. Вплотную к этой зоне примыкает область шириной 1-2 мм с серебристым отливом. Эта граница перехода нагретой части материала к охлажденной, которая явно проявляется вследствие плохой теплопроводности стекла. Вокруг этой области можно отметить осаждения черного цвета, которые объясняются, видимо, осаждением на поверхности мишени продуктов разрушения камеры. Далее следует неповрежденный участок поверхности стекла, расположенный между центральным и кольцевым разрушениями. Следующая зона - пораженная СПП поверхность (кольцевое разрушение). Это разрушение также сопровождается кристаллизацией стекла, что позволяет предположить наличие высокой температуры в данной области при набегании СПП на преграду.

Анализ экспериментальных результатов позволяет отметить существенную зависимость размеров и месторасположения областей разрушения на поверхности плоской преграды от диаметра сопла разрядной камеры, расстояния от поверхности электрода до среза сопла, расстояния от среза камеры до мишени, емкости импульсных конденсаторов и величины зарядного напряжения, угла установки образца относительно оси падающего на плоскую преграду СПП, материала, из которого изготовлены электроды.

Кроме того, проработка зон разрушения в глубину зависит от теплофизических, в частности от коэффициентов тепло- и температуропроводности, характеристик плоской преграды, подвергающейся воздействию плазменного факела. Образование кольцевых областей разрушения наблюдается только при сверхзвуковых скоростях набегания потока на преграду.

В настоящей работе было исследовано взаимодействие импульсных плазменных потоков с твердыми преградами (стекло, кварц, плексиглас), которые наиболее часто применяются в экспериментальных установках, предназначенных для проведения ряда спектроскопических и других исследований. Необходимо было выяснить,

изменяются ли некоторые оптические характеристики этих веществ при взаимодействии их с плазменными потоками.

С этой целью измерялись коэффициенты пропускания и отражения, показатель преломления и степень поляризации и исследовалось вращение плоскости поляризации до и после контакта.

Плазменные потоки были получены с помощью импульсного плазмотрона, питающегося от батареи импульсных конденсаторов ИМ5-140, которые могли быть заряжены до 7,5 кВ. Режим работы:  $C = 280$  мкФ и  $U = 2$  кВ. Длительность токового импульса

250 мкс. Образцы размерами 28x16x5 мм помещались на расстоянии 2 см от среза сопла плазмотрона. При рассмотренных режимах плазменных потоков и расстояниях от сопла плазмотрона до образца происходит незначительное внедрение атомов и ионов из состава плазмы в поверхностные слои образца, которые практически не изменяют их оптических свойств.

Измерения коэффициентов пропускания были проведены с помощью спектрометра в области 320+1100 нм. Оказалось, что в результате контакта образца с импульсным плазменным факелом коэффициент пропускания уменьшается для стекла в 1,3, кварца - 6,0, плексигласа - 3,6 раза (рис. 1). При этом у стекла наблюдается смещение длины волны, при которой имеет место максимум пропускания с 410 нм на 500 нм (рис. 1а). Если у чистого кварца коэффициент пропускания для данной спектральной области постоянен ( $K \approx 90\%$ ), то после контакта с плазменной струей наблюдаются его флуктуации, а начиная с  $\lambda \approx 710$  нм, он заметно возрастает (рис. 1б). Для плексигласа в области 320+530 нм коэффициент пропускания растет с 13 до 25%, затем уменьшается и достигает значения  $\sim 14\%$  при  $\lambda = 650$  нм и при дальнейшем увеличении  $\lambda$  - возрастает (рис. 1в).

Для исследования вращения плоскости поляризации была собрана установка на базе монохроматора УМ-2 (380+1000 нм), фотумножителя ФЭУ-19М (300+600) нм и двух поляризаторов. В качестве источника света использовался источник непрерывного излучения.

Исследования проводились при  $\lambda = 550$  нм,  $U_{фэу} = 1400$  В, при котором анодная чувствительность ФЭУ равна 10 А/лм. Поворот поляризатора в вертикальной плоскости можно было производить с точностью до  $1^\circ$ . Образец был ориентирован в пространстве предварительно с помощью поляриметра П2Г61 на максимум вращения.

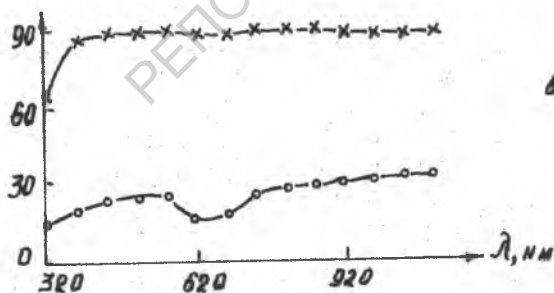
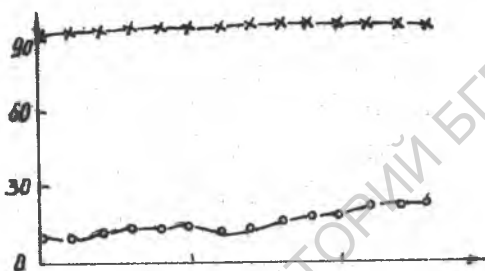
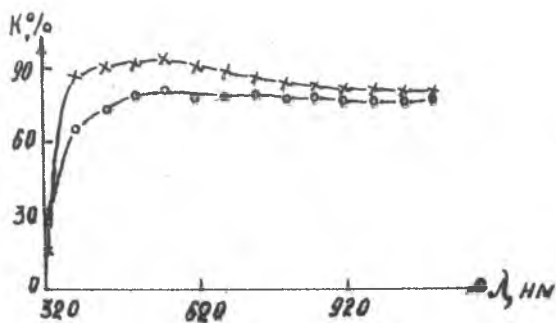


Рис. I. Кривые пропускания света для чистого образца (x) и после его контакта с плазменным факелом (o): а) стекло; б) кварц; в) плексиглас.

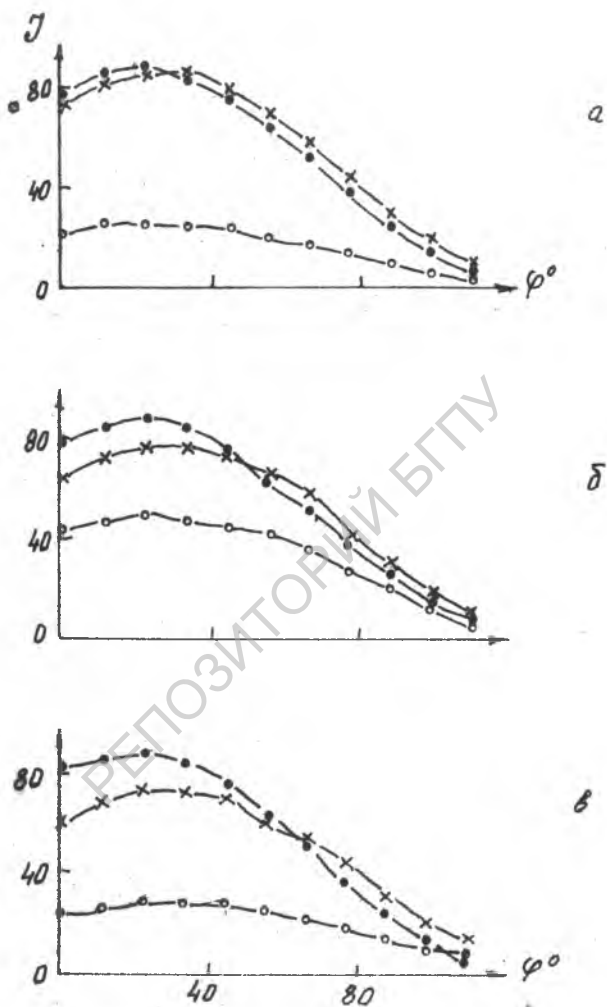


Рис. 2. Зависимость интенсивности поляризованного света от угла поворота анализатора:

● - без образца, x - чистый образец,  
 о - образец после контакта с плазменным потоком  
 а) кварц; б) стекло; в) плексиглас.

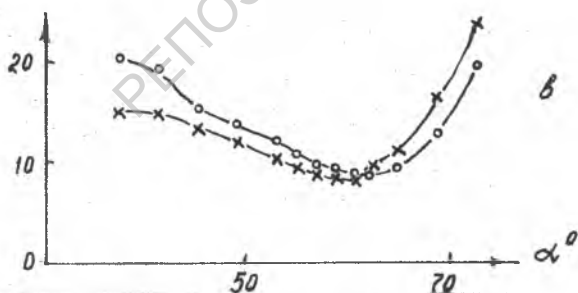
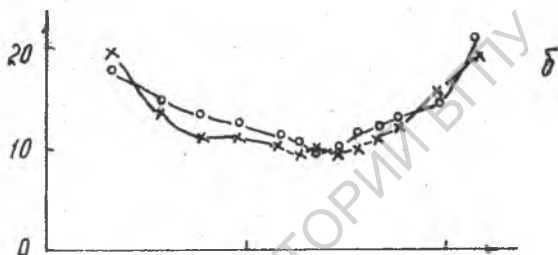
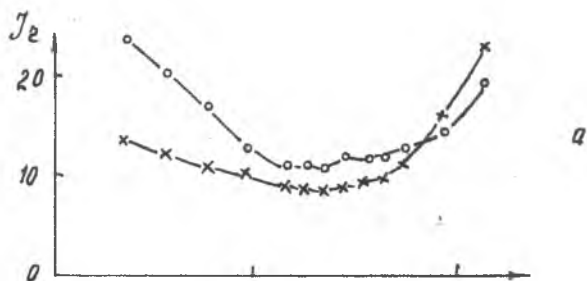


Рис. 3. Зависимость интенсивности ( $J_e$ ) отраженного поляризованного света от угла падения ( $\alpha$ ) естественного света на образец:  
 x - чистый образец; o - образец после контакта с плазменным потоком.  
 а) кварц; б) плексиглас; в) стекло.



В результате проведенного эксперимента оказалось, что чистые кварц и стекло поворачивают угол поляризации на  $7,5^\circ$  и  $9^\circ$  соответственно, а плексиглас - на  $10^\circ$ . После обработки их плазменным потоком свойства по вращению плоскости поляризации у кварца и стекла не изменяются (рис. 2а и 2б), плексиглас же увеличивает вращение на  $3^\circ$  (рис. 2в).

Исследования изменения показателя преломления образцов и их поляризационных свойств в результате воздействия на них импульсных плазменных потоков проводились путем измерения интенсивности отраженных лучей.

Оказалось, что минимум интенсивности отраженного луча до и после обработки образца плазменным потоком приходится на один и тот же угол  $\alpha$  как для кварца, так и для плексигласа (рис. 3а, 3б, 3в). Для стекла же после аналогичной обработки он смещается на  $\sim 3^\circ$ . (рис. 3в).

По итогам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. После контакта образца с плазменным потоком изменяется коэффициент пропускания и его селективность у кварца и плексигласа.

2. Поляризующие свойства и показатель преломления у кварца не изменяются, а у плексигласа и стекла незначительно.

#### Литература

1. Султанов М.А., Киселевский Л.И. ТВТ, 4, 375, 1966.
2. Снопко В.Н., Киселевский Л.И. ЖПС, 5, 148, 1966.
3. Резников Б.И. ИМТФ, №6, 69, 1964.
4. Савичев В.В. В сб.: Вопросы физики низкотемпературной плазмы.-Мн.: Наука и техника, 287, 1970.
5. Древич Ф.В., Ромен М.Н., ИФЖ, 20, 1971.
6. Андреев С.И., Гаврилов В.Е., ЖПС, 14, 424, 1971.
7. Давыдов Б.Б., Миньков Л.Я., ИФЖ, 21, 272, 1971.
8. Ферсман И.А., Хазов Л.Д. ЖТФ, 40, 1081, 1970.
9. Султанов М.А., Докл. АН Тадж.ССР, № 5, 1978. ВИНТИ № 3780-77 Дед.