Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный университет»

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ИЗУЧЕНИЯ КЛАСТЕРОВ,
НАНОСТРУКТУР
И НАНОМАТЕРИАЛОВ**

МЕЖВУЗОВСКИЙ СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

выпуск 10

ТВЕРЬ 2018

УДК 620.22:544+621.3.049.77+539.216.2:537.311.322: 530.145

ББК Ж36:Г5+В379

Ф50

Рецензирование статей осуществляется на основании Положения о рецензировании статей и материалов для опубликования в Межвузовском сборнике научных трудов «Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов».

Официальный сайт издания в сети Интернет:

www.physchemaspects.ru

Ф50 Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов [Текст]: межвуз. сб. науч. тр. / под общей редакцией В.М. Самсонова, Н.Ю. Сдобнякова. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2018. – Вып. 10. – 708 с.

ISBN 978-5-7609-1395-1

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций, свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС 7747789 от 13.12.2011.

Сборник составлен из оригинальных статей теоретического и экспериментального характера, отражающих результаты исследований в области изучения физико-химических процессов с участием кластеров, наноструктур и наноматериалов физики, включая межфазные явления и нанотермодинамику. Сборник предназначен для научных и инженерно-технических работников, преподавателей ВУЗов, студентов и аспирантов. Издание подготовлено на кафедре общей физики Тверского государственного университета.

УДК 620.22:544+621.3.049.77+539.216.2:537.311.322: 530.145

ББК Ж36:Г5+В379

ISBN 978-5-7609-1395-1

ISSN 2226-4442

© Коллектив авторов, 2018

© Тверской государственной
университет, 2018

УДК 537.533.8 : 666.1

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА СВОЙСТВА, СОСТАВ СВИНЦОВО-СИЛИКАТНЫХ СТЕКОЛ И КОЭФФИЦИЕНТ ВТОРИЧНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ НА ИХ ПОВЕРХНОСТИ

В.И. Савенко

*ООО Владикавказский технологический центр «Баспик»
362021, РСО-Алания, Владикавказ, ул. Николаева 44, корп. 6
ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова»
360004, КБР, Нальчик, ул. Чернышевского, 173
nis@baspik.com*

DOI: 10.26456/pcascnn/2018.10.557

Аннотация: В данной публикации рассмотрена эффективность методов дегазации поверхностей свинцово-силикатных стекол электронным облучением (обработкой) с целью повышения эффективности вторичной электронной эмиссии. Выявлены изменения свойств и состава обрабатываемых материалов в результате дополнительных воздействий (термообработки, реакций с этиловым спиртом и т.д.). Описаны образующиеся в результате воздействий на поверхность свинцово-силикатных стекол химические соединения и элементы. Изучено влияние хранения образцов на дальнейшее изменение коэффициента вторичной электронной эмиссии.

Ключевые слова: электронное облучение, электронная обработка, свинцово-силикатное стекло, обрабатываемая поверхность свинцово-силикатных стекол, вторичная электронная эмиссия, усиление.

1. Введение

Вторичная электронная эмиссия (ВЭЭ) представляет собой процесс вылета с поверхности различных диэлектриков (например, свинцово-силикатных стекол (ССС)), полупроводников и металлов, свободных электронов в процессе воздействия на поверхность мишени пучка электронов в вакууме. СССР достаточно эффективны, так как способны формировать приповерхностный слой толщиной около 10 нм, работающий как вторично-электронный эмиттер [1]. В результате соударения первичного электрона с обрабатываемой поверхностью (ОП) бомбардируемого объекта происходит передача энергии от электрона к мишени, электроны которой приобретают потенциал, достаточный для выхода из образца. При этом вторичный электронный поток представляет собой как отраженные поверхностью первичные частицы, так и вторичные электроны, оторгнутые у мишени. В случае пробега бомбардирующих электронов, превышающего толщину слоя эмиттера, возможно выбивание электронов и с противоположной поверхности.

Процесс ВЭЭ играет важную роль в электровакуумных приборах: (вторично-электронных умножителях, фотоэлектронных умножителях и др.), в образовании и развитии высокочастотных электромагнитных волн и

вторично-эмиссионного разряда (в СВЧ-приборах), электронной литографии, микроканальных пластинах и т.д.

Учитывая обширность областей применения ВЭЭ, на первый план выдвигается важность увеличения выхода электронов при сохранении начальных параметров. При этом учитывается, что прямое влияние на эффективность ВЭЭ оказывает материал эмиттера. Эмиттер содержит достаточное количество «вредных» примесей, искажающих результаты измерений коэффициента вторичной электронной эмиссии (КВЭЭ), нежелательных в процессе эксплуатации приборов, основанных на эффекте ВЭЭ и нуждающихся в удалении, в процессе дегазации, проводимой с помощью электронной обработки (ЭО).

Также на поверхность ССС отрицательно воздействует атмосферная влажность. При ее повышении свыше 20% на ОП ССС образуются щелочные соединения. Данное явление является результатом адсорбции полимолекулярной пленки воды, работающей как геттер для диффундирующих из объема катионов щелочных и щелочноземельных металлов. Подобные субмикронные и меньшие по размеру образования пагубно влияют на тончайший эмиссионный слой [1, 2].

Важным моментом электронного облучения (ЭО) практически всех химических соединений является изменение КВЭЭ в основном приводящее к снижению вторично-эмиссионной (ВЭ) – эффективности. Данная проблема базируется на следующих общепризнанных явлениях:

1. Разложение (диссоциация) материала с испарением (электронная десорбция) компонентов в вакуум;
2. Создание новых структурных дефектов (радиационное повреждение материала);
3. Прогрессивный рост полимерного слоя на поверхности;
4. Зарядка диэлектрика.

Кроме того, после ЭО возможно восстановление щелочной пленки в результате диффузии щелочных катионов из толщи ССС, причем слой образуется толщиной в несколько нанометров, и такая толщина вполне достаточна для ухудшения характеристик ВЭЭ на поверхности ССС [3].

При этом электронное облучение генерирует на выходном участке два одновременных нежелательных процесса: а) снижение поперечной проводимости эмиссионного слоя; б) повышение продольной проводимости резистивного слоя. Оба эффекта способствуют падению усиления канала. Поэтому при длительной наработке усиление КВЭЭ ОП ССС падает.

Механизмы снижения усиления КВЭЭ ОП ССС в результате электронной бомбардировки можно представить следующим списком:

1. Деградация поверхностного слоя в результате реакций с

кислородом;

2. Испарение химически адсорбированной воды;
3. Образование на ОП ССС углеродосодержащих соединений;
4. Происходящая под действием электронной бомбардировки и напряжения, приложенного к ОП ССС, десорбция вещества в вакуум.
5. Втягивание щелочных металлов и водорода на выходе канала электрическим полем вглубь канала.
6. На наработке сопротивление канала за счет поступления в резистивный слой щелочных металлов на выходном участке уменьшается, что приводит к деградации усиления ОП ССС.

С учетом актуальности заявленной проблемы цель настоящей работы – обзор существующих вариантов дегазаций ОП ССС методом ЭО, с выявлением влияния метода на КВЭЭ, а также на состав ССС после облучения и хранения.

2. Изменение структуры поверхности ССС под воздействием ЭО

ССС принадлежат группе оксидных стекол, которые широко применяются в технике. В частности, служат основой для оптических сред в специализированных приборах. В процессе изготовления ССС в структуру поверхностного слоя интегрируются вредные примеси, требующие дегазации методом ЭО. По результатам обработки различными исследовательскими коллективами выявляются следующие изменения составов ССС:

– ССС, для ОП ССС одинакового состава и даже одной варки, после термообработки в отличающихся режимах и (или) условиях, имеют различную микроструктуру.

– ССС с оптимальной микроструктурой после восстановления в водороде имеют наибольшее значение КВЭЭ. Это происходит вследствие формирования на их поверхности эмитирующего слоя, с наименьшим содержанием в зоне выхода вторичных электронов свинца, наибольшим содержанием бария и наименьшим отклонением отношения кислорода и кремния от стехиометрического состава для диоксида кремния [4, 5].

Приповерхностный слой образцов с более высоким КВЭЭ по сравнению с другими образцами обеднен свинцом и обогащен барием [4, 5]. В отдельных образцах в приповерхностном слое обнаруживается натрий, калий, углерод [4]. Для стекол с разным КВЭЭ, концентрация таких элементов, как Ba, Na, K и т.д. на поверхности может отличаться. В [4, 6] отмечается нарушение стехиометрии кремнезема в приповерхностном слое, состав которого определяется как SiO_x , а не SiO_2 что, приводит к уменьшению КВЭЭ.

Обогащение эмиссионного слоя оксидом SiO_2 с большим, чем PbO

КВЭЭ сопровождается возрастанием КВЭЭ поверхности ССС.

Прогрев на воздухе при температуре 450°C, в течение 4 ч восстанавливает полностью содержание свинца в поверхностном слое ССС до величины объемной концентрации и выше [7].

Вакуумный прогрев и электронная бомбардировка в большинстве случаев приводит к росту поверхностной концентрации углерода. При этом электронная бомбардировка является стимулирующим процессом для адсорбции.

Углерод попадает на поверхность образцов восстановленных ССС из внешних источников. Глубина его проникновения в поверхность составляет в среднем 0,7 нм.

Результаты Оже-анализа, совместно с измерениями КВЭЭ образцов ВССС, прошедших различные термообработки в водороде, показывают, что полировка и последующий прогрев стекла на воздухе создают на его поверхности достаточно толстый (около 5 нм) слой с преимущественным содержанием SiO_2 .

В процессе восстановления, происходит уменьшение концентрации ионной составляющей в восстановленном слое, что должно приводить к возникновению разности потенциалов между восстановленным и невосстановленным слоями, которая, вероятно, является причиной увеличения концентрации щелочной компоненты в восстановленном слое. Увеличение восстанавливаемости, которое наблюдается при введении дополнительных компонентов, в частности щелочных, в стекла системы $SiO_2 - PbO$, связано с увеличением скорости образования металлического свинца в образце, чему также способствует увеличение подвижности добавляемых щелочных ионов.

В ходе анализа образцов щелочно-свинцовых стекол (ЩСС) установлено обеднение натрием приповерхностного слоя на глубину до 10–20 нм. Это может быть связано с воздействием влаги («выщелачивание») на поверхность при полировке и хранении ЩСС [8, 9]

Выдержка ЩСС в вакууме до электронного облучения при температуре 500°C приводит к увеличению глубины обеднения ионами $^{23}Na^+$ до 50–100 нм, что объясняется большей интенсивностью процессов десорбции с поверхности по сравнению с диффузией из объема стекла.

3. Изменение состава ССС при хранении

На поверхности всех образцов из ССС, длительное время соприкасающихся с атмосферой, эмиссионный анализ смывов дистиллированной водой обнаруживает растворимые соли силиката натрия и силиката калия (K_2SiO_3 , Na_2SiO_3). Эти слои снижают максимальный КВЭЭ

до 2,25–2,5 по сравнению с чистой (промытой) поверхностью 2,9–3,1.

В соответствии с [6] ЭО приводит к необратимому изменению структуры материала, что отражается в частности на изменении спектра отражения. При ЭО формируется поверхность предельной гладкости [9]. Слой, образующийся на поверхности стекла под действием электронной обработки может снижать или вообще не допускать химических реакций активных компонентов с образующимися на такой поверхности пленками [9].

4. Поведение химических элементов на поверхности ССС под Влиянием ЭО

Щелочные металлы

В [9] утверждается, что при ЭО происходит десорбция щелочных металлов в вакуум со ссылкой на работы [10-13]. В [9] доказывалось, что при ЭО происходит миграция щелочных металлов в приповерхностный обогащенный свинцом слой. Введение щелочных металлов в ССС не дает увеличения КВЭЭ. [13], приводит к снижению КВЭЭ. Введение в стекло оксидов щелочных металлов можно использовать для снижения КВЭЭ: стекло с Na_2O имеет КВЭЭ всего 2,4–2,5.

Углерод

При электронной бомбардировке поверхности в вакууме весьма серьезной опасностью является образование полимерных налетов от тяжелых углеводородов и силиконов. По данным [6] напыленные в высоком вакууме пленки титана быстро загрязнялись в результате образования полимерного налета при электронном облучении, и их КВЭЭ заметно изменялся, приближался к чистому углероду или при разложении силиконовых масел к SiO .

Кремний

Разложение SiO_2 или PbO при электронной бомбардировке фактически не осуществляется [6].

Водород

ЭО приводит к выделению и поглощению водорода – обратимый процесс [6]. Выдержка ССС при комнатной температуре в водороде привела к увеличению КВЭЭ от 3,0 до 3,4, т.е. КВЭЭ почти полностью восстановился. В необлученной части водород не оказал никакого влияния на КВЭЭ [4]. Напуск кислорода, не оказал никакого влияния на КВЭЭ [6].

5. Влияние дополнительных обработок на состав ССС после ЭО

Термообработка

Нагрев при 200 °C почти не увеличивает массу заготовок из ССС, она

мало увеличивается и при нагреве при 400 °С, и даже прогрев при 600 °С не приводит к восстановлению веса образца. Отсюда ясно, что кислород обратно поглощается только в тонком приповерхностном слое, который становится более диэлектрическим за счет реставрации SiO_2 , при этом происходит рост КВЭЭ.

Химическая обработка

Травлением в кислотной среде удавалось полностью очистить поверхность образца от углеродных загрязнений, при этом значения КВЭЭ сильно уменьшались во всем диапазоне ускоряющих напряжений 0,1–2 кВ, как полагают авторы, за счет выщелачивания стекла [8]. То же самое отмечается и при обработке образца в соляной кислоте [9].

Промывка этиловым спиртом эффективно уменьшает поверхностное углеродное загрязнение образца, оказывающее влияние на КВЭЭ и снижает неравномерность его распределения вдоль поверхности, не внося других существенных изменений в состав поверхности, однако не удаляет углерод из всего поверхностного слоя.

6. Выводы:

1. Электронная тренировка влияет на электрические и электронно-оптические параметры ОП ССС;
2. ЭТ приводит к снижению усиления КВЭЭ ОП ССС;
3. ЭТ во многих случаях приводит к снижению порогового тока сотовой структуры матриц из ОП ССС;
4. Сопротивление ОП ССС под действием электронной тренировки существенно не изменяется.

Проведенные исследования и эксперименты показали, что в результате необходимой процедуры ЭО и дегазации происходит снижение эффективности главного параметра ОП ССС – усиления, что, в свою очередь, приводит к уменьшению КВЭЭ. Данный факт демонстрирует необходимость изменения классической схемы проведения процедуры дегазации, и поиска альтернативы, при которой возможны сохранения эффективности вторичной эмиссии на ОП ССС после процедуры ЭО.

На первое место выходит возможность удаления слоев (оксида углерода и т.д.), образующихся в процессе проведения процедуры и препятствующих ВЭ. В связи с тем, что электронное облучение, как единственное воздействие в данном случае показывает недостаточную эффективность, необходимо предложить либо новый метод, либо комбинировать имеющийся с иным воздействием. Дополнительное воздействие должно включать в себя:

- а) препятствование образованию деградирующих слоев, снижающих КВЭЭ.

- б) усилению вторичной эмиссии.
- в) ускорение выделения газов.
- г) увеличение выхода выделяемых газов (более одного монослоя), при облучении.
- д) уменьшение загрязнения ОП ССС в результате ЭО.
- е) снижение коэффициента заряда ОП ССС, негативно влияющего на ВЭ.

Исследования показали, что меры по физическому изменению материалов в различных комбинациях не привели к положительному результату, либо прогресс был временным с последующей деградацией, т.е. к отрицательному результату.

Следовательно, в дальнейшем необходимо рассмотреть применение дополнительных методов, либо синхронно используемых с ЭО, либо независимо используемых, для более эффективного процесса дегазации, при которой снижение КВЭЭ, будет максимально уменьшено или полностью устранено.

Библиографический список:

1. **Кулов, С.К.** Модификация поверхностных и приповерхностных нанополенок в каналах микроканальных пластин / С.К. Кулов, В.И. Савенко, Ю.В. Щапова и др. // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона». – 2011. – № 2. – 6 с. – Режим доступа: [www.url: http://www.ivdon.ru/rumagazine/archive/n2y2011/421](http://www.ivdon.ru/rumagazine/archive/n2y2011/421). – 1.11.2018.
2. **Савенко, В.И.** Влияние фотоэлектронной обработки микроканальных пластин, на резистивно-эмиссионный слой каналов / В.И. Савенко // Международная научно-техническая конференция «Микро – и нанотехнологии в электронике», 21-27 сентября 2009, Нальчик: материалы конференции. – Нальчик: Кабардино-Балкарский государственный университет, 2009. – С. 230.
3. **Савенко, В.И.** Изменение характеристик микроканальных пластин под влиянием фотонного и электронного облучения / В.И. Савенко // Труды молодых ученых Владикавказского научного центра РАН. – 2008. – № 3. – С. 26-28.
4. **Щавелев, К.О.** Физико-химические основы разработки стекол нового поколения для микроканальных усилителей: автореф. дисс. ... канд. тех. наук / К.О. Щавелев. – СПб: Государственный оптический институт имени С.И. Вавилова, 1996. – 23 с.
5. **Леонов, Н.Б.** Изменение эмиссионных свойств свинцово-силикатных стекол под действием ионов аргона / Н.Б. Леонов, А.М. Тютиков, С.В. Мурашов и др. // Физика и химия стекла. – 1984. – Т. 10. – № 1. – С. 104-106.
6. **Authinarayanan, A.** Changes in secondary electron yield from reduced lead glass / A. Authinarayanan, R.W. Dudding // Advances in Electronics and Electron Physics. – 1976. – V. 40. – Part A. – P. 167-181.
7. **Козаков, А.Т.** Сравнительный анализ состояния поверхности свинцовосиликатных стекол и микроканальных пластин / А.Т. Козаков, А.В. Никольский, М.И. Мазурицкий, и др. // Физика и химия стекла. – 1991. – Т. 17. – № 6. – С. 928-934.
8. **Гусаров, А.И.** Об аддитивности вторичной электронной эмиссии свинцово-

силикатных стекол / А.И. Гусаров, В.А. Машков, А.М. Тютиков // Физика и химия стекла. – 1987. – Т. 13. – № 1. – С. 34-38.

9. **Агеев, О.А.** Изменение приповерхностных слоев силикатных стекол при электронно-лучевой обработке / О.А. Агеев, А.А. Кравченко, Д.И. Чередниченко // Физика и химия стекла. 1989. – Т. 15. – № 5. – С. 780-782.

10. **Wurzberg, E.** Laser cleaning of glass surfaces: the effect of thermal diffusion / E. Wurzberg, A. Marmur // Journal of Colloid and Interface Science. – 1987. – V. 119. – I. 2. – P. 362-370.

11. **Ohuchi, F.** General model of sodium desorption and diffusion during electron bombardment of glass / F. Ohuchi, P.H. Holloway // Journal of Vacuum Science and Technology. – 1982. – V.20. – I. 3. – P. 863-867.

12. **Champion, P.** Analyse de surfaces de fractures de verres par spectroscopie Auger / P. Champion, J.-P. Lacharme // Verres et Refractaires. – 1981. – V. 35. – I. 1. – P. 65-71.

13. **Miotello, A.** A note on enhanced diffusion processes in electron-irradiated glasses / A. Miotello // Journal of Physics C: Solid State Physics. – 1986. – V. 19. – № 4. – P. 445-452.

References:

1. **Kulov, S.K.** Modifikaciya poverhnostnyh i pripoverhnostnyh nanoplenok v kanalah mikrokanal'nyh plastin / S.K. Kulov, V.I. Savenko, Yu.V. Shchapova i dr. // Elektronnyj nauchnyj zhurnal «Inzhenernyj vestnik Dona». – 2011. – no. 2. – 6 p. – Rezhim dostupa: [www.url: http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2011/421](http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2011/421). – 1.11.2018.

2. **Savenko, V.I.** Vliyanie fotoelektronnoj obrabotki mikrokanal'nyh plastin, na rezistivno-emissionnyj sloj kanalov / V.I. Savenko // Mezhdunarodnaya nauchno-tehnicheskaya konferenciya «Mikro – i nanotekhnologii v elektronike», 21-27 sentyabrya 2009, Nal'chik: materialy konferencii. – Nal'chik: Kabardino-Balkarskiy gosudarstvennyj universitet, 2009. – P. 230.

3. **Savenko, V.I.** Izmenenie harakteristik mikrokanal'nyh plastin pod vliyaniem fotonnogo i elektronno oblucheniya / V.I. Savenko // Trudy molodyh uchenykh Vladikavkazskogo nauchnogo centra RAN. – 2008. – no. 3. – P. 26-28.

4. **Shchhavelev, K.O.** Fiziko-himicheskie osnovy razrabotki stekol novogo pokoleniya dlya mikrokanal'nyh usilitelej: avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk / K.O. Shchhavelev. – St.-Petersburg: Gosudarstvennyj opticheskij institut imeni S.I. Vavilova, 1996. – 23 p.

5. **Leonov, N.B.** Izmenenie emissionnyh svojstv svincovo-silikatnyh stekol pod dejstviem ionov argona / N.B. Leonov, A.M. Tyutikov, S.V. Murashov i dr. // Fizika i himiya stekla. – 1984. – V. 10. – no. 1. – P. 104-106.

6. **Authinarayanan, A.** Changes in secondary electron yield from reduced lead glass / A. Authinarayanan, R.W. Dudding // Advances in Electronics and Electron Physics. – 1976. – V. 40. – Part A. – P. 167-181.

7. **Kozakov, A.T.** Sravnitel'nyj analiz sostoyaniya poverhnosti svincovosilikatnyh stekol i mikrokanal'nyh plastin / A.T. Kozakov, A.V. Nikol'skij, M.I. Mazurickij, i dr. // Fizika i himiya stekla. – 1991. – V. 17. – no. 6. – P. 928-934.

8. **Gusarov, A.I.** Ob additivnosti vtorichnoj elektronnoj emissii svincovo-silikatnyh stekol / A.I. Gusarov, V.A. Mashkov, A.M. Tyutikov // Fizika i himiya stekla. – 1987. – V. 13. – no. 1. – P. 34-38.

9. **Ageev, O.A.** Izmenenie pripoverhnostnyh slojakh silikatnyh stekol pri elektronno-luchevoj obrabotke / O.A. Ageev, A.A. Kravchenko, D.I. Cherednichenko // Fizika i himiya stekla. 1989. – V. 15. – no. 5. – P. 780-782.

10. **Wurzberg, E.** Laser cleaning of glass surfaces: the effect of thermal diffusion / E. Wurzberg, A. Marmur // Journal of Colloid and Interface Science. – 1987. – V. 119. – I. 2. – P. 362-370.
11. **Ohuchi, F.** General model of sodium desorption and diffusion during electron bombardment of glass / F. Ohuchi, P.H. Holloway // Journal of Vacuum Science and Technology. – 1982. – V.20. – I. 3. – P. 863-867.
12. **Champion, P.** Analyse de surfaces de fractures de verres par spectroscopie Auger / P. Champion, J.-P. Lacharme // Verres et Refractaires. – 1981. – V. 35. – I. 1. – P. 65-71.
13. **Miotello, A.** A note on enhanced diffusion processes in electron-irradiated glasses / A. Miotello // Journal of Physics C: Solid State Physics. – 1986. – V. 19. – № 4. – P. 445-452.

**EFFECT OF ELECTRONIC IRRADIATION ON PROPERTIES, COMPOSITION OF
LEAD-SILICATE GLASSES AND COEFFICIENT OF SECONDARY ELECTRON
EMISSION ON THEIR SURFACE**

V.I. Savenko

Ltd Vladikavkaz Technological Center «Baspik»

Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov

DOI: 10.26456/pcascnn/2018.10.557

Annotation: The paper discusses the effectiveness of methods for degassing surfaces of lead-silicate glasses by electron irradiation (treatment) in order to increase the efficiency of secondary electron emission. Changes in the properties and composition of the processed materials as a result of additional effects (heat treatment, reactions with ethyl alcohol, etc.) are revealed. Chemical compounds and elements formed as a result of impacts on the surface of lead-silicate glasses are described. The effect of sample storage on a further change in the secondary electron emission coefficient was studied.

Keywords: *electron irradiation, electron processing, lead-silicate glass, processed surface of lead-silicate glasses, secondary electron emission, amplification.*

Савенко Виталий Игоревич – старший инженер лаборатории нанотехнологий ООО Владикавказского технологического центра «Баспик», экстерн ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»

Vitalii I. Savenko – Senior engineer of the Laboratory of Nanotechnology, Ltd Vladikavkaz Technological Center «Baspik», external student in Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov