

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ



ЖАС ҒАЛЫМДАР КЕҢЕСІ



Студенттер мен жас ғалымдардың
«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ - 2016» атты
XI Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XI Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2016»

PROCEEDINGS
of the XI International Scientific Conference
for students and young scholars
«SCIENCE AND EDUCATION - 2016»

2016 жыл 14 сәуір
Астана

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«Ғылым және білім - 2016»
атты XI Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XI Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2016»**

**PROCEEDINGS
of the XI International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2016»**

2016 жыл 14 сәуір

Астана

ӘӨЖ 001:37(063)

КБЖ 72:74

Ғ 96

Ғ96 «Ғылым және білім – 2016» атты студенттер мен жас ғалымдардың XI Халық. ғыл. конф. = XI Межд. науч. конф. студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2016» = The XI International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2016» . – Астана: [http://www.enu.kz/ru/nauka/ nauka-i-obrazovanie/](http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/), 2016. – б. (қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-764-4

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

ӘӨЖ 001:37(063)

КБЖ 72:74

ISBN 978-9965-31-764-4

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2016

Заключение

В данной работе рассмотрено получение наноэмиттеров с конусообразной и цилиндрической геометрией. Уникальность трековых мембран в качестве матрицы для осаждения металлов обусловлена в первую очередь малой дисперсией пор по всей площади поверхности, инертностью полимерного материала, возможностью контролировать размер пор и, следовательно, пористость мембраны.

Приведен теоретический расчет зависимости плотности тока от напряженности электрического поля с использованием соотношения Фаулера – Нордгейма, а так же влияние аспектного соотношения наноструктур на эмиссионные свойства. Наблюдается более высокое значение коэффициента полевого усиления в случае конусных наноструктур, где структура наконечника вызывает дополнительный эффект усиления электрического поля.

Полученные методом электрохимического осаждения наноконусы и нанотрубки на основе цинка в дальнейшем могут быть применимы в создании эмиттерных баз для создания катодов на холодной полевой эмиссии.

Список использованных источников

1. M. Kumari et al. Modifications in structural and electrical properties of gamma irradiated CdSe nanowires // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. 2014. A.753. P. 116-120.
2. Amandeep Kaur, R.P.Chauhan Effect of gamma irradiation on electrical and structural properties of Zn nanowires // Radiation Physics and Chemistry. 2014. Vol. 100. P. 59-64.
3. Pallavi Rana, Devender Gehlawat and R.P.Chauhan Elements of X-ray Diffraction // AIP Conf. Proc. 2014. Vol. 1591. P. 265-266.

УДК 538.971

РАСЧЕТЫ РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ НЕПОЛЯРНОЙ (100) ПОВЕРХНОСТИ ZNO

Ерболатова Г.Ж. *, Сокабаева А.Ш. *, Усеинов А.Б. **

*Магистрант, старший преподаватель
ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
Научный руководитель - А.Т. Акылбеков

Введение

В последнее время широкощелевой полупроводник оксид цинка (ZnO , $E_{\text{gap}} = 3.44$ эВ при 2 К [1]) привлек большое внимание как перспективный материал для оптоэлектронных устройств. Уникальное атомарное и электронное строение монокристаллического оксида цинка открывает возможность его применения в LED дисплеях, тонких прозрачных проводящих пленках, лазерных и ультрафиолетовых светодиодах [2-5]. Кроме того, широкое использование электрохимических свойств ZnO привлекло к изучению геометрической структуры, энергетики и электронного строения различных поверхностей ZnO . Физико-химические свойства поверхностей ZnO применяются в процессах катализа химических реакций (синтеза метанола), газосенсорных системах, процессах гидрирования и дегидрирования. Как известно, на оптические, электронные и химические свойства ZnO сильно влияет примесь водорода в междоузельном положении (H_i) [6]. Ранее считалось, что источником электронной проводимости в ZnO являются собственные дефекты в кристаллической структуре, такие как вакансии кислорода (V_O) и цинка (V_Zn), междоузельные атомы кислорода (O_i) и цинка (Zn_i) и другие дефекты [7, 8]. Однако, как показали последующие расчеты из первых принципов, собственные дефекты не могут играть существенной роли в проводимости электронов, так как энергетика их создания оказалась

очень высока [5, 9]. Позднее это получило экспериментальное подтверждение [10]. Первые теоретические исследования были в основном сфокусированы на изучение примеси водорода внутри объема ZnO, где показано, что водород характеризуется как мелкий донор с энергией ионизации 30 – 60 мэВ [5-10]. Наличие в структуре ZnO примесного водорода хорошо объясняет его собственную проводимость, однако влияние водорода на структурные и электронные свойства различных поверхностей ZnO остается пока малоизученной. Прежде чем приступать к описанию адсорбции водорода на поверхности ZnO, очень важно сначала описать механизмы релаксации и стабилизации кристаллического и электронного строения чистых бездефектных поверхностей.

В настоящей работе проведены неэмпирические расчеты: а) бездефектной поверхности ZnO; б) адсорбции атомарного водорода на поверхности ZnO. Для моделирования адсорбции была исследована неполярная (100) поверхность ZnO, которая, как показывают расчеты, имеет низкую поверхностную энергию в сравнении с другими неполярными и полярными низкоиндексными поверхностями (см. Табл. 2) [11, 12]. Электронная энергетика анализируется в терминах полной плотности электронного состояния и в проекции на атомные орбитали. Для полученных результатов дается сравнительный анализ распределения заряда, энергетика бездефектной и с примесью поверхностей, адсорбции водорода и релаксации кристаллической структуры с имеющимися теоретическими и экспериментальными данными. Также параллельно приводятся результаты расчета объемных свойств ZnO (Табл. 1).

Модель и метод расчета

Для решения задачи перераспределения заряда, энергетика поверхности были выполнены *ab initio* расчеты в приближении линейных комбинаций атомных орбиталей (ЛКАО) с использованием нелокального обменно-корреляционного функционала Пердью-Бурке-Эрнзерхофа (PBE0) [13]. Все расчеты выполнены в программе *Crystal2009* [14]. Для описания атомных орбиталей атомов кристалла ZnO были выбраны следующие полноэлектронные базисные наборы функций типа Гаусса: 8-411d1G для иона O и 86-411d31G для иона Zn [15] и 3-1p1G [16] для атома H. В расчетах самосогласования (SCF) для кулоновских и обменных интегралов были выбраны следующие пределы точности 10^{-7} , 10^{-7} , 10^{-7} , 10^{-7} , 10^{-14} . Эффективные заряды атомов на чистой поверхности и с примесью водорода были рассчитаны с помощью анализа заселенности Малликена. Интегрирование зоны Бриллюэна в обратном пространстве кристаллической решетки выполнено с численной сеткой Пэка-Монхорста – $6 \times 6 \times 4$.

Таблица 1. Параметры решетки – a , c ; $q(\text{Zn})$, $q(\text{O})$ – эффективные заряды на ионах Zn и O; и E_g – ширина запрещенной зоны.

Параметр	PBE0	B3LYP [18]	DFT [19]	Эксперимент [20]
a , Å	3.274	3.278	3.249	3.242
c , Å	5.267	5.287	5.203	5.187
E_g , эВ	3.57	3.38	3.18 [17]	3.44 [1]

Для моделирования адсорбции водорода на $(10\bar{1}0)$ поверхности ZnO была выбрана модель атомарной плиты (от англ. - «slab») конечной толщины по оси z и расширенной (2×2) по осям x и y с периодически распределенным атомом водорода на поверхности (рис. 1а).

Мы рассмотрели несколько позиций адсорбированного атома H: над поверхностным атомом Zn (1), O (2) и в позиции *hollow* (3) как показано на рисунке 1(б). С целью сокращения времени вычислений была проведена частичная оптимизация геометрии, в которой геометрическая релаксация была выполнена для трех верхних слоев атомарной плиты.

Энергия адсорбции водорода определялась из следующей формулы:

$$E_{ads} = -(E_{tot}^{H/ZnO} - E_{tot}^{ZnO} - E_{tot}^H), \quad (1)$$

где $E_{tot}^{H/ZnO}$ - полная энергия пластины с адсорбированным атомом H , E_{tot}^{ZnO} - полная энергия чистой пластины, и E_{tot}^H - полная энергия изолированного атома H в основном состоянии. Из (1) следует, что адсорбция энергетически выгодна в том случае, когда энергия адсорбции E_{ads} положительна.

В принятой модели были выполнены расчеты оптимизации кристаллической структуры чистой $(10\bar{1}0)$ поверхности. Электронная структура была проанализирована в терминах плотности состояния (DOS), проектированных на все атомные орбитали Zn, O и H. Также, для анализа химической связи построены карты разностной электронной плотности.

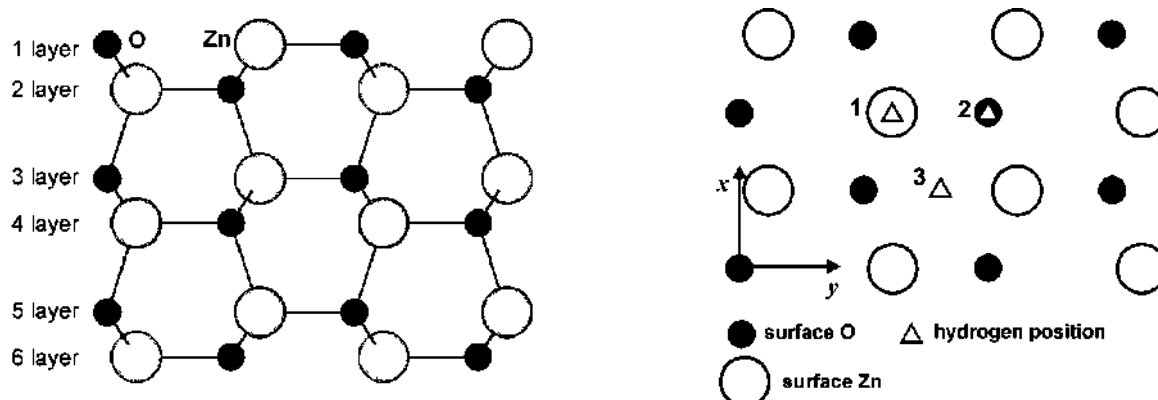


Рисунок 1. Модель нерелаксированной 6-слойной плиты с поверхностью $(10\bar{1}0)$ (а) и схема (вид сверху) трех разных позиций атома водорода (b).

Результаты и их анализ

Бездефектная (100) поверхность ZnO

В первую очередь, были проведены расчеты поверхностной энергии бездефектной $(10\bar{1}0)$ поверхности в зависимости от количества слоев, входящих в атомарную плиту, в сравнении с предыдущими расчетами (Табл. 2). Также для анализа стабилизации поверхности были рассчитаны эффективные заряды ионов Zn и O на различных атомарных плоскостях, которые показывают тенденции в сходимости полученных результатов (Табл. 3). Из таблицы 2 видно, что поверхностная энергия слабо изменяется с увеличением количества атомных плоскостей. Полученные результаты хорошо согласуются с предыдущими расчетами энергии скола (*cleavage energy*), которые показали, что поверхностная энергия, взятая как половина энергии скола, равна ≈ 1.16 Дж/м² [21].

Таблица 2. Расчетные данные поверхностной энергии E_s (Дж/м²) для $(10\bar{1}0)$ поверхности ZnO в зависимости от количества слоев в атомарной плите.

Число слоев	PBE0	B3LYP [12]
6	1.25	-
8	1.26	1.4
10	1.28	1.4
12	1.28	1.3
14	1.28	1.3

Расчеты распределения заряда (Табл. 3) показали, что поверхность несколько положительно заряжена за счет большего положительного заряда ионов Zn чем отрицательного заряда ионов O. Также можно отметить значительный ковалентный вклад в химической связи Zn-O вблизи поверхности. С увеличением атомарных плоскостей,

входящих в атомарную плиту, изменение заряда на ионах в различных плоскостях постепенно исчезает.

В таблице 4 приведены вертикальные смещения ионов на первой и второй атомарных плоскостях. Полученные данные по релаксации атомарной структуры находятся в хорошем согласии с опытными результатами: из анализа дифракции низкоэнергетических электронов по смещению поверхностных ионов следует, что после релаксации поверхностные ионы Zn смещаются вглубь атомарной плиты на $\Delta d \approx -0.45 \text{ \AA}$, а ионы O на $\Delta d \approx -0.05 \text{ \AA}$, которое приводит к искажению поверхностного димера Zn-O на угол $\approx 12^\circ$ [22]. В эксперименте фотоэмиссии с высоким угловым разрешением также наблюдается смещение ионов Zn с поверхности вглубь кристалла [23]. Таким образом, релаксация поверхности приводит к появлению относительно небольших «атомарных неровностей».

Таблица 3. Эффективный заряд ионов Zn и O на поверхности ZnO

	Число слоев				
	6	8	10	12	14
Zn (1-ая плоскость)	0.92	0.9	0.9	0.9	0.9
Zn (2-ая плоскость)	0.94	0.92	0.92	0.92	0.92
O (1-ая плоскость)	-0.85	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82
O (2-ая плоскость)	-0.98	-0.96	-0.97	-0.97	-0.97

Таблица 4. Вертикальное смещение Δz (Å) поверхностных ионов Zn и O на (10 $\bar{1}$ 0) поверхности ZnO

	Число слоев				
	6	8	10	12	14
Zn (1-ая плоскость)	-0.42	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
O (1-ая плоскость)	-0.21	-0.18	-0.18	-0.17	-0.17
Zn (2-ая плоскость)	0.06	0.04	0.03	0.03	0.02
O (2-ая плоскость)	-0.03	-0.04	-0.05	-0.05	-0.06

С другой стороны, в эксперименте по дифракции скользящих рентгеновских лучей получено, что ионы Zn смещаются с поверхности вглубь лишь на $\Delta d \approx -0.06 \text{ \AA}$, а ионы O смещаются на $\Delta d \approx -0.12 \text{ \AA}$ [24]. Однако стоит отметить, что такой результат является сомнительным, так как известно, что в этом эксперименте для иона O трудно предсказать точное смещение за счет слабого вклада рассеивания рентгеновских лучей. Кроме того, расположение катионов ниже, чем анионов на поверхности является типичной атомарной картиной многих оксидных поверхностей.

Адсорбция водорода на (100) поверхности ZnO

Для различных положений водорода (рис. 1b) на поверхности получены энергии адсорбции (Табл. 5), исходя из которых, можно заключить, что адсорбция водорода протекает преимущественно над поверхностными ионами кислорода ($E_{ads} = 2.7 \text{ эВ}$). При этом, атом водорода также может адсорбироваться в позиции *hollow* (междоузельной позиции между поверхностными ионами Zn и O), но как показывает анализ, данная позиция энергетически нестабильна (особенно если атомарный H получается путем диссоциации молекулярного H₂). Длина химической связи между атомом H и ионом O составила $d_{O-H} = 0.965 \text{ \AA}$, что несколько меньше чем в случае абсорбции водорода в объеме ($d_{O-H} = 0.971 \text{ \AA}$), при этом электронное насыщение связи гораздо больше, чем в объеме $\sim 0.215 e$. Рассчитанная энергия релаксации поверхности с адсорбированным водородом (0.35 Дж/м^2) подтверждает

выводы других теоретических работ, что поверхностная энергия снижается при адсорбции водорода (энергия релаксации для чистой поверхности 0.72 Дж/м^2) [25].

Из построенной DOS структуры для чистой и с примесью водорода поверхности ZnO (рис. 2) видно, что адсорбция водорода переводит атомарную систему в проводящее состояние, где наблюдается «резонансное» влияние водорода на электронное состояние ZnO, причем выше по амплитуде, чем в для водорода в объеме. При этом наблюдается а) сужение запрещенной зоны ($\sim 2.6 \text{ эВ}$), б) вклад электронного состояния водорода вблизи дна и в зоне проводимости.

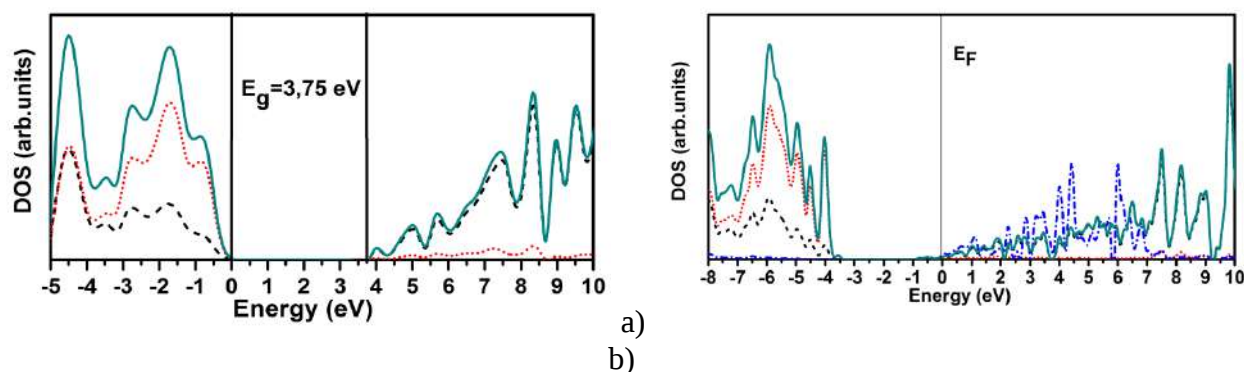


Рисунок 2. Плотность состояния (ПС), спроектированная на все орбитали иона Zn (штриховая линия), иона О (пунктирная линия), атома Н (штрихпунктирная линия) и полная плотность состояния (сплошная линия) – а) идеальная атомарная плита; б) с примесью водорода (25% концентрации). E_F – уровень Ферми. ПС атома Н увеличена в 20 раз, и все ПС выше E_F увеличены вдвое.

Таблица 5. Энергия адсорбции E_{ads} (эВ) атома водорода в различных позициях (рис. 1б), эффективные заряды поверхностных ионов Zn и О q_{eff} (e), их вертикальное смещение Δz (Å), и расстояние d (Å) между адсорбированным атомом Н и поверхностным ионом

Позиция	E_{ads}	q_{eff}	Δz	$d_{\text{Zn(O)-H}}$
O	2.7	-0.78	0.07	0.96
Zn	-4.4	0.85	-0.30	1.61
Hollow	0.4	-0.18 ^a	0.07 ^b	1.91 ^c

^a Эффективный заряд атома Н

^b Смещение атома Н

^c Расстояние до поверхностного иона Zn

Выводы

В результате *ab initio* расчетов были получены структурные и электронные свойства идеальной и с примесью атомарного водорода $(10\bar{1}0)$ поверхности ZnO. Влияние атома водорода на электронную структуру $(10\bar{1}0)$ поверхности аналогично, как и в случае объема, но при этом выше по амплитуде в зоне проводимости. Внедрение водорода приводит к перераспределению заряда на ближайших ионах, а также вносит вклад в анизотропию заселенности ионной связи. Делокализация заряда, в свою очередь, приводит к смещению ионов из регулярных позиций, причем с понижением концентрации примеси смещение соседних ионов также уменьшается.

Оценка энергии адсорбции атома водорода на $(10\bar{1}0)$ поверхности показала, что адсорбция энергетически наиболее выгодна в позиции над поверхностными ионами О. Кроме того, адсорбция может протекать и в позиции между поверхностными ионами цинка и кислорода, однако эта позиция нестабильна.

Из расчетов релаксации идеальной и с водородом поверхностей ZnO можно заключить, что при адсорбции атомарная структура поверхности становится более стабильной. Однако, в случае неполного (локального) насыщения оборванных связей водородом на поверхности, происходит сильная релаксация поверхности. Таким образом, адсорбция водорода на $(10\bar{1}0)$ поверхности ZnO является хорошим объяснением наблюдающейся стабильности неполярных и полярных поверхностей ZnO за счет эффекта насыщения оборванных связей.

Список использованных источников

- 1 Tusker P.W. Calculated band structure for the 48-atom supercell modeling the F center // J. Phys. C: Solid State Phys. 1979. Vol. 12. P.4977-4981.
- 2 C. Noguera Modeling in Solid State Physics // J. Phys.: Condens. Matter. 2000. Vol. 12. P. 367-371.
- 3 Wander A., Schedin F., Steadman P., Norris A., Mc-Grath R., Turner T.S., Thornton G., Harrison N.M. Stability of Polar Oxide Surfaces // Phys. Rev. Lett. 2001. Vol. 86. № 1. P. 3811-3817.
- 4 Carlsson J.M. Segregation effects at a High-Angle Twist Boundary in ZnO // Comp. Mat. Sci. 2001. Vol. 22. № 2. P. 24-28.
- 5 Duke C.B., Lubinsky A.R. Heterolytic Adsorption of H₂ on ZnO $(10\bar{1}0)$ Surface // Surf. Science. 1975. Vol. 50. № 8. P. 605-612.
- 6 Wyckoff R.W.G. Crystal Structures. - New York: Wiley, Vol. 1, 2nd ed. 1963, P.111-112.
- 7 Sambi M., Granozzi G., Rizzi G.A., Casari M., Tondello E. An angle-scanned photoelectron diffraction study on the surface relaxation of ZnO (0001) // Surf. Science. 1994. Vol.319. № 1-2. P.149-156.
- 8 Jedrecy N., Sauvage-Simkin M., Pinchaux R. The hexagonal polar ZnO (0001)-(1×1) surfaces: structural features as stemming from X-ray diffraction // Appl. Surf. Science. - 2000. - Vol. 69. - P.162-163.
- 9 Overbury S.H., Radulovic P.V., Thevuthasan S., Herman G.S., Henderson, Peden C.H.F. Ion scattering study of the Zn and oxygen-terminated basal plane surfaces of ZnO // Surf. Science. -1998. Vol. 410. № 1. P.106-122.
- 10 Overbury S.H., Radulovic P.V., Thevuthasan S., Herman G.S., Henderson, Peden C.H.F. Ion scattering study of the Zn and oxygen-terminated basal plane surfaces of ZnO // Surf. Science. 1998. Vol. 410. № 1. P.106-122.
- 11 Galeotti M., Atrei A., Bardi U., Rovida G., Torrini M., Zanazzi E., Santucci A., Klimov A. Structure of the ZnO(0001) surface studied by X-ray photoelectron diffraction // Chem. Phys. Lett. 1994. Vol. 222. № 13. P. 349-352.
- 12 Woll Ch., Hydrogen adsorption on metal oxide surfaces: a reinvestigation using He-atom scattering // J. Phys. Condens. Matter. 2004. Vol.16. № 29. P. S2981-S2994.
- 13 Wander A., Harrison N.M. An ab Initio Study of Hydrogen Adsorption on ZnO $(10\bar{1}0)$ // J. Chem. Phys. 2001. Vol.115. № 23. P. 2312-2318.
- 14 Tuomisto F., Ranki V., Saarinen K., Look D.C. Growth and characterization of zinc blende ZnO // Phys. Rev. Lett. 2003. Vol.91. № 5. P. 205502-205516.
- 15 Tuomisto F., Saarinen K., Look D. C., Farlow G. C. Introduction and recovery of point defects in electron-irradiated ZnO // Phys. Rev. B. 2005. Vol.72. № 18. P. 085206-085215.
- 16 Limpijumngong S., Zhang S.B., Wei S.H., Park C.H. Hydrogen adsorption on metal oxide surfaces // Phys. Rev. Lett. 2004. Vol.92. № 28. P.155504-155515.
- 17 Vlasenko L.S., Watkins G.D. Zn interstitial related donors in ZnO powders // Phys. Rev. B. 2005. Vol.72. № 18.-P. 035203-035215.
- 18 Taylor A.L., Filipovich G., Lindeberg G.K. Determining factors of thermoelectric properties of semiconductors // Solid State Commun. 1970. Vol. 8. № 14. P. 1359-1362.

- 19 Galland D., Herve A. Infrared absorption from free carriers in ZnO // Phys. Lett. 1970. Vol. 33A. № 14. P. 1352-1358.
- 20 Watkins G.D. Defect Control in Semiconductors // Proceedings of the International Conference on the Science and Technology of Defect Control in Semiconductors. – Yokohama. 1989, 933 p.
- 21 Laks D.B., Van de Walle C.G., Neumark G.F., Blöchl P.E., Pantelides S.T. Native defects and self-compensation in ZnSe // Phys. Rev. B. Vol. 45. № 19. P. 10965-10978.
- 22 Vlasenko L.S., Watkins G.D. Optical detection of electron paramagnetic resonance for intrinsic defects produced in ZnO by 2.5-MeV electron irradiation in situ at 4.2 K // Phys. Rev. B. 2005. Vol. 72. № 19. P. 035203-035215.
- 23 Janotti A., Chris G. Native point defects in ZnO // Phys. Rev. B.-2007. Vol. 76. № 18. P. 165202-165224.
- 24 Limpijumnong S., Van de Walle C.G. Optical detection of electron paramagnetic resonance // Phys. Rev. B. 2004. Vol. 69. № 13. P. 035207-035215.
- 25 Thomas D.G., J. Transient Effects in the Ionic Conductance of Anodic Oxide Films // Phys. Chem. Solids. 1957. Vol. 3. № 18. P. 229-234.

УДК 582.58.02

МЕТАЛЛ НАНОБӨЛШЕКТЕРДІҢ ӨСІМДІКТЕРГЕ ТИГІЗЕТІН ӘСЕРІ

Ержанов Мирлан Жексенұлы

Физика-техникалық факультетінің 2-курс магистранты,
Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі – А.Сарсенов

Бүгінгі таңда «нанотехнология» терминінің қазіргі қоғамдағы маңыздылығы мен өзектілігі айдан анық. Шыны керек, нанотехнология қазіргі кездегі ең танымал тақырыптардың бірі, нанотехнология – біздің болашағымыз [1]. Нанотехнологияларды ауыл шаруашылығында пайдалану ауыл шаруашылық өнімдерді өндіру мен қайта өңдеудегі үлкен мүмкіндіктерге жол ашады. Сол себептен, аталған тақырып аса өзекті болып табылады. Тақырыпты зерттеу барысында нанобөлшектердің өсімдіктерге тигізетін әсері, оларды пайдаланған кездегі өсімдіктердің өнімдігі мен нәтижелілігін зерттеу мақсат ретінде алынып отыр [2].

Қазіргі таңда наноматериалдар мен нанотехнологиялар ауыл шаруашылығының барлық салаларында пайдаланылады: өсімдік (егіншілік) шаруашылығы, мал шаруашылығы, құс шаруашылығы, балық шаруашылығы, ветеринария, қайта өңдеу шаруашылығы, ауыл шаруашылығы техникасын өндіру шаруашылығы және т.б [3].

Демек, егіншілік және ауыл шаруашылығындағы нанопрепараттарды микротаңытқыштар ретінде пайдалану ауа райының қолайсыз жағдайларына төтеп бере алушылық пен өнімділіктің артуына көмектеседі (орташа есеппен 1,5-2 есе) [4]. Нанопрепараттардың нәтижелі болуының себебі наномөлшердегі бөлшектердің ретінде микроэлементтердің өсімдікке белсенді әсер етуі болып табылады. Сонымен бірге, наномәгний өсімдіктердің фотосинтезінің артуына жағымды әсер ететіні байқалды.

АҚШ зерттеуші ғалымдары томат жапырақтарының жарық абсорбциясын арттыру және өсімдіктерге құнарлы орта қалыптастыру мақсатында титан оксиды мен мырыш оксидінің нанобөлшектерін пайдаланған.

Аталған авторлар титан оксиды мен мырыш оксидінің нанобөлшектерінің жапырақ массасының көлеміне, өнімділікке және өсіру барысындағы томаттың улылық дәрежесіне ықпалын талдаған болатын. Мысалы, TiO_2 – жарық әсерінен органикалық қосындыларды ыдырататын фотокаталитикалық бактерицид, ол өз кезегінде өсімдіктің топырақтан әртүрлі