



# CHEMICAL BULLETIN

of Kazakh National University

<http://bulletin.chemistry.kz/>



ӘОЖ 541.183; 543.54; 541.124; 541.126

[http://dx.doi.org/10.15328/chemb\\_2014\\_429-35](http://dx.doi.org/10.15328/chemb_2014_429-35)

<sup>1,2</sup>Нажипқызы М. \*, <sup>3</sup>Отарова С.С., <sup>1,2</sup>Лесбаев Б.Т., <sup>1</sup>Приходько Н.Г.,  
<sup>2</sup>Жапарова А.А., <sup>1,2</sup>Мансуров З.А.

<sup>1</sup>Жану проблемалары институты, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>3</sup>Л.Н. Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан

\*E-mail: Meruert.Nazhipkyzy@kaznu.kz

## Пропан-ауалық жалында түзілетін күйенің гидрофобты қасиетіне электр өрісі мен катализатордың әсерін зерттеу

Ұсынылып отырған жұмыста пропан-ауалық жалынның жануы барысында түзілген күйенің гидрофобты қасиетіне сыртқы әсерлердің тигізетін ықпалы зерттелінді. Күйе үлгілерін гидрофобтылыққа зерттеу барысында алынған күйеге электр өрісі мен катализатордың оң әсері байқалды. Нәтижесінде жалынға электр өрісінің әсері кезінде де, катализатордың әсері кезінде де түзілген күйенің аса гидрофобты қасиеті бар екендігі анықталды, яғни жұғу бұрышы 152-153° шамасында болды. Электр өрісі мен катализатордың оң әсерін наносфералық құрылымдардың болуымен және олардың бір-біріне қатысты жиі орналасқандығымен түсіндіруге болады. Алынған күйенің құрылымы туралы толық ақпарат алу үшін, ол (жиналған күйе) физика-химиялық (жарықты комбинациялық шашырату, электрондық микроскопия) әдістермен зерттелінді.

**Түйін сөздер:** күйе; жалын; электр өрісі; катализатор; гидрофобтылық.

<sup>1,2</sup>Nazhipkyzy M., <sup>3</sup>Otarova S.S., <sup>1,2</sup>Lesbayev B T., <sup>1</sup>Prikhodko N.G.,  
<sup>2</sup>Zhaparova A.A., <sup>1,2</sup>Mansurov Z.A.

<sup>1</sup>Institute of Combustion Problems, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,

<sup>3</sup>L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

## Study of the effect of an electric field and catalysts on hydrophobic properties of soot formed in propane – air flame

The paper represents the results of the study of external influences on the hydrophobic properties of soot forming in propane – air flame. It was established that and electric field and catalysts positively affect hydrophobic properties of the obtained soot. It was determined that application of an electric field and a catalyst on the flame led to the formation of a soot having superhydrophobic properties, i.e. wetting angle was 152-153°. The positive influence of an electric field and catalysts on hydrophobic properties of obtained soot can be explained by the presence of nanospherical structures and their close proximity from each other. To establish a structure of the obtained sample, it was studied by physical chemical methods (Raman spectroscopy, electron microscopy).

**Key words:** soot; flame; electric field; catalyst; hydrophobicity.

<sup>1,2</sup>Нажипқызы М., <sup>3</sup>Отарова С.С., <sup>1,2</sup>Лесбаев Б.Т., <sup>1</sup>Приходько Н.Г.,  
<sup>2</sup>Жапарова А.А., <sup>1,2</sup>Мансуров З.А.

<sup>1</sup>Институт проблем горения, г. Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан,

<sup>3</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

### **Исследование влияния наложения электрического поля и катализаторов на гидрофобные свойства сажи, образующейся в пропан-воздушном пламени**

В предлагаемой работе исследованы влияния внешних воздействий на гидрофобные свойства сажи, образующейся в пропан-воздушном пламени. При исследовании образцов сажи на гидрофобность было обнаружено, что электрическое поле и катализатор положительно влияют на гидрофобное свойство полученной сажи. Определено, что при наложении электрического поля и катализатора на пламя образовавшаяся сажа имеет супергидрофобные свойства, т.е. угол смачивания составлял 152-153°. Положительное влияние электрического поля и катализатора на гидрофобные свойства полученной сажи можно объяснить наличием наносферических структур и их близким расположением друг от друга. Для получения полной информации о структуре полученная сажа была исследована физико-химическими методами (комбинационное рассеяние света, электронная микроскопия).

**Ключевые слова:** сажа; пламя; электрическое поле; катализатор; гидрофобность.

### **Кіріспе**

Гидрофобты материалдар тасты, кірпішті, бетон мен беттердің сылағын судың зиянды әсерімен атмосфералық құбылыстардың әсерінен қорғау үшін қолданылатын материалдар болып табылады. Осындай ылғалдылықтың әртүрлі зиянды әсерлерінің салдары құрылыс материалдарының қирауына әкелетіндіктен, өндірісі пайдалы, және пайдалануға тиімді болатын, гидрофобты композициялық материалдарға деген қажеттілік жылдан жылға артуда. Жұмыста пропан-ауалық жалынның жануы кезінде түзілетін күйенің гидрофобты қасиетіне сыртқы әсердің, яғни, электр өрісінің және катализатордың әсері зерттелінді.

Құрылыс ғимараттарының бұзылуының негізгі себебі ылғал болғандықтан, гидроизоляциялық материалдарды жасау қазіргі таңдағы аса өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Белгілі шарттарда көмірсутекті отындарды жандыру барысында түзілетін күйе аса гидрофобты қасиетке ие, оны ары қарай гидроизоляциялық материалдарға толтырғыш есебінде пайдалануға болады. Гидрофобты күйені жалында синтездеумен байланысты көптеген жұмыстар соңғы уақытта ашық жарияланымдарда шығарыла бастады [1-4].

### **Тәжірибелік бөлім**

Пропан-ауалық жалында гидрофобты күйені электр өрісін беру нәтижесінде алу құрылғысының жалпы сызбанұсқалық көрінісі 1 суретте келтірілген.

Ұсынылып отырған жұмыста айналып тұратын «барабан тәріздес» жанарғының барабанына күйе түзіліп, түзілген күйе арнайы күйе жинағышқа жиналып отырды. Табақшадан жалынға дейінгі аралық, экспозиция уақыты, сонымен қатар, электр өрісі мен катализатордың түзілген күйеге әсері, түзілген күйенің қасиеті және оның қолданылу аясы зерттелінді.

Пропан шығыны 230 мм<sup>3</sup>/мин – тан 280 мм<sup>3</sup>/мин – ты құрады. Жанарғы мен барабанның ара қашықтығы 15-25 мм, ал экспозиция уақыты 4 минутты құрады. Пропан-ауалық жалында гидрофобты күйені жалынға катализатор қою арқылы синтездеу құрылғысының сызбанұсқалық көрінісі 2 суретте келтірілген. Катализатор есебінде Ni-ден жасалған «зиг-заг» тәріздес арнайы катализатор пайдаланылды.

Тәжірибе 2-ден 6 минутқа дейінгі уақыт аралығында жүргізілді. 6 минутқа дейінгі экспозиция уақыты кезінде күйе құрамы аса гидрофобты қасиетті көрсетті. Алайда ең тиімді уақыт ретінде 4 минут таңдалынды. Себебі алынған күйенің шығымы 4 минуттық уақытта 2 минутта алынған күйеден салыстырмалы көп, ал 6 минутта алынған күйемен шамалас болды.

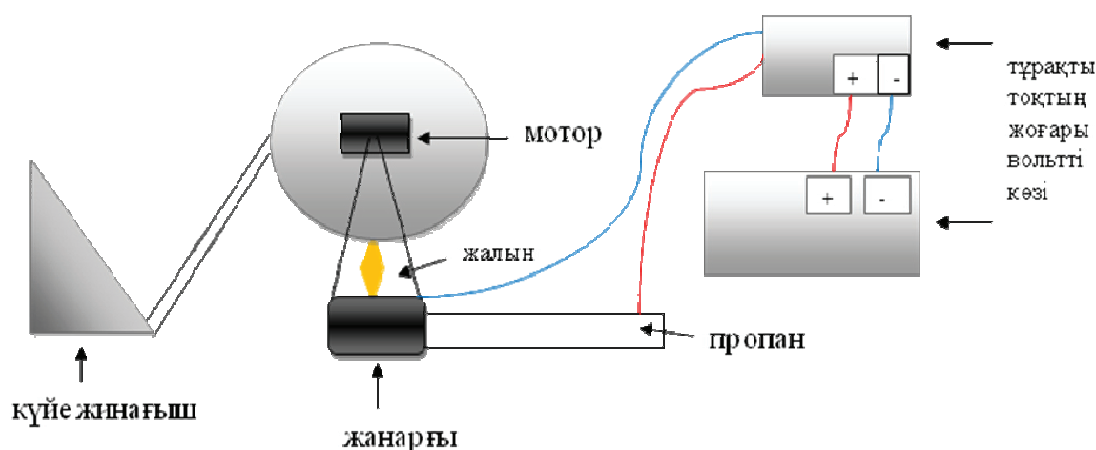
### **Зерттеу нәтижелері**

Нәтижесінде алынған күйе 70 пайыздық этил спиртмен араластырылды, содан кейін спирт пен күйе қоспасы таза табақша бетіне жұқалап жағылды және бөлме температурасында кептіріліп, кепкен бетке дистильденген су тамшылары отырғызылды. «Тамшыларды отырғызу әдісі» бойын-

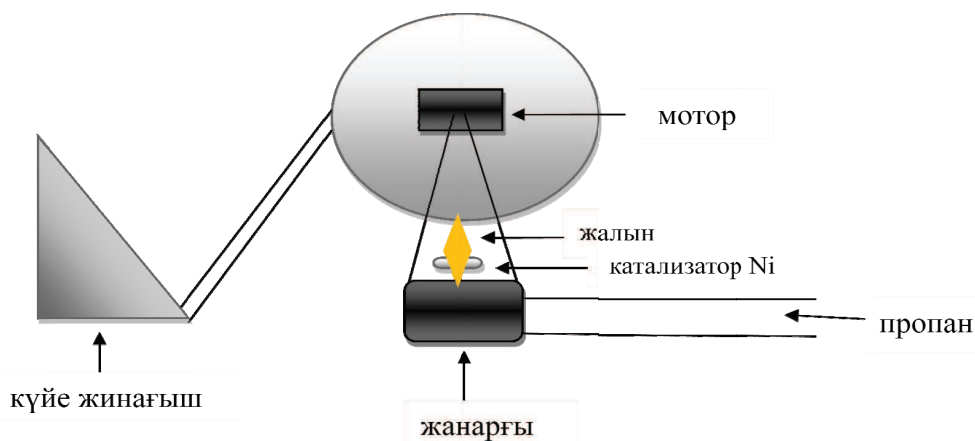
ша зерттеу барысында барлық алынған күйлер аса гидрофобты қасиет байқатты, алайда өзгешелік тек жұғу бұрышының әртүрлілігінде болды.

Күйе бөлшектерінің түзілу үдерістерінің белгілі бір сатысында энергияны алу жолымен тұрақтандыруға болады. Бұл жұмыста пропан – ауалық қоспасы жанған кезде түзілген гидрофобты күйе зерттелінді. 3 суретке сәйкес,

пропан – ауалық қоспасы жанған кездегі  $280 \text{ см}^3/\text{мин}$  пропан шығымы кезіндегі электр өрісі берілген жағдайда, яғни,  $U=1 \text{ кВ}$  (1); ал электр өрісі берілмеген (2) және катализатор қойылған кездегі (3) жағдай үшін, сонымен қатар, катализаторды қоя отырып, бір мезілде электр өрісімен әсер еткен (4) жағдайлар үшін температуралық профилі тұрғызылған.



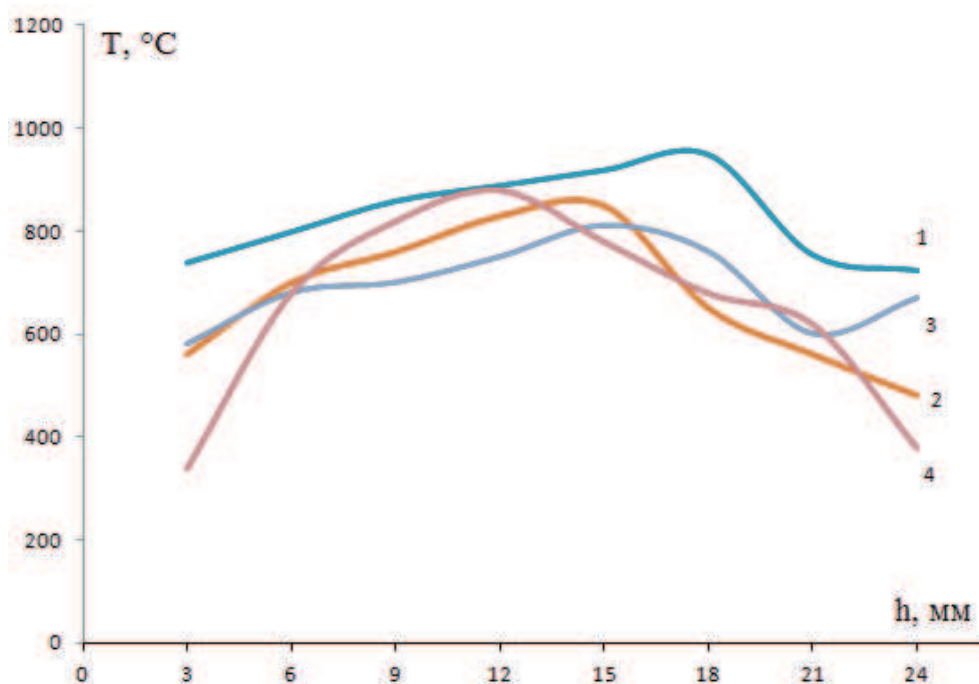
1-сурет – Пропан-ауалық жалында гидрофобты күйені электр өрісін бере отырып синтездеуге арналған құрылғының жалпы сызбанұсқалық көрінісі



2-сурет – Пропан-ауалық жалында гидрофобты күйені жалынға катализатор қою арқылы синтездеу құрылғысының сызбанұсқалық көрінісі

Жалын температурасы биіктігі бойынша хромель-алюмель терможұбының көмегімен өлшенген.  $U=1 \text{ кВ}$  электр өрісі берілген кезде жалын температурасы 18 мм биіктікте  $950^\circ\text{C}$ -қа дейін жоғарылап, кейін күрт төмендеген, ал электр өрісін бермеген жағдайда температураның максимал мәні 15 мм биіктікте  $850^\circ\text{C}$ -қа дейін көтеріліп, күрт төмендеген. Таза никель-

ден жасалған катализаторды жалын үстіне қойған кездегі жалын температурасы 15 мм биіктікте  $811^\circ\text{C}$ -қа дейін жоғарылап, кейін  $600^\circ\text{C}$ -қа дейін күрт төмендеп, қайта лезде жоғарылаған. Катализатор қойылған және электр өрісі берілген жағдайда температураның жоғарылауы 12 мм аралықта  $880^\circ\text{C}$ -қа дейін көтеріліп, кейін лезде төмендеген.



1 – электр өрісі берілген жағдай,  $U=1$  кВ; 2 – электр өрісі берілмеген жағдай;  
3 – катализатор қойылған кездегі;  
4 – катализатор қойылған және электр өрісі берілген жағдай;

3-сурет – Пропан – ауалық жалынның температура профилі

Осы жағдайлар барысында күйенің жалпы шығымы электр өрісі берілмеген жағдайда ғана көп мөлшерде болатындығы анықталды. Басқа жағдайларда күйенің шығымы төмен, бірақ түзілген күйе аса гидрофобты. Күйе шығымының көптігі күйені көп мөлшерде синтездеу қажет болған жағдайлар үшін қолайлы. Мәселен,

алынған күйе гидроизоляциялық материалар жасау үшін толтырғыш ретінде қолданылады. Сондықтан, алынған гидрофобты күйенің уақыт өтуі бойынша шығымы қаншалықты екенін білу мақсатында электр өріссіз ситезделген күйенің массалық шығымын өлшедік.

Зерттеу нәтижелері 1 кестеде келтірілген.

1-кесте

t уақыт, мин	Газ шығымы Q, мм <sup>3</sup> /мин	Жанарғы мен барабан арақашықтығы h, мм	Күйе массасы m, г
2	230	15	0,0077
4	230	15	0,0103
6	230	15	0,0113
8	230	15	0,0181

Беттің гидрофобты қасиеттері жұғу бұрышымен сипатталады. Ол жазықтықта жатқан тамшы арқылы есептеледі. Күйенің құрамындағы көміртек наномоншақтардың бар болуы нәтижесінде күйенің гидрофобты қасиет көрсетіндігін [3] зерттеу жұмыстарынан көруге бо-

лады. Түзілген күйенің құрылысы мен қасиет туралы толық ақпаратты алу үшін комбинациялық шашырау спектроскопия әдісі арқылы зерттеу жүргізілді. 4 а, суретте алынған күйенің Раман спектрлері төрт жағдай үшін (а – электр өрісі берілмеген жағдай; ә – электр өріссіз, тек

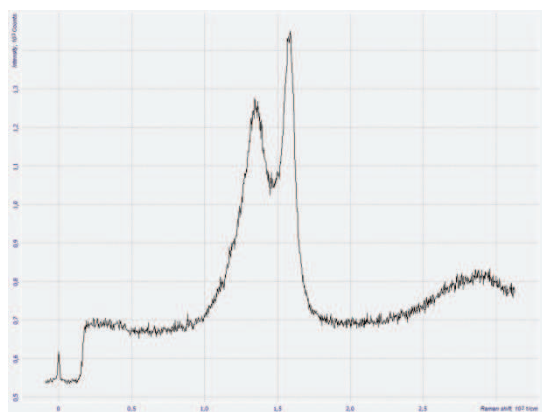
катализатор қойылған жағдай; б – электр өрісі берілген жағдай,  $U=1$  кВ; в – электр өрісі мен катализатор қойылған жағдай) келтірілген.

Раман спектрлерінен (4 сурет) көрініп тұрғандай, алынған күйе үлгілерінің құрамында көміртектің екі модификациясы байқалған, олар аморфты көміртек  $1350\text{ см}^{-1}$  (D – аморфты) және  $1590\text{ см}^{-1}$  (G – графитті). Күйе үлгілері жөнінде ақпаратты толықтыру мақсатында алынған үлгілер жарықтандырғыш электрондық микроскоппен (ЖЭМ) зерттелінді 5 сурет.

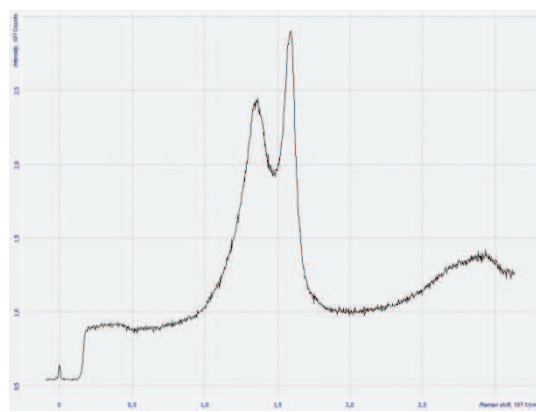
ЖЭМ-тың көрсетуі бойынша, электр өрісі берілмеген жағдайдағы күйе бөлшектерінің өлшемі 15-35 нм болса, электр өрісі берілген кездегі ( $U=1$ кВ) күйе бөлшектерінің өлшемі 18-20 нм құраған. Ал жалынға катализатор қойған

кездегі күйе бөлшектері 20-40 нм құраған, керісінше, катализаторды қоя отырып, және бір мезгілде электр өрісін берген кезде күйе бөлшектерінің диаметрі 20-60 нм құраған.

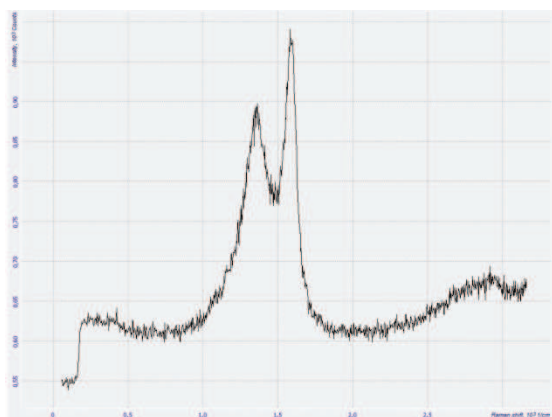
Алынған электрондық суреттерді салыстыратын болсақ, катализатор қойған кезде (б) және катализатор қоя отырып, электр өрісі берілген кезде бөлшектердің бір-біріне қарай тізбек құрып немесе шоғырланып орналасқандығын және сәйкесінше наносфералық құрылымдардың көптігін көруге болады, ал электр өрісін бермеген кезде және электр өрісін берген кездегі электрондық микроскоп суреттерінен бөлшектердің құрылымдарының сфералы екендігін, бірақ бөлшектер шоғырының салыстырмалы сирек екендігін көруге болады.



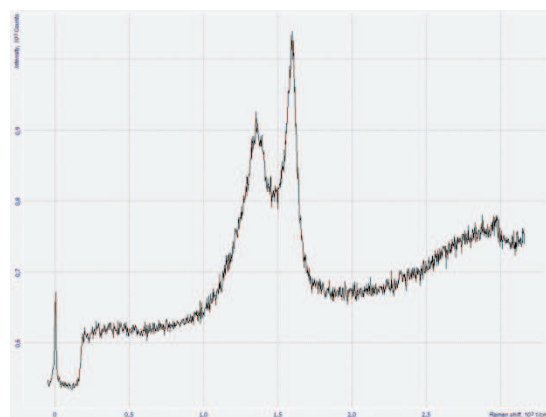
(а) - электр өрісі берілмеген жағдай;



(ә) – электр өрісінсіз, тек катализатор қойылған жағдай;

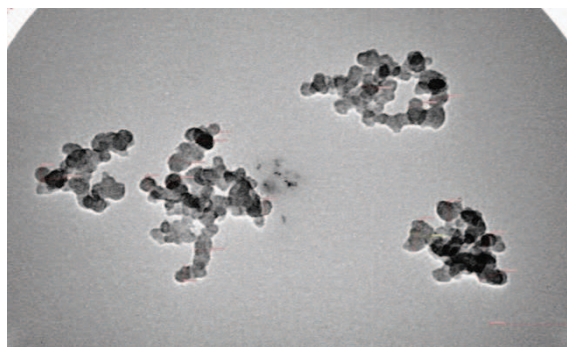


(б) - электр өрісі берілген жағдай,  $U=1$  кВ;

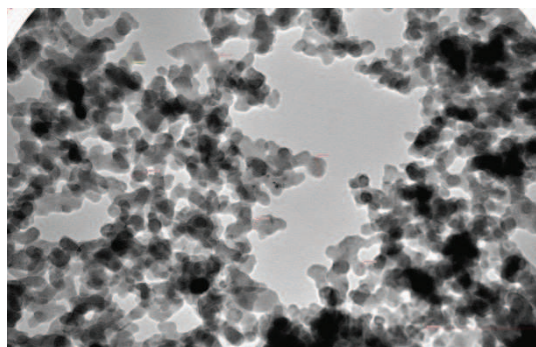


(в) – катализатор қойылып, электр өрісі берілгенде

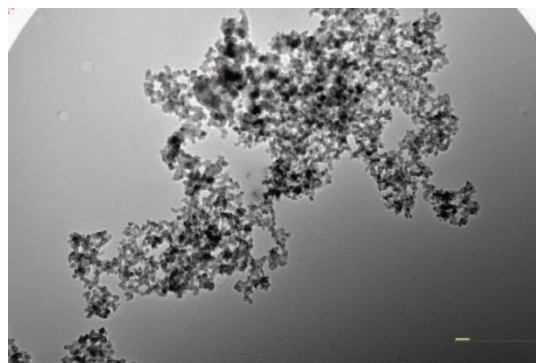
4-сурет – Алынған күйе үлгілерінің Раман спектрлері



(а) - электр өрісі берілмеген кезде;



(б) - электр өрісі берілген жағдай, U=1 кВ;



(в) – катализатор қойылған және электр өрісі берілген кезде

5-сурет – Алынған күйе үлгілерінің жарықтандырғыш электрондық микроскоптағы көріністері

### Қорытынды

Күйе үлгілерінің жұғу бұрышы электр өрісін бермеген кезде  $\theta=148^\circ$  (гидрофобты) құраса, электр өрісін берген кезде  $\theta=152^\circ$  (аса гидрофобты) құраған. Ал, жалынға катализаторды қойған кезде жұғу бұрышы  $\theta=153^\circ$  (аса гидрофобты) құраған. Алайда, бір мезгілде электр өрісін бере отырып, жалынға катализаторды қойған кездегі

күйе үлгілерінің жұғу бұрыштары  $\theta=145^\circ$  (гидрофобты) көрсетті.

Зерттеу нәтижелерін қорытындылай келе, күйе үлгілерін гидрофобтыққа зерттеу барысында алынған күйеге электр өрісі мен катализатордың оң әсері анықталды. Электр өрісі мен катализатордың оң әсері наносфералық құрылымдардың көп болуымен және жиі орналасқандығымен түсіндіруге болады.

### Әдебиеттер тізімі

- 1 Naha S., Swarnendu S., Puri I.K. Flame synthesis of superhydrophobic amorphous carbon surfaces // Carbon. – 2007. – Vol.45. – P.1696–1716.
- 2 Levesque A., Binh V.T., Semet V., Guillot D., Fillit R.Y., Brookes M.D., Nguyen T.P. Monodisperse carbon nanopearls in a foam-like arrangement: a new carbon nano-compound for cold cathodes // Thin Solid Films. – 2004. – Vol.464–465. – P.308–314.
- 3 Sen S, Puri IK. Flame synthesis of carbon nanofibers and nanofiber composites containing encapsulated metal particles // Nanotechnology. – 2004. – Vol.15. – P.264–268.
- 4 Nazhipkyzy M., Lesbayev B., Mansurov Z., Arapova A., Baidaulova D., Solovyova M., Prikhodko N.G. Creation based on superhydrophobic soot waterproofing materials obtained in flames // Advanced Materials Research. – 2012. – Vol.535-537. – P.1437-1440.

---

**References**

- 1 Naha S, Sen S, Puri IK (2007) *Carbon* 45:1696–1716. <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbon.2007.04.018>
- 2 Levesque A, Binh VT, Semet V, Guillot D, Fillit RY, Brookes MD, Nguyen TP (2004) *Thin Solid Films* 464–465:308–314. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tsf.2004.06.012>
- 3 Sen S, Puri IK (2004) *Nanotechnology* 15:264–268. <http://dx.doi.org/10.1088/0957-4484/15/3/005>
- 4 Nazhipkyzy M, Lesbayev B, Mansurov Z, Arapova A, Baidaulova D, Solovyova M, Prikhodko NG (2012) *Adv Mat Res* 535-537:1437-1440. <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.535-537.1437>