

## КӨМІРТЕКҚҰРАМДЫ ЭНЕРГИЯҒА БАЙ МАТЕРИАЛДЫ АЛУ ЖӘНЕ КИНЕТИКАЛЫҚ ТАЛДАУ

Адалбек Рауан

[Raanaadalbekkyzy0@gmail.com](mailto:Raanaadalbekkyzy0@gmail.com)

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің магистранты, Нұр-Сұлтан,  
Қазақстан

Ғылыми жетекшісі – Г.К.Тажкенова

Аэроғарыштық өнеркәсіпте сұйық зымыран отынының компоненті ретінде гидразин нитраты жиі пайдаланылады. Негізінен бұл отын түрі спутниктерді басқару және үйлестіру элементтерінде қолданылады. Гидразин мен оның тұздарының жану процесі және термиялық ыдырау кинетикасы теориялық және тәжірибелік тұрғыдан мұқият зерттелді. Өкінішке орай, гидразин негізіндегі зымыран отыны адам ағзасына да, қоршаған ортаға да өте қауіпті болып саналады. Сондықтан, жаңа, аз зиянды және жоғары энергетикалық материалдарды іздеу және зерттеу өзекті міндет болып табылады [1].

Жоғары энергетикалық зымыран отындарының тиімділігін арттырудың классикалық тәсілдерінің бірі көміртегі бар материалдар: техникалық көміртегі (ТК), КНТ, графендер, фуллерендер және т.б. сияқты энергия сыйымды қоспаларды қолдану болып табылады. Негізінен белсендірілген көмірді қолдану тек микроөлшемді отын элементтерінің тиімділігін арттыру жөніндегі зерттеулерге ғана негізделген. Оларды жоғары энергетикалық отындар құрамында тәуелсіз және толыққанды технологиялық қоспа ретінде пайдалану жеткіліксіз зерттелген. Осылайша, гидроксиламмоний нитраты және т. б. сияқты перспективалы жоғары энергетикалық материалдардың тиімділігін, рентабельділігін және экологиялылығын арттыру үшін белсендірілген көмірді қолдануды зерттеу ғылыми және практикалық маңызы бар міндет болып табылады [2].

### ТӘЖІРИБЕЛІК БӨЛІМ

Негізгі зерттеу материалы ретінде, классикалық энергетикалық материал ретінде  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  аммоний нитраты, ал жоғары энергетикалық қосылыс ретінде гидроксиламмоний нитратың концентрілі сулы ерітіндісі  $\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_4$  алынды.

Эксперименттік зерттеу үшін аммоний нитратының ұсақ түйіршікті (100-250мкм) стандартты тұзы алынды. Қолданылған аммоний нитраты алдын ала сусыздандырылып, герметикалық ыдыста консервленді. Жоғарғы өнімді композиция ретінде гидроксиламмоний нитратының 95% сулы ерітіндісі алынды.  $M_w = 96.04$  г/моль;  $\rho = 1270$  л. 84 г/см<sup>3</sup>;  $t_6 = -48^\circ\text{C}$ . Энергетикалық материалдардың энергия сыйымдылығын арттыру үшін техникалық қоспа ретінде беткі аудандары үлкен активтендірілген көмірлер қосылды (ККҚ- $\text{K}_2\text{CO}_3$ ; ККҚ- $\text{KOH}$ ; ККҚ- $\text{H}_3\text{PO}_4$ ).

Материалдар күріш қауызын инертті атмосферада әр түрлі температурада және әр түрлі активті реагенттер ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) қосып, карбониздеу арқылы алынды.

Жұмыста күріш қауызын химиялық активтендіру бойынша бірқатар эксперименттер жүргізілді. Шикізат сынамалары, көлемі 0,5 дм<sup>3</sup> және айналу жылдамдығы 19 айн/мин айналатын тот баспайтын болаттан жасалған реакторда іске қосылды. Белсендіргіш ретінде көмірқышқыл газы таңдалды, ол реакция аймағына 50 см<sup>3</sup>/мин жылдамдықпен түседі. Карбонизация көлденең пиролиз қондырғысында 400 – ден 900°C – қа дейінгі температура диапазонында бақыланатын электр қыздырумен жүзеге асырылды, карбонизация алдын – ала белгіленген температураға жеткеннен кейін 1 сағатқа созылды.

Салмағы 200 г көміртекті күріш қауызы 800 г калий карбонатымен, калий гидроксидімен немесе фосфор қышқылымен араластырылып, цилиндрлік болат реакторға орналастырылды, ол өз кезегінде тік электр пештің ішіне орналастырылды және химиялық белсенділігі жоғары температурада аргон атмосферасында 1-2 сағат карбонизация жүргізілді (активтендіру технологиясына байланысты). Алынған массалар рН деңгейі 7-8-ге дейін реттеліп, силикатты кетіру үшін ыстық дистилденген сумен жақсылап жуылды.

Алынған меншікті бетінің ауданы жоғары активтендірілген көмірлер энергетикалық материалдарға кіріктіріліп, бірнеше физика-химиялық талдаулардан өтті.

### НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУЛАР

Зерттеудің физика-химиялық әдісі ретінде сканерлі электронды микроскоп (СЭМ) және энерго-дисперсті рентгенді спектроскопия (ЭДРС) қолданылды. СЭМ үлгі бетіне қонған нано-бөлшектің өлшемін өлшеу үшін қолданылса, ЭДРС – үлгінің элементтік құрамын анықтауға қолданылды.

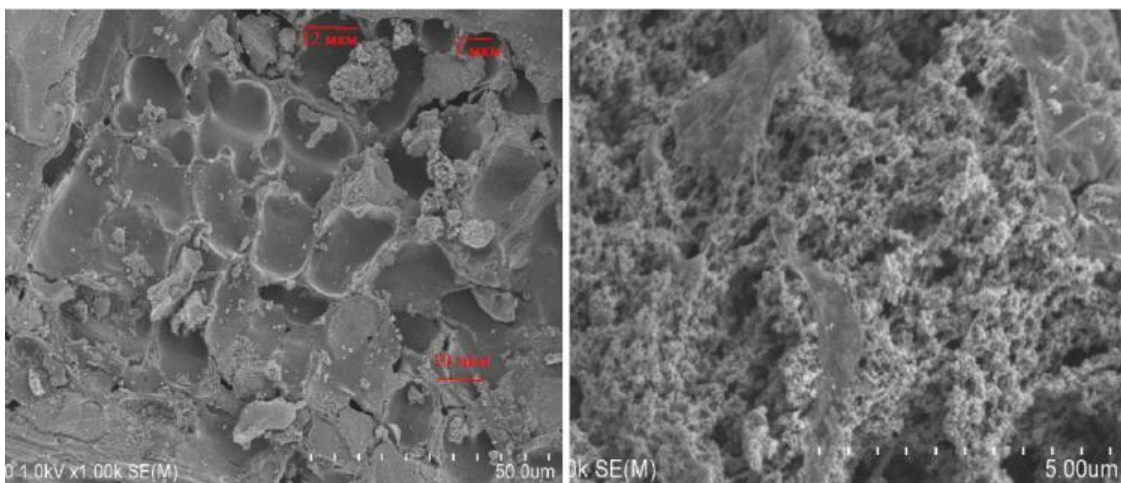
Сканерлі электронды микроскоп нәтижесі

СЭМ әдісі электродтардың беттік морфологиясын зерттеуге мүмкіндік береді. Анализ үшін үлгінің біраз мөлшерін микроскоптың объективі астына адгезивті қағаз арқылы қойылады. Компьютермен үлгілілердің кескіні қаралып, жұқа пленкасы бар үлгіге фокус тұрақтандырылады да, бірінші жалпы кескін сосын үлгінің бөліктері үлкейтіліп қарастырылды [3-4].

ККҚ- $K_2CO_3$ ; ККҚ-КОН; ККҚ- $H_3PO_4$  үлгілерінің беті  $\times 1000$  және  $\times 10\ 000$  есе үлкейтіліп қаралды.

1000 есе (а) үлкейту кезінде үлгінің әр түрлі көлемдегі кеуектері және дамыған беті болатындығы көрсетілген. ККҚ- $H_3PO_4$  үлгісі мөлшері 7-12 мкм болатын кеуектерге ие және фосфор қышқылымен химиялық активтендіру нәтижесінде пайда болған көптеген депрессиялары бар. 10000 есе ұлғайту кезінде (б) айнымалы ток бөлшектерінің күрделі кеуекті құрылымға ие екендігі көрінеді.

ККҚ- $K_2CO_3$  үлгісінде біркелкі емес морфология түрі байқалды, ол қисық жалпақ кеуектерден тұрады, олар өндіріс технологиясымен байланысты жұқа пленка түзетін құрылымға ие.



а) 1000 есе үлкейту, б) 10000 есе ұлғайту

Сурет 1 – көміртектенген күріш қауызы негізінде алынған белсендірілген көмірдің SEM суреттері

ККҚ-КОН үлгісінде жеткілікті дәрежеде кеңейтілген кеуектер байқалды. Көптеген ұяшықтар мен 0 тәріздес дамыған кеукті құрлымға ие. Қорытындылай айтсақ, барлық үлгілердің беттік морфологиясы бір текті, микро және мезо пораларға өте бай болды.

**Энерго-дисперсті рентгенді спектроскопия (ЭДРС) анализінің нәтижесі**

Энерго-дисперсті рентгенді спектроскопия (ЭДРС) – қатты заттарды элементтік талдаудың аналитикалық әдісі, олардың орналасуы (эмиссия толқынының ұзындығы) және оның рентген спектрінің қарқындылығы бойынша максимумдарды талдауға негізделген, рентгендік спектрлік талдау түрі [5].

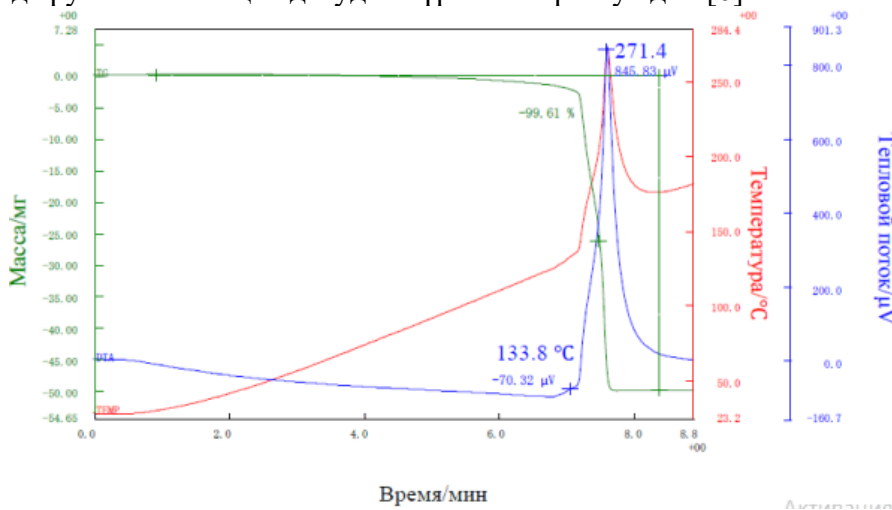
Кесте - 1. ККҚ-Н<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, ККҚ-К<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, ККҚ-КОН үлгілерінің элемент анализ талдауы

Үлгі	C	O <sub>2</sub>	Na	P	Si	K
ККҚ-Н <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	85%	9,7%	2,41%	1,86%	-	-
ККҚ-К <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	92%	6,5%	-	-	0,22%	1,11%
ККҚ-КОН	92%	8,02%	-	-	-	-

Элементтік құрамда калий мен кремний қоспаларының болуы күріш қауызын көміртектендіру және химиялық активтендіру әдісімен байланысты екенін ескеру қажет. Қорытындылай айтсақ, барлық үлгілерде шамамен 85% көміртегі, 7% оттегі, калий және фосфор байқалды.

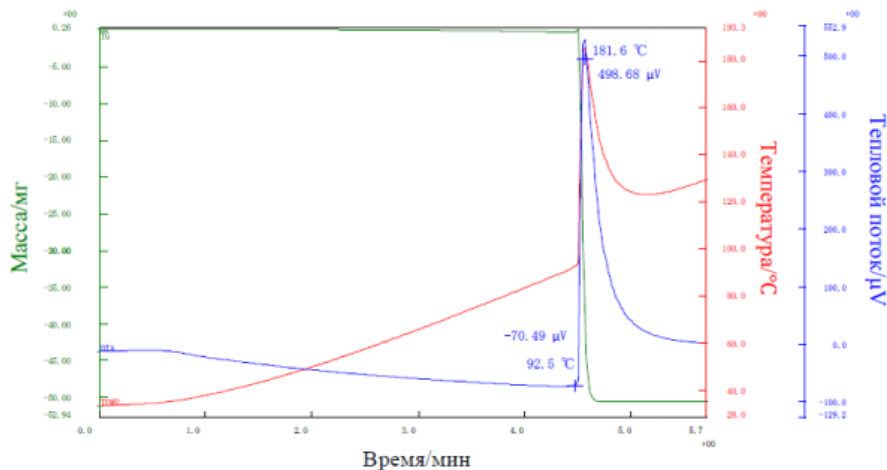
**Дифференциалды – термиялық анализ нәтижелері**

Дифференциалды-термиялық анализ – қарастырылып отырған температуралық интервалда ешқандай өзгерістерге ұшырамайтын, зерттелетін үлгі мен салыстыру үлгісі арасындағы температура айырмасының уақытша тәуелділігін жазудан және белгілі бір жылдамдықпен қыздыру немесе салқындатудан тұратын зерттеу әдісі [6].



Сурет 2 – ККҚ-Н<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> активтендірілген көмір үлгісімен 95 % гидроксиламмоний нитратының термиялық ыдырау графигі

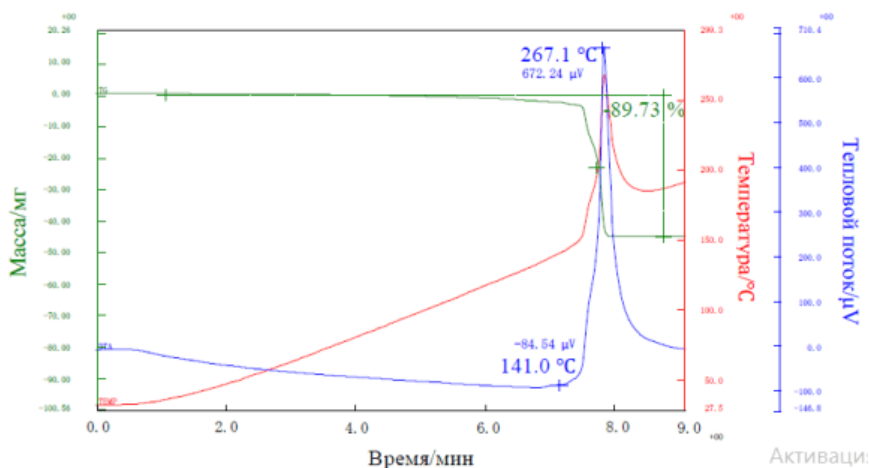
Ыдырау азотты ортада 20 К/мин қыздыру жылдамдығында жүрді. Гидроксиаммоний нитратына сай су булануы жоқ болғандықтан, эндотермиялық шың жоқ. Экзотермиялық шың басқа графиктерге қарағанда сатылы емес тек біреу ғана. Бастапқы ыдырау 134°С – та, максимум ыдырау 271°С – та орын алып, қоспаның ыдырау толығымен тоқтады.



Сурет 3 – ККҚ- $K_2CO_3$  активтендірілген көмір үлгісімен 95 % гидроксиламмоний нитратының термиялық ыдырау графигі

Ыдырау азотты ортада 20 К/мин қыздыру жылдамдығында жүрді. ГАН - ККҚ- $H_3PO_4$  – пен салыстырғанда 1 – ші және 2 – ші стадияда сатылы механизм жоқ. Бастапқы ыдырау 92°С – та, максимум ыдырау 181°С – та орын алып, қоспаның ыдырауы толығымен тоқтады.

Ыдырау азотты ортада 20 К/мин қыздыру жылдамдығында жүрді. Бастапқы ыдырау 141°С, максимум ыдырау 267°С – та орын алып, қоспаның ыдырауы толығымен тоқтады. Қорыта келе, жалпы массадан 1% активтендірілген көмір қосса бастапқы ыдырау температурасы мен максимум ыдырау температурасына әсер етеді.



Сурет 4 – ККҚ- $KOH$  активтендірілген көмір үлгісімен 95 % гидроксиламмоний нитратының термиялық ыдырау графигі

ҚОРЫТЫНДЫ

- Жоғары меншікті беті бар және 1% - дан қосылған кезде дамыған текстуралық сипаттамалары бар активтендірілген көмір гидроксиламмоний нитратының термиялық ыдырауының тиімді бастамашылары болып табылады және заттың ыдырауының басталу температурасын 40-тан 100 °С-қа дейінгі мәнге төмендетуге, сондай-ақ активтендіру энергиясын  $110 \pm 5$  кДж мольден  $85 \pm 9$  кДж/мольге дейін төмендетуге қабілетті екені анықталды.
- Энерго-дисперсті рентгенді спектроскопия барлық үлгілерде шамамен 85% көміртегі, 7% оттегі бар екенін анықтады. Бұл үлгілердігі көміртек компонентінің өте жоғары концентрациясын көрсетеді
- Дифференциалды термиялық және масс-спектрометриялық талдау негізінде гидроксиламмоний нитраты жүйесіне 1% активтендірілген көміртектің қосылуы ыдырау реакциясының бастапқы ыдырау температурасы мен максималды ыдырау температурасына әсер ететінін, кинетикасының екі сатылы процестен бір сатылы процеске өзгеруіне әкелетіні анықталды.

### Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Murray J.S. Energetic Materials: Part 1. Decomposition, Crystal and Molecular Properties (University of New Orleans). From the series: Theoretical and Computational Chemistry, Volume 12. Elsevier: Amsterdam. 2003. - P.466.
2. Бакулин В.Н., Дубовкин Н.Ф., Сорокин В.А. и др. Энергоемкие горючие для авиационных и ракетных двигателей. М.: Физматлит, 2009. - 400 с.
3. Шереметев А. Б. Энергоемкие материалы на основе гетероциклов Химия гетероциклических соединений 2017, 53(6/7), 629.
4. Романков П.Г., Курочкина М.И., Мозжерин Ю.Я. и др. Процессы и аппараты химической промышленности. Учебник для техникумов/ - Л.: Химия, 1989. - 560 с.
5. Зыков Д.Д., Деревицкая В.А., Тростянская Е.Б., Чекалин М.А., Юкельсон И.И., Яшунская Ф.О. Общая химическая технология органических веществ. Учебное пособие для химических техникумов. - 2-е изд., перераб. - М.: Химия, 1966. - 608 с.
6. Connolly N.G., Geiger W.E. "Chemical Redox Agents for Organometallic Chemistry". Chemical Reviews. 1996 96(2): 877-910.