

МРНТИ 661.63-622.34

Х.Р.Садиева<sup>1</sup>(0000-0002-8925-8053) – негізгі автор,  
А.Н.Нурлыбаева<sup>2</sup>(0000-0001-9904-9979),  
Г.А.Сейтбекова<sup>3</sup>(0000-0001-7087-7180),  
Г.К.Матниязова<sup>4</sup>(0000-0002-6820-5219),  
А.А.Шолақ<sup>5</sup>(0000-0003-1981-5034),  
Р.Б.Жарлыкапова<sup>6</sup>(0000-0003-1243-3068)

<sup>1,3,6</sup>Техн. ғыл. канд., доцент, <sup>2,4</sup>доктор PhD, доцент, <sup>5</sup>Техн. ғыл. канд., профессор,  
М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан  
E-mails: <sup>1</sup>xalipa71@mail.ru, <sup>4</sup>gulsim.matniyazova@mail.ru

### ҚАРАТАУ ФОСФОРИТТЕРІНІҢ ҚҰРАМЫНАН АЛЮМИНИЙ ЖӘНЕ ВАНАДИЙ ҚОСЫЛЫСТАРЫН БӨЛУ ЖӘНЕ КӨМІРТЕКТІ АЛЮМИНИЙ ВАНАДИЙ ҚҰРАМДЫ НАНБӨЛШЕКТЕРДІ СИНТЕЗДЕП АЛУ

**Аннотация.** Ғылыми-зерттеу жұмысы Қаратау фосфорит шикізаты және қатты қалдық фосфогипстің химиялық құрамын зерттеп, оның құрамындағы алюминий және ванадий элементтерінің пайыздық мөлшерін химиялық және физика-химиялық әдістермен анықтап, фосфорит кендері мен фосфогипстің құрамынан алюминий және ванадий қосылыстарын бөліп алуға негізделген. Бөлініп алынған ванадий және алюминий қосылыстарынан наносорбенттер дайындау үшін CN-CVD-100 әдісімен көміртегі нанотүтікшесінде нанотүтікше өсірілді. Ол үшін алюминий-ванадий құрамды сорбентті таблетка түрінде дайындап, металл төсегішке салып, «ULVAC JAPAN, Ltd.» жапон компаниясының аппараты көміртегі нанотүтікшесіне салынады. Метан газы 260-280 кПа қысымда және 600<sup>0</sup>С температурада жанып, ыдырап сутегі бөлініп шығады. Бос көміртегі атомы ванадий-алюминий сорбентінің үстіне қонып, абсорбцияланып көміртегі нанотүтікшесі өсіп шығады. Дайын болған алюминий және ванадий көміртекті нанотүтікшелерінен нанокатализаторлар мен наносорбенттер дайындауға болады.

**Тірек сөздер:** Қаратау фосфориттері, фосфогипс, нанобөлшектер, наносорбенттер, нанотүтікше.

**Кіріспе.** Қазақстан фосфориттердің қоры бойынша дүние жүзі бойынша алдыңғы орындарда тұр. Еліміздің фосфатты шикізаты фосфор тыңайтқыштарын, фосфор қышқылды тұздарды, жуғыш құралдар мен ауыл шаруашылық техникасында қолданылатын басқа да құнды өнімдер мен құралдарды өндіру үшін фосфордың негізгі көздерінің бірі болып табылады.

Химия өнеркәсібі және оның өнімдері адам өмірінің күнделікті тіршілігінде, халық шаруашылығының көптеген салаларында қолданылуда. Табиғи немесе өңдеу арқылы алынған барлық бейорганикалық тұздар дүниежүзілік өндіріс бойынша жылына миллион немесе ондаған миллион тонна көлемінде өндірілуде. Олар ауыл-шаруашылығында минералды тыңайтқыштар есебінде де көптеп қолданылады. Тыңайтқыштардың өсімдіктермен жақсы сіңіруі оның өнімділігін арттырып жер қыртысын жақсартады.

**Зерттеу әдістері мен жағдайлары.** Фосфорит шикізат қалдығы мен фосфогипстен бөлінген алюминий сорбентін дайындау. Алюминийді анықтаудың негізгі әдісі оның аммиакпен гидроксид түрінде түсуі және Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> оксиді түрінде өлшеу болып табылады. Аммиактың жауын-шашын кезінде көп жағдайда басқа металдар

алюминиймен бірге тұнбаға түседі, сондықтан әрдайым дерлік барлық оксидтердің қосындысын өлшеу керек, содан кейін тұнба құрамындағы беттік құрамды анықтап, алюминий құрамын айырмашылық бойынша есептейміз. Осылайша, алюминийді анықтау оған ілесетін барлық элементтерді анықтаудағы қателіктерді қамтиды.

Алюминий гидроксидінің тұнбасы шамамен  $\text{pH} = 3$ -тен басталады және  $\text{pH} = 6,5-7,5$  кезінде аяқталады, бұл метил қызыл немесе розол қышқылының түс өзгеруіне сәйкес келеді. Сілтілі ерітінділерде тұнба ери бастайды, ол  $\text{pH} = 10$  кезінде айтарлықтай байқалады.

Тұнбаны жуу үшін ыстық суды пайдалану мүмкін емес, өйткені алюминий гидроксиді коллоидтық күйге оңай ауысады. Ол үшін әдетте аммоний хлориді немесе аммоний нитратының 2% ерітіндісі қолданылады. Егер фильтр мен жууды қышқылдандырғаннан кейін платина табағына буландыру керек болса, аммоний хлориді қолданған дұрыс. Аммоний хлоридінің тұнбаға түсуі күйдіру кезінде алюминийдің ұшып кетуіне әкелмейді. Тұнбаның құрамында көп мөлшерде темір бар, соңында аммоний нитратының 2% ерітіндісімен шаю ұсынылады. Гидроксидті немесе оксидті тұз қышқылымен өңдеп, құрғап, буланғаннан кейін мұқият күйдіргенде алюминийдің жоғалуы да байқалмайды.

**Фосфорит шикізат қалдығы мен фосфогипстен бөлінген ванадий құрамды сорбентін дайындау.** Фосфорит шикізат қалдығын патша арағында ыдыратып алынған сұйық ерітіндіден ванадий құрамды сорбентті бөліп алу үшін қышқылды ерітіндіге 3 - 4 г  $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  және 10 мл 2 н.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  қосады, және  $\text{V}(\text{OH})_2$  тұнбасы толық түзілуіне дейін қыздырады. Ыстық ерітінді сүзіледі, тұнбаны 0,1 н  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ерітіндісімен жуады. Содан кейін стаканға салады,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -пен дымқылдандырады, құрғақ  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  қосып бұға айналғанша буландырады. Салқындағаннан кейін 200 мл сумен сұйылтады және тұнбалауды қайталайды.

Тұндырудың қажетті шарттарын қайтадан орындау үшін келесі әрекеттер орындалады. Құрамында 5 г аммоний хлориді немесе баламалы мөлшердегі бос тұз қышқылы бар және индикаторды жоя алатын қышқылдандыратын заттары (мысалы, азот қышқылы) жоқ 200 мл ерітіндіге бірнеше тамшы метилді қызылды қосады және ерітіндіні қайнағанша дерлік қыздырады. Ерітіндінің түсі ашық сары түске боялғанша сұйылтылған (1:1) аммиак ерітіндісін абайлап қосады. 1-2 минут қайнатады, ерітіндінің түсі сарғышқа немесе қызылға өзгерсе, аммиакты қосады және бірден сүзеді. Тұнба аммоний хлоридінің 2%-ды ерітіндісімен мұқият жуылады. Фильтрат және шайылған су сақталады. Тұнбаны ыстық сұйылтылған тұз қышқылымен ерітеді, сүзгіні ыстық сумен жуады және оны сақтауға қояды. Содан кейін ванадийді және т.б. қайтадан тұндырады, сүзеді және тұнба бұрынғыдай жуылады. Соңғы тұндыруды фильтрленген сүзгі қағазды қосып жасаған дұрыс және ерітіндіні тұнбадан жақсы ағып кетіру керек. Сүзгеннен кейін,  $\text{VO}_2$  кептіріледі. Ванадийге қайта санау факторы - 0,5995 құрайды [2,3].

Аммиак фильтраттары мен шайынды сулар өңдеу үшін біріктіріледі және тұнбаны жоғарыда сипатталғандай кептіріледі.

Алынған тұнбаға талдау жасалды. Аммиактан өлшеніп алынған тұнба пирсульфатпен балқытады, сұйытылған (1:20) күкірт қышқылында ерітеді. Алынған ерітіндіні шамамен теңдей екі бөлікке бөледі, бір бөлігі бірнеше тамшы сутектің асқын тотығымен (30%-ды) өңделеді және екі бөліктің түсі салыстырылады. Бұл сынақ титанның немесе ванадийдің көрінетін бөлшектерінің болуын анықтайды; ерітіндінің таза сары қызғылт-сары

түстерінің пайда болуы ванадийдің болуын, түстің қызыл-қоңыр реңдері титанның болуын көрсетеді, ал түс өзгерісінің болмауы екі элементтің де болмауын көрсетеді [2,3].

Фосфогипстті патша арағында ыдыратып, алынған сұйық ерітіндіден ванадий құрамды сорбентті бөліп алу үшін жоғарыдағы әдіс қолданылды, бірақ одан ешқандай тұнба түзілген жоқ. Сондықтан ванадийді бөліп алу үшін басқа әдістер қолданылды, бірақ ешқандай нәтиже шықпады.

**Ғылыми зерттеу нәтижелері және оларды талқылау.** Күкірт қышқылы ерітінділерімен сілтісіздендіру арқылы фосфоритті көпкомпонентті концентраттан алюминий және ванадий қосылыстарын бөліп алынатын руданың құрамы 1-кестеде келтірілген [3,4,5].

Кестеден көріп отырғанымыздай, фосфогипстің құрамындағы зерттеліп отырған элементтердің максималды мөлшері келесідей: алюминий (Al)- 6,29%, ванадий (V) - 0,14%.

Кесте 1

Фосфор шикізатының элементтік құрамы

Спектр	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ca	Ti	V	Mn	Fe	Барл - лығ ы
Спектр 1	20,8 0	19,1 6	5,7 7	5,2 7	0,2 9	0,2 4	0,0 9	27,8 7	7,71	0,1 2	0,0 0	0,3 4	12,3 2	100
Спектр 2	15,8 8	24,7 9	4,1 4	3,5 7	0,2 3	0,2 8	0,8 2	36,3 6	5,30	0,0 0	0,0 0	0,3 6	8,27	100
Спектр 3	27,8 6	11,5 6	7,1 0	6,9 3	0,4 8	0,2 1	0,4 1	18,6 0	11,2	0,0 0	0,1 4	0,2 9	15,1 6	100
орташа	21,5 1	18,5 1	5,6 7	5,2 5	0,3 4	0,2 4	0,4 4	27,6 1	8,09	0,0 4	0,0 5	0,3 3	11,9 2	100

Ары қарай, алынған тұнбалар сүзіліп, қатты қалдықтың құрамындағы алюминий және ванадий элементтеріне физика-химиялық зерттеулер жасалды.

Осы қосылыстардың ИҚ-спектрін зерттеу қатты күйде, ерітіндіде де затты құрайтын құрылымдық бөліктердің құрылымы, құрамы және өзара әрекеттесуі туралы маңызды ақпарат алуға мүмкіндік береді.

*Фосфогипстен алынған алюминийдің сіңіру жолақтарының ИҚ спектрі.* Барлық жолақтардың спектрлері жұтылудың топтық теориясы негізінде болжанды. 2-кестедегі мәліметтерге сәйкес,  $\sim 3400 \text{ см}^{-1}$  жұтылу жолағы беткі ОН-топтарына жатады. Құрылымдық гидроксо-топтары да бар, олардың созылмалы тербелістері 3036,5 және 3290,1  $\text{см}^{-1}$  деңгейінде көрінеді.

Берілген  $1630 \text{ см}^{-1}$  диапазоны судың деформациялық тербелісіне сәйкес келеді, 1022, 970, 800 және  $740 \text{ см}^{-1}$  диапазондары ОН-гидроксиді топтарының деформациялық тербелістерінен туындайды. Al-O байланысы  $500-422 \text{ см}^{-1}$  аймағында сіңіру жолақтарын береді.

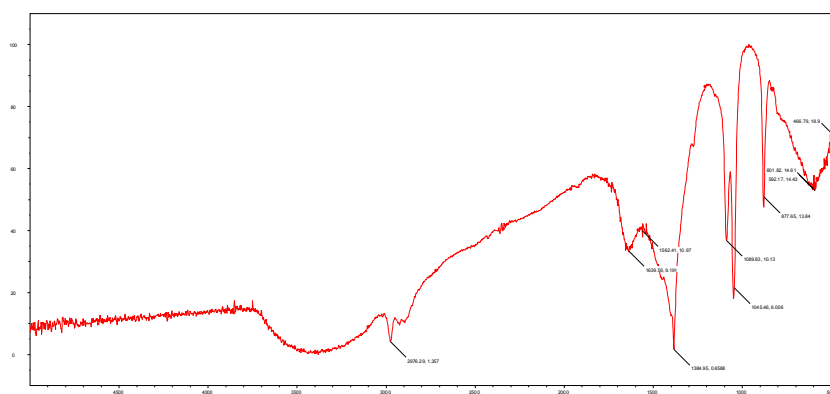
Осы ИҚ-спектр аймағындағы жолағы  $1039 - 1080 \text{ см}^{-1}$  байланыстарының созылған асимметриялық тербелістеріне қатысты фосфорлы тетраэдрлер O - P-O, бір жолақ  $\nu(\text{P-O})=509-592 \text{ см}^{-1}$  - валенттілік симметриялы ауытқуы тербелістеріне P-O жатады.

Спектрлік максимумның ең төменгі жиілігі валенттілік аймағында  $\text{PO}_4^{3-}$  фосфат аниондарындағы P-O байланыстарының тербелісі және  $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$  жатады.

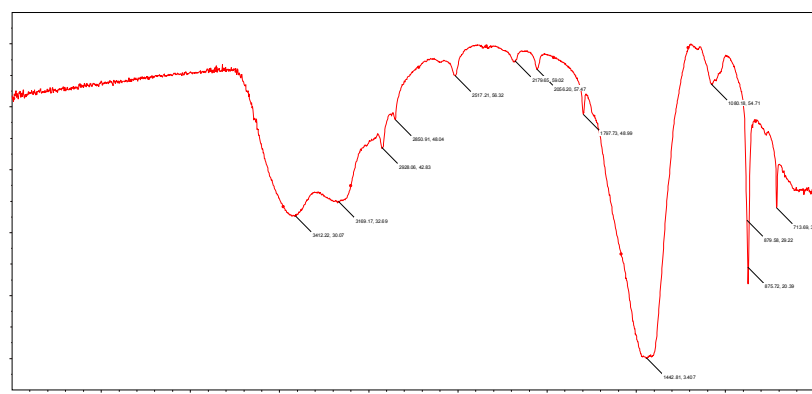
Кесте 2

Фосфогипстен алынған алюминийдің сіңіру жолақтарының ИҚ спектрі

Функционалды топтар	Фосфогипстен алынған Al сорбенті	Көміртегі нанотүтікшесі өсірілген Al наносорбенті
$\text{H}_2\text{O}$ ( $\nu\text{OH}$ )	3400	3412
C	-	2179-2056
Al- $\text{NO}_3$	1639	1618
Al- $\text{P}_2\text{O}_7$	1384	1442
O-P-O	1089	1080
$\nu(\text{P-O})$	592	509-592
Al-O	466	420



Сурет 1. Фосфогипстен алынған алюминийдің ИҚ-спектрі



Сурет 2. Фосфогипстен алынған және нанотүтікшеде өсірілген алюминийдің ИҚ-спектрі

Ал, сондай-ақ фосфогипстен алынған алюминий қосылысының ИҚ-спектрінде  $\nu(\text{Al-O})$  байланысының созылмалы тербелісіне байланысты  $1628 \text{ cm}^{-1}$  және белсенді диапазондар -  $580\text{--}820 \text{ cm}^{-1}$  аймағында белсенді болады [6,7].

Сонымен қатар Al-NO<sub>3</sub> байланыстары 1618-1699 см<sup>-1</sup> диапазонында көрінеді және олардың симметриясына байланысты қарқынды сіңіру жолақтарымен анықталған.

Ұнтақ үлгілерді 600 °С температурада көміртекті нанотүтікшеде алюминий наносорбентіне өсірілген нанотүтікшенің ИҚ-спектрлері анықталды, оның алдыңғы ұнтақтан айырмашылығы 2133-2235 см<sup>-1</sup> аралығында көміртегі байланыстарының симметриялы және асимметриялық тербелістеріне сәйкес келеді.

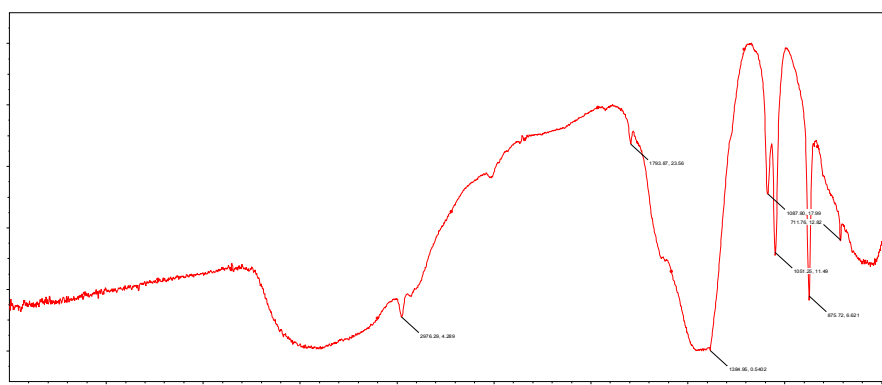
Фосфор шикізатынан алынған алюминийдің сіңіру жолақтарының ИҚ спектрі. 3-кестедегі мәліметтерге сәйкес, ~3400-3300 см<sup>-1</sup> жұтылу жолағы беткі ОН-топтарына жатады. 1626 см<sup>-1</sup> диапазоны судың деформациялық тербелісіне сәйкес келеді.

Осы ИҚ-спектр аймағындағы жолағы 1087 см<sup>-1</sup> байланыстарының созылған асимметриялық тербелістеріне қатысты фосфорлы тетраэдрлер О – Р-О тербелістеріне жатады. Спектрлік максимумның ең төменгі жиілігі валенттілік аймағында PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> фосфат аниондарындағы Р-О байланыстарының тербелісі және Р<sub>2</sub>О<sub>7</sub><sup>4-</sup> жатады. Екі жолақ δ (ClO<sub>3</sub>) = 711-713 см<sup>-1</sup> ассиметриялық деформацияның тербелістерінің болжамды жолақтарына сәйкес келеді, оның спектрлері 3,4-суретте келтірілген [6,7].

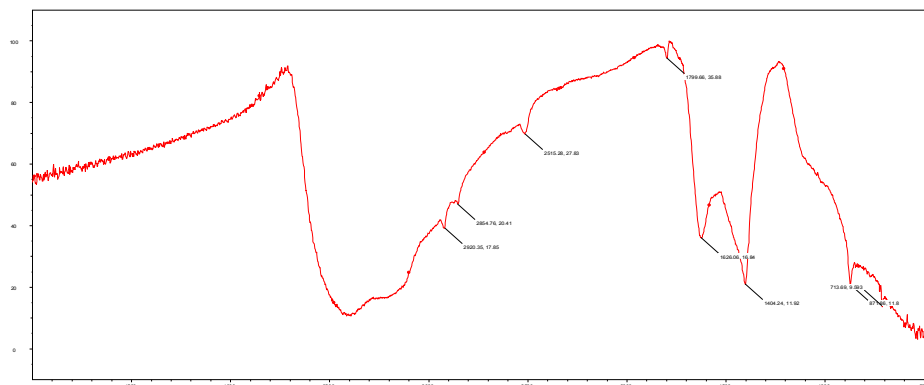
### Кесте 3

Фосфор шикізатынан алынған алюминийдің сіңіру жолақтарының ИҚ спектрі

Функционалды топтар	Фосфогипстен алынған Al сорбенті	Көміртегі нанотүтікшесі өсірілген Al наносорбенті
H <sub>2</sub> O (νOH)	3400-3300	3400-3300
C	-	2920
Al-NO <sub>3</sub>	1793	1799
Al-P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	1384	1404
O – P – O	1087	-
δ (ClO <sub>3</sub> )	711	713
ν(P-O)	599	509



Сурет 3. Фосфор шикізатынан алынған алюминийдің ИҚ-спектрі



Сурет 4. Фосфор шикізатынан алынған алюминий қосылыстарында өсірілген нанотүтікшенің ИҚ-спектрі

Ал, сусыз алюминий дигидрогендік фосфатының жолақтары  $1136-1398 \text{ см}^{-1}$  байланыстарының деформациялық тербелістеріне сәйкес келеді. Бірақ кейбір күрделі алюминий катионы мен  $\text{NO}_3$  аниондары  $1626 \text{ см}^{-1}$  диапазонында көрінеді және олардың симметриясына байланысты қарқынды сіңіру жолақтарымен анықталған.

Ұнтақ үлгілерді  $600^\circ\text{C}$  температурада нанотүтікшеде өсірілген алюминий наносорбентінің ИҚ-спектрлері анықталды, оның күйдірілмеген ұнтақтан айырмашылығы  $2850-2924 \text{ см}^{-1}$  аралығында көміртегі байланыстарының симметриялы және асимметриялық тербелістеріне сәйкес келеді.

Алынған мәліметтерге сәйкес алюминий фосфорлы қосылыстардың түзілгенін ИҚ-спектрі аймағында түзілгені дәлелденді.

Фосфор шикізатынан алынған ванадийдің сіңіру жолақтарының ИҚ спектрі. Синтезделген үлгілердің ИҚ-спектрінде ортаның сутектік көрсеткішіне қарамастан  $3950-2200 \text{ см}^{-1}$  валенттік тербелістер ауданын және  $2200-450 \text{ см}^{-1}$  деформациялық тербелісінің ауданын бөлуге болады, ол 5-6 суретте, 4-кестеде көрсетілген [4,5,6,7].

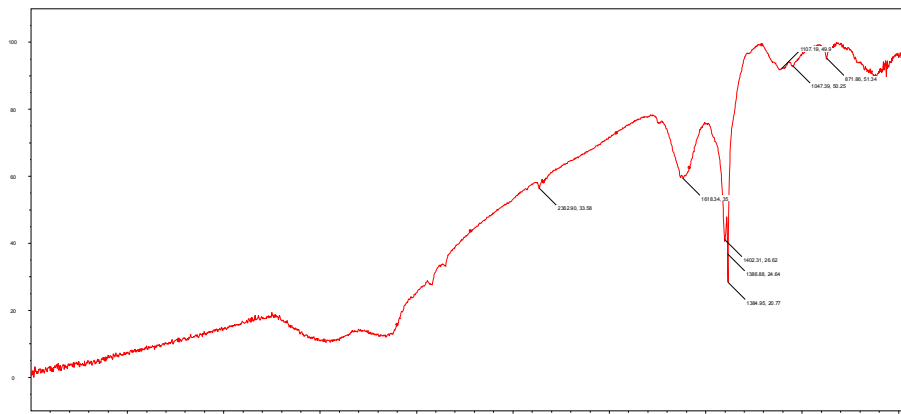
#### Кесте 4

Фосфор шикізатынан алынған ванадийдің сіңіру жолақтарының ИҚ спектрі

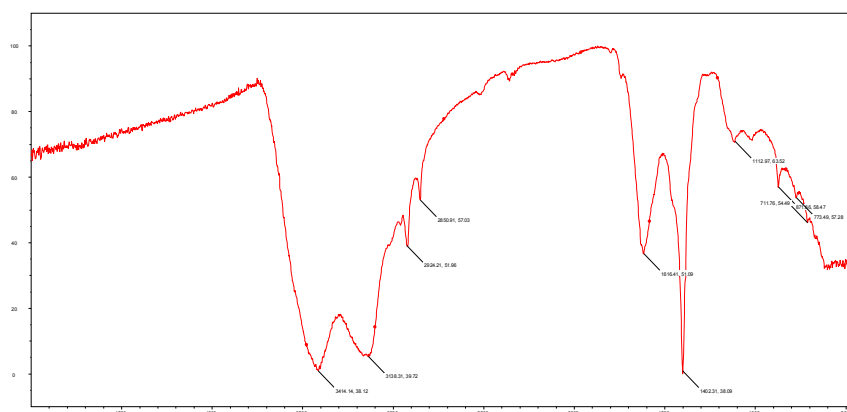
Функционалды топтар	Фосфорит шикізатынан алынған ванадий құрамды сорбенті	Көміртегі нанотүтікшесі өсірілген V құрамды наносорбенті
$\text{H}_2\text{O} (\nu\text{OH})$	3138-3414	3138-3414
C	-	2850-2924
$\text{H}_3\text{PO}_4$	2363	2365
V- $\text{NO}_3$	1618	1616
V-O	1384-1402	1402
V-OH	1107-1047	1112
VO	871	711-871

Төменде берілген 5,6-суретке сәйкес,  $2363-2365 \text{ см}^{-1}$  жиіліктегі әлсіз көрсетілген жолақтар фосфор қышқылына тән, 1618 және 1402  $\text{см}^{-1}$  жиіліктегі қарқынды жолақтар –ванадийдің сульфат немесе нитрат иондарына тән.  $1384-1402 \text{ см}^{-1}$  аймағындағы жиіліктері Ti-O және V-O

байланыстарының деформациялық тербелістеріне,  $1107\text{-}1047\text{ см}^{-1}$  Ti-OH және V-OH байланысының деформациялық жиіліктеріне, ал  $871\text{ см}^{-1}$  TiO қосылыстарының валенттік тербелістеріне сәйкес келеді.



Сурет 5. Фосфор шикізатынан алынған ванадийдің ИҚ-спектрі



Сурет 6. Фосфор шикізатынан алынған және көміртегі нанотүтікшеде өсірілген ванадий құрамды қосылыстардың ИҚ-спектрі

Алынған ИҚ-спектрі нәтижелеріне сәйкес ванадий құрамдас қосылыстар – сульфат және фосфат иондары қосылыстары түрінде болуы мүмкін. Ұнтақ үлгілерді  $600^{\circ}\text{C}$  температурада көміртегі нанотүтікшесінде өсірілген ванадий құрамды наносорбентінің ИҚ-спектрлері анықталды, оның бастапқы ұнтақтан айырмашылығы  $2850\text{-}2924\text{ см}^{-1}$  аралығында көміртегі байланыстарының симметриялы және асимметриялық тербелістеріне сәйкес келеді.

Алынған мәліметтерге сәйкес магний, стронций мен ванадий құрамды фосфорлы қосылыстардың түзілгенін ИҚ-спектрі аймағында түзілгені дәлелденді [4,5,6,7].

Осы көміртегі нанотүтікшеде өсірілген ванадий құрамды наносорбенттердің құрамы мен массалық үлесі 5-кестеде көрсетілген.

Кесте 5

Көміртегі нанотүтікшеде өсірілген ванадий құрамды  
наносорбенттердің құрамы мен массалық үлесі

Сынама	Элемент тің атауы	Салыстыр- малы атомдық массасы, г	Массалық үлесі, %	W/Mr, %	Арифмети- калық есептеу нәтижесі
1	C	12	12,7	1,06	4,24
2	O	16	21,5	1,34	5,36
3	Na	23	18,5	0,8	3,2
4	Mg	24	5,67	0,24	0,96
5	Al	27	5,25	0,19	0,76
6	Si	28	0,34	0,012	0,048
7	P	31	0,24	0,008	0,032
8	Cl	35,5	27,6	0,77	3,08
9	Ca	40	8,09	0,2	0,08
10	Ti	48	0,12	0,0025	1
11	V	51	0,14	0,0027	1,08
12	Mn	55	0,33	0,006	0,024
7	Fe	56	11,9	0,21	0,84
Жалпы форму- ласы	$C_4O_5Na_3MgAlSiPCl_3CaTiVMnFe$ C-O-Na-Mg-Al-Si-P-Cl-Ca-Ti-V-Mn-Fe-.....				

Фосфор шикізатынан алынған және көміртегі нанотүтікшеде өсірілген V құрамды наносорбент элементтерінің құрамын анықтай отырып, жаңа қосылыс түзілгені  $C_4O_5Na_3MgAlSiPCl_3CaTiVMnFe$  дәлелденді. Көптеген жағдайларда фосфор шикізатының құрамында ванадий қосылыстары 1% аспайды, бірақ кейде 5% жоғары болуы мүмкін. Ванадийдің болуын жиірек және көптеген басқа заттардың, мысалы, кендердің, отқа төзімді материалдардың және металлургия өндірісінің өнімдерін сандық талдауға тура келеді, осыған байланысты ванадийді бөлу және анықтау әдістері өте маңызды болып табылады.

#### Ғылыми зерттеу жұмыстары нәтижелерінің қорытындысы:

- Қаратау фосфорит шикізаты және фосфогипстің химиялық құрамы зерттеліп, оның құрамындағы алюминий және ванадий элементтерінің пайыздық мөлшері анықталды;

- фосфор шикізаты және фосфогипс құрамынан алюминий және ванадий қосылыстарын бөліп алудың әдістемесі дайындалды;

- дайындалған әдістеме бойынша алюминий және ванадий қосылыстары бөлініп алынды және алынған сорбенттерге көміртегі нанотүтікшелері өсірілді;

- алынған наносорбенттердің қасиеттерін зерттеу мақсатында физика-химиялық зерттеулер жүргізілді, атап айтқанда, ИҚ-спектроскопия көмегімен анықталып, элементтік талдау жүргізілді;

Осылайша, жүргізілген зерттеулердің нәтижелері Қаратау фосфоритті шикізатынан бағалы алюминий және ванадий қосылыстарын бөліп алып, алюминий-ванадий құрамды сорбенттер дайындауға, сонымен қатар алюминий-ванадилі көміртекті нанокатализаторлар дайындауға болатындығы дәлелденді.



**Әдебиеттер тізімі**

1. Искандиров, М.И. Перед ТОО «Казфосфат» стоят огромные задачи по развитию отечественной фосфорной отрасли -взгляд из региона. [Текст] /М.И. Искандиров – Алматы: Международное информационное агентство «КазИнформ»-2016.-36-41с. www.inform.kz. 01.11.2016.
2. Abdel-Zaher, M. Abouzeid, Physical and thermal treatment of phosphate ores — An overview. Cairo University, Faculty of Engineering, Department of Mining, Giza, Egypt. Int. J. Miner. Process. 2008. 85. PP. 59–84.
3. Mozheiko, F. F., Goncharik I. I., Potkina T. N. Activation of Phosphorite Powder in the Presence of Physiologically Acid Additives // Russian Journal of Applied Chemistry, 2011, Vol. 84, No. 6, PP. 916–920.
4. Дзюба, Е.Д. Исследование дигидратов однозамещенных фосфатов алюминия и кадмия [Текст] /Е.Д. Дзюба,В.В. Печковский, Г.И.Салонец, В.И.Ковалишина, Н.А.Ивкович, А.В.Чубаров.- М.: ЖНХ. – 1982. – Т. 27, № 8. – С.1939-1944
5. Печковского, В.В. Атлас ИК-спектров фосфатов, дифосфаты, метафосфаты[Текст]: монография/ В.В. Печковского. - М.: - Химия, 1971. - 256 с.
6. Накамато, К. Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений [Текст]: монография / К. Накамато. - М.: Мир, 1966. - 122-128 с.
7. Dorozhkin, S.V. Fundamentals of the wet-process phosphoric acid production. Kinetics and mechanism of the phosphate rock dissolution // Ind. Eng. Chem. Res. 1996. Vol. 35. No 11. PP. 4328-4335.

*Материал редакцияға 18.06.21 түсті*

**Х.Р. Садиева, А.Н. Нурлыбаева, Г.А. Сейтбекова, Г.К. Матниязова,  
А.А. Шолақ, Р.Б. Жарлыкапова**

Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

**РАЗДЕЛЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ АЛЮМИНИЯ И ВАНАДИЯ ИЗ СОСТАВА ФОСФОРИТОВ  
КАРАТАУ И СИНТЕЗ АЛЮМИНИЙ-ВАНАДИСОДЕРЖАЩИХ УГЛЕРОДНЫХ  
НАНОЧАСТИЦ**

**Аннотация.** Работа основана на изучении химического состава фосфоритного сырья Каратау и твердых отходов фосфогипса, определении процентного содержания элементов алюминия и ванадия химическими и физико-химическими методами, извлечении соединений алюминия и ванадия из фосфоритовых руд и фосфогипса. Готовили таблетки извыделенных соединений ванадия и алюминия в составе фосфоритов Каратау, а также были выращены на углеродных нанотрубках методом CN-CVD-100 для получения наносорбентов. Для этого приготовлено сорбент на основе соединения алюминия-ванадия в виде таблеток, на металлическом подложке и поместили углеродную нанотрубкуот японской компаний «ULVAC JAPAN, Ltd.» Газообразный метан горит при давлении 260-280 кПа и при температуре 600°C, разлагается на углерод и водород. Свободный атом углерода осаждается на ванадий-алюминиевый сорбент, абсорбируется и превращается в углеродную нанотрубку. Из приготовленных алюминий-ванадиевых сорбентовможно получить нанокатализаторов и наносорбентов в углеродных нанотрубках.

**Ключевые слова:** Фосфориты Каратау, фосфогипс, наночастицы, наносорбенты, нанотрубки.

Kh.R. Sadiyeva, A.N.Nurlybayeva, G.A. Seitbekova,  
G.K.Matniyazova, A.A.Sholak, R.B.Zharlykapova

*Taraz Regional University named after M.Kh. Dulaty, Taraz, Kazakhstan*

**SEPARATION OF ALUMINUM AND VANNADIUM COMPOUNDS FROM THE  
COMPOSITION OF KARATAU PHOSPHORITES AND SYNTHESIS OF ALUMINUM-  
VANNADIUM CONTAINING CARBON NANOPARTICLES**

**Abstract.** The research is based on the study of the chemical composition of Karatauphosphorite raw materials and solid waste phosphogypsum, the determination of the percentage of aluminum and vanadium elements by chemical and physicochemical methods, the extraction of aluminum and vanadium compounds from phosphorite ores and phosphogypsum. For the preparation of nanosorbents from isolated vanadium and aluminum compounds, nanotubes were grown on a carbon nanotube by the CN-CVD-100 method. To do this, prepare an aluminum-vanadium compound sorbent in the form of tablets, put it on a metal tray and "ULVAC JAPAN, Ltd." The device of the Japanese company is embedded in a carbon nanotube. Methane gas burns at a pressure of 260-280 kPa and a temperature of 600°C, decomposes into hydrogen. The free carbon atom lands on the vanadium-aluminum sorbent, is absorbed and grows into a carbon nanotube. Nanocatalysts and nanosorbents can be made from ready-made aluminum and vanadium carbon nanotubes.

**Keywords:** Karatau phosphorites, phosphogypsum, nanoparticles, nanosorbents, nanotube

**References**

1. Iskandirov, M.I. Pered TOO «Kazfosfat» stoyat ogromnyye zadachi po razvitiyu otechestvennoy fosfornoj otrasli –vzglyad iz regiona. [Kazphosphate LLP faces enormous challenges in the development of the domestic phosphorus industry - a view from the region]. - Almaty.: International Information Agency "KazInform" -2016.-36-41p. www.inform.kz. 01.11.2016. [in Russian].
2. Abdel-Zaher, M. Abouzeid, Physical and thermal treatment of phosphate ores — An overview. Cairo University, Faculty of Engineering, Department of Mining, Giza, Egypt. Int. J. Miner. Process. 2008. 85.- P. 59–84.
3. Mozheiko, F. F., Goncharik I. I., Potkina T. N. Activation of Phosphorite Powder in the Presence of Physiologically Acid Additives // Russian Journal of Applied Chemistry, 2011, Vol. 84, No. 6,-PP. 916–920.
4. Dzyuba, Ye.D., Pechkovskiy, V.V. Salonets, G.I., Kovalishina, V.I., Ivkovich, N.A., Chubarov, A.V. Issledovaniye digidratov odnozameshchennykh fosfatov alyuminiya i kadmiya [Study of dihydrates of monosubstituted phosphates of aluminum and cadmium]. – Moscow: ZHNKH. – 1982. – T. 27, No 8. – PP.1939-1944. [in Russian].
5. Pechkovskogo, V.V. Atlas IK-spektrov fosfatov, difosfaty, metafosfaty [Atlas of IR spectra of phosphates, diphosphates, metaphosphates]: monograph. - Moscow: Khimiya, 1971. –PP. 248-256. [in Russian].
6. Nakamoto, K. Infrakrasnyye spektry neorganicheskikh i koordinatsionnykh soyedineniy [Infrared spectra of inorganic and coordination compounds]: monografiya. - Moscow: Mir, 1966. – PP. 122-128. [in Russian].
7. Dorozhkin, S.V. Fundamentals of the wet-process phosphoric acid production. Kinetics and mechanism of the phosphate rock dissolution // Ind. Eng. Chem. Res. 1996. Vol. 35. No 11.-PP. 4328-4335.