





FTAMP 61.31.29

Х.Р. Садиева¹ – негізгі автор, | ©
А.К. Қожахан², Ш.Н. Кубекова³, Г.З. Жанасова⁴,
И.К. Әлімғалиев⁵, Ж.М. Нығметов⁶

 ¹Техн. ғылым. канд., доцент, ^{2,3}Техн. ғылым. канд., қауымдас. профессор,
⁴Магистрант, ⁵Технолог, ⁶Инженер

ORCID ¹<https://orcid.org/0000-0002-8925-8053> ²<https://orcid.org/0000-0001-9006-8997>
³<https://orcid.org/0000-0001-8665-9970>

 ^{1,4}М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан
 ²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан
 ³К.И. Сатпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы қ., Қазақстан
^{5,6}«Атик» ЖШС, Атырау қ., Қазақстан


@ ¹xalipa71@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/IAQL7532>

АЗОТТЫ-ФОСФОРЛЫ-КҮКІРТТІ КЕШЕНДІ ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫ СИНТЕЗДЕП АЛУ

Аңдатпа. Мұнайдан бөлінген күкіртқұрамды заттардың химиялық құрамын химиялық және физико-химиялық әдістер арқылы зерттеу. Зерттелген күкіртқұрамды заттарды NPK(S) және NP(S) тыңайтқыштарын алуға қолдану.

Тірек сөздер: кешенді минералды тыңайтқыштар, мұнай күкірті, азотты-фосфорлы күкіртті, кешенді тыңайтқыштар.

 *Садиева, Х.Р. Азотты-фосфорлы-күкіртті кешенді тыңайтқыштарды синтездеп алу [Мәтін] / Х.Р. Садиева, А.К. Қожахан, Ш.Н. Кубекова, Г.З. Жанасова, И.К. Әлімғалиев, Ж.М. Нығметов // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.328-337. <https://doi.org/10.55956/IAQL7532>*

Кіріспе. Күкіртқұрамды заттардың химиялық қасиеттеріне химиялық сараптама жасап, химиялық құрамын анықтау керек. Оларды шикізат есебінде тыңайтқыш алуға қосып, сұйық комплексті тыңайтқыштар алынады. Сонымен қатар азотты-фосфорлы-күкіртқұрамды қоспалы тыңайтқыштар алынады. Дайын болған азотты-фосфорлы-күкіртті тыңайтқыш өнімдеріне физика-химиялық сараптама жүргізіледі.

Бұл жұмыстың өзектілігі: әрбір территориядағы топырақ құрамдары әртүрлі болады. Кейбір жердегі топырақтың қышқылдылығы рН-5,0-6,0 көрсетіп тұрады. Осы аймақтағы топыраққа қандай элемент жетіспейді, сол элементтерді қоса отырып, қоспалы тыңайтқыштар дайындап, қолданған жағдайда, топырақ құнарлы болып, өсімдіктерге пайдалы болады.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Күрделі кешенді тыңайтқыштарға ұлттық стандарт бойынша химиялық сараптама жүргізу. NPS тыңайтқыштарын алуға қолдану үшін рецептура жасау. Дайын өнімге химиялық сараптама жасау.

Зерттеуге алынған өнімдер: аммофос (моноаммофос, диаммофос), амиакты селитра, мұнайдан бөлінген күкірт.

Химиялық және физика-химиялық әдістер: титриметрлік, фотоколориметриялық, NEX CGII Rigau компаниясының рентгентфлуоресценциялық спектроскопиялық әдіс.

Зерттеу нәтижелері. Күкіртқұрамды заттардың химиялық құрамын зерттей келе, пайдалану аясын кеңейту және NPK(S) және NP(S) тыңайтқыштар жасау үшін алдын ала химиялық құрамы зерттелген күкіртқұрамды заттарды қосып пайдалану.

Күкірт ең маңызды ауыл шаруашылығы және өнеркәсіптік шикізат материалдарының бірі болып табылады және стратегиялық өнім болып есептеледі. Қазіргі уақытта қарапайым күкірттің көп бөлігі тұзсыздандыру процесінде мұнай мен газ өндіруден алынатын жанама өнім ретінде алынады.

Күкірт-күкірт қышқылын өндірудің негізгі көзі, әлемдегі ең көп қолданылатын химиялық зат. Күкірт қышқылы химия және өңдеу өнеркәсібіндегі көптеген процестерде маңызды аралық өнім болып табылады. Күкірт қышқылы сондай-ақ тыңайтқыштар өнеркәсібінде фосфор, азот, калий және сульфат тыңайтқыштарын өндіру үшін пайдаланылады [1]. Күкірт нарығы 2025 жылға қарай 150 млн. тоннаға дейін шоғырланады деп болжануда. Мысалы, Теңіз кен орнының (Атырау обл.) үйінділеріндегі күкірт көлемі қазірдің өзінде 8 млн.тоннадан асқан.

Жоғарыда айтылғанға байланысты, күкірттің структуралық құрамын және физика-химиялық қасиеттерін зерттеу бүгінгі таңда өзекті мәселе болып табылады.

Зерттеу объектісі ретінде Атырау мұнай өңдеу зауыты «АМӨЗ» шыққан техникалық күкірт қарастырылды. Ол сары-жасыл түсті, түйіршік тәрізді зат (1-сурет).



Сурет 1. Техникалық күкірт

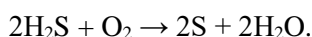
Соңғы уақыт аралығында әлеуметтік-экономикалық және экологиялық қауіпті, антропогендік және табиғи апаттар саны артуда. Қазақстанда жылдан-жылға өнеркәсіптік өндіріс дамып келеді. Осыған байланысты қалдықтардың да көлемі артуда.

Сондықтан өндірістік қалдықтарды өңдеу – елдегі өзекті мәселелердің бірі. Ресми мәліметтерге сәйкес, республика аумағында 22 миллиард тонна өндірістік және тұрмыстық қалдық бар. Жылына 700 млн. тонна өндірістік қалдық түзілсе, оның 250 млн. тоннадан астамы зиянды. Бұған қоса тұрмыстық қатты қалдықтардың 97%-ы құрамына қарай іріктелмейді, әрі санитарлық

талаптарға сай келмейтін зоналарға тасталады. Яғни, қалдықтарды қайта өңдеу әлі күнге дейін шешімін таппаған мәселелердің бірі.

Соның ішінде мұнай-газ, химия өнеркәсіптерінен шыққан өндірістік қалдықтар экологиялық қауіп төндіріп, кәсіпорынның экономикасына шығын келтіреді. Атап айтқанда, мұнай өндірісінің қалдығы – күкірттің зияны орасан зор. Қазақстанда күкірттің қалдығы, әсіресе, Атырау және Батыс Қазақстан облыстарында кездеседі.

Мұнай мен ілеспе газда күкірт сутегі шамамен 14%-ға дейін болады. Ілеспе газы бар мұнай зауытқа келіп түскен кезде оны алдымен сепарациялайды, бөлініп шыққан күкірт сутегі Клаус қондырғысына түседі. Аталған апаратта күкірт сутегінен су және күкірт түзіледі. Күкіртті сутегінің жартылай жану реакциясы:



Реакция нәтижесінде түзілген сұйық күкірт түйіршіктеуге жіберіледі немесе цистерналарға, күкірт карталарына құйылады. Қазіргі уақытта күкірт карталарын жоюға бар күшін жұмсалғанына қарамастан далалық аймақтарда ашық ауадағы күкірттің тау тәрізді сарғыш кесектерін кездестіруге болады [4].

Топыраққа өзгерістер енгізу сияқты ауыл шаруашылығы қолданыстары үшін түйіршіктелген күкірт көбінесе артықшылығы бар болып табылады, өйткені оны жағу және топыраққа енгізу жеңіл. Күкірттің физикалық түріне қарамастан тазарту мен өңдеудің дистилляция, сублимация және сүзу сияқты әртүрлі әдістерінің көмегімен жоғары тазалықпен алынуы мүмкін. Сондықтан күкірттің тазалығы міндетті түрде оның физикалық түрімен емес, өндірістің нақты әдістерімен және сапаны бақылаудың қолданылатын шараларымен анықталады.

Күкіртті аралас және қоспалы тыңайтқыштар алу үшін, оның химиялық құрамын химиялық және физика-химиялық әдістермен анықталды.

Талдау жүргізу. (20,0±0,1) г күкірт сынамасын алдын ала қыздырылған және тұрақты массаға жеткізілген ыдысқа салынады. Тостағаншаны электр плитасына орнатады, күкіртті аздап балқытады және өртейді. Күкірт толық жанғанға дейін 30 минут бойы баяу жануы үшін қыздыру температурасын 220°C-қа жуық ұстайды. Содан кейін ыдысты электр пешіне салады, тұрақты массаға дейін (800±10)°C температурада қыздырады, эксикаторда салқындатады және өлшейді.

Нәтижелерді өңдеу. Күлдің массалық үлесі X , %, формула бойынша есептеледі:

$$X_2 = \frac{m_1 \cdot 100}{m} \quad (1)$$

мұндағы: m_1 – электр пештерінде қыздырудан кейінгі қалдық массасы, г; m – талданатын сынаманың массасы, г.

Күкірт қышқылына қайта есептеудегі қышқылдардың салмақтық үлесін анықтау.

Әдістің мәні. Әдіс қышқыл заттарды судың көмегімен экстракциялауға және алынған сығындыны фенолфталеиннің қатысуымен калий гидроксидімен немесе натрий гидроксидімен титрлеуге негізделген.

Талдау жүргізу. (50±1) г күкіртті өлшеу нәтижесін граммен үш ондық белгіге дейін дәлдікпен жазып, стаканға салып, 25 см³ этил спиртін құяды және

200см³ су қосады. Стаканның ішіндегісін араластырады, стаканды сағаттық шынымен жабады және 15-20 минут бойы қайнатып, арасында араластырып отырады. Салқындатқаннан кейін стаканның құрамын қатпарлы қағаз сүзгі арқылы өлшеуіш колбаға сүзеді, ерітіндінің көлемін СО₂ жоқ сумен белгіге дейін жеткізеді және мұқият араластырады. 100см³ сүзгіні конустық колбаға алады, бюреткадан фенолфталеиннің қатысуымен 1 минут бойы жоғалмайтын ашық қызғылт бояуға дейін калий немесе натрий гидроксиді ерітіндісімен титрлейді. Эквиваленттік нүктесінен (титрлеудің аяқталуы) рН = 8,2-8,3 дейін ала отырып, потенциометр көмегімен титрлеуді жүргізуге рұқсат етіледі.

Зерттеу нәтижелерін талқылау. Х₃ күкірт қышқылына есептегенде қышқылдардың массалық үлесі формула бойынша есептеледі:

$$X_3 = \frac{(V_1 - V_2) \cdot K \cdot 0,00049 \cdot 250 \cdot 100}{100 \cdot m} \quad (2)$$

мұндағы: V₁ – талданатын ерітіндіні титрлеуге жұмсалған натрий немесе калий гидроксиді ерітіндісінің көлемі, см³; V₂ – бақылау сынамасының ерітіндісін титрлеуге жұмсалған натрий немесе калий гидроксиді ерітіндісінің көлемі, см³; 0,00049 ~ натрий немесе калий гидроксиді ерітіндісінің 1см³ дәл 0,01моль/дм³ концентрациясына сәйкес келетін күкірт қышқылының массасы, г; m – күкірт сынамасының массасы, г; K – натрий немесе калий гидроксиді ерітіндісінің концентрациясын дәл 0,01 моль/дм³-ке келтіру үшін түзету коэффициенті.

Органикалық заттардың үлесін салмақтық әдіспен анықтау.

Әдістің мәні. Әдіс (250±10)°С және (800±10)°С температурада сынаманы екі мәрте қыздырғаннан кейін массаның айырмашылығы бойынша қалдықты салмақтық анықтауға негізделген.

Талдау жүргізу. (50±1) г сынаманы алдын ала қыздырылған және өлшенген ыдысқа салады. Сынаманы балқытады және құмды моншада күйдіреді. Содан кейін қалдығы бар ыдысты күкірт іздерін кетіру үшін (250 ± 10)°С температурада 2 сағат бойы қыздырады. Органикалық заттар мен күлден тұратын қалдығы бар ыдысты эксикаторға ауыстырады, салқындатады және өлшейді. Содан кейін тостағанды электр пешіне салады, (800 ± 10)°С температурада тұрақты салмаққа дейін қыздырады, эксикаторда салқындатады және суытады. Барлық өлшеулердің нәтижелері граммен үшінші ондық белгіге дейін жазылады.

Нәтижелерді өңдеу. Органикалық заттардың массалық үлесі Х₅>%, Қашыр формалары бойынша есептеледі:

$$X_5 = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m} \quad (3)$$

мұндағы: m – талданатын сынаманың массасы, г; m₁ – құрамында органикалық заттар мен күл бар қалдықтың массасы, г; m₂ – электр пешінде кальциленгеннен кейінгі қалдық массасы, г.

Талдау нәтижесі үшін екі параллель анықтаманың орташа арифметикалық нәтижесі қабылданады, олардың арасындағы салыстырмалы алшақтық орташа мәннің 30%-на тең рұқсат етілген алшақтық танаспайды.

Талдау нәтижесінің рұқсат етілген салыстырмалы жиынтық қателігінің шегі ± 15%.

Күкірттің массалық үлесін есептеу.

Құрғақ затқа есептегенде күкірттің массалық үлесі X формула бойынша есептеледі:

$$X = 100 - (X_2 + X_3 + X_5) \quad (4)$$

мұндағы: X_2 – күлдің массалық үлесі, %; X_3 – күкірт қышқылына қайта есептегенде қышқылдардың массалық үлесі, %; X_5 – органикалық заттардың массалық үлесі, %.

1. Күлдің массалық үлесін анықтау.

Күлдің массалық үлесі X_2 , %, формула бойынша есептеледі:

$$X_2 = \frac{m_1 \cdot 100}{m} \quad (5)$$

мұндағы: m_1 – электр пештерінде қыздырудан кейінгі қалдық массасы, г; m – талданатын сынаманың массасы, г; $m_1 = (64,7515 - 64,7250) = 0,0265$ г; $m = 20$ г.

$$X_2 = \frac{0,0265 \cdot 100}{20} = 0,13\%$$

2. Күкірт қышқылына қайта есептеудегі қышқылдардың массалық үлесін анықтау.

X_3 күкірт қышқылына есептегенде қышқылдардың массалық үлесі формула бойынша есептеледі:

$$X_3 = \frac{(V_1 - V_2) \cdot K \cdot 0,00049 \cdot 250 \cdot 100}{100 \cdot m} \quad (6)$$

Мұндағы: V_1 – талданатын ерітіндіні титрлеуге жұмсалған натрий немесе калий гидроксиді ерітіндісінің көлемі, см³; V_2 – бақылау сынамасының ерітіндісін титрлеуге жұмсалған натрий немесе калий гидроксиді ерітіндісінің көлемі, см³; 0,00049 ~ натрий немесе калий гидроксиді ерітіндісінің 1 см³ дәл 0,01 моль/дм³ концентрациясына сәйкес келетін күкірт қышқылының массасы, г; m – күкірт сынамасының массасы, г; K – натрий немесе калий гидроксиді ерітіндісінің концентрациясын дәл 0,01 моль/дм³-ке келтіру үшін түзету коэффициенті.

$$m - 50 - V_1 = 100; V_2 = 6,5 \quad pH = 8,26 = 0,0022 \%$$

3. Органикалық заттардың үлесін салмақтық әдіспен анықтау.

Органикалық заттардың массалық үлесі $X_5 > 0\%$, Қашыр формалары бойынша есептеледі:

$$X_5 = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m} \quad (7)$$

мұндағы: m – талданатын сынаманың массасы, г; m_1 – құрамында органикалық заттар мен күл бар қалдықтың массасы, г; m_2 – электр пешінде кальциленгеннен кейінгі қалдық массасы, г. $m_1 - m_2 = (58,9114 - 58,8793) = 0,0321$ г; $m = 50$ г.

$$X_5 = \frac{0,0321 \cdot 100}{50} = 0,064\%$$

4. Күкірттің массалық үлесін есептеу.

$$X = 100 - (X_2 + X_3 + X_5) \quad (8)$$

мұндағы: X_2 – күлдің массалық үлесі, %; X_3 – күкірт қышқылына қайта есептегенде қышқылдардың массалық үлесі, %; X_5 – органикалық заттардың массалық үлесі, %.

$$X = 100 - (0,13\% + 0,064\% + 0,0022\%) = 99,80\%$$

Нәтижелер қорытындысы бойынша зерттелген күкірт Сорт 9950 жатады (1-кесте).

Кесте 1

Техникалық күкірттің норма көрсеткіштері

| Көрсеткіштің атауы | Сорт 9998 | Сорт 9995 | Сорт 9990 | Сорт 9950 | Сорт 9920 |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Күкірттің массалық үлесі, %, кем емес | 99,98 | 99,95 | 99,90 | 99,50 | 99,20 |
| Күлдің массалық үлесі, %, көп емес | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,2 | 0,5 |
| Күкірт қышқылына қайта есептеудегі қышқылдардың массалық үлесі, %, көп емес | 0,01 | 0,03 | 0,06 | 0,25 | 0,4 |
| Органикалық заттардың массалық үлесі, %, көп емес | 0,0015 | 0,003 | 0,004 | 0,01 | 0,02 |

Күкірттің химиялық құрамын анықтай келе, тыңайтқыштар қоспасын алу үшін қолданылуға болады деген оймен NP(S) (16:20:12) ара қатынасында кешенді тыңайтқышын күкірт қосып араластыру арқылы алынды. Дайын болған өнімді NP(S) (16:20:12) сынамасын NEX CGII Rigau компаниясының рентгентфлуоресценциялық спектроскопия аппаратында түсірілді (Алматы қ.), сараптама қорытындысы төмендегі кестеде келтірілген.

Кесте 2

N:P:S-(16:20:12) ара қатынасындағы кешенді тыңайтқыштың рентгентфлуоресценциялық спектроскопия аппаратында түсірілген қорытынды нәтижесі

| № | Компонент тер | Нәтиже бірлігі | Стат. қателік | LLD | LLG Элемент сызығы | Қарқындылық (cps/mA) |
|---|--------------------------------|----------------|---------------|--------|--------------------|----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | MgO | NDmass% | | | | |
| 2 | Al ₂ O ₃ | 2.34mass% | 0.0531 | 0.127 | 0.380 | RX9:Al-K α 46.536 |
| 3 | SiO ₂ | 2.51mass% | 0.0210 | 0.0373 | 0.112 | RX9:Si-K α 197.881 |
| 4 | P ₂ O ₅ | 40.0mass% | 0.0307 | 0.0139 | 0.0416 | RX9:P-K α 13777.360 |
| 5 | Cl | 0.150mass% | 0.0010 | 0.0013 | 0.0040 | RX9:Cl-K α 242.607 |
| 6 | K ₂ O | 0.903mass% | 0.0060 | 0.0036 | 0.0108 | Cu:K-K α 340.120 |
| 7 | CaO | 1.95mass% | 0.0067 | 0.0031 | 0.0092 | Cu:Ca-K α 1230.629 |
| 8 | TiO ₂ | 0.0220mass% | 0.0006 | 0.0012 | 0.0035 | Cu:Ti-K α 29.716 |
| 9 | V ₂ O ₅ | 0.0097mass% | 0.0004 | 0.0008 | 0.0025 | Cu:V-K α 19.022 |

2-кестенің жалғасы

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
|----|---------------------------------|---------------|---------|---------|--------|------------------|----------|
| 10 | Cr ₂ O ₃ | 0.0106mass% | 0.0003 | 0.0005 | 0.0015 | Cu:Cr-K α | 39.148 |
| 11 | MnO | 0.169mass% | 0.0013 | 0.0009 | 0.0026 | Mo:Mn-K α | 256.742 |
| 12 | Fe ₂ O ₃ | 1.94mass% | 0.0037 | 0.0010 | 0.0031 | Mo:Fe-K α | 4237.093 |
| 13 | Co ₂ O ₃ | 0.0081mass% | 0.0006 | 0.0017 | 0.0052 | Mo:Co-K α | 26.456 |
| 14 | NiO | 0.0121mass% | 0.0002 | 0.0003 | 0.0008 | Mo:Ni-K α | 61.692 |
| 15 | CuO | 0.0051mass% | 0.0001 | 0.0002 | 0.0007 | Mo:Cu-K α | 35.753 |
| 16 | ZnO | 0.0159mass% | 0.0002 | 0.0001 | 0.0004 | Mo:Zn-K α | 158.000 |
| 17 | Ga ₂ O ₃ | NDmass% | | | | | |
| 18 | GeO ₂ | NDmass% | | | | | |
| 19 | As ₂ O ₃ | 0.0068mass% | <0.0001 | 0.0001 | 0.0004 | Mo:As-K α | 133.010 |
| 20 | SeO ₂ | NDmass% | | | | | |
| 21 | Br | NDmass% | | | | | |
| 22 | Rb ₂ O | 0.0021mass% | <0.0001 | <0.0001 | 0.0002 | Mo:Rb-K α | 91.742 |
| 23 | SrO | 0.0163mass% | <0.0001 | <0.0001 | 0.0002 | Mo:Sr-K α | 731.440 |
| 24 | Y ₂ O ₃ | 0.0125mass% | <0.0001 | 0.0001 | 0.0004 | Mo:Y-K α | 599.770 |
| 25 | Nb ₂ O ₅ | 0.0013mass% | 0.0002 | 0.0004 | 0.0011 | Al:Nb-K α | 1.161 |
| 26 | MoO ₃ | NDmass% | | | | | |
| 27 | RuO ₂ | NDmass% | | | | | |
| 28 | Rh ₂ O ₃ | NDmass% | | | | | |
| 29 | PdO | NDmass% | | | | | |
| 30 | Ag ₂ O | 0.0019mass% | 0.0001 | 0.0001 | 0.0004 | Al:Ag-K α | 3.409 |
| 31 | CdO | NDmass% | | | | | |
| 32 | In ₂ O ₃ | (0.0003)mass% | 0.0001 | 0.0003 | 0.0008 | Al:In-K α | 0.527 |
| 33 | SnO ₂ | 0.0194mass% | 0.0003 | 0.0004 | 0.0011 | Al:Sn-K α | 29.365 |
| 34 | Sb ₂ O ₃ | 0.0025mass% | 0.0002 | 0.0005 | 0.0014 | Al:Sb-K α | 4.090 |
| 35 | TeO ₂ | 0.0089mass% | 0.0003 | 0.0007 | 0.0022 | Al:Te-K α | 12.864 |
| 36 | I | (0.0012)mass% | 0.0003 | 0.0009 | 0.0028 | Al:I-K α | 1.418 |
| 37 | Cs ₂ O | NDmass% | | | | | |
| 38 | BaO | NDmass% | | | | | |
| 39 | La ₂ O ₃ | NDmass% | | | | | |
| 41 | Pr ₆ O ₁₁ | NDmass% | | | | | |
| 42 | Nd ₂ O ₃ | NDmass% | | | | | |
| 43 | HfO ₂ | 0.0169mass% | 0.0004 | 0.0006 | 0.0017 | Mo:Hf-L α | 47.892 |
| 44 | Ta ₂ O ₅ | NDmass% | | | | | |
| 45 | WO ₃ | (0.0009)mass% | 0.0002 | 0.0006 | 0.0017 | Mo:W-L α | 2.942 |
| 46 | Ir ₂ O ₃ | NDmass% | | | | | |
| 47 | HgO | NDmass% | | | | | |
| 48 | Tl ₂ O ₃ | NDmass% | | | | | |
| 49 | PbO | 0.0014mass% | 0.0001 | 0.0004 | 0.0011 | Mo:Pb-L α | 17.166 |
| 50 | Bi ₂ O ₃ | NDmass% | | | | | |
| 51 | ThO ₂ | NDmass% | | | | | |
| 52 | U ₃ O ₈ | NDmass% | | | | | |
| 53 | Au | NDmass% | <0.0001 | 0.0002 | 0.0006 | Mo:Au-L α | 0.733 |
| 54 | Na ₂ O | NDmass% | | | | | |
| 55 | Sc ₂ O ₃ | NDmass% | 0.0015 | 0.0043 | 0.0129 | Cu:Sc-K α | 0.757 |
| 56 | ZrO ₂ | 0.453mass% | 0.0018 | 0.0003 | 0.0010 | Al:Zr-K α | 429.850 |
| 57 | ReO ₂ | NDmass% | | | | | |
| 58 | Pm ₂ O ₃ | NDmass% | | | | | |
| 59 | Sm ₂ O ₃ | NDmass% | | | | | |

2-кестенің жалғасы

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----|-------|---------------|--------|--------|--------|--------------------|
| 60 | Eu2O3 | NDmass% | 0.0026 | 0.0080 | 0.0239 | Mo:Eu-La 1.341 |
| 61 | Gd2O3 | NDmass% | | | | |
| 62 | Tb4O7 | NDmass% | | | | |
| 63 | Dy2O3 | NDmass% | 0.0031 | 0.0090 | 0.0270 | Cu:Dy-La 20.421 |
| 64 | Ho2O3 | NDmass% | | | | |
| 65 | Er2O3 | NDmass% | 0.0054 | 0.0166 | 0.0498 | Cu:Er-La 0.025 |
| 66 | Tm2O3 | NDmass% | 0.0011 | 0.0033 | 0.0099 | Mo:Tm-La 0.002 |
| 67 | Yb2O3 | (0.0021)mass% | 0.0005 | 0.0013 | 0.0039 | Mo:Yb-La 4.583 |
| 68 | Lu2O3 | NDmass% | | | | |
| 69 | Po | NDmass% | | | | |
| 70 | Pt | NDmass% | | | | |
| 71 | OsO4 | NDmass% | 0.0002 | 0.0006 | 0.0018 | Mo:Os-La 2.211 |
| 72 | Tc | NDmass% | | | | |
| 73 | S | 49.4mass% | 0.0192 | 0.0006 | 0.0019 | RX9:S-Ka 59931.209 |

Бастапқы берілген қоспалардың концентрациясы N:P:S-(16:20:12) % қатынаста болса, тәжірибе жүзінде шыққан қатынастар саны N:P:S-(15,04:20:14,07) % пайызды көрсетіп отыр. Оның себебі аммофос өнімінде жоғарғы сорт марка Б құрамындағы табиғи қоспалардың болуы, оның ішінде микроэлементтердің (алюминий, темір, магний, кальций оксидтері мен фосфаттарының және сирек жер элементтерінің аз көлемдегі қоспа пайыздарының қосынды концентрациясының), болуы жоғарыда көрсетілген NEX CGII Rigau компаниясының рентгенфлуоресценциялық спектроскопия аппаратында түсірілген сараптама қорытындысынан көрініп тұр.

Дайындалған (NPS) өнімі СТ РК «Азотты-фосфорлы-калий-күкіртті» тыңайтқышы «Техникалық жағдайдағы» (NPK – удобрение).Технические условия» негізінде 1-2% пайыздық коэффициент корреляция көрсеткішіне сәйкес келеді.

Қорытынды. Осылайша, осы зерттеудің нәтижелері зерттелген күкірт пен басқа құрғақ тыңайтқыштарға негізделген NPK(S) тыңайтқыштарын өндірудің ұсынылған әдісінің әлеуетін көрсетеді. Бұл әдіс өзінің экономикалық және экологиялық орындылығын растап қана қоймайды, сонымен қатар ауыл шаруашылығындағы өндірістік процесстерді одан әрі зерттеуге және оңтайландыруға жаңа мүмкіндіктер ашады. Мұндай инновацияларды енгізу өнімділікті арттыруға және аграрлық сектордың тұрақты дамуына ықпал етуі мүмкін.

Әдебиеттер тізімі

1. Менковский, М.А. Технология серы [Текст] / М.А. Менковский, В.Т. Яворский. – М.: Химия. 2015. – 328 с.
2. Бабкин, В.В. Фосфорные удобрения России [Текст] / В.В. Бабкин, А.А. Бродский. – М.: ТОО«Агрохимпринт», 2012. – 464 с.
3. Maartensdijk S.A. Direct production of granulated superphosphates and PKcompounds from sulphuric acid, phosphoric acid, rock phosphate and potash // Proceedings of the I.S.M.A. technical conference. Hague, Netherlands, 2006. Vol. 977. P. 200-214.
4. Кувшинников, И.М. Минеральные удобрения и соли: свойства и способы их получения [Текст] / И.М. Кувшинников. – М.: Химия, 2017. – 256 с.
5. Андриянова, Е.А. Зависимость слеживаемости минеральных удобрений от условий хранения [Текст] / Е.А. Андриянова, В.В. Соколов, А.Б. Грибков, И.А. Петропавловский // Материалы международной научно-практического

- семинара «Роль аналитических служб в обеспечении качества минеральных удобрений и серной кислоты». – М.: НИУИФ, 2015. – 87 с.
6. Бродский, А.А. Получение кормовых фосфатов кальция с использованием барабанного гранулятора-сушилки [Текст] / А.А. Бродский, В.И. Родин, Б.В. Левин и др. // Химическая промышленность сегодня. – 2005. – № 7. – С. 19-22.

Материал редакцияға 27.06.24 түсті.

**Х.Р. Садиева¹, А.К. Кожахан², Ш.Н. Кубекова³, Г.З. Жанасова¹, И.К. Алимғалиев⁴,
Ж.М. Нигметов⁴**

¹Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, г.Тараз, Казахстан
²Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
³Казахский национальный исследовательский технический университет имени
Сатпаева, г. Алматы, Казахстан
⁴ТОО «Атик», г. Атырау, Казахстан

СИНТЕЗ АЗОТНО-ФОСФОРНО-СЕРНЫХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ

Аннотация. Исследование химического состава серосодержащих веществ, выделенных из нефти химическими и физико-химическими методами. Использование исследованных серосодержащих веществ для приготовления NPK(S) и NP(S) удобрений.

Ключевые слова: комплексные минеральные удобрения, нефтяная сера, азотно-фосфорно-серные комплексные удобрения.

**Kh.R. Sadiyeva¹, A.K. Kozhakhon², Sh.N. Kubekova³, G.Z. Zhanasova¹, I.K. Alimgaliyev⁴,
Zh.M. Nigmatov⁴**

¹M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan
²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
³Kazakh National Research Technical University named after Satpaev, Almaty, Kazakhstan
⁴“Atik” LLP, Atyrau, Kazakhstan

SYNTHESIS OF NITROGEN-PHOSPHORUS-SULFUR COMPLEX FERTILIZERS

Abstract. Study of the chemical composition of sulfur-containing substances isolated from oil by chemical and physicochemical methods. Use of the studied sulfur-containing substances for the preparation of NPK(S) and NP(S) fertilizers.

Keywords: complex mineral fertilizers, petroleum sulfur, nitrogen-phosphorus-sulfur complex fertilizers.

References

1. Menkovskiy, M.A., Yavorskiy, V.T. Tekhnologiya sery [Sulfur technology]. – Moscow: Chemistry. 2015. – 328 p., [in Russian].
2. Babkin, V.V., Brodskiy, A.A. Fosfornyye udobreniya Rossii [Phosphorus fertilizers of Russia]. – Moscow: Agrokhimprint LLP, 2012. – 464 p., [in Russian].
3. Maartensdijk S.A. Direct production of granulated superphosphates and PKcompounds from sulphuric acid, phosphoric acid, rock phosphate and potash // Proceedings of the I.S.M.A. technical conference. Hague, Netherlands, 2006. Vol. 977. P. 200-214.

4. Kuvshinnikov, I.M. Mineral'nyye udobreniya i soli: svoystva i sposoby ikh polucheniya [Mineral fertilizers and salts: properties and methods of their production]. – Moscow: Chemistry, 2017. – 256 p., [in Russian].
5. Andriyanova, Ye.A., Sokolov, V.V., Gribkov, A.B., Petropavlovskiy, I.A. Zavisimost' slezhivayemosti mineral'nykh udobreniy ot usloviy khraneniya [Dependence of caking of mineral fertilizers on storage conditions] // Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskogo seminar "Rol' analiticheskikh sluzhb v obespechenii kachestva mineral'nykh udobreniy i sernoy kisloty" [Proceedings of the international scientific and practical seminar "The role of analytical services in ensuring the quality of mineral fertilizers and sulfuric acid"]. – Moscow: NIUIF, 2015. – 87 p., [in Russian].
6. Brodskiy A.A., Rodin V.I., Levin B.V. et al. Polucheniye kormovykh fosfatov kal'tsiya s ispol'zovaniyem barabannogo granulyatora-sushilki [Obtaining feed calcium phosphates using a drum granulator-dryer] // Khimicheskaya promyshlennost' segodnya [Chemical industry today], 2005. No. 7. P. 19-22, [in Russian].