

ЕҢБЕК ҚЫЗЫЛ ТУ ОРДЕНДІ  
«Ә. Б. БЕКТҰРОВ АТЫНДАҒЫ  
ХИМИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ ИНСТИТУТЫ»  
АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

# ҚАЗАҚСТАННЫҢ ХИМИЯ ЖУРНАЛЫ

---

---

## ХИМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА

---

---

### CHEMICAL JOURNAL of KAZAKHSTAN

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
«ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКИХ НАУК  
им. А. Б. БЕКТУРОВА»

**4 (68)**

ОКТАБРЬ – ДЕКАБРЬ 2019 г.  
ИЗДАЕТСЯ С ОКТАБРЯ 2003 ГОДА  
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

АЛМАТЫ  
2019

С. С. САТАЕВА, А. У. ИМАНГАЛИЕВА

Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті,  
Орал, Қазақстан Республикасы

## АТЫРАУ МҰНАЙ ӨНДЕУ ЗАУЫТЫНДАҒЫ КҮКІРТТІҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІ

**Аннотация.** Ұсынып отырған мақалада Атырау мұнай өңдеу зауытындағы қосымша өнім техникалық күкірті қарастырылған. Күкірттің физика-химиялық көрсеткіштері: күлділігі, қышқылдығы, органикалық заттар, күкірттің массалық үлесі және су анықталды. JSM-6490LV растрлық электронды микроскобымен структуралық құрамы зерттелді. Техникалық күкірт 99,90 % негізі элемент күкірттен тұрады. Келтірілген физика-химиялық көрсеткіштер техникалық өнім шарттарына сай екені тұжыра көрсетілген.

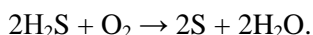
**Түйін сөздер:** қалдық күкірт, құрылымдық құрам, физика-химиялық көрсеткіштер: күлділік, қышқылдық, органикалық заттар, күкірттің массалық үлесі, су.

Соңғы онжылдықтарда экологиялық және әлеуметтік-экономикалық қауіпті, табиғи және антропогендік апаттар саны көбеюде. Қазақстанда жылдан-жылға өнеркәсіптік өндіріс өсіп келеді. Осыған байланысты қалдықтар да пропорционалды көлемде 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 аппаратта 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 күш жұмсалғанына қарамастан, далалық аймақтарда ашық ауадағы күкірттің тау тәрізді сарғыш кесектерін кездестіруге болады.

Күкірт IV-ші қауіптілік класына жатады. Ол қоршаған ортаға және тұрғындар денсаулығына өте зиянды. Күкірт созылмалы кератоконъюнктивиттер (көз қабығының және конъюнктивиттің қабыну жағдайы), өкпе (жиі бронхит) және мұрын (ринит), асқазан, ішек жүйесі бұзылуы, жиі себепсіз бас ауруы, ұйқысыздық, бас айналуы және тұрақты күш төмендеуі, тершеңдік, гипотония, әлсіз тәбет, тері ауруларын (экзема, дерматиттер) тудырады. Күкіртті өндірістің тұрақты қызметкерлерінен қан анализдерін тапсыру кезінде анизоцитоз, моноцитоз, анемия байқалады. Демек, ашық аспан астында күкіртті сақтауға болмайды [1].

Күкірт нарығы 2020 жылға қарай 150 млн. тоннаға дейін шоғырланады деп болжануда. Мысалы, Тенгиз кен орнының (Атырау обл.) үйінділеріндегі күкірт көлемі қазірдің өзінде 8 млн.тоннадан асқан.

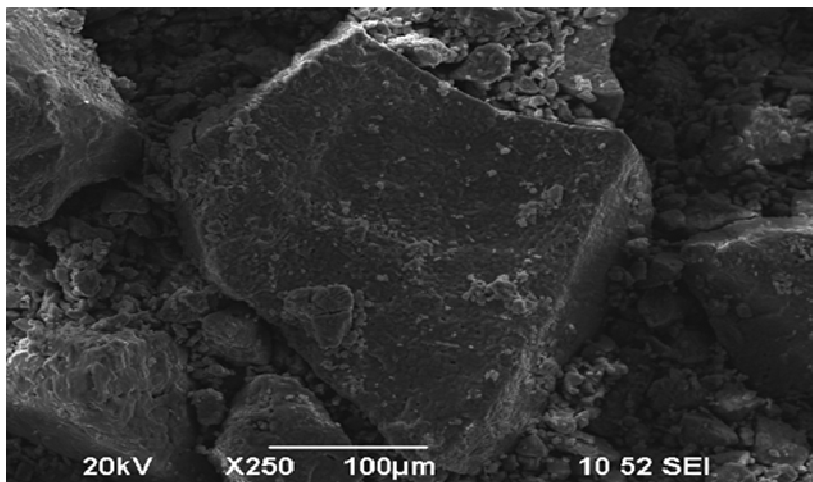
Жоғарыда айтылғанға байланысты, күкірттің структуралық құрамын және физика-химиялық қасиеттерін зерттеу бүгінгі таңда өзекті мәселе болып табылады.

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



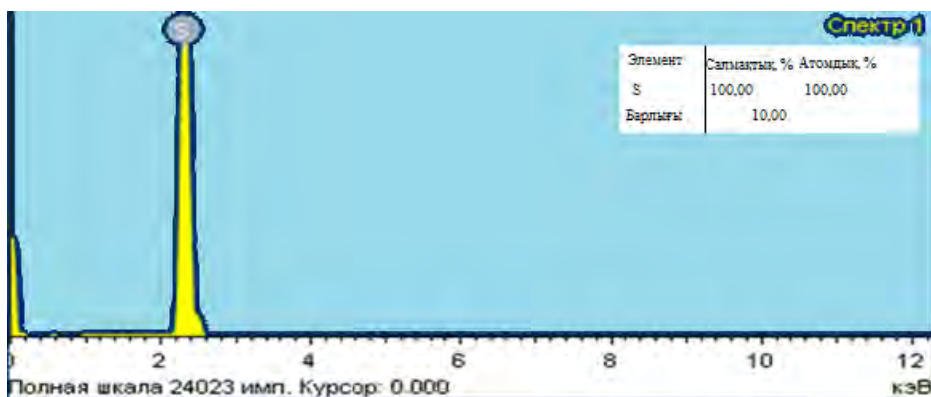
1-сурет – Техникалық күкірт

Техникалық күкірттің структуралық құрамы JSM-6490LV (JOEL фирмасы, Жапония, STRUERS Дания) растрлы электрондық микроскобымен зерттелді. Растрлы электрондық микроскоп (РЭМ) - зерттелетін үлгінің беті бойынша электрондардың жұқа шоғырын телевизиялық принцип негізінде зерттейтін аспап (2-сурет).



2-сурет – Техникалық күкірттің құ көрінісі

Электрондық микроскоп көмегімен техникалық күкірттің жекелеген кристалдарының пішіні мен өлшемдері, кристалдардың өсуі мен бұзылу процестері, дәндердің шекарасында өтетін процестер, термиялық өңдеу мен салқындату кезіндегі фазалық түрленулері қарстырылды. Үлгінің бетіне түсетін электрондардың шоғыры күкіртпен өзара әрекеттеседі, соның салдарынан бірқатар физикалық құбылыстар пайда болады [2]. Техникалық күкірттің құрамы 3-ші суретте берілген.



3-сурет – Техникалық күкірт құрамы

Техникалық күкірттің құрамы 99,90 % негізгі күкірт элементі екендігі анықталынды.

Сонымен қатар техникалық күкірттің физика-химиялық көрсеткіштері: күлділігі, қышқылдар, органикалық заттар, күкірттің массалық үлесі және су МЕМСТ 127.2-93 «Техникалық күкірт» бойынша анықталды [3]. Көрсеткіштерді нақты анықтау үшін техникалық күкірттің 3 үлгісі алынып орташа мәндері есептелді.

Техникалық күкірт құрамындағы күкірттің сапасына тікелей әсер ететін көрсеткіш - күлдің массалық үлесі (1-кесте). Бұл көрсеткіш күкірттің қалдық массасын  $(800 \pm 10)^\circ\text{C}$  температурада сынаманы қыздыруға негізделген. Келесі формуламен анықталды:

$$X_1 = \frac{m_1 \cdot 100}{m}, \quad (1)$$

мұнда  $m_1$  – электр пешінде қыздырғаннан кейінгі күкірт қалдығының салмағы, г;  $m$  – талданатын сынаманың салмағы, г.

1-кесте – Техникалық күкірттің күлділігін анықтау нәтижелері

Үлгі	m, г	$m_1$ , г	$X_1$ , %	$X_{1орт.}$
I	20	0,0040	0,0200	0,0200
II	20	0,0039	0,0195	
III	20	0,0041	0,0205	

Техникалық күкірттің маңызды көрсеткіштерінің бірі –қышқылдығы. Ол күкірт қышқылына қайта есептегендегі қышқылдардың массалық үлесі ( $X_2$ , %). Келесі формула (2) бойынша есептелді.

$$X_2 = \frac{(V_1 - V_2) \cdot K \cdot 0.00049 \cdot 250 \cdot 100}{100 \cdot m}, \quad (2)$$

мұнда  $V_1$  – нөлдік ерітіндіні титрлеуге кеткен натрий гидроксидінің көлемі,  $\text{см}^3$ ;  $V_2$  – анықталатын сынаманы титрлеуге кеткен натрий гидроксидінің көлемі,  $\text{см}^3$ ;  $0,00049 \sim 1 \text{ см}^3$  көлемдегі ерітіндіге сәйкес келетін күкірт қышқылының салмағы;  $m$  – сынауға алынған күкірттің салмағы, г;  $K$  – түзету коэффициенті.

Техникалық күкірттің қышқылдылығын анықтау нәтижелері 2-ші кестеде берілген.

2-кесте – Техникалық күкірттің қышқылдылығын анықтау нәтижелері

Үлгі	m, г	$V_1$ , $\text{см}^3$	$V_2$ , $\text{см}^3$	$X_2$ , %	$X_{2орт.}$
I	50	100	38	0,001500	0,001400
II	50	100	40	0,001470	
III	50	100	42	0,001421	

Техникалық күкірттің анықталатын көрсеткішінің бірі органикалық заттардың массалық үлесі. Органикалық заттардың массалық үлесі ( $X_3$ , %), келесі формула бойынша есептелді:

$$X_3 = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m}, \quad (3)$$

мұнда  $m$  – талданатын сынаманың салмағы, г;  $m_1$  – техникалық күкірттің құрамындағы органикалық заттардың салмағы, г;  $m_2$  – сынаманы күйдіргеннен кейінгі қалдық салмақ, г.

Техникалық күкірттің құрамындағы органикалық заттардың салмағын анықтау нәтижелері 3-ші кестеде көрсетілген.

3-кесте – Техникалық күкірттің құрамындағы органикалық заттардың салмағын анықтау нәтижелері

Үлгі	m, г	$m_1$ , г	$m_2$ , г	$X_3$ , %	$X_{3\text{орт}}$
I	50	0,01	0,00500	0,01000	0,009
II	50	0,01	0,00489	0,01022	
III	50	0,01	0,00490	0,01020	

Техникалық күкірттің тағы да бір маңызды көрсеткіштерінің бірі – күкірттің массалық үлесі ( $X_4$ ). төмендегі формула бойынша анықталды:

$$X_4 = 100 - (X_1 + X_2 + X_3), \quad (4)$$

мұнда  $X_1$  – күлдің массалық үлесі, %;  $X_2$  – күкірт қышқылына қайта есептегендегі қышқылдардың массалық үлесі, %;  $X_3$  – органикалық заттардың массалық үлесі, %.

Техникалық күкірттің құрамындағы күкірттің массалық үлесін анықтау нәтижелері 4-ші кестеде көрсетілген.

4-кесте – Техникалық күкірт құрамындағы күкірттің массалық үлесін анықтау нәтижелері

Үлгі	$X_1$ , %	$X_2$ , %	$X_3$ , %	$X_4$ , %	$X_{4\text{орт}}$
I	0,0200	0,001500	0,01000	99,98	99,98
II	0,0195	0,001470	0,01022	99,98	
III	0,0205	0,001421	0,00702	99,98	

Техникалық күкірттің келесі көрсеткіші судың массалық үлесі. Судың массалық үлесі ( $X_5$ , %), сынаманы кептіру кезінде салмақтың жоғалуына  $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ -та негізделген. Бұл көрсеткіш келесі формула бойынша есептелді:

$$X_5 = \frac{m_1 \cdot 100}{m}, \quad (5)$$

мұнда  $m$  – техникалық күкірттің салмағы, г;  $m_1$  – кептіруден кейінгі күкірттің салмағы, г.

Техникалық күкірттің құрамындағы судың массалық үлесін анықтау нәтижелері 5-ші кестеде көрсетілген.

5-кесте – Техникалық күкірт құрамындағы судың массалық үлесін анықтау нәтижелері

Үлгі	m, г	m <sub>1</sub> , г	X <sub>5</sub> , %	X <sub>5орг.</sub>
I	110	22	0,20	0,19
II	110	20	0,18	
III	110	21	0,19	

Техникалық күкірттің көрсеткіштері: күкірттің массалық үлесі, күлділігі, күкірт қышқылына қайта есептегендегі қышқылдар, органикалық заттар және судың массалық үлесі МЕМСТ 127.2-93 пен салыстырылды (6-кесте).

6-кесте – Техникалық күкірт көрсеткіштері

Көрсеткіштер атауы	«АМӨЗ» ЖШС техникалық күкірті	МЕМСТ 127.2-93 бойынша
Күкірттің массалық үлесі, %	99,97	99,99
Күлдің массалық үлесі, %	0,02	0,02
Күкірт қышқылына қайта есептегендегі қышқылдардың массалық үлесі, %	0,00125	0,00150
Органикалық заттардың массалық үлесі, %	0,01	0,01
Судың массалық үлесі, %	0,19	0,20

Техникалық күкірттің құрамындағы күкірттің, күлдің, күкірт қышқылына қайта есептегендегі қышқылдардың, органикалық заттардың, судың массалық үлесі техникалық шарттарға сай екендігі дәлелденді.

Сонымен, жұмыста Атырау мұнай өңдеу зауытының қалдық техникалық күкірті зерттелді. JSM-6490LV растрлық электронды микроскоп арқылы структуралық құрамы қарастырылды. Қалдық техникалық күкірттің физика-химиялық көрсеткіштері: күкірттің массалық үлесі, күлділігі, қышқылдар, органикалық заттар және су анықталды. Техникалық күкірттің құрамы 99,90 % күкірттен тұратыны және аталған көрсеткіштер МЕМСТ 127.1-93 сай екендігі дәлелденді.

Зерттелген қалдық техникалық күкірті: күкірт қышқылы, күкіртті цемент, минералды тыңайтқыштар, бояу, эбонит, күкіртті бетон, күкіртті бентонит өндіруде; каучук, түтіндік оқ-дәрі мен пиротехникалық снарядтар алуда, фармацевтикада жақпа дайындау үшін және өсімдік зиянкестерімен күресуде фунгицид ретінде т.б. салаларда қолдануға мүмкіндік бар деп қорытындылауға болады [4].

ӘДЕБИЕТ

- [1] Худяков В.А., Прошин А.П., Кислицына С.Н. Современные композиционные строительные материалы. – М.: Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2006. – 141 с.
- [2] Стоянов С.О., Нуриев Н.К. Технологическая линия по производству серных и других гомогенных композиций // Вестник Казан. техн. ун-та. Химическая технология. – 2010. – Т. 16, № 14. – С. 47-49.
- [3] ГОСТ 127.2-93. Сера техническая. Методы испытаний. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 52 с.
- [4] Королев Е.В. Структура и свойства особо тяжелых серных композиционных материалов: Дис. ... канд. хим. наук. – Пенза: ПГАСА, 2000. – 198 с.

REFERENCES

- [1] Khudyakov V.A., Proshin A.P., Kislitsyna S.N. Modern composite building materials. M.: Publishing House of the Assots. building universities, 2006. 141 p.
- [2] Stoyanov S.A., Nuriev N.K. Technological line for production of sulfuric and other homogeneous compositions // Herald of the Kazan. tech. univ. Chemical technology. 2010. Vol. 16, N 14. P. 47-49.
- [3] GOST 127.2-93. Sulphur technical. Test method. In. 1997-01-01. M.: IPK Publishing standards, 2002. 52 p.
- [4] Korolev E.V. Structure and properties of especially heavy sulfur composite materials: Dis. .... Cand. chem. sciences'. Penza: SCIENTIFIC, 2000. 198 p.

Резюме

*С. С. Сатаева, А. У. Имангалиева*

ИССЛЕДОВАНИЕ  
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕРЫ  
АТЫРАУСКОГО НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА

**Аннотация.** В работе рассмотрены отходы нефтепереработки серы Атырауского нефтеперерабатывающего завода (АНПЗ). Исследованы основные показатели технической серы: процентное содержание серы в составе серного отхода, зола, кислотности в пересчете на серную кислоту, органические вещества и вода. Проведен структурный анализ технической серы на электронном растровом микроскопе JSM - 6490LV.

Полученные экспериментальные данные соответствуют ГОСТ 127.1-93 «Техническая сера». Установлено, что в составе технической серы содержится 99,90 % серы.

**Ключевые слова:** отходы серы, структурный состав, физико-химические показатели: массовая доля серы, зольность, кислотность, органические вещества, вода.



---

---

### Summary

*S. S. Satayeva, A. U. Imangaliyeva*

#### STUDY OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF THE SULFUR OF ATYRAU OIL REFINERY

The paper deals with sulfur waste Atyrau refinery (ANPP). The main indicators of technical sulfur were investigated: the percentage of sulfur in the composition of sulfur waste, ash, acid in terms of sulfuric acid, organic substances, water and this waste of production was investigated by an electronic scanning microscope JSM - 6490LV.

The experimental data obtained correspond to GOST 127.1-93 "Technical sulfur". It is proved that 99.90 % sulfurs contained in technical sulfur.

**Keywords:** sulfur waste, structural composition, physical and chemical parameters: sulfur, ash, acidity, organic matter, water.