

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Satbayev University

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

ӘОЖ 622.765

Қолжазба құқығында

Көшер Ғалымжан Көпжасарұлы

МАГИСТЕРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

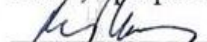
Магистр академиялық дәрежесін алу үшін дайындалған

Диссертация тақырыбы: «Күлқождық қалдықтардан темірді бөліп алуды зерттеу»

Дайындық бағыты 7М07223 – Metallургия және пайдалы қазбаларды байыту

Ғылыми жетекші:

т.ғ.к., профессор

 Шаутенов М.Р.

«10» 06 2021 ж.

Рецензент:

т.ғ.к., «МЖКБИ» АҚ, флотореагенттер және байыту зертханасының жетекші ғылыми қызметкері

 Турысбеков Д.К.

«10» 06 2021 ж.

Норма бақылау:

PhD докторы, сениор-лектор

 Дюсенова С.Б.

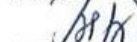
«10» 06 2021 ж.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНТУ им.К.И.Сатпаева»
Институт Metallургии и
Промышленной инженерии

ҚОРҒАУҒА БЕКІТІЛДІ

МЖПҚБ каф. меңгерушісі,

т.ғ.к.

 Барменшинова М.Б.

«14» 06 2021 ж.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Satbayev University

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

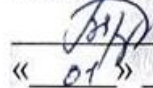
Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

7M07223 – «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту»

БЕКІТЕМІН

МжПҚБ каф. меңгерушісі

техн.ғылым. канд.

 Барменшинова М.Б.
« 01 » 02 2021 ж.

**Магистрлік диссертацияны орындауға
ТАПСЫРМА**

Магистрант: *Көшер Ғалымжан Көпжасарұлы*

Тақырыбы: *Күлқождық қалдықтардан темірді бөліп алуды зерттеу*

Университет ректорының 2019 жылғы «03» жетоқсандағы № 435-М бұйрығымен бекітілді.

Аяқталған диссертацияны тапсыру мерзімі *«13» 06 2021 ж.*

Магистрлік диссертацияға бастапқы деректер: *Степногор ЖЭО-ның күлқождық қалдықтары. Химиялық, физикалық, минералогиялық, фракциялық, елеушті, седиментациялық, кинетикалық спектрлі талдау және тағы басқа талдау әдістері.*

Магистрлік диссертацияда әзірленетін сұрақтар тізбесі:

- а) Степногор ЖЭЦ-ның күлқождық қалдықтарының гранулометриялық құрамы зерттеу;*
- б) Күлқождық қалдықтардың сынамасындағы пайдалы компоненттердің түрлері мен химиялық құрамы зерттеу;*
- в) Күлқождық қалдықтан темірді гравитациялық байыту әдістерімен бөліп алуды зерттеу;*
- г) Магнитті байыту әдістерімен күл-қож қалдықтарынан өнімдерді бөлу бойынша зерттеулер;*

Демонстрациялық графикалық материалды зерттеу нәтижелері кем дегенде 10 слайд ұсынылуы керек.

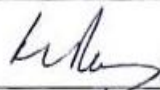
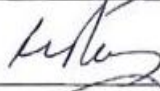
Магистрлік диссертацияны дайындау

КЕСТЕСІ

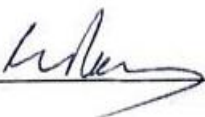
Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелер тізбесі	Ғылыми жетекшіге және кеңес берушілерге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Аналитикалық шолу	05.03.2021ж	оралды
Талдау мен зерттеудің негізгі әдістері	05.04.2021ж	оралды
Тәжірибелік бөлім	05.05.2021ж.	оралды

Аяқталған магистрлік диссертацияға қатысты диссертацияның бөлімдерін көрсете отырып, кеңес берушілер мен норма бақылаушының

ҚОЛДАРЫ

Бөлімнің атауы	Кеңес беруші, А.Ә.Т. (ғыл. дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Аналитикалық шолу	Техника ғылымдарының кандидаты, профессор М.Р. Шаутинов	10.06.2021ж	
Талдау мен зерттеудің негізгі әдістері		10.06.2021ж	
Тәжірибелік бөлім		10.06.2021ж.	
Норма бақылау	доктор PhD, лектор С.Б. Дюсенова	10.06.2021ж.	

Ғылыми жетекші



М.Р.Шаутинов

Тапсырманы білім алушы орындауға қабылдады



Ғ.К. Көшер

Күні

« 10 » 06 2021 ж.

АҢДАТПА

Мақалада көмірді жағудан күлқож қалдықтарын құрамында темір бар өнімді ала отырып, гравитациялық-магниттік байыту әдістерімен қайта өңдеу мүмкіндігі қарастырылған. Техногендік шикізаттың осы түрін пайдалы компонент алумен қайта өңдеу экологиялық осал табиғи жүйелерге және онда тұратын халыққа жоғары техногендік жүктемені төмендетуге мүмкіндік береді. Степногорск ЖЭО жұмыс істеп тұрған және жатқан алтын үйіндісінен күл сынамасын іріктеу негізінде ірілендірілген-зертханалық сынақтар жүргізілді.

Зерттелетін материалдың гранулометриялық құрамы және ондағы алтын мен темірдің фракцияларға таралуы зерттелді. Күлқож қалдықтарының ірі түйіршікті фракцияларының негізгі минералдары-муллит, магнетит, кварц және гемматит кристаболиті, кальцит, гипс қоспасы бар екені анықталды. Химиялық құрамда алюминий, кремний, темір, кальций басым.

Күлқож қалдықтарының ірі түйіршікті материалын ортадан тепкіш аппараттарды пайдалана отырып гравитациялық байыту жүзеге асырылды. Біріктірілген концентратты магниттік сепарациямен тазалау, шығуы 10,1%, құрамында темір бар – 58,02%, бөліп алу кезінде – 85,89% магниттік өнімді алу зерттелінді.

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрена возможность переработки золошлаковых отходов от сжигания углей с получением железосодержащего продукта, гравитационно-магнитными методами обогащения. Переработка данного вида техногенного сырья с получением полезного компонента, даст еще возможность снизить высокие техногенные нагрузки на экологические уязвимые природные системы и проживающие в них население. Проведены укрупненно-лабораторные испытания на основе отбора пробы золы из действующего и лежалого золотоотвала Степногорской ТЭЦ.

Исследованы гранулометрический состав исследуемого материала и распределение в нем золота и железа по фракциям. Главными минералами грубозернистой фракций золошлаковых отходов является муллит, магнетит, кварц и с примесью гемматита кристаболита, кальцита, гипса. В химическом составе преобладают алюминий, кремний, железо, кальций.

Осуществлялось гравитационное обогащение грубозернистого материала золошлаковых отходов с использованием центробежных аппаратов. Перечистка объединенного концентрата магнитной сепарацией, позволила получить магнитный продукт с выходом 10,1%, содержанием железа – 58,02% при извлечении – 85,89%.

ANNOTATION

The article considers the possibility of processing ash and slag waste from coal combustion to produce an iron-containing product, using gravitational-magnetic methods of enrichment. Processing of this type of man-made raw materials to obtain a useful component will also make it possible to reduce the high man-made loads on environmentally vulnerable natural systems and the population living in them. Large-scale laboratory tests were carried out on the basis of ash sampling from the existing and decayed gold dump of the Stepnogorskaya CHPP.

The granulometric composition of the material under study and the distribution of gold and iron in it by fractions are studied. The main minerals of the coarse-grained fractions of ash and slag waste are mullite, magnetite, quartz and with an admixture of gemmatite, cristabolite, calcite, gypsum. The chemical composition is dominated by aluminum, silicon, iron, and calcium.

Gravity enrichment of coarse-grained material of ash and slag waste was carried out using centrifugal apparatuses. Cleaning the combined concentrate by magnetic separation allowed to obtain a magnetic product with a yield of 10.1%, an iron content of 58.02% , and an extraction rate of 85.89%.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ.....	8
1 Күл-қож қалдықтарының гранулометриялық және заттық құрамын зерттеу	9
1.1 Күл-қож қалдықтарын гранулометриялық талдау	9
1.2 Бос алтынның таралуы мен магнетит сферасының гранулометриялық құрамына байланысты байланысын зерттеу.....	16
1.3 Жұмыс әдістемесі және қолданылатын жабдық.....	28
2.Магнитті байыту әдістерімен күл-қож қалдықтарынан безді өнімдерді бөлу бойынша зерттеулер.....	43
2.1 Күл-қож қалдықтарынан пайдалы компоненттерді байытудың гравитациялық әдістерімен зерттеу.....	54
ҚОРЫТЫНДЫ.....	58
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ.....	59
ҚОСЫМША А	60

КІРІСПЕ

Байыту өнімдерінен алтын алуды гидрометаллургиялық аяқтай отырып, гравитациялық-магниттік схема бойынша алтын мен темір құрауыштарды күл-қож қалдықтарынан алудың тиімді технологиясын әзірлеу. Шешілетін проблеманың қазіргі жай-күйін және оның өзектілігін бағалау. Қазіргі уақытта кенді минералдық шикізат қорларының сарқылуымен техногендік шикізатты, мысалы, Екібастұз көмірін жағу күлін қайта өңдеу қажеттілігі пайда болуда. Жыл сайын көмірді жағу кезінде 25-тен 38 млн. тоннаға дейін күл түзіледі және өзінің ауқымы бойынша күлдің жинақталуы табиғи процестермен салыстырылады. Техногендік шикізаттың осы түрін қайта өңдеу олардан пайдалы компоненттерді алумен қатар өнеркәсіптік аймақтардың өндіруші қайта өңдеу кәсіпорындарының экологиялық осал табиғи жүйелерге және онда тұратын халыққа жоғары техногендік жүктемелерін төмендетуге мүмкіндік береді.

Жағылатын көмірсутектер табиғи сорбенттер бола отырып, құрамында сирек кездесетін жерлер мен бағалы металдарды қоса алғанда, көптеген құнды пайдалы элементтердің қоспалары бар. Күйген кезде олардың күлдегі мөлшері бірнеше есе артады және өнеркәсіптік қызығушылық тудыруы мүмкін. Күл-қож қалдықтарын қайта өңдеу мен пайдаланудың жүзден астам технологиялары белгілі, олар негізінен күлді құрылыс және құрылыс материалдарын өндіруде қолдануға арналған, олардан улы және зиянды, сондай-ақ пайдалы және құнды компоненттерді алуды қарастырылмайды. Сондықтан техногендік шикізаттың осы түрін қайта өңдеу технологиясын әзірлеу бойынша зерттеулер жүргізу өзекті болып табылады.

Қазақстанның күл-шлак қалдықтары Екібастұздағы энергетикалық көмірдің ірі кен орнын ашуға және халық шаруашылығының көптеген энергетикалық проблемаларын шешуге мүмкіндік берген, оған байланған жылу электр станцияларын салуға міндетті. Үлкен көмір кен орындары және карьердің арзан әдісі, көмірге тұрақты сұраныс, оның жоғары күліне (31-43%) қарамастан, көмір өндірудің өсуіне әкелді. Екібастұз бассейні көмірінің жалпы қоры 11301 млн. т бағаланады, бұл жүз жылға шикізатпен қамтамасыз етілуіне кепілдік береді. Жыл сайын көмірді жағу кезінде 25-тен 38 миллионға тоннаға дейін пайда болады күл және оның масштабында күлдің жинақталуы табиғи процестермен салыстырылады. Кәдеге жарату да осындай қарқынмен жүргізілуі тиіс, ал бұрын жинақталған күл үйінділері пайдалы компоненттерді өндіру үшін резерв ретінде пайдаланылуы мүмкін.

1 Күл-қож қалдықтарының гранулометриялық және заттық құрамын зерттеу

1.1 Күл-қож қалдықтарын гранулометриялық талдау

Зерттеуге арналған сынама Степногорск жылу электростанциясынан шыққан ірі түйірлі, қож материалының таралу аймағындағы құбыр маңындағы кеңістіктен алынды.

Зерттелетін материалдың гранулометриялық құрамы және ондағы алтын (атомдық-абсорбциялық талдау) мен темірдің фракциялар бойынша таралуы 1-кестеде келтірілген.

1 кесте – Алтын мен темірдің фракциялар бойынша гранулометриялық құрамы және таралуы

Ірілік классы, мм	Шығымы		Үлесі		Бөлу алу, %	
	г	%	Au, г/т	Fe, %	Au	Fe
+2	147	9,16	0,09	9,08	6,15	5,53
-2+0,25	432	26,92	0,18	} 15,59	36,92	} 58,93
-0,25+0,1	478	29,78	0,13		30,0	
-0,1+0,044	503	31,34	0,10	16,92	23,85	35,33
-0,044+0	45	2,80	0,13	4,45	3,08	0,21
Бастапқы сынама	1605	100	0,13 (0,15)	15,00	100	100

Минералды және химиялық құрамының үлгісі. Минералды құрамды зерттеу кезінде микроскопиялық зерттеулерден басқа рентген - дифрактометриялық зерттеулер қолданылды, сонымен қатар химиялық талдау негізінде химиялық құрам ескерілді. Алғаш рет барлық фракциялар мен бастапқы материалдар егжей-тегжейлі зерттелініп 2-9 кестелерде келтірілген және 1-4 суретте көрсетілген.

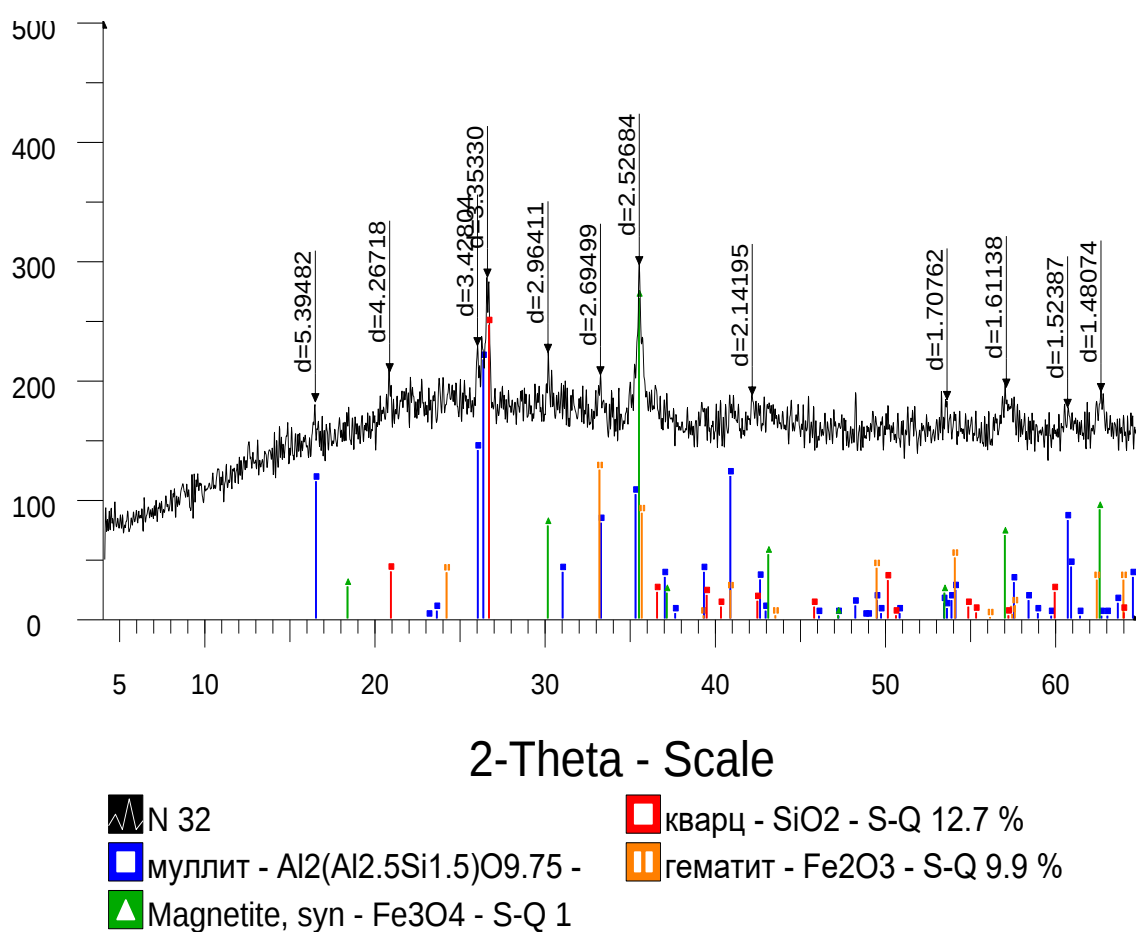
Күл-қож қалдықтарының ірі түйіршікті бөлігінің негізгі минералдары- муллит, магнетит, гематит, кристобаллит, кальцит, гипс қоспасы бар кварц. Химиялық құрамда алюминий, кремний, темір, кальций басым. Титан, марганец, кейде хром тұрақты және маңызды қоспа ретінде анықталды.

Жартылай сандық рентген фазалық талдау нәтижелері

Фазаның атауы	Формула	Концентрациясы, %
Муллит	$Al_2(Al_{2.5}Si_{1.5})O_{9.75}$	54,7
Magnetite	Fe_3O_4	21,9
Кварц	SiO_2	16,4
Гематит	Fe_2O_3	7,1

2 кесте – Күлқож қалдықтары минералдарының жазықтықаралық арақашықтығы және фазалық құрамы

$d, \text{\AA}$	$I \%$	Фаза
5.39482	61.3	Муллит
4.26718	69.7	Кварц
3.42804	77.1	
3.35330	96.5	
2.96411	75.3	
2.69499	68.9	Гематит, муллит
2.52684	100.0	Магнетит
2.14195	63.2	
1.70762	61.9	
1.61138	65.4	
1.60001	62.9	
1.52387	59.7	
1.48074	64.1	



1 сурет – Күлқож қалдықтарын құрайтын минералдардың дифрактограммасы

3 кесте – Күлқож қалдықтарының химиялық құрамы. Барлық нәтижелер салмақ бойынша, %

Элементтер Талдаулар	O	Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Қорытынды
Талдау 1	40,26	0,80	11,00	20,82	0,32	0,38	0,36	3,56	0,51	0,46	21,52	100,00
Талдау 2	41,91	1,03	11,36	20,03	0,24	0,31	0,57	3,29	0,58	0,44	20,24	100,00
Талдау 3	36,08	0,97	10,56	18,99	0,23	0,44	0,57	4,16	0,48	0,86	26,65	100,00
Орта	39,42	0,93	10,97	19,95	0,26	0,38	0,50	3,67	0,52	0,59	22,80	100,00
Станд. ауытқу	3,00	0,12	0,40	0,92	0,05	0,06	0,12	0,44	0,05	0,24	3,39	
Макс.	41,91	1,03	11,36	20,82	0,32	0,44	0,57	4,16	0,58	0,86	26,65	
Мин.	36,08	0,80	10,56	18,99	0,23	0,31	0,36	3,29	0,48	0,44	20,24	

Күлқож қалдықтарының минералдық және химиялық құрамы 1-суретте және 2, 3-кестелерде көрсетілген.

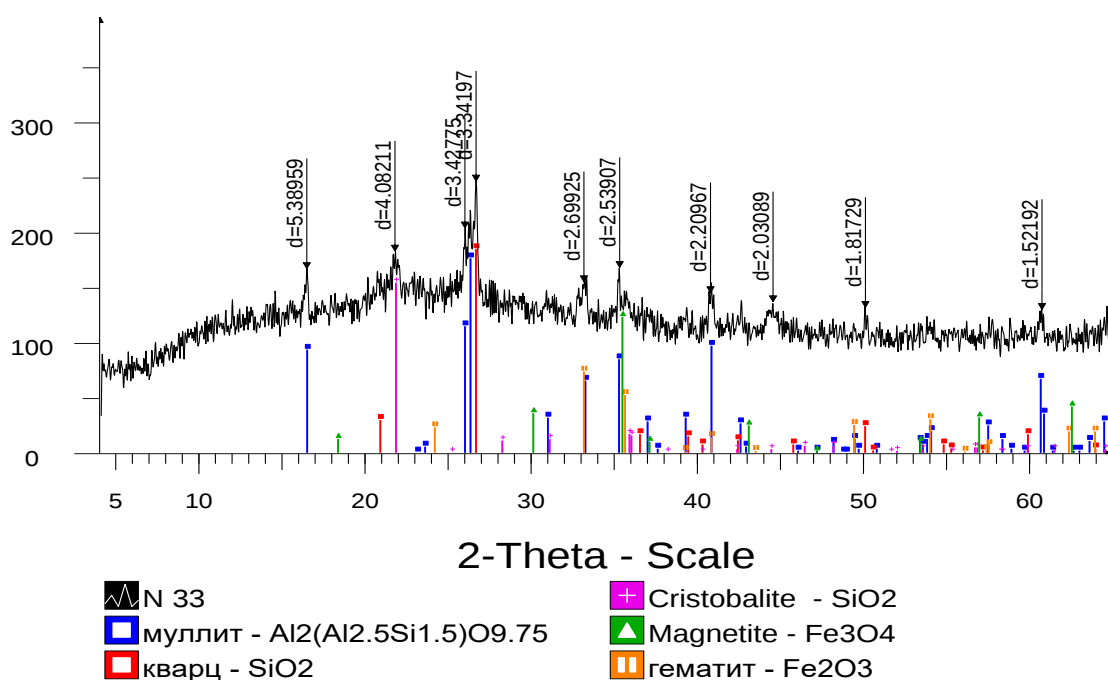
4 кесте – Күлқож қалдықтарының ірі (+2 мм) фракциясының жазықтықаралық арақашықтығы және минералдардың фазалық құрамы.

$d, \text{\AA}$	$I \%$	Фаза
5.38959	67.7	Муллит
4.08211	74.2	Кристобалит
3.42775	82.7	
3.38381	89.3	
3.34197	100.0	Кварц
2.69925	62.9	Муллит, гематит
2.53907	68.2	
2.51720	59.3	
2.20967	58.9	
2.03089	55.6	
1.81729	53.5	
1.52192	52.7	

Күлқож қалдықтарының ірі (+2 мм) фракциясының жартылай сандық рентген фазалық талдау нәтижелері.

Фазаның атауы	Формула	Концентрациясы, %
Муллит	$\text{Al}_2(\text{Al}_{2.5}\text{Si}_{1.5})\text{O}_{9.75}$	64.8
Кварц	SiO_2	18.6
Гематит	Fe_2O_3	7.3

Cristobalite	SiO ₂	5.8
Magnetite	Fe ₃ O ₄	3.5



2 сурет – Ірі (+2 мм) құрайтын минералдардың дифрактограммасы, күлқож қалдықтарының фракциясы

5-кесте – Күлқож қалдықтарының ірі (+2 мм) фракциясының химиялық құрамы, барлық нәтижелер салмақта, %

Элементтер	O	Na	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Ti	Cr	Fe	Қорытынды
Талдаулар												
Талдау 1	45,08	0,50	0,65	13,40	24,45	0,15	0,51	2,64	0,91	0,19	11,52	100,00
Талдау 2	47,95	0,41	0,58	12,42	24,60	0,31	0,48	2,25	0,75	0,30	9,95	100,00
Талдау 3	48,27	0,45	0,61	12,60	24,45	0,18	0,56	2,12	0,72	0,36	9,68	100,00
Орта	47,10	0,45	0,61	12,81	24,50	0,21	0,51	2,34	0,79	0,29	10,38	100,00
Станд. Ауытқу	1,76	0,05	0,03	0,52	0,09	0,09	0,04	0,27	0,10	0,08	0,99	
Макс.	48,27	0,50	0,65	13,40	24,60	0,31	0,56	2,64	0,91	0,36	11,52	
Мин.	45,08	0,41	0,58	12,42	24,45	0,15	0,48	2,12	0,72	0,19	9,68	

Минералды және химиялық құрамы күлқож қалдықтарының ірі (+2 мм) фракциясының құрамы тиісінше 2-суретте және 4-5-кестелерде келтірілген.

6-кесте-Жазықтықаралық қашықтықтар және ұсақ түйірлі фазаның құрамы (-0,1+0,044 мм) күл-қож қалдықтарының фракциялары.

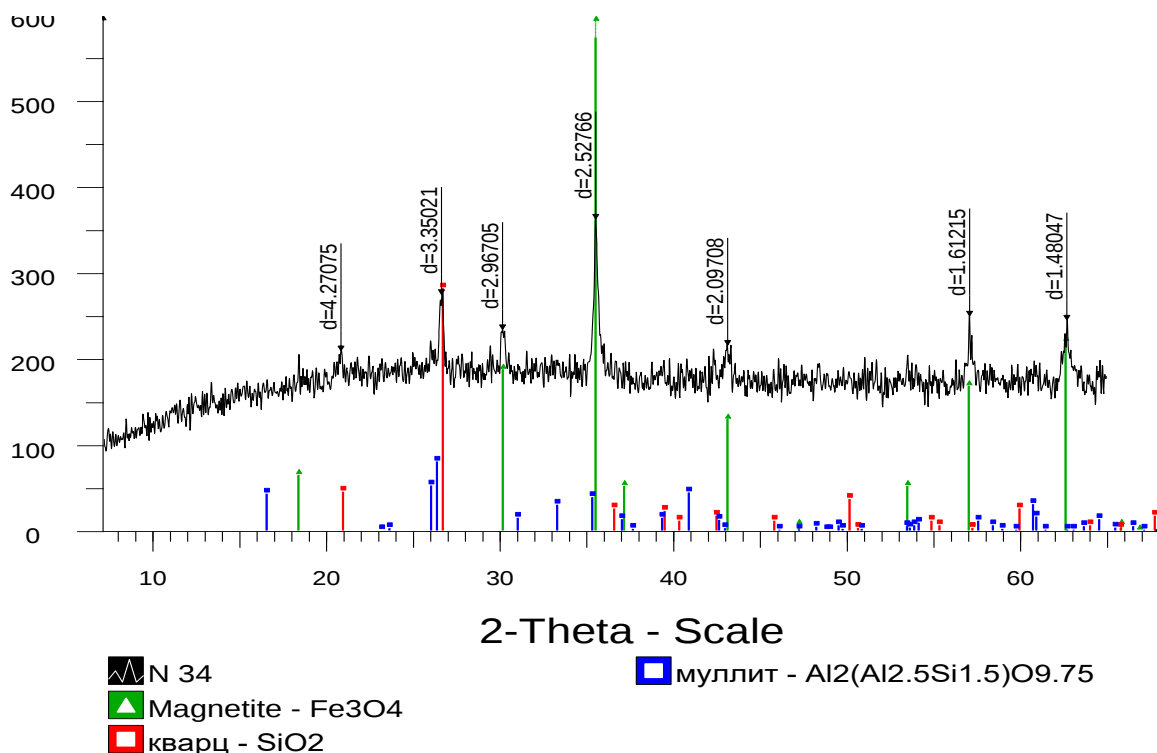
$d, \text{\AA}$	$I \%$	Фаза
4.27075	57.7	
3.35021	75.8	кварц

6 кестенің жалғасы

2.96705	64.4	
2.52766	100.0	магнетит
2.13411	57.7	
2.09708	59.4	
1.61215	68.9	
1.48047	1.48047	

Жартылай сандық рентген фазалық талдау нәтижелері

Фазаның атауы	Формула	Концентрациясы, %
Magnetite	Fe_3O_4	55.7
Кварц	SiO_2	31.0
Муллит	$\text{Al}_2(\text{Al}_{2.5}\text{Si}_{1.5})\text{O}_{9.75}$	13.3



3 сурет – Ұсақ түйіршікті құрайтын минералдардың дифрактограммасы (-0,1+0,044 мм) күлқож қалдықтарының фракциясы

7-кесте күл-қож қалдықтарының ұсақ түйіршікті (-0,1+0,044 мм) фракциясының химиялық құрамы. Барлық нәтижелер салмақта, %

Элементтер Талдаулар	O	Na	Mg	Al	Si	P	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Қо- ды
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Талдау 1	40,4 1	0,3 5	2,3 7	10,0 4	16,5 2	0,3 5	0,1 9	6,91	0,26	0,4 6	22,1 4	100,0 0
Талдау 2	43,1 3	0,1 0	1,8 1	9,31	17,9 0	0,2 1	0,2 0	5,11	0,36	0,5 1	21,3 7	100,0 0
Талдау 3	43,5 1	0,2 7	0,9 6	9,45	19,8 4	0,1 7	0,2 6	4,55	0,51	0,5 3	19,9 5	100,0 0
Орта	42,3 5	0,2 4	1,7 1	9,60	18,0 9	0,2 4	0,2 2	5,52	0,38	0,5 0	21,1 5	100,0 0
Станд. Ауытқу	1,69	0,1 3	0,7 1	0,39	1,67	0,0 9	0,0 4	1,23	0,12	0,0 4	1,11	
Макс.	43,5 1	0,3 5	2,3 7	10,0 4	19,8 4	0,3 5	0,2 6	6,91	0,51	0,5 3	22,1 4	
Мин.	40,4 1	0,1 0	0,9 6	9,31	16,5 2	0,1 7	0,1 9	4,55	0,26	0,4 6	19,9 5	

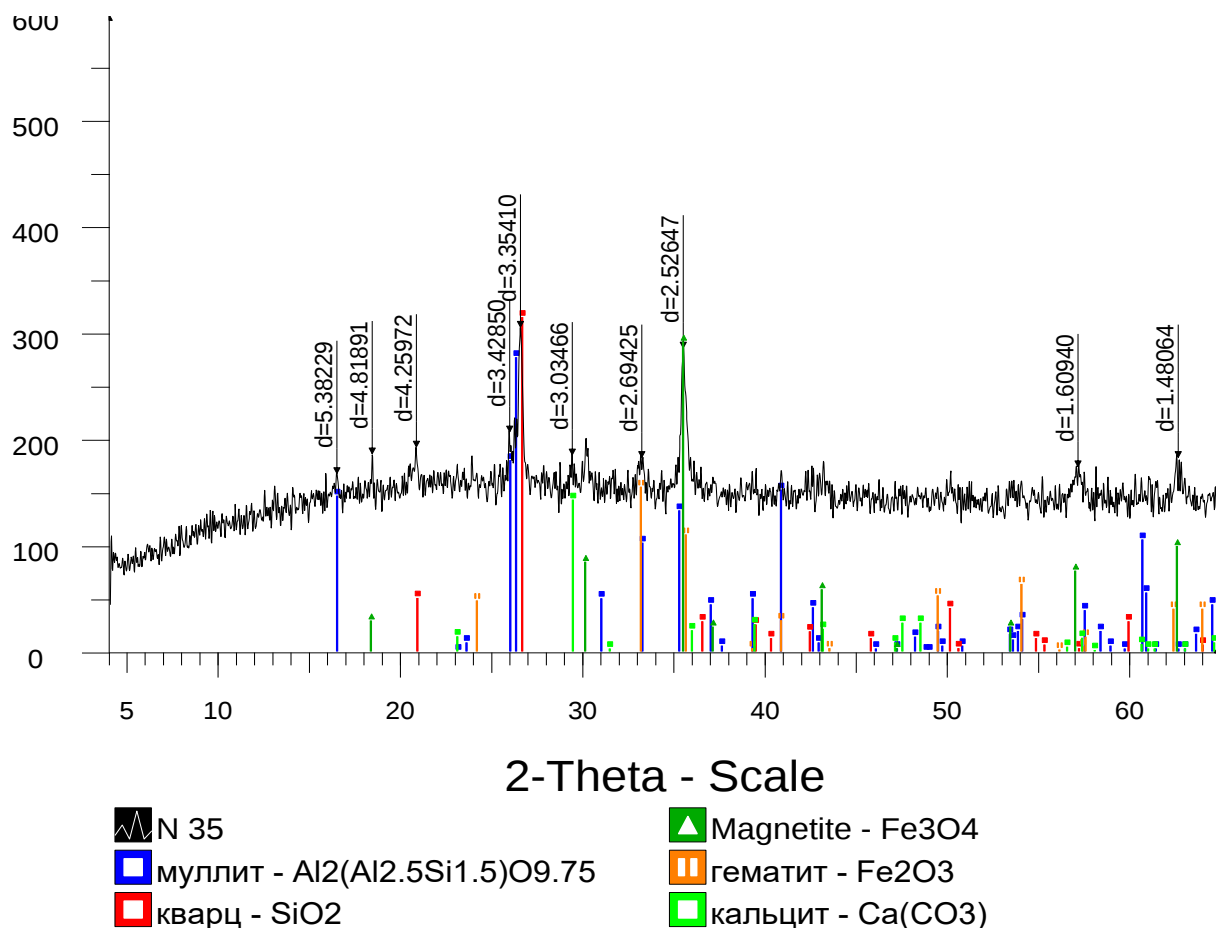
Күлқож қалдықтарының ұсақ түйіршікті (-0,1+0,044 мм) фракциясының минералдық және химиялық құрамы 3-суретте және 6, 7-кестелерде көрсетілген.

8 кесте – Күлқож қалдықтарының шаң тәрізді (-0,044 мм) фракциясы минералдарының жазықтықаралық арақашықтығы және фазалық құрамы

$d, \text{\AA}$	$I\%$	Фаза
5.38229	54.8	Муллит
4.81891	60.9	
4.25972	63.0	
3.42850	67.7	
3.35410	100.0	Кварц
3.03466	60.6	Кальцит
2.95836	65.6	
2.69425	59.8	Муллит, гематит
2.52647	93.6	Магнетит
1.60940	56.9	
1.48064	59.8	

Жартылай сандық рентген фазалық талдау нәтижелері

Фазаның атауы	Формула	Концентрациясы, %
Magnetite	Fe_3O_4	32.2
Кварц	SiO_2	29.8
Муллит	$\text{Al}_2(\text{Al}_{2.5}\text{Si}_{1.5})\text{O}_{9.75}$	17.6
Гематит	Fe_2O_3	12.3
Кальцит	$\text{Ca}(\text{CO}_3)$	8.2



4 сурет – Шаң тәріздес минералдар дифрактограммасы (-0,044 мм) күлқож қалдықтарының фракциясы

9 кесте – Күлқож қалдықтарының шаң тәрізді (-0,044 мм) фракциясының химиялық құрамы, барлық нәтижелер салмақта, %

Элементтер	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Ti	Fe	Қо-ды
Талдаулар											
Талдау 1	53,87	0,32	0,81	11,47	22,67	0,21	0,68	3,78	0,50	5,68	100,00
Талдау 2	48,19	0,42	0,90	11,72	21,48	0,60	0,34	4,92	0,42	11,01	100,00
Талдау 3	48,51	0,76	0,73	10,71	25,72	0,80	0,75	2,62	0,56	8,83	100,00
Орта	50,19	0,50	0,82	11,30	23,29	0,54	0,59	3,77	0,49	8,51	100,00
Станд. Ауытқу	3,19	0,23	0,09	0,53	2,19	0,30	0,22	1,15	0,07	2,68	
Макс.	53,87	0,76	0,90	11,72	25,72	0,80	0,75	4,92	0,56	11,01	
Мин.	48,19	0,32	0,73	10,71	21,48	0,21	0,34	2,62	0,42	5,68	

Күлқож қалдықтарының шаң тәрізді (-0,044 мм) фракциясының минералдық және химиялық құрамы 4-суретте және 8, 9-кестелерде көрсетілген.

Күлқож қалдықтары 1300-1400°C кезінде Екібастұз көмірін алау ошақтарында жағудан алынған күлден және 800-880°C кезінде «қайнаған қабат» оттықтарында көмірді жағудан алынған төмен температуралы жағудан тұратыны баршаға мәлім.

Әдеби және қор көздеріне сүйенсек, алау ошақтарында алынған күл, негізінен, мөлшері -60 тор болатын ұсақ фракциямен ұсынылған, оның химиялық құрамы келесі шектерде, %: 27-30 Al_2O_3 , 56-60 SiO_2 , 4.0-5.2 Fe_2O_3 , 1.48-1.52 CaO , 0.38-0.45 MgO , 1.28-1.32 TiO_2 , 3.55-4.11. (10-кесте).

10 кесте – Бөлшектердің дисперсиясына байланысты Екібастұз көмір күлінің химиялық құрамы

Бөлшектердің дисперсиясы, тор	Класс шығымы, %	Күлдің химиялық үлесі, %						
		Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	CaO	MgO	TiO_2	п.п.п
+60	1,6	30,5	57,8	5,2	1,52	0,45	1,32	
-60+100	30,5	29,4	58,2	4,85	1,51	0,4	1,3	
-100+200	15,5	28,6	59,5	4,72	1,49	0,39	1,29	
-200	52,4	27,0	60,0	4,58	1,48	0,38	1,28	

Күлдің негізгі компоненттерін - Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , SiO_2 ірілік кластары бойынша қайта бөлу елеусіз байқалады. Үлкен кластарда Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , SiO_2 мазмұнын жоғарылату тенденциясы байқалады, ал кремний оксидінің мөлшері біршама төмендейді.

Рентгендік талдау деректері бойынша Екібастұз кен орны күлінің негізгі бөлігі муллит, кварц, гематит, сондай-ақ кристобаллит болып табылады.

1.2 Бос алтынның таралуы мен магнетит сферасының гранулометриялық құрамына байланысты байланысын зерттеу

Бос алтын жүздеген дәндерден тұрады. Орташа өлшемі-71×42×30 мкм.

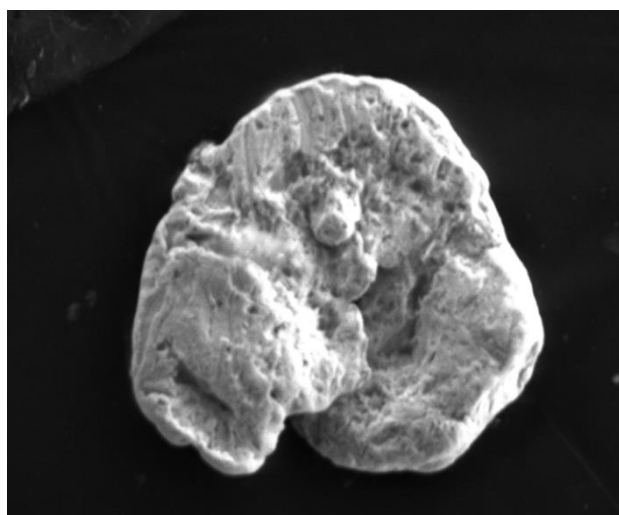
Морфологиялық белгілері бойынша шамамен тең арақатынаста болатын изометриялық, сфералық және тұрақты емес кесек тәрізді золотиндер ерекшеленеді (11-кесте). Алтынның түсі ашық сарыдан, қола реңкімен сарыдан сарғыш - жасыл-сұрға дейін. Алтынмен бірге концентраттарда сферомагнетит (56 мкм және одан жоғары), кварц сфералары, темір, ақ түсті металл, платина, гипс, арсенопирит, пирит, халькопирит, алмаз.

11 кесте – Екібастұз көмірінің күліндегі бос табиғи алтынның морфометриялық сипаттамасы (ірілік класында -2 мм)

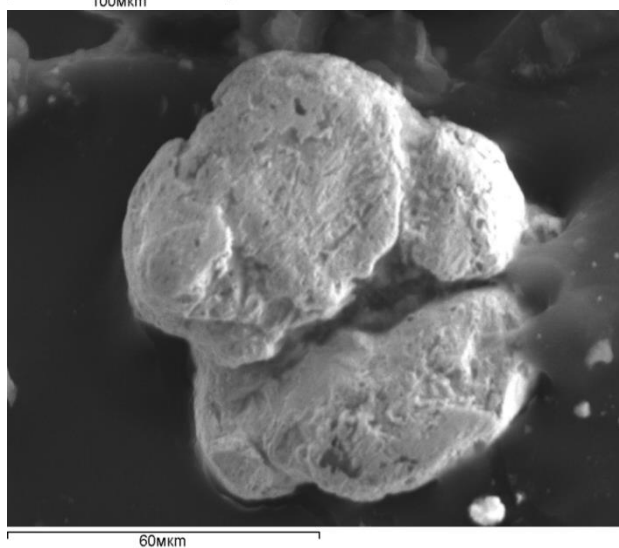
Саф алтынформасы	Саф алтын мөлшері (ұзын ось бойынша), мкм							Барлық
	-20	21-70	71-98	99-140	141-280	281-420	>420	
Изометриялық-сфералық	2	12	6	6	14	1	-	41

Идиоморфты (куб, октаэдр)	4	7	-	1	-	-	-	12
Кесек тәрізді (тұрақты емес)	14	11	5	7	3	-	-	40
Ламелла, кабыршақты	4	25	6	6	-	-	-	41
Жіңішке (изометриялық)	-	-	-	1	-	-	-	1
Жалпы	Түйіршект ер саны, дана	24	55	17	21	17	1	135
	%	17, 7	40,74	12,60	15,55	12,60	0,74	100

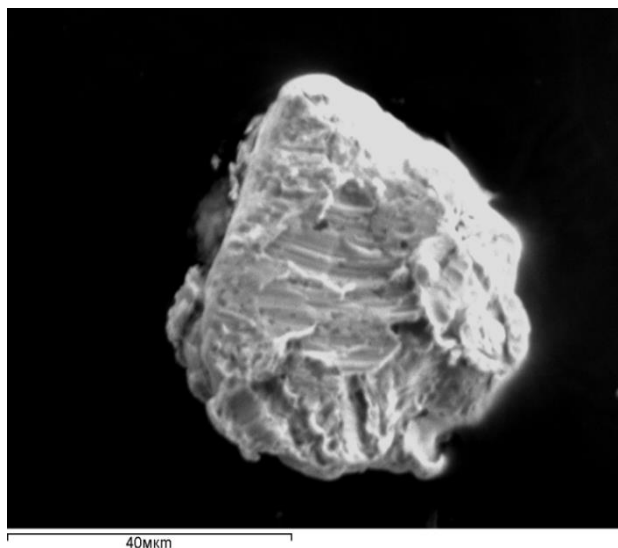
4, 5-суретте кері шашыраңқы электрондардағы золотиндердің жалпы көрінісі көрсетілген және құрамы келтірілген. Алтын өте жоғары сапалы, жалғыз, шамалы қоспасы ретінде Күміс (3-5%) орнатылды. Азот қышқылымен өңделгеннен кейін күміс беткі бөлігі ерітіліп, темір (0,52%), мыс (0,66%) және мырыш (0,47%) қоспасы бар «шынайы» алтын ашылды.



Барлық нәтижелер салмақта %			
Спектр	Ag	Au	Қорытынды
Спектр 1	3,81	96,19	100,00

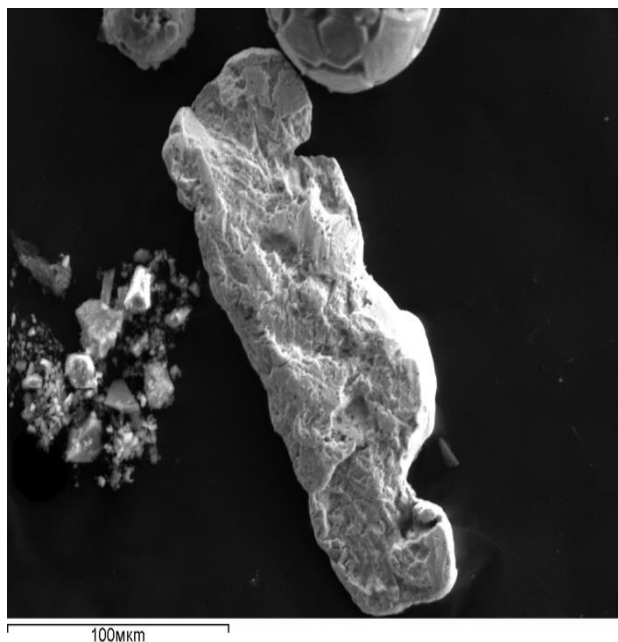


Барлық нәтижелер салмақта %			
Спектр	Ag	Au	Қорытынды
Спектр 1	3,15	96,85	100,00

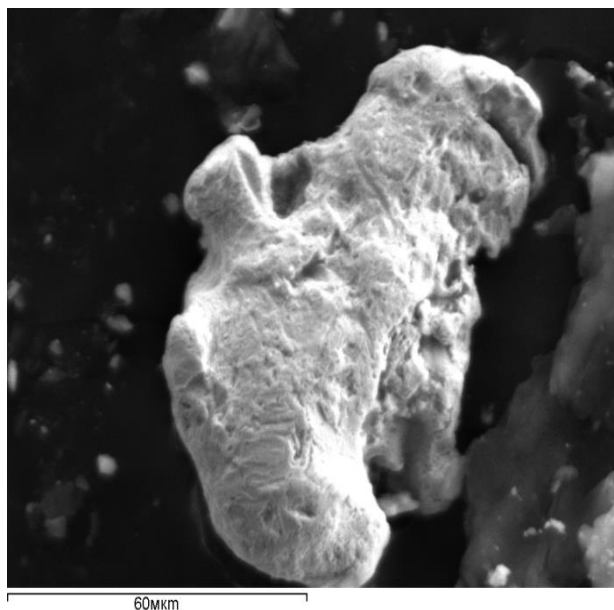


Барлық нәтижелер салмақта %			
Спектр	Ag	Au	Қорытынды
Спектр 1	4,69	95,31	100,00

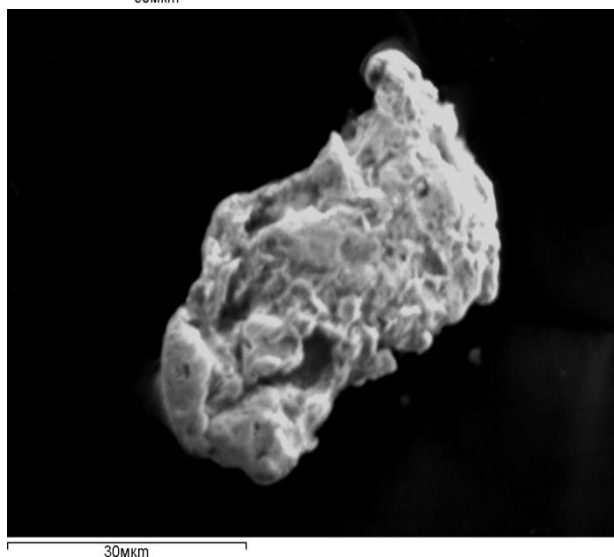
4 сурет – Кері шашыранды электрондардағы вибровинтті сепаратор концентратынан жасалған золотиннің пішіні мен құрамы



Барлық нәтижелер салмақта %			
Спектр	Ag	Au	Қорытынды
Спектр 1	3,22	96,78	100,00



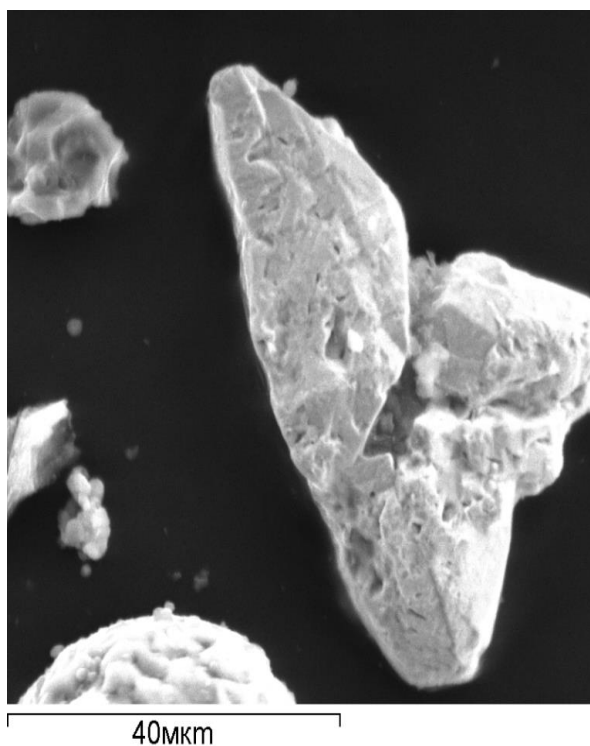
Барлық нәтижелер салмақта %			
Спектр	Ag	Au	Қорытынды
Спектр 1	5,60	94,40	100,00



Барлық нәтижелер салмақта %			
Спектр	Ag	Au	Қорытынды
Спектр 1	5,49	94,51	100,00

5 сурет – Кері шашыранды электрондардағы вибровинтті сепаратор концентратынан жасалған золотиндердің нысаны мен құрамы

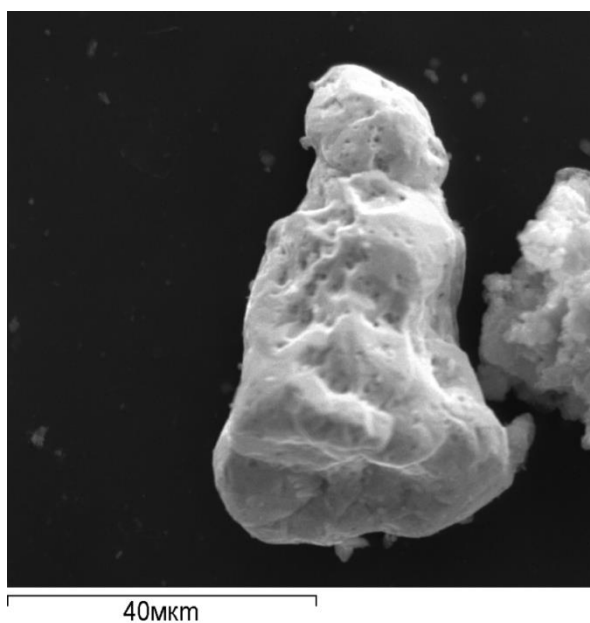
Азот қышқылынан кейінгі бос алтын 6-суретте көрсетілген.
Өңдеу параметрлері: барлық элементтерді талдау (қалыпқа келтірілген)



Барлық нәтижелер салмақта %

Спектр	Fe	Cu	Zn	Au	Қорытынды
Спектр 1	1,91	0,79	0,83	96,46	100,00

Өңдеу параметрлері: барлық элементтерді талдау (қалыпқа келтірілген)



Барлық нәтижелер салмақта %

Спектр	Fe	Cu	Zn	Au	Қорытынды
Спектр 1	0,52	0,66	0,47	98,35	100,00

6 сурет – Азот қышқылынан кейінгі бос алтын

Сферомагнетит дұрыс формадағы микрондық өлшем шарлармен ұсынылған. Гранулометриялық құрам және құрғақ магниттік сепарация нәтижелері 12-кестеде келтірілген.

12 кесте – Гранулометриялық құрамы, ірілік кластары бойынша темірдің таралуы және құрғақ магниттік сепарация нәтижелері

Ірілік класы,мм	Өнім	Ірілік класының шығуы		Темір үлесі,%	Темірді шығару,%
		г	%		
-0,5+0,2	Магнитті.	41	7,27	34,40	24,13
	Магнитсіз.	523	92,73	8,48	75,87
	Бастапқы	564	100	10,36	100
-0,2+0,1	Магнитті.	43	21,94	35,29	64,01
	Магнитсіз.	153	78,06	5,58	35,99
	Бастапқы	196	100	12,09	100
-0,1+0,074	Магнитті.	119	44,57	44,0	85,00
	Магнитсіз.	148	55,43	6,25	15,00
	Бастапқы	267	100	23,07	100
-0,074 +0,044	Магнитті.	61,8	50,08	47,58	89,18
	Магнитсіз.	61,6	49,92	5,80	10,82
	Бастапқы	123,4	100	26,72	100

Жоғарыда келтірілген мәліметтерден темірдің негізгі массасы (сфератемір) -0,2+0,044 мм кластарда шоғырланған, магниттік өнімнің шығымы 44,57-ден 50,8% - ға дейін, өнімнің сапасы 44-47% жалпы темір.

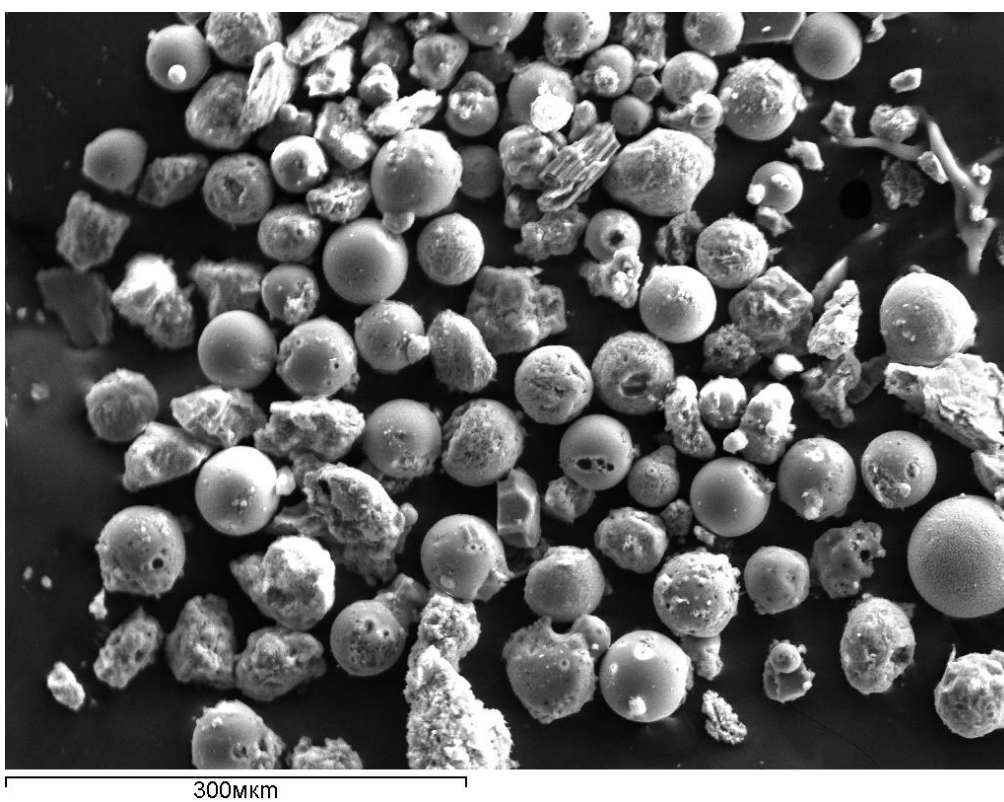
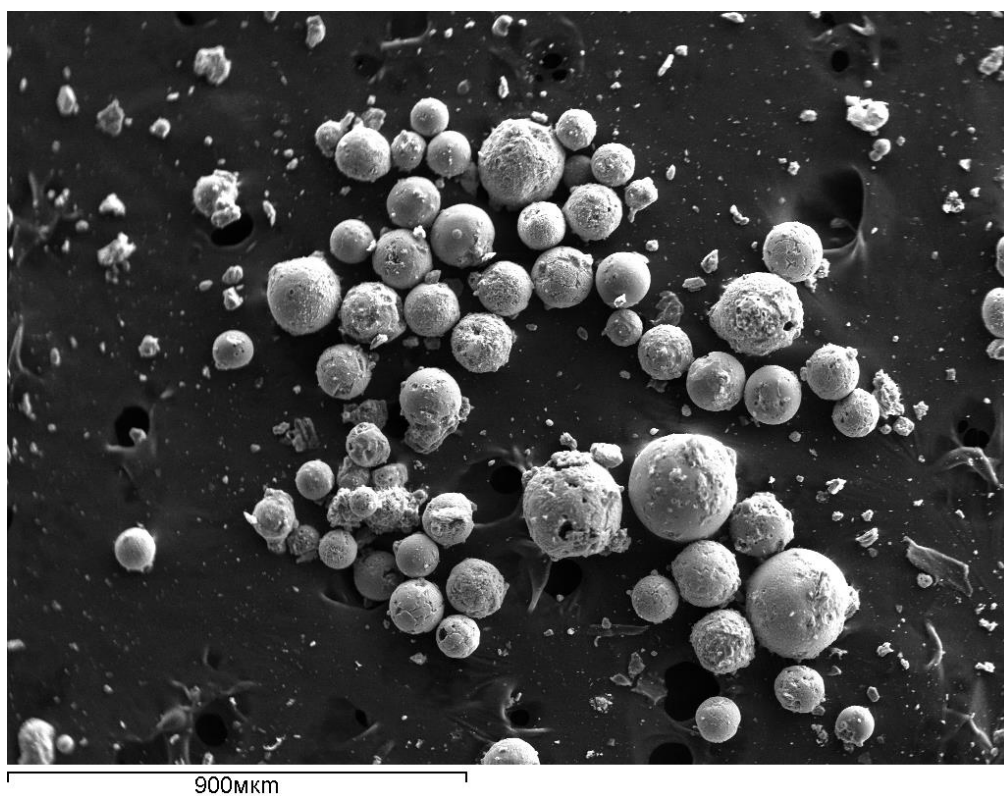
Темірдің негізгі массасы магнетит микросферасы түрінде ұсынылған. Құрамында темір бар микросфералардың құрамы 13-кестеде келтірілген.

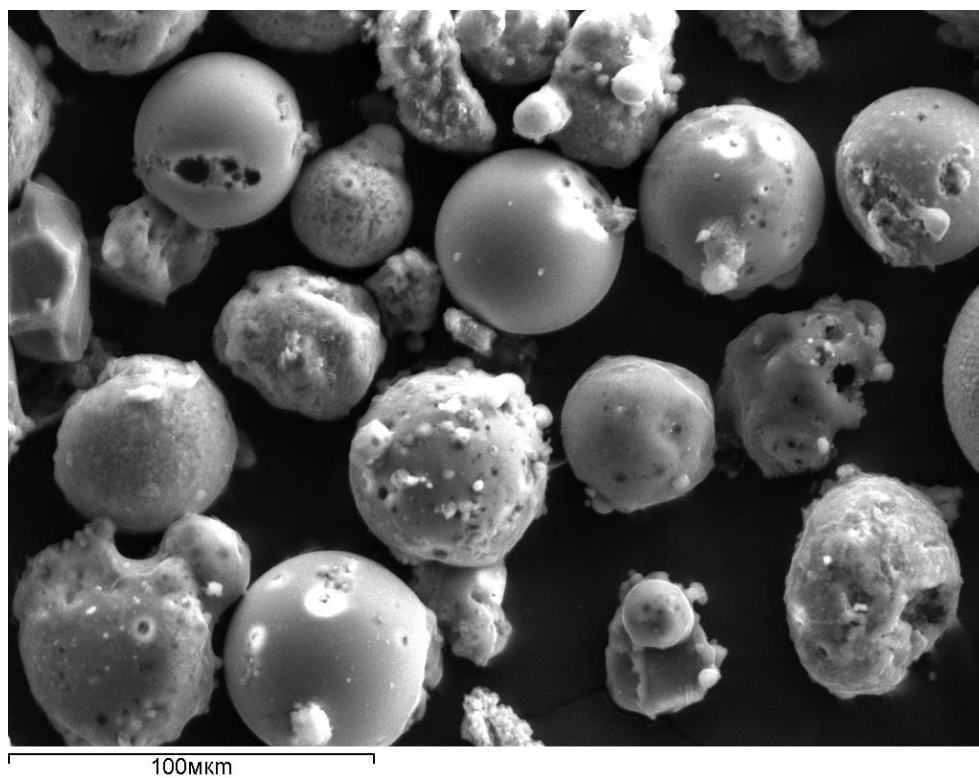
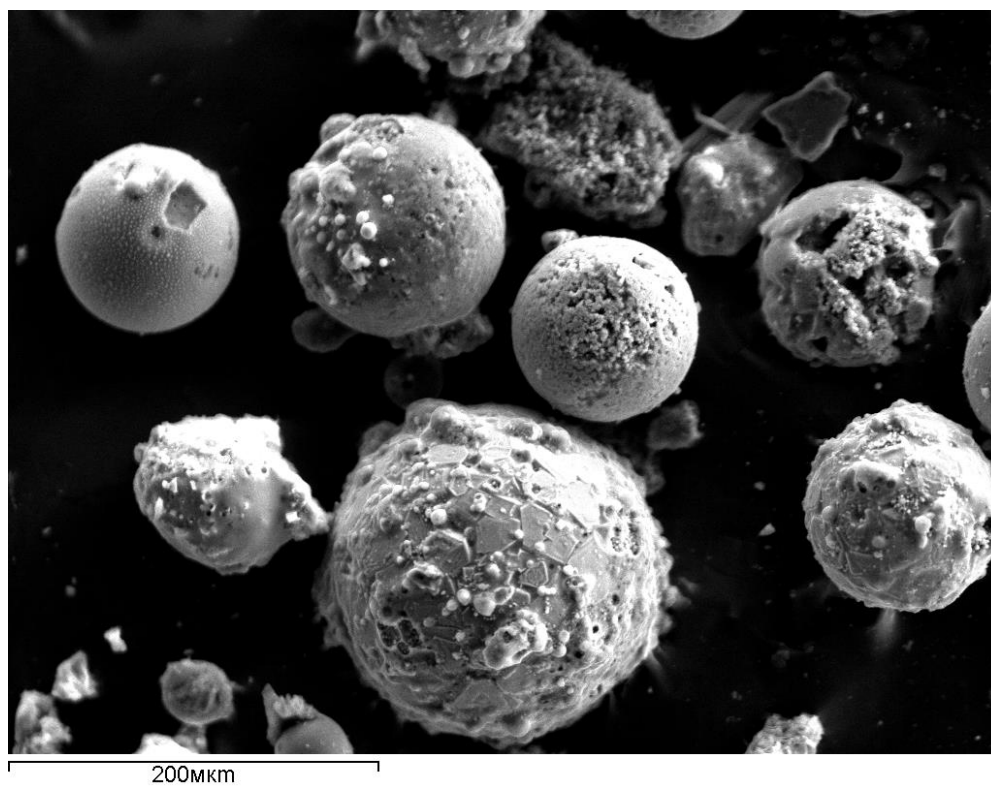
13 кесте – Темір микросфераларының химиялық құрамы.

Элементтер, %	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Қорытынды
Талдау 1	28,9 2		3,8 0	2,3 6	3,78	0,1 6	0,1 1	0,0 2	1,02	0,0 9	1,6 7	58,0 6	100,00
Талдау 2	42,6 1	0,1 8	2,5 0	5,9 0	13,5 6	0,4 2		0,0 8	14,7 9	0,1 7	0,4 2	19,3 9	100,00
Талдау 3	28,2 5		1,0 4	1,8 7	3,16	0,1 9		0,0 0	3,07	0,1 0	0,8 8	58,4 5	100,00
Талдау 4	34,4 6	0,2 9	1,3 3	1,6 4	2,32	0,2 5			0,88	0,0 8	1,4 1	57,3 4	100,00
Талдау 5	29,0 9	0,1 7	0,6 5	3,9 9	5,97	0,1 3	0,1 2		2,99	0,2 4	0,8 2	55,8 5	100,00
Талдау 6	42,8 2	0,4 8	0,4 5	6,8 1	22,9 8	0,4 8	0,5 6	0,3 9	1,19	0,3 5	1,0 5	22,4 4	100,00
Макс.	42,8 2	0,4 8	3,8 0	6,8 1	22,9 8	0,4 8	0,5 6	0,3 9	14,7 9	0,3 5	1,6 7	58,4 5	
Мин.	28,2 5	0,1 7	0,4 5	1,6 4	2,32	0,1 3	0,1 1	0,0 0	0,88	0,0 8	0,4 2	19,3 9	

Құрамы жағынан құрамында темірі бар магнитті микросфералардың екі түрі айқын ажыратылады, олардың бөлінуі жоғары сапалы легирленген магнитті ұнтақты (концентратты) алуға мүмкіндік береді. Бұл мәселені шешу жобаның коммерциялық тартымдылығын және экономикалық маңыздылығын арттырады.

Магнетит микросфераларының жалпы көрінісі 7 – суретте көрсетілген.





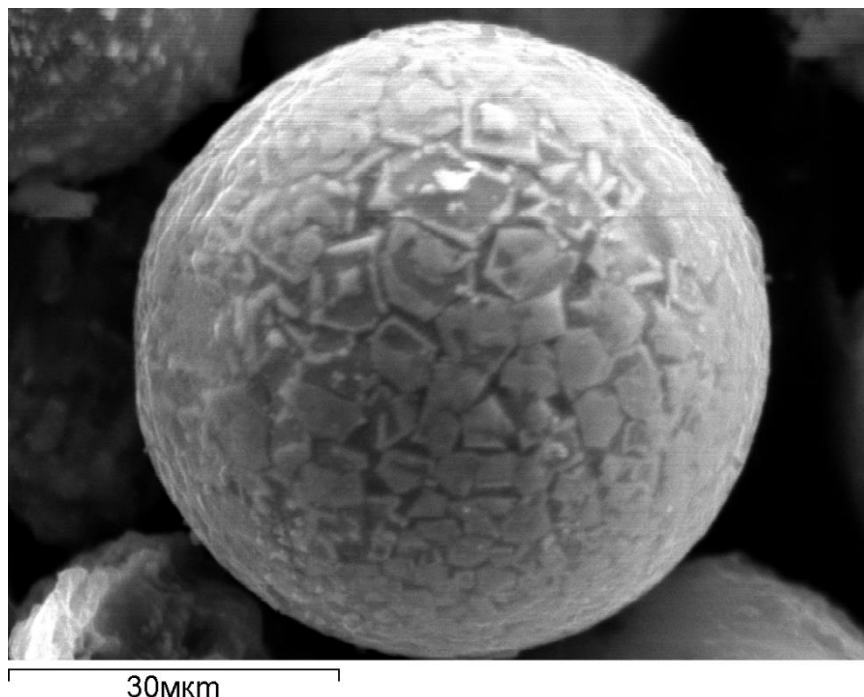
7 сурет – Кері шашыраңқы электрондарда темір бар микросфералардың әртүрлі ұлғаюы кезіндегі жалпы көрінісі

Магнетит микросфералары түрінде таза өнімді алуға байланысты оны ұнтақ металлургиясы үшін бастапқы шикізат ретінде, сондай – ақ қорғаныс өнеркәсібінде артиллериялық снарядтардағы зақымдайтын элементтерге толтырғыш ретінде сынап көру және электромагниттік блоктау және радио дабылдарын көрсететін арнайы панельдер жасау, әсіресе радарда көрінбейтін қозғалатын заттардың беттерін жасау үшін Ca - Si-Mg қоспасы бар магниттік шарлар қызықты.

Дәл зерттеу әдістерін қолдана отырып, минералды және химиялық қосылыстарды зерттеумен жүргізілген гранулометриялық талдау қалдық материалының түйіршікті бөлігіндегі алтын және құрамында темір бар ірілік кластарын бөлуге мүмкіндік берді, бұл гравитациялық байыту технологиясын жасауға қолайлы белгі болып табылады. Әрі қарай зерттеулер сол жолмен жалғасады және темір мен алтынның арақатынасының кейбір параметрлерін нақтылайды. Азот қышқылындағы еру сферомагнетиттің қайта кристалдануының таңғажайып құрылымдарын анықтады (8-сурет).

Өңдеу параметрлері: барлық элементтерді талдау (қалыпқа келтірілген), барлық нәтижелер салмақта %

Спектр	O	Al	Si	Ca	Mn	Fe	Cu	Қорытынды
Спектр 1	32,96	1,47	0,93	0,19	0,29	63,81	0,35	100,00



Өңдеу параметрлері: барлық элементтерді талдау (қалыпқа келтірілген)
Барлық нәтижелер салмақта

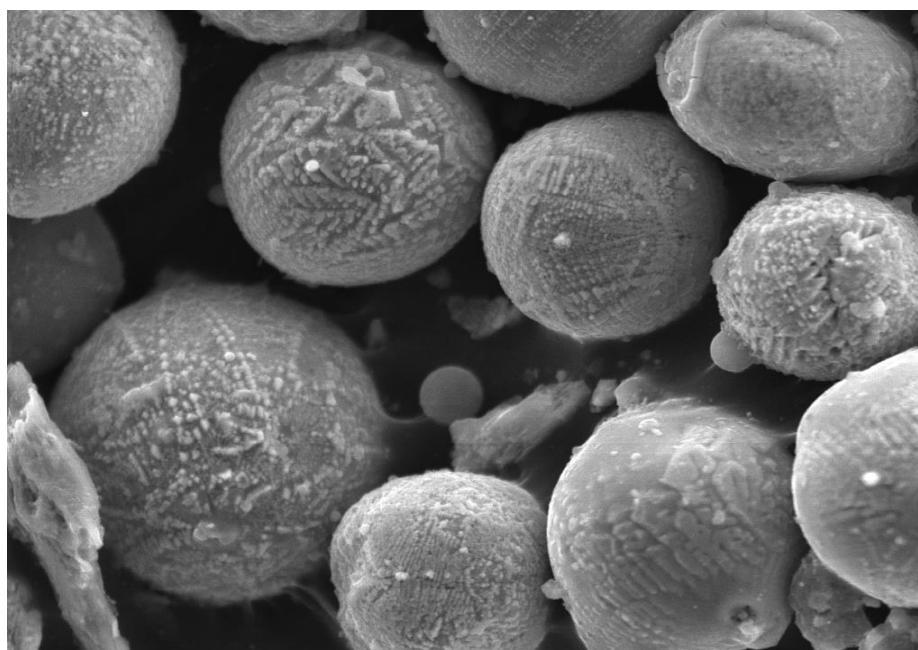
Спектр	O	Mg	Al	Si	Ca	Mn	Fe	Қорытынды
Спектр 1	32,38	4,08	0,75	0,37	0,37	1,50	60,54	100,00



8 сурет – Азот қышқылынан кейінгі сферомагнетит

Өңдеу параметрлері: барлық элементтерді талдау (қалыпқа келтірілген)
Барлық нәтижелер салмақта %

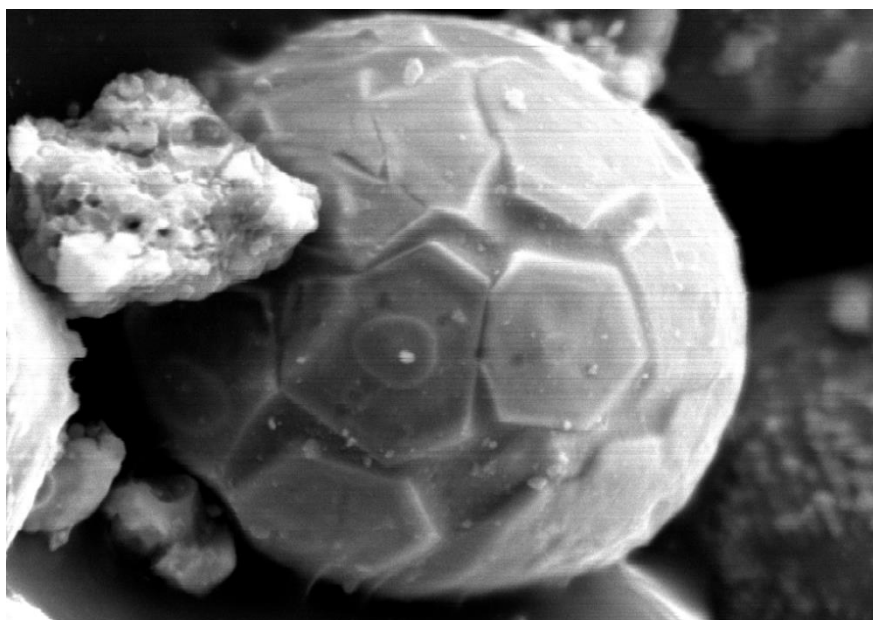
Спектр	O	Na	Mg	Al	Si	Ca	Ti	Mn	Fe	Қорытынды
Спектр 1	35,33	0,42	1,48	5,08	9,34	1,17	0,27	1,20	45,72	100,00
Спектр 2	29,87	0,25	1,28	1,10	1,49	1,19	0,03	0,93	63,93	100,00



80µm

Өңдеу параметрлері: барлық элементтерді талдау (қалыпқа келтірілген)
Барлық нәтижелер салмақта %

Спектр	O	Mg	Al	Si	Ca	Mn	Fe	Cu	Қорытынды
Спектр 1	36,41	1,97	1,27	0,45	0,33	1,08	58,11	0,39	100,00



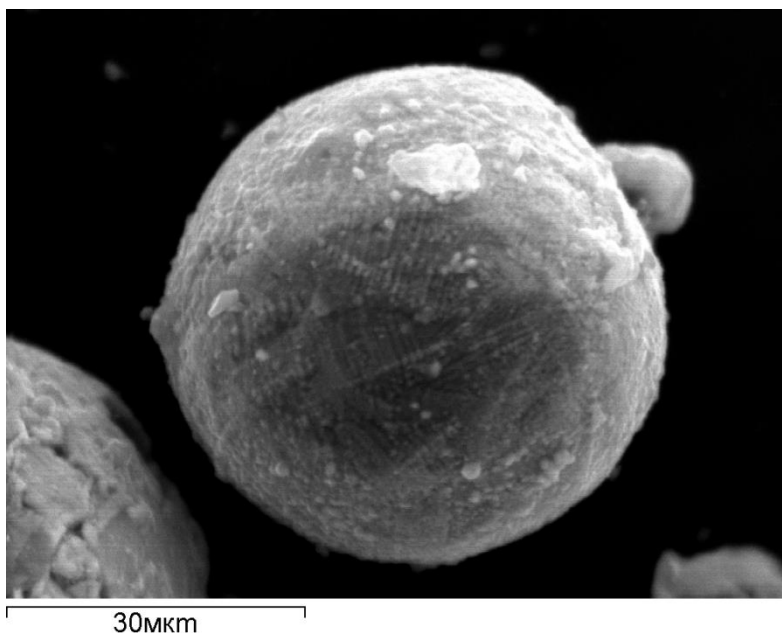
30µm

9 сурет – (а) азот қышқылынан кейінгі сферомагнетит

Өңдеу параметрлері: барлық элементтерді талдау (қалыпқа келтірілген)
Барлық нәтижелер салмақта %

Спектр	O	Na	Mg	Al	Si	P	Ca	Ti	Mn	Fe	Cu	Қорытынд
--------	---	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----------

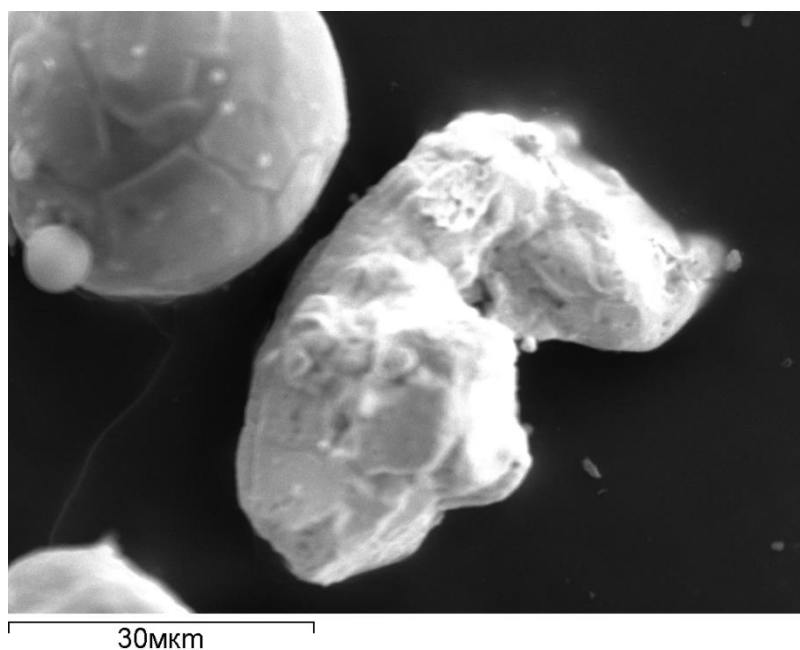
												Ы
Спектр 1	24,5 4	0,12	0,9 7	3,89	8,00	0,31	1,21	0,26	0,85	59,3 5	0,5 1	100,00
Спектр 2	33,7 2	0,88	1,0 8	4,38	8,55	0,20	1,15	0,11	0,82	48,6 4	0,4 5	100,00



9 сурет – (б) азот қышқылынан кейінгі сферомангнетит

Өңдеу параметрлері: барлық элементтерді талдау (қалыпқа келтірілген)
Барлық нәтижелер салмақта %

Спектр	Fe	Cu	Zn	Au	Қорытынды
Спектр 1	3,38	1,05	1,39	94,19	100,00



10 сурет – Күлқождан жасалған бос табиғи алтын азот қышқылынан кейінгі түзілімдер

Дәл зерттеу әдістерін қолдана отырып, минералды және химиялық қосылыстарды зерттеумен жүргізілген гранулометриялық талдау қалдық материалының түйіршікті бөлігіндегі алтын және құрамында темір бар ірілік кластарын бөлуге мүмкіндік берді, бұл гравитациялық байыту технологиясын жасауға қолайлы белгі болып табылады. Әрі қарай зерттеулер сол жолмен жалғасады және темір мен алтынның арақатынасының кейбір параметрлерін нақтылайды.

1.3 Жұмыс әдістемесі және қолданылатын жабдық

Жұмыстар техногендік түзілімдердің технологиялық зерттеулері бойынша нұсқаулықтар мен ұсынымдарға, сондай-ақ осындай объектілердегі біздің жұмыстарымыздың тәжірибесіне сәйкес орындалды.

Жүргізілген жұмыстардың әдістемесі күнтізбелік жоспарға сәйкес келеді:

- барлық зерттеулер табиғи ірілік материалында жүргізілді, яғни ұсақтау алынып тасталды;

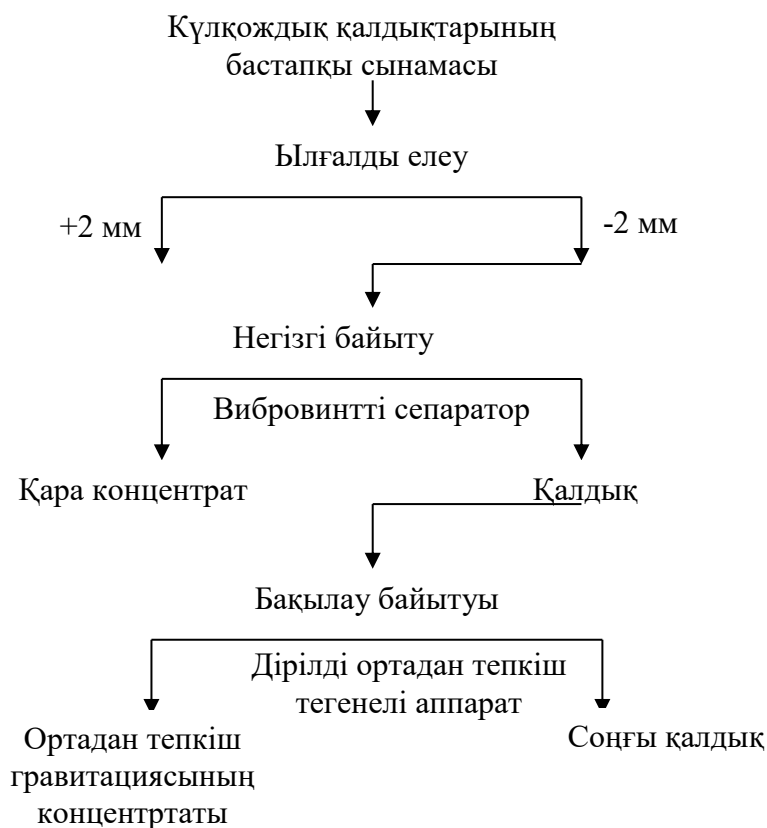
- күлқож қалдықтарының материалын дезинтеграциялау, распульповкалау елеуіште қолмен, сондай-ақ механикалық-скрубберде орындалды;

- гранулометриялық талдау ірілік кластарына: +2 мм; -2+0,25 мм; -0,25+0,1 мм; -0,1+0,044 мм және -0,044 мм орналастырумен және кейіннен оларды гравитациялық байытумен орындалды;

Nb, Sn күл құрайтын минералдардың құрамы JEOL (Джеол) фирмасының Superprobe 733 маркалы электронды-зондты микроанализаторында рентгендік спектрлік микроталдау әдісімен анықталды, Жапония. Осы кешеннің көмегімен қазақстандық мамандардың әзірлемелерінің арқасында жергілікті алаңды ~5 мкм (зондтың диаметрі 1-2 мкм) таңдап, минералдың тегіс емес беттері үшін талдау жүргізуге мүмкіндік туды.

- минералдардың диагностикасы және олардың байыту өнімдерінен алынған ұнтақ сынамаларындағы мөлшері $Cu\alpha$ -сәулелену, β – сүзгісі бар ДРОН – 2 автоматтандырылған дифрактометрінде рентгенодифрактометриялық талдаумен анықталды.

Гравитациялық әдістерді қолдану негізгі фонды құрайтын (тығыздығы 2,6-3) және ауыр, кенді (5,2-16,0) шашыраңқы минералдардың (табиғи алтын, магнетит және т.б.) тығыздығындағы айырмашылыққа байланысты. Бұл пассивті (діріл сепараторы) және аэрогидродешламатор және байытудың қарқынды (діріл-тепкіш аппарат) әдістерінің тіркесіміне негізделген байытудың технологиялық схемасын таңдауға байланысты. - Сур. 11-де ZSO материалын байыту кезінде қолданылатын негізгі технологиялық схема келтірілген.



11 сурет – Көмірідің күлқож қалдықтары материалын гравитациялық байыту кезінде қолданылатын негізгі технологиялық схема

Қолданылатын жабдық.

Дірілді ортадан тепкіш тегенелі аппарат. Ұсақ түйіршікті күлқож материалын ірілігі -2+0 мм гравитациялық байыту үшін пайдаланылды. Алтын – сирек металды құмдарды (Әулие Құмы, Солтүстік Қазақстан, албырт – цирконий кендерін (Сол. Қазақстан) және т. б.).

Өнеркәсіптің геологиялық барлау және тау – кен өндіру және қайта өңдеу салаларында минералды-технологиялық сынамаларды дымқыл өңдеуге арналған кезеңдік жұмыс істейтін шағын өлшемді бір қабырғалы орталықтан тепкіш аппараттарға жатады .

Дірілді ортадан тепкіш тегенелі аппаратының мақсаты – ортадан тепкіш күштер мен жұмыс ыдысының дірілін қолдана отырып, су ағынында өңделетін материал компоненттерінің бөлінуі және шоғырлануы, яғни, барлық центрифугаларға тән центрифугалық күштердің үйлесімі және концентрациялық үстелдердің дірілдейтін қозғалысы.

«Кір жуғыш тақтаның» әсері пайда болады, жұмыс ыдысына берілетін күрт инерциялық төмен амплитудалық тербелістер пайда болады. Тегененің қарқынды тербелісі жағдайында жетек дөңгелегі ойыққа тиген кезде өткір соққы пайда болады, бұл тығыздығы мен мөлшері бойынша стратификацияланған бөлшектердің тез бөлінуіне ықпал етеді. Діріл компенсаторы ретінде қарама-қарсы бағытталған тербелістерді тудыратын серіппелер вариатор тақтасында орнатылады. Тербелістердің көп бағыттылығы

мен әр түрлі амплитудасы әр гофрдегі тығыздық қасиеттері бойынша минералдардың бөлінуін жақсартады.



12 сурет – Дірілді ортада тепкіш тегенелі аппарат (өнімділігі 30-60 кг/сағ)

Табиғи металдардың (алтын, платина және т.б.) 10 мкм және одан да көп мөлшердегі бос дәндерін және 15-20 мкм және одан да көп мөлшердегі басқа кен минералдарын (магнетит, гематит) алу үшін өнімділігі 30-60 кг/сағ-тан 1000 кг/сағ-қа дейінгі зертханалық үлгілер қолданылды.

Дірілден қорғайтын шыныаяқ аппаратын ұстау оңай, ықшам, қосымша ағынды су қажет емес. Байытудағы жоғары тиімділік гравитациялық байыту процестеріне жедел технологиялық бақылау жүргізу кезінде оны таптырмайтын етеді.

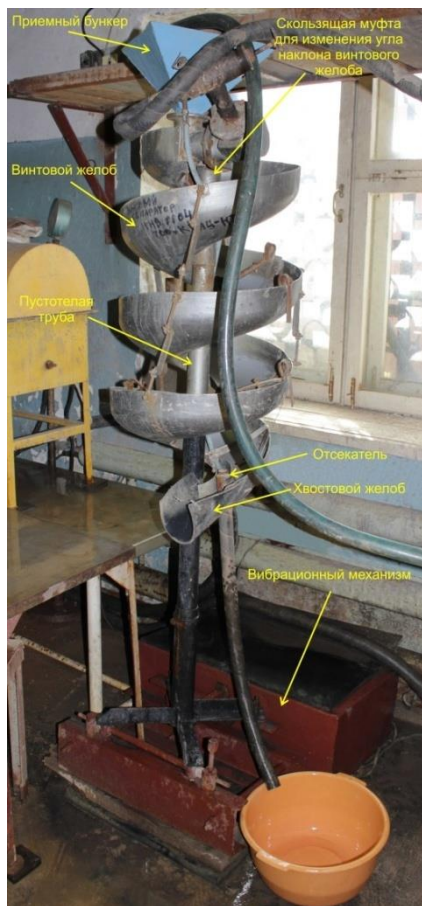
Дірілді ортадан тепкіш тегенелі аппараттарының техникалық деректері.
Алдын ала өңдеу кезіндегі техникалық өнімділік
дайындалған (біріктірілген) сынамалар

(өңделетін материал), кг / сағ	30-60	1000
Цикл үшін материал бойынша сынама салмағы, кг, артық емес:	25	500
Қорек ірілігі, мм, артық емес	2	2
Концентрат шығымы, г	9-60	3000
Тегененің айналу жиілігі, об/мин	400-1050	200-600
Тербеліс жиілігі, мин ⁻¹	2400-6000	1200-3600
Атқарушы органның жетегі	Электрикалық	
Ток түрі	үшфазалы	ауыспалы
Жиілік, Гц	50±0,2	50+2
Кернеуі, В	380	380
Электр қозғалтқышының жалпы белгіленген қуаты, кВт	0,75	3,0
Су шығымы, л/мин	2	20
Габариттік өлшемдері, мм, артық емес		
Ұзындығы	750	1200
Ені	290	650
Биіктігі	410	800
Салмағы, кг, артық емес	45	150

Діріл сепараторы (стандартты бұрандалы сепаратор сепаратордың ойықтарында діріл тудыратын арнайы діріл құрылғысымен толықтырылған). Ол күлқож қалдықтары магнетитін, бос алтын мен сульфидтерді ұстау үшін қолданылды.

Дірілдеткіш сепаратордың техникалық сипаттамасы:

Науаның сыртқы диаметрі, мм	500
науаның орташа диаметрі бойынша бұрандалы сызықты көтеру бұрышы	14-20°
науа бұрылыстарының саны, дана	3
есептік өнімділік, кг / сағ	500
пульпа тығыздығы (%қатты	15-40
концентраттың шығуы, %	7-10
минутына тербелістер саны	800
жүрістің ұзындығы, мм	30
өлшемдері	
диаметрі, мм	500
биіктігі, мм	2000
салмағы, артық емес, кг	100



13 сурет – Екібастұз көмірінің күлқож қалдықтарына технологиялық сынақтар жүргізу кезінде пайдаланылған, діріл механизмімен толықтырылған сериялы шығарылатын бұрандалы сепаратор.
А-статикалық жағдайда, Б-жұмыста (қара-магнетит), в-діріл механизмі

Вибровинттік сепаратордың жұмыс режимдері. Бастапқы қорек Т: Ж=1: 3-1: 6, кескіш- байытудың негізгі сатысының 15 мм және 10 мм -тазалау, 1 тонна құмға 1 м³ қайта есептегенде шайынды суды беру.

Аэрогидродешламатор (АГД), стандартты емес жабдық пайдалы қазбаларды байыту саласына, атап айтқанда тау-кен байыту жабдығына жатады және ауамен іске қосылған камераларда кезектесіп қозғалатын су ағынындағы жұқа дисперсті бөлшектер мен олардың өскіндерін ылғалды, жіңішке бөлу және гидравликалық жіктеу үшін пайдаланылуы мүмкін. Қосымша әсер-суда еритін тұздардан күл-қож қалдықтарының құм фракциясын жуу.

Аэрогидродешламатор жұқа бөлшектерді немесе шламдарды мүмкіндігінше толық шығаруға мүмкіндік береді және кейбір жағдайларда тиімділігі жағынан флотацияға жақындайды. Қалай болғанда да, біз химиялық реагентті қолданбай микросфераны ағызу үшін дешламаторды қолдануға тырыстық.

Аэрогидродешламатор-бұл болаттан жасалған бекітілген қорап, оның жоғарғы бөлігінде ағызу шегі дәнекерленген, ал материалдың төменгі шығатын клапаны.

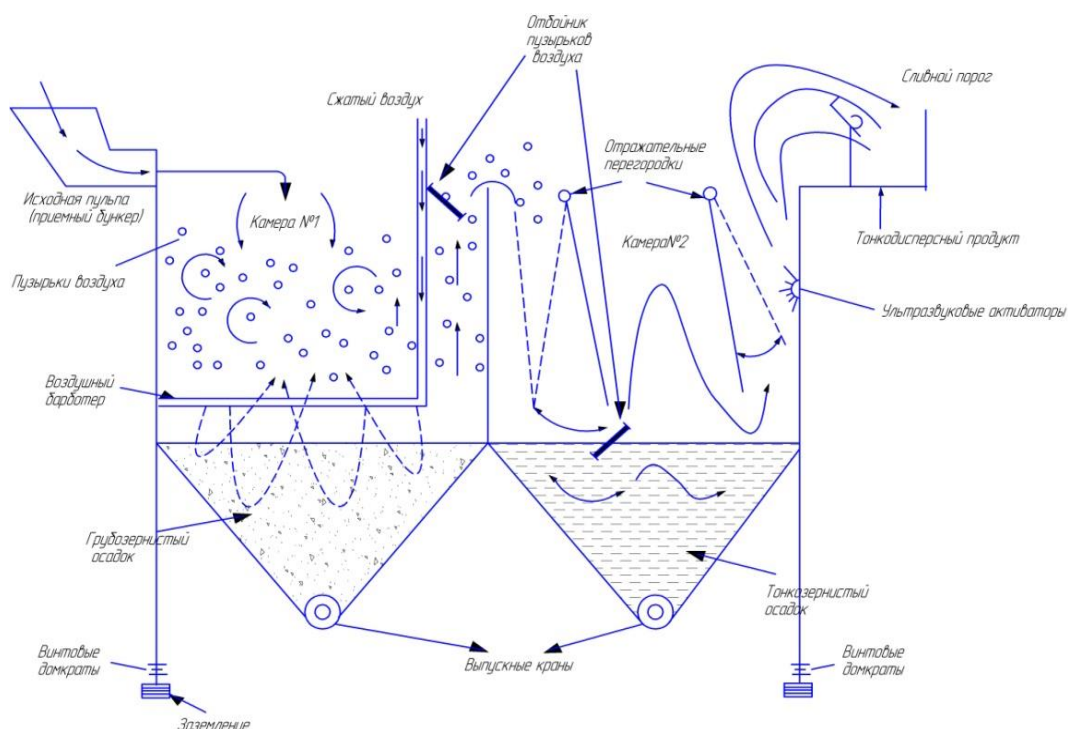
Бөлу камераларда алдымен өрескел өсінділер мен ауыр минералдардың ауа және су ағындарының турбулентті ағынында (1-камера), содан кейін 2-камерада пульпаның ламинарлық ағынына байланысты жұқа және жұқа бөлшектердің бөлінуі жүреді. Гидравликалық жіктеу үздіксіз жоғары, қисық сызықты ағындарда жүзеге асырылады және үлкеннен кіші класқа дейін жүреді.

Бірінші камерада бөлінетін бөлшектердің мөлшері мен тығыздығы үлкен мәнге ие, екінші камерада бастысы – бөлшектердің мөлшері мен формасы және олардың құрылымының табиғаты, ал қара өрікте-бөлшектердің мөлшері. Пульпаның аэрациясына байланысты бірінші камерада ауа көпіршіктері минералданады, көпіршік төменнен жоғары қарай қозғалғанда және бөлшек төмен түскенде оларға жұқа дисперсті (сазды) бөлшектер бекітіледі. Екіншіден, ауа көпіршіктері жарылып, басқа минералдардың қабықтары мен қабықтарынан астықты ашады ("тазартады"), минералды суспензияның жұқа ыдырауын (1-10 мкм) орындайды және үлкен дәндердің жауын-шашынына ықпал етеді. Дешламатордың төгілуіне жұқа ыдыратылған, тазартылған (тазартылған) материал кіреді.

АГД мерзімді және үздіксіз режимде, өз бетінше немесе басқа байыту аппараттарымен (ортадан тепкіш аппараттар, бұрандалы сепараторлар және тұндыру машиналары) біріктіріп жұмыс істей алады. Ірі көлемді сынаманы байытудың технологиялық тізбегінде ол дірілден тепкіш тостаған аппаратының қалдықтарына орнатылады.

Ағызу тек гидрометаллургиялық немесе басқа жолмен алынуы мүмкін ешқандай гравитациялық аппаратпен алынбайтын пайдалы компонентті алады.

АГД құрылғысы суретте көрсетілген. 14.



Сурет 14 - Аэро-гидродешламатор схемасы (АГД)

Эксперименттерде қолданылатын аэрогидродешламаторлардың техникалық сипаттамасы:

Төгу шегінің диаметрі, мм	150
Айна ауданы, м ²	1,1
Камералардың жұмыс көлемі, м ³	0,67
Өнімділік, т / сағ	1,5-4,0
Ауа шығыны; м ³ / сағ	2-4
Жалпы өлшемдері	
Ұзындығы	1700 мм
ені	650 мм
биіктігі	1200 мм
Салмағы, т	0,12
Электр компрессоры	
Кернеу, В	220
Жиілігі, Гц	50
Қуаты, кВт	1,8
Бос жүріс жылдамдығы, жалпы/ мин	2850
Ресивер көлемі, л	24/50
Өнімділігі, л / мин	206/226
Шығудағы максималды қысым, бар (Паб)	8 (800000)

Аппараттың құрылымы

Барлық аппарат көлемі 1700x650x1200 М темір қорап болып табылады, 2 камераға бөлінген, оған су минералды қоспасы беріледі (т:Ж=1:3-10).

Қорап көлбеу бұрышын орнатуға арналған бүйірлік тұтқалармен және бұрандалы негіздермен (өкшелермен) жабдықталған.

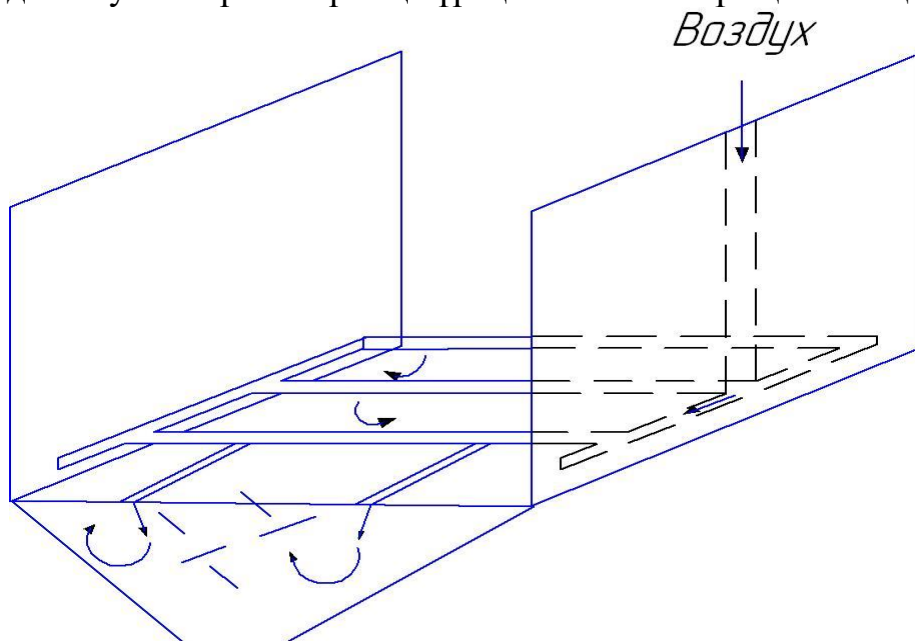
Алдыңғы жағында шағылысатын бөлімдердің көлбеу бұрышын басқару элементтері орналасқан, олар біріншіден екінші камераға ағатын пульпа ағынын және екінші камерадан ағызуды реттейді.

Шағылысатын бөлімдер мен ауа көпіршіктерінің кескіштері тік айналым токтарының пайда болуына ықпал етеді, сонымен қатар араластырғыштардың пышақтарының әртүрлі бұрыштарында.

№ 2 камераның төменгі немесе жоғарғы бөліктерін қағу үшін қалқалар 90°C кем немесе одан көп көлбеу бұрышпен орнатылады .

Пульпаны араластыру және қатты бөлшектерді бөлу көбіктену арқылы жүзеге асырылады, яғни пульпаарқылы ұсақ ауа көпіршіктерін өткізу. Ол үшін бірінші камерада әрқайсысының төменгі бөлігінде 56 тесік ($d=1,0$ мм) бар көлденең орналасқан үш құбыр ($d=15$ мм) болатын ауа көпіршігі орнатылған (сурет. 15). Саңылаулардағы ауа бірдей гидравликалық кедергіні жеңіп, тесіктерден біркелкі шығып кетеді, бұл конустық шұңқырдағы шөгінділердің жақсы араласуына ықпал етеді, ал тесіктердің төменгі орналасуы оларды құммен бітелуден қорғайды. Ауа қысыммен беріледі. Сумен нашар суланған минералдардың бөлшектері (күкірт, тальк, графит, сульфидтер, кейбір жағдайларда табиғи металдар) ауа көпіршіктеріне жабысып, олармен бірге пульпа бетіне қалқып шығады. Күшті гидрат қабығымен қоршалған сумен жақсы суланған бөлшектер ауа көпіршіктеріне жабыспайды және сулы ортада қалады.

Айтпақшы, пульпаға көбік реагенттерін (қарағай майы және т.б.) қосу пульпадағы ауа көпіршіктерінің тұрақтылығы мен ұзақтығын қамтамасыз етеді.



Сурет 15 -Барботер

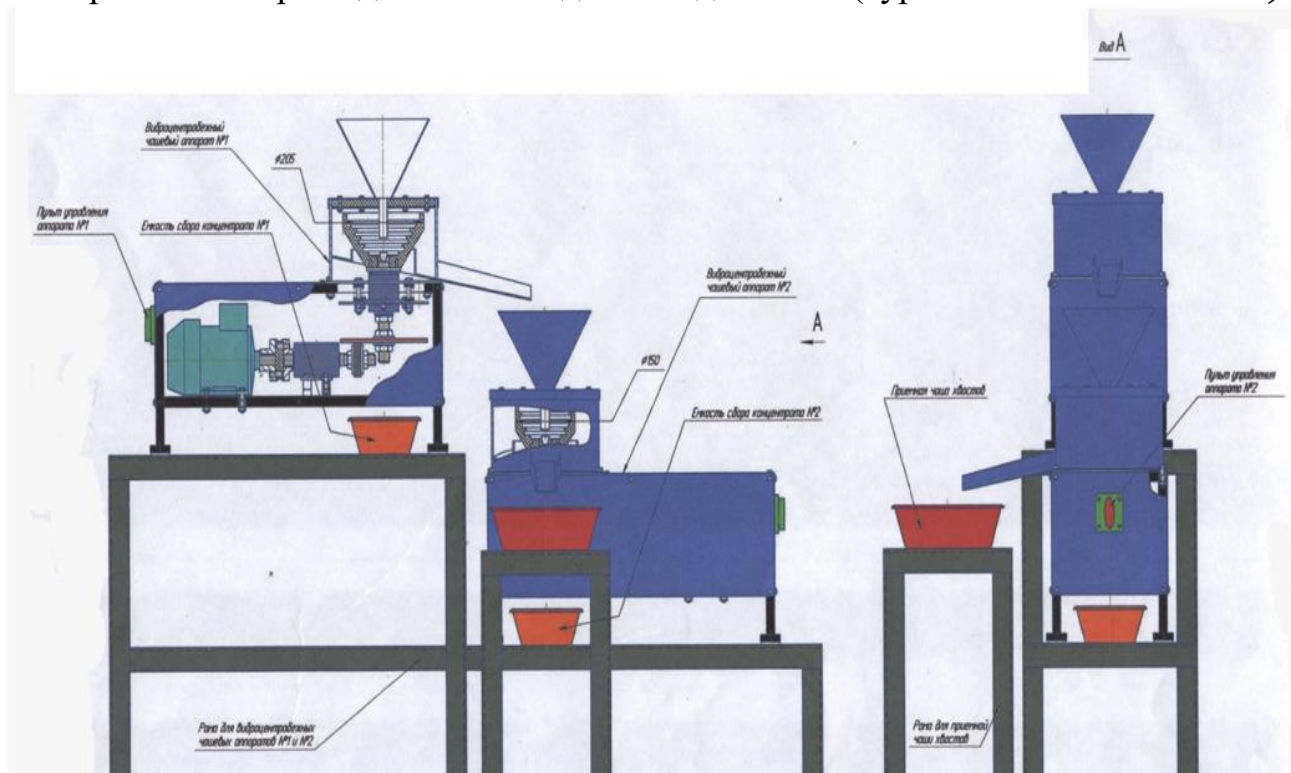
Шөгінділер камералардың конустық түбінде орналасқан шарлы крандардың көмегімен шығарылады, ағызу ағызу шегі арқылы жіберіледі, ол арқылы шламдар шығарылады.

Шлактар әдетте жұқа минералды бөлшектер деп аталады, олардың мөлшері 15-тен 500 микронға дейін және шикізат түріне және байыту әдістеріне байланысты. Түсті және қара металл кендерінің флотациялық шламдары 15 мкм, көмірі 500 мкм-ден аз, кенді емес минералдар 150 мкм, біздің жағдайда сирек жер және алтын кендері үшін 44 мкм.

Айта кету керек, ең күрделі саз қоспалары шламдардың пайда болуының негізгі көзі болып табылады және басқа ұқсас пластикалық қасиеттері сияқты "дисперсті минералдарға" жатады. Суға батырылған кезде олар жұқа тақталарға бөлінеді және оларды тұндыру үшін арнайы активтендіру әдістері қажет, атап айтқанда ультрадыбыстық.

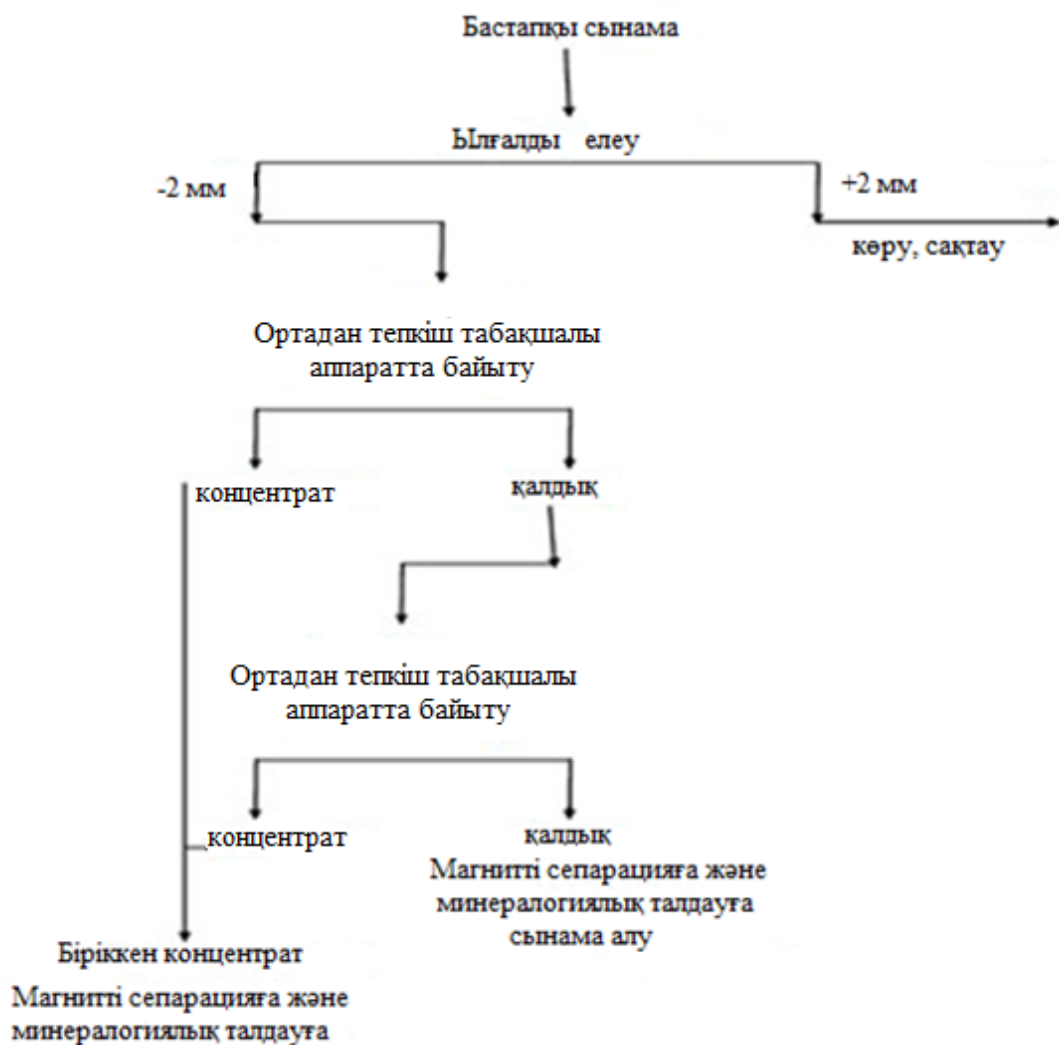
АГД-дағы құмдарды судың жоғары ағындарымен бөлу жіктеуіш камераларында жүзеге асырылады, олардың өнімділігі жұқа бөлшектер ағызылатын соңғы камераның жұмыс көрсеткіштері бойынша есептеледі. Соңғы камерада бөлшектердің жеткіліксіз тұндыру ауданының (су айнасының) жұқа шламдары көп болған кезде сыныптау өнімділігі төмендейді. АГД-да шламдарды шығару 0,04 мм шекаралық ірілігі бойынша жүргізіледі.

Аяқтау модулі бұрандалы сепаратор мен дірілден тепкіш шыныаяқ аппараттарының концентраттарын тазарту үшін пайдаланылды. Сонымен қатар, аяқтау модулі жедел гравитациялық – магниттік тестілеу үшін жұмыс Аппараты ретінде пайдаланылды (сурет. 16- 19).



Сурет 16- Жетілдіру модулі

Каскадты дизайндағы бір жақтауға тек жұмыс ыдысының диаметрімен ерекшеленетін екі аз көлемді вибро-тепкіш шыныаяқ орнатылды. Басында-диаметрі 210 мм және айналу жиілігі 400 айн/мин (орталық) және бақылау кезінде тиісінше 195 мм және 1000 айн/мин. осы орналасудың арқасында барлық ірі және ауыр минералдар бас аппаратынан, ал майда – соңынан алынады.



17 сурет – гравитациялық-магниттік тестілеуге сынамаларды өңдеудің технологиялық схемасы

Скруббер-бутарлық кешен. Кенді дайындау және құмдарды жіктеу. Ол екі жолмен жүзеге асырылды – бастапқы құмдардың дымқыл скринингімен және судың қысымымен және 2×2 мм шаршы ұяшықты електерде қолмен сұртумен және скруббер – бутарда механикалық дымқыл ыдыраумен жүзеге асырылады. (сурет. 8)



18-сурет-Екібастұз көмірінің күл-шлак қалдықтары материалын скруббер – бутарда дезинтеграциялаудың және жіктеудің технологиялық процесі

Скруббер-бутараның техникалық сипаттамасы:

материалдың өнімділігі, м ³ / сағ	0,5-1,0
1 м ³ құмға су шығыны, м ³ /сағ, артық емес	8,4
барабан-електің айналу жиілігі, айн / мин	28
барабан-електің еңіс бұрышы	2 ⁰
елеу тиімділігі, % кем емес	90
ыдырау дәрежесі, % кем емес	90
эфельді шлюз концентратының шығуы, см ³ (л)	1500(1,5)
қозғалтқыштардың жалпы белгіленген қуаты, кВт	14
габариттік өлшемдері, мм, артық емес:	
ені	1300
биіктігі	2025
ұзындығы	5200
салмағы, кг, артық емес	1500

Жұмыс тәртібі: Сынаманың бастапқы материалы өлшенеді, дымқыл електен өткізіледі (60 мм) және дезинтеграцияға алдымен скрубберде, содан кейін импеллерлік бастиектері бар дезинтеграторға және бутарға (барабан-елек) беріледі. барабан-електің айналуы және судың әсері нәтижесінде материал түпкілікті ыдырайды және жуылады, бір уақытта үш ірілік класына жіктеледі:

-60+8 мм; -8+2 мм; -2+0 мм

Ірілігі -60 + 8 мм малтатастар ішкі барабанда жиналады және сақиналық табалдырық арқылы өзін-өзі ұстайтын шлюзге және одан әрі үйіндіге түсіріледі.

Ірілігі -8 + 2 мм материал барабан-електің сақиналы кеңістігінде ішінара жиналады және артқы ернеуіндегі саңылаулар арқылы эфель шлюзіне түседі, ал ірілігі -2 + 0 мм материал сумен бірге түсіру бункеріне түседі және діріл

бұрандалы сепараторда және ортадан тепкіш аппараттарда одан әрі гравитациялық байыту үшін сорғымен беріледі.

Магнитті бөлу Nd-Fe-B магниттерінен жиналған қолмен магниттік зондтарда жүргізілді.

	Щуп №1	Щуп №2	Щуп №3	Щуп №4
Магниттік индукция	100 мТл	200 мТл	300 мТл	400 мТл
Шиеленіс магнит өрісі	80 кА/м	160 кА/м	240 кА/м	320 кА/м
	1000 Эрстед	2000 Эрстед	3000 Эрстед	4000 Эрстед

Зондтардың жұмыс бетіндегі магниттік индукция диапазоны (цилиндр тәрізді) 100 мТл-ден 400 мТл-ге дейін өзгереді, бұл зерттелетін материалдың кез-келген мөлшерінде қатты және әлсіз магниттік бөлшектерді алуға мүмкіндік береді.

Магниттік өнім өлшенеді, магниттік фракцияның құрамы (шығысы) анықталады және экстракция есептеледі.

Оптикалық әдіс микроскоппен магниттік фракциядағы минералдардың құрамын анықтайды.

Танталит және колумбит қиғаш жарықта және шағылысқан жарықта (сурет. 22, 23) ішкі қызыл рефлексдерді көрсетеді, оларды күшейту үшін оларды тесіп, олардың санын анықтауға болады.

Сондай-ақ, магниттік фракцияны өлшегеннен кейін (сурет. 21), оны 50% тұз қышқылында 5-10 минут қайнатып ерітіп, бұл ретте магнетит, Mn, Fe гидроқышқылдары толығымен ериді. Ерігеннен кейінгі қалдық өлшенеді. Ерігенге дейінгі фракцияның салмағы мен ерімейтін қалдық арасындағы айырмашылық магнетит, Mn, Fe оксидтерінің салмағына байланысты болады.

Осылайша, минералды-технологиялық зерттеулер жүргізу кезінде минералданудың күл-қож қалдықтарын зерттеудің барлық қол жетімді әдістемелік әдістері, гравитациялық байыту бойынша аппараттық жетістіктер қолданылды. Аппараттар тізбегінің технологиялық схемасында тәжірибе жасау үшін жиналған барлық жабдықтар қалдықтарды өңдеуге арналған Болашақ өнеркәсіптік кешеннің моделі болып табылады (сурет.23)



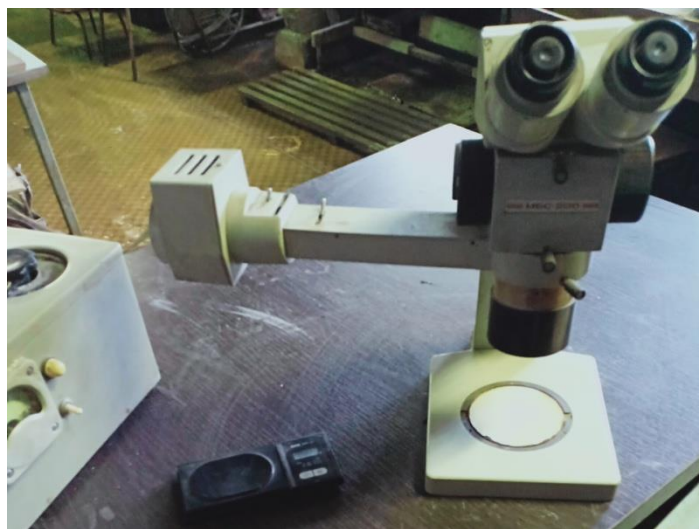
19-сурет - сирек кездесетін
магниттік зондтар



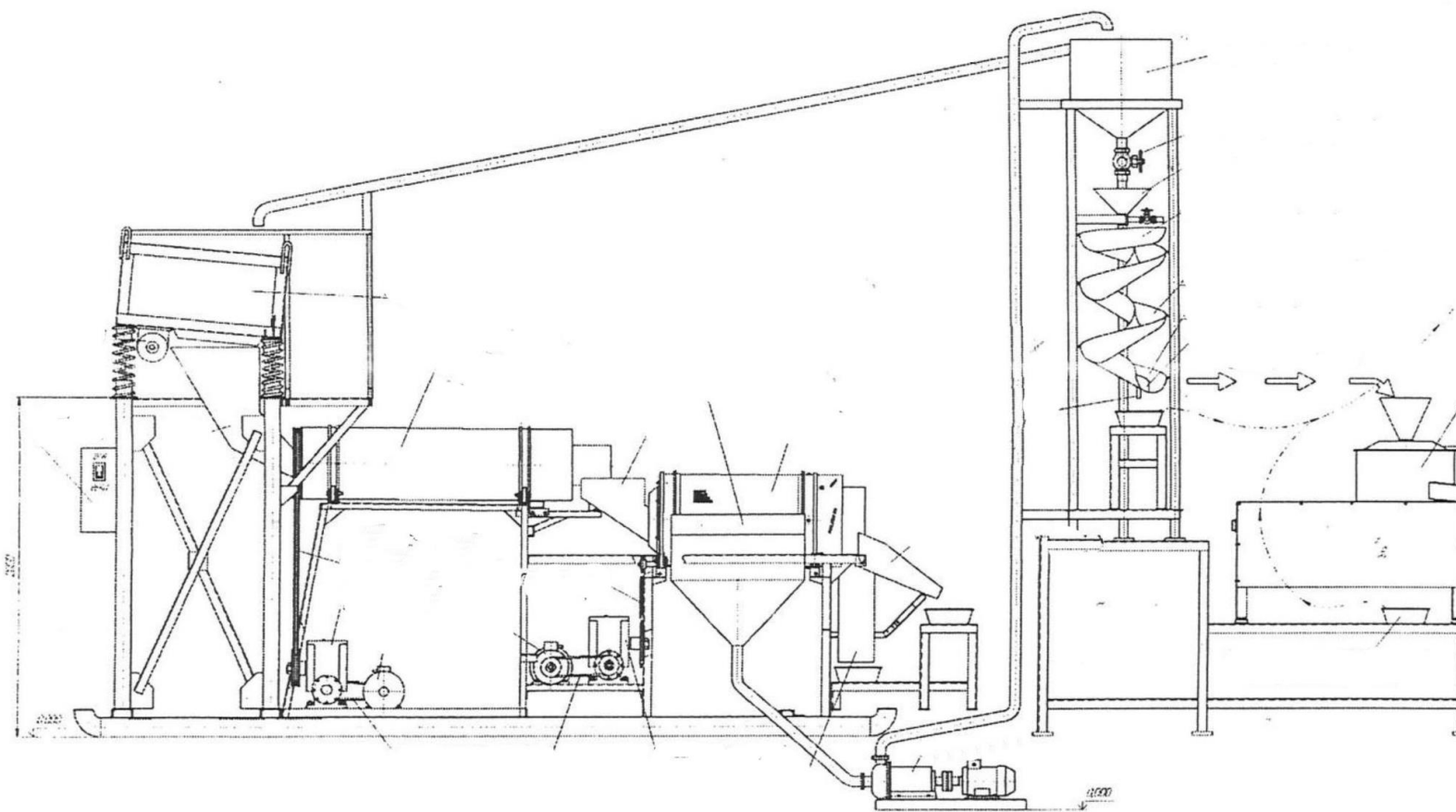
Сурет 20-магниттік өнім

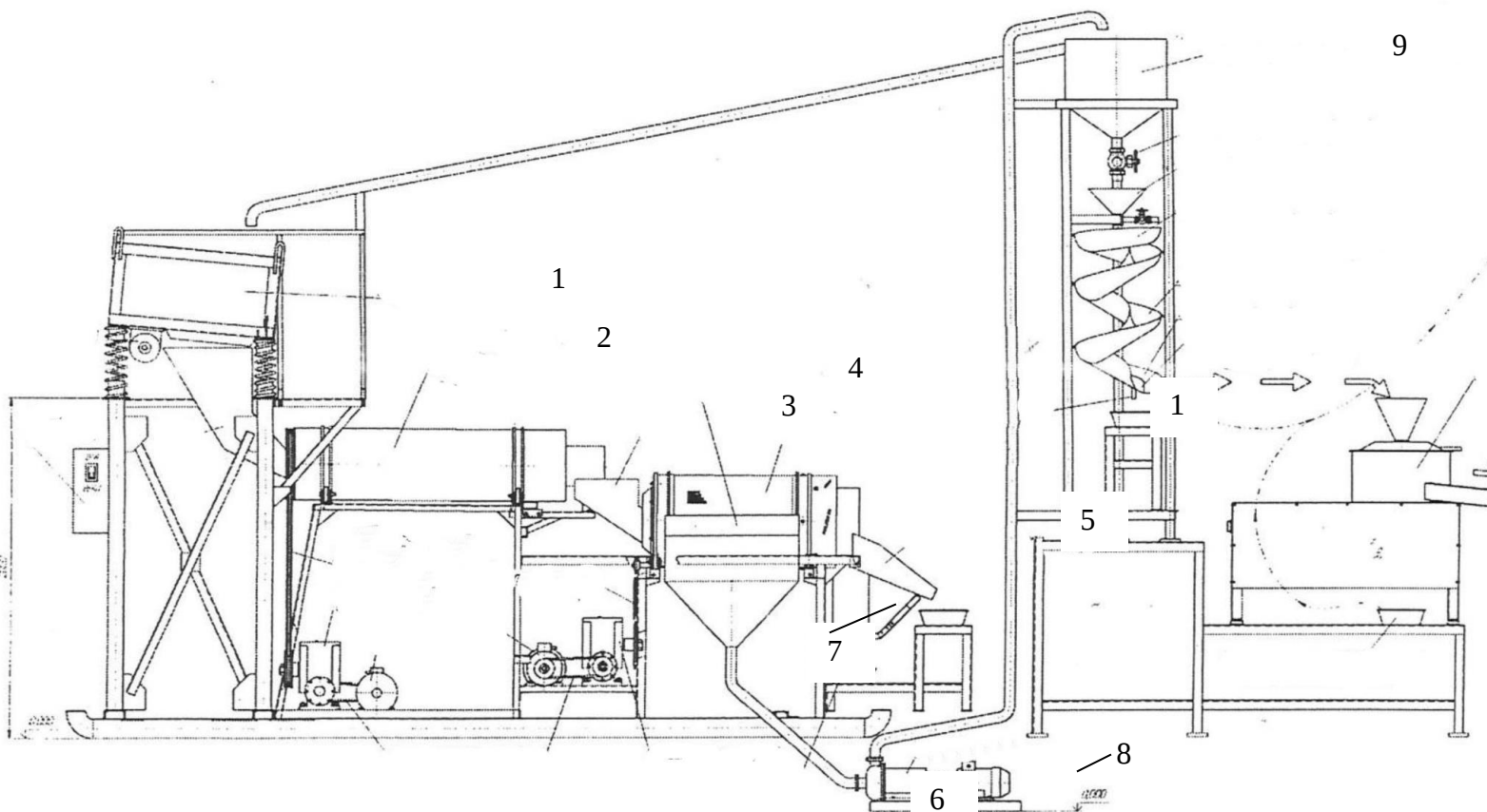


21-сурет оптикалық микроскоп –
өтіп жатқан және қиғаш
жарықтандырудағы зерттеулер.



22-сурет-шағылысқан жарықта зерттеуге
арналған оптикалық микроскоп





1 – масакты күрекшесі бар тиеу бункері; 2 – скруббер; 3 – дезинтегратор; 4 – бутара; 5,6 – ірі (өздігінен тұтқыш) және ұсақ толтыру шлюздері; 7 – жіктелген материалды қабылдау зумпф (-2+0 мм); 8 – құм сорғысы; 9 – дірілді сепараторды қоректендіру бункері; 10 – дірілді сепаратордың концентраторы; 11 – вибро-тепкіш шыныаяқ аппараты (өнімділігі 1000 кг/сағ); 12 – концентрат; 13 – аэрогидродешламатор; 14,15 – Камера 1, камера 2 дешламатор; 16-ағызу немесе соңғы қалдықтар; 17 – аяқтау модулі-төмен өнімділігі бар вибро-тепкіш шыныаяқ аппараттарының каскады.

23-сурет – "КРИЦ-НТК" ЖШС зертханалық қондырғы аппараттары тізбегінің технологиялық сызбасы»,
ірі көлемді сынаманы өңдеу үшін қолданылған

2.Магнитті байыту әдістерімен күл-қож қалдықтарынан безді өнімдерді бөлу бойынша зерттеулер

Темірдің негізгі массасы -0,1+0,044 мм кластарда шоғырланған, магниттік өнімнің шығымдылығы 44,57 - ден 50,81% - ға дейін, өнімнің сапасы 44-47% жалпы темір (кесте. 14).

14-кесте гранулометриялық құрамы, ірілік кластары бойынша күл-қож қалдықтарындағы темірдің таралуы және құрғақ магниттік сепарация нәтижелері

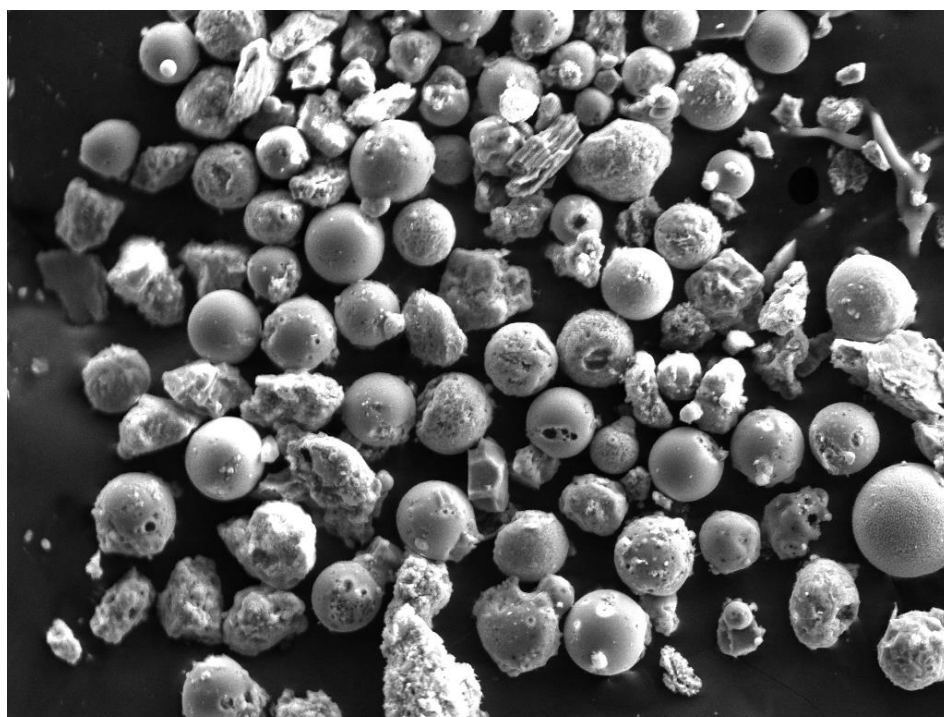
Ірілік класс мм	Өнім	Ірілік класының шығуы		Темірдің үлесі, %	Темірді шығару, %
		г	%		
-0,5+0,2	Магнитті.	41	7,27	34,40	24,13
	Магнитсіз.	523	92,73	8,48	75,87
	Бастапқы	564	100	10,36	100
-0,2+0,1	Магнитті.	43	21,94	35,29	64,01
	Магнитсіз.	153	78,06	5,58	35,99
	Бастапқы	196	100	12,09	100
-0,1+0,074	Магнитті.	119	44,57	44,0	85,00
	Магнитсіз.	148	55,43	6,25	15,00
	Бастапқы	267	100	23,07	100
-0,074+0,044	Магнитті.	61,8	50,08	47,58	89,18
	Магнитсіз.	61,6	49,92	5,80	10,82
	Бастапқы	123,4	100	26,72	100

Темірдің негізгі түрі-Екібастұз көмірінің бастапқы темір құрамды минералдары мен теміроорганикалық қосындыларын қайта балқыту кезінде ЖЭО оттығында пайда болған сферомагнетит.

Сферомагнетиттің жалпы түрі мен құрамы 24-суретте және 15-кестеде келтірілген.

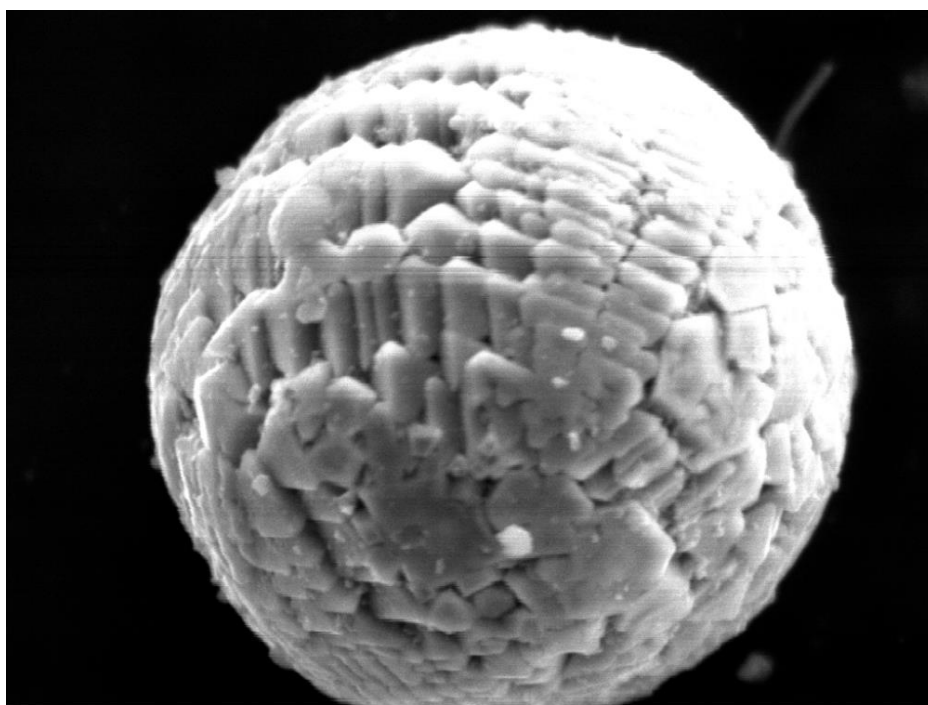
Кесте 15 Superprobe 733 электронды зонд микроанализаторына сәйкес темір микросфераларының химиялық құрамы

Талдаулар	Элементтер, салмақ. %												
	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Қорыт.
Талдау 1	28,92		3,80	2,36	3,78	0,16	0,11	0,02	1,02	0,09	1,67	58,06	100,00
Талдау 2	42,61	0,18	2,50	5,90	13,56	0,42		0,08	14,79	0,17	0,42	19,39	100,00
Талдау 3	28,25		1,04	1,87	3,16	0,19		0,00	3,07	0,10	0,88	58,45	100,00
Талдау 4	34,46	0,29	1,33	1,64	2,32	0,25			0,88	0,08	1,41	57,34	100,00
Талдау 5	29,09	0,17	0,65	3,99	5,97	0,13	0,12		2,99	0,24	0,82	55,85	100,00
Талдау 6	42,82	0,48	0,45	6,81	22,98	0,48	0,56	0,39	1,19	0,35	1,05	22,44	100,00
Макс.	42,82	0,48	3,80	6,81	22,98	0,48	0,56	0,39	14,79	0,35	1,67	58,45	
Мин.	28,25	0,17	0,45	1,64	2,32	0,13	0,11	0,00	0,88	0,08	0,42	19,39	



300мкм

24-Сурет-Сферомagnetит



30мкм

25-сурет-азот қышқылымен өңделгеннен кейін Сферомagnetит

Шарлардың орташа мөлшері 70-100 мкм кұрайды. Қарқынды магниттік қасиеттерге ие, магниттік сезімталдығы 2000-нан 10000 *10-6 бірлік СГС.

Микросфералардың екі түрі олардың құрамындағы темірге бөлінеді-19-22% және 55-58%. Біріншісі микроскоптың астында ашық металл жылтырымен, екіншісі (темірге бай) күңгірт, сұр түсімен ерекшеленеді.

Әр түрлі темір микросфераларының пайда болу себептерін анықтау үшін бастапқы көмірлер зерттелді, сонымен қатар олар ауаны мәжбүрлеп жеткізусіз қалыпты жағдайда қосымша жағылды. Бастапқы көмірлер мен олардың күлін "вибровинт – орталықтан тепкіш аппарат" жүйесінде байыту бірдей жүргізілді, байыту өнімдерінің құрамын зерттей отырып, көмірдің жануы кезінде минералды бөліктің табылу және өзгеру формаларын шамамен бағалауға мүмкіндік берді.

Бастапқы көмір. Екібастұздық көмір тас, қарашірік, жоғары минералдандырылған.

Біздің мәліметтеріміз бойынша көмірдегі темірдің негізгі тасымалдаушысы сидерит, екінші пирит, маркозит (кесте. 16), сондай-ақ темір-органикалық қосылыстар. Сидериттердің құрамында (анықтамалық мәліметтер) темір оксиді 62,1% құрайды, қоспа ретінде Mn, Mg бар.

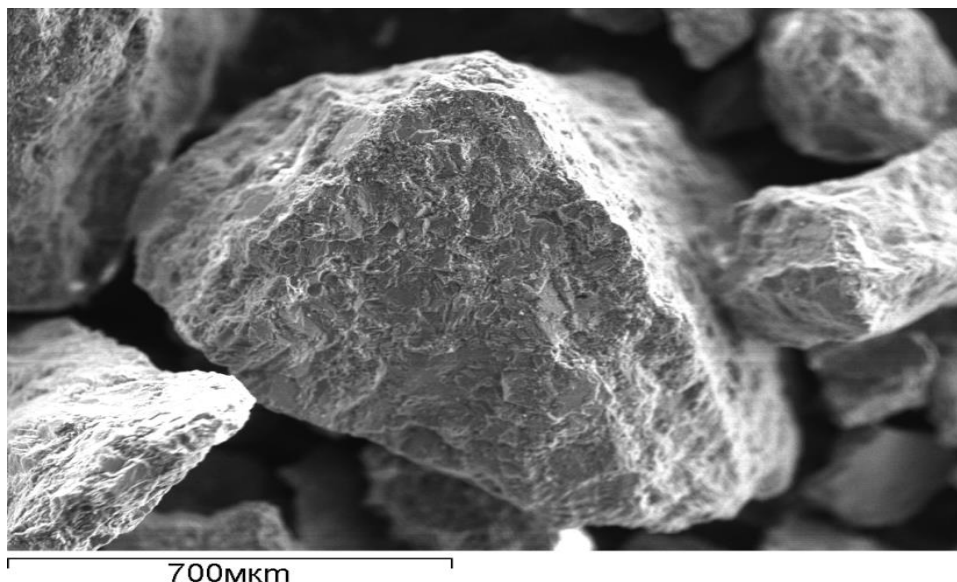
16-кесте Екібастұз көмірі. Темірдің гравитациялық байыту нәтижелері

Байыту өнімі	ШЫҒЫМ		Темір үлесі, % темір оксиді, %	Темірді бөліп алу, % темір оксиді , %	Минерал құрамы (көмір массасын қоспағанда) (%)
	кг	%			
+2 мм	4,50	45,0			
Вибровинтті сепаратор концентраты	0,8	8,0	19,46/30,24	**	Каолинит – 78, Кальцит – 8,4, Сидерит – 7,5, Кварц – 5,5, Пирит, магнетит
Дірілді тепкіш тостаған аппараты концентраты	2,05	20,5	15,52/22,18		Каолинит – 61,7, Кварц – 17,5, Сидерит – 12,3, Кальцит – 8,5, Пирит, магнетит қоспасы
Қалдық	2,65	26,5	Талданбаған		
Бастапқы көмір	10,0	100	5,0		

Fe концентраттарының құрамы 15,52-ден 19,46% - ға дейін төмен, құрамы бойынша сидерит, практикалық маңызы жоқ.

Өңдеу параметрлері: барлық элементтерді талдау (қалыпқа келтірілген). Барлық нәтижелер салмақта %

Спектр	O	Mg	Al	Si	P	Ca	Mn	Fe	Қорытынды
Спектр 1	39,25	0,88	2,62	2,87	0,58	4,96	1,69	47,16	100,00

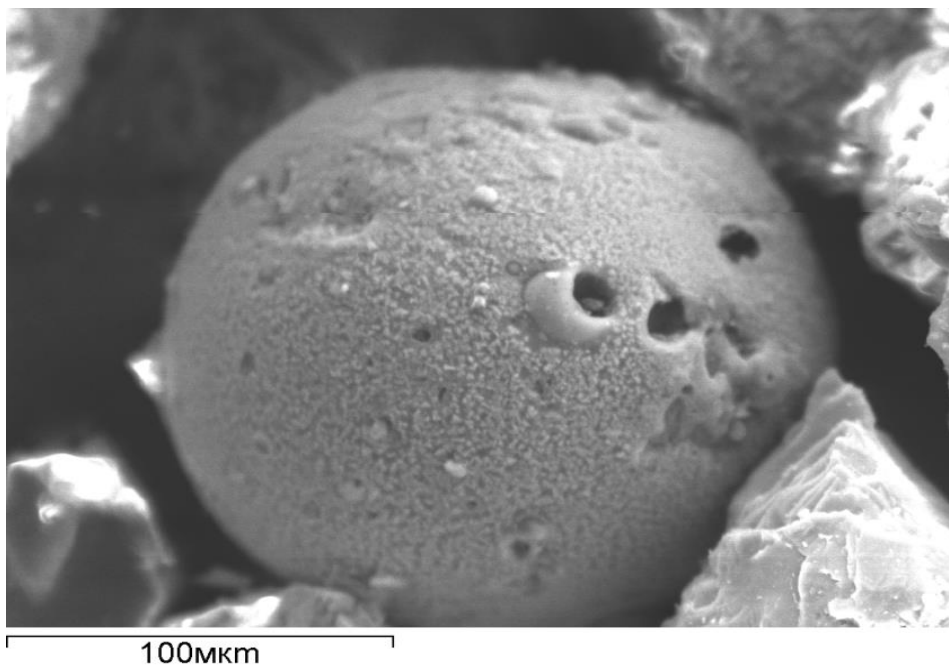


Сурет-26 -Сидерит сынықтары
бастапқы көмірдің гравиконцентратында

Сидериттің химиялық құрамы: I-53,61%; Mn-1,96%; Ca-2,67%; Si-2,06% – Al - 2,16; Mg – 0,79%.

Өңдеу параметрлері: барлық элементтерді талдау (қалыпқа келтірілген).
Барлық нәтижелер салмақта %

Спектр	O	Na	Mg	Al	Si	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Қорытынды
Спектр 1	40,93	0,82	0,91	5,47	14,36	0,23	0,75	0,27	0,96	35,29	100,00



Сурет 27- Күрделі құрамдағы сфералық бөлінділер (микроорганизмдер)
Fe (35,29%), Mn (0,96%), Ti (0,27%), Si (14,36%), Al (5,47%), Mg (0,91%).

Көмірдің минералды құрамы-темір, кальций, магний карбонаттары бар кварцты каолинит (кесте. 16).

Сирек кездесетін, сынған дәндердің арасында тұрақты емес пішінді, өткір бұрышты, кейде октаэдрлік және экзотикалық сфералық, қазаланған микроорганизмдерге ұқсас.

Көмірдегі темір құрамындағы минералдардың жалпы көрінісі 26, 27 суреттерде көрсетілген.

Дірілдеткіш сепаратор мен дірілден тепкіш аппарат концентраттарының негізгі темір құрамындағы минералы құрамында 53 және одан да көп пайыз темірі бар сидериттің бұрыштық сынықтары болып табылады.

Микросфералар сирек кездеседі және олар төмен Fe (39% дейін) және ілеспе компоненттердің үлкен жиынтығымен (Ca, Mg, Al, Si).

Тесіктері бар шарлардың тегіс пішіні тән.

Көмірді кәдімгі пеште ауаны мәжбүрлеп жеткізбей жағу және кейіннен орталықтан тепкіш аппараттардағы күлді байыту келесі деректерді алуға мүмкіндік береді (кесте. 17)

Пеш күлінде гравиконцентраттағы темір мөлшері көмірмен бірдей болып қалды, минералды құрамы өзгерді. Реликті темір бар сидеритпен қатар түбегейлі жаңа минерал пайда болды-гематит (кесте. 17).

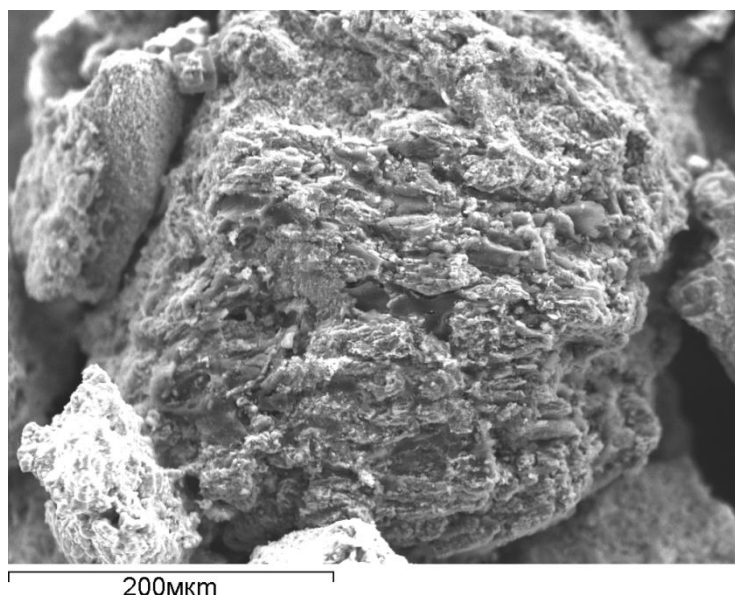
Кесте 17-пеш күлі.Гравитациялық байыту нәтижелері және өнімдердің минералды құрамы

Байыту өнімдері	Шығым %	Темір үлесі, %	Темірді бөліп алу, %	Минералды құрамы (%)
Ортадан тепкіш табақшалы аппаратының концентраты	1,02	18,57	1,7	Кварц – 44,1 Гематит – 28,8 КППШ, Альбит (21,3), Сидерит - 6,3
Қалдықтар	98,98	11,59	98,3	Кварц (60,2), гематит (14,8), альбит (10,4), кальцит (10,4), сидерит (4,3)
Бастапқы материал	100	10,96	100	

Қоқыстардың жалпы түрі мен формасы көмірдегі бастапқы сидерит азайды (сурет. 27). Концентраттағы темірдің мөлшері (18,57%) көмірге жақын. Гематиттелген сидериттерде 49 - дан 62% - ға дейін.

Өңдеу параметрлері: барлық элементтерді талдау (қалыпқа келтірілген). Барлық нәтижелер салмақта %

Спектр	O	Mg	Si	S	Ca	Mn	Fe	Қорытынды
Спектр 1	33,44	5,19	0,44	0,35	9,81	1,15	49,62	100,00

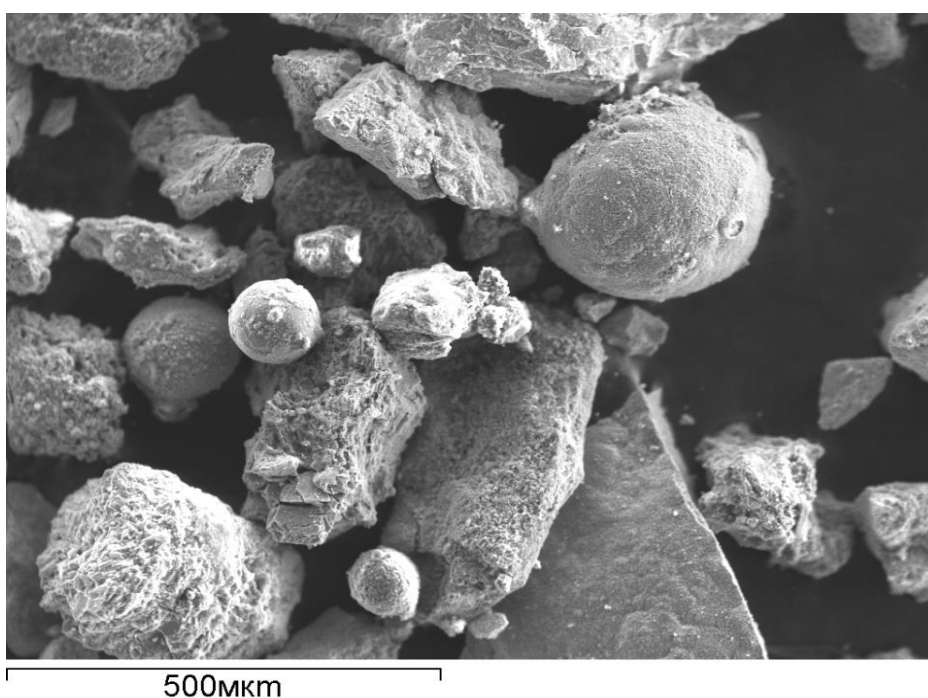


Сурет 28 –Пеш күлі. Гематиттелген сидериттің жалпы көрінісі

Осылайша, сферомagnetит – бұл түзілімдердің жоғары температуралық жағдайларының ғана емес, сонымен қатар қоршаған ортаның-қайнаған қабаттағы газ ағындарының да типоморфты белгісі.

Өңдеу параметрлері: барлық элементтерді талдау (қалыпқа келтірілген).
Барлық нәтижелер салмақта %

Спектр	O	Fe	Қорытынды
Спектр 1	37,04	62,96	100,00



Сурет 29 –Пеш күлі

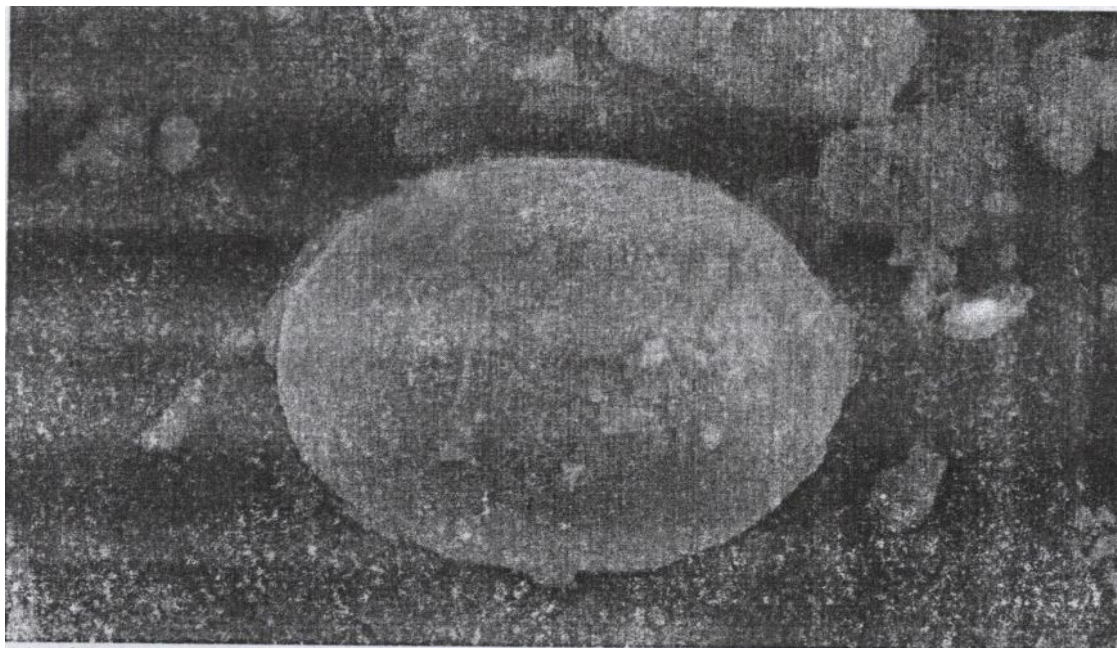
Гематиттелген сидериттің бұрыштық фрагменттерінің арасында сирек кездесетін сфералық темір-алюминосиликатты түзілімдер кездеседі, олар көмірлердің қазбаланған микроорганизмдеріне ұқсас. Бірақ олар күлді жағу арқылы алынған безді анықтамайды.

Осылайша, жүргізілген зерттеулер ЖЭО күлінде магнетит микросфераларының пайда болуын көмірді жағу ерекшеліктерімен дәлелдейді – сидерит пен органометалл қосылыстарының бұзылуына байланысты "қайнаған қабаттағы" жоғары газ ағындарында.

Осыған байланысты біз маңызды қорытындыға келеміз – сферомагнетит немесе құрамында темір бар микросфералар тек жоғары температуралық жағдайлардың көрсеткіші ғана емес, сонымен қатар темір рудасының жоғары газ ағынында және біздің зерттеулеріміз көрсеткендей, алтын кені, уран, алмаз минералдануы.

30 және 31 – суреттерде құрамында темір бар кальцифирлер мен Құмдыкөл кен орнының графит-алмас флотоконцентратынан жасалған темір бар микросфералар (магнетит, табиғи темір) көрсетілген. Микросфералардың құрамы мен қосылу сипаты күл-қож қалдықтарының микросфераларына ұқсас.

32, 33-суреттерде алтын кенінен қара (көміртегі бар) тақтатастардағы (№4 кен денесі) құрамында темір бар микросфералар электронды микроскоппен түсірілген суреттер кварцит слайдтары келтірілген.



30-сурет-Құмдыкөл техникалық алмас кен орнының кальцифирлеріндегі сферомагнетит

Құрамы: Fe – 39,13%; Mn – 1,35%; V – 0,26%; Ti – 0,16%; Ca – 3,62%; Si – 14,32%; Al – 2,69; Mg – 2,22%.)

Сонымен, құрамында көміртегі бар алтын кендері, алмаздар үшін құрамында темір бар микросфералар осы кендердің пайда болу жағдайларының

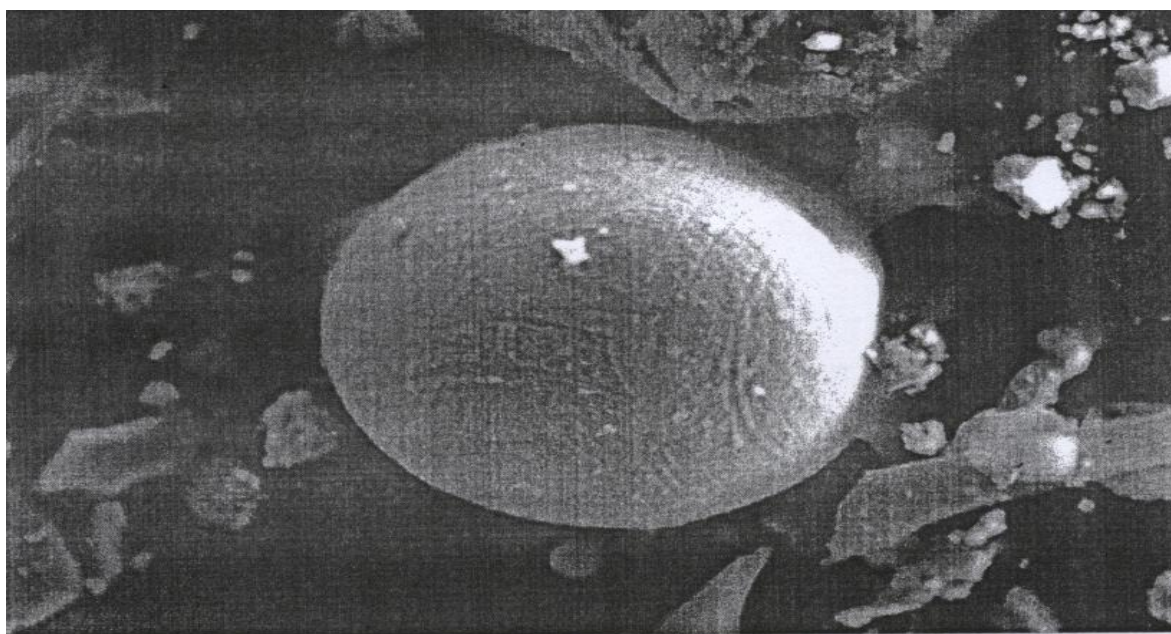
индикаторлары болып табылады, ал олардың аз жинақталу аймақтары ең бай және ең ұзын кендердің "ыстық нүктелері" болып көрінеді.

Өңдеу параметрлері: барлық элементтерді талдау (қалыпқа келтірілген).
Барлық нәтижелер салмақта %

Спектр	O	M	Al	Si	P	Ca	Ti	V	Mn	Fe	Қорытынды
		g									ы
Спектр 1	35,65	2,22	2,69	14,32	0,62	3,62	0,16	0,26	1,35	39,13	100,00

Өңдеу параметрлері: барлық элементтерді талдау (қалыпқа келтірілген).
Барлық нәтижелер салмақта %

Спектр	O	Si	Mn	Fe	Қорытынды
Спектр 1	26,66	0,99	0,75	71,60	100,00

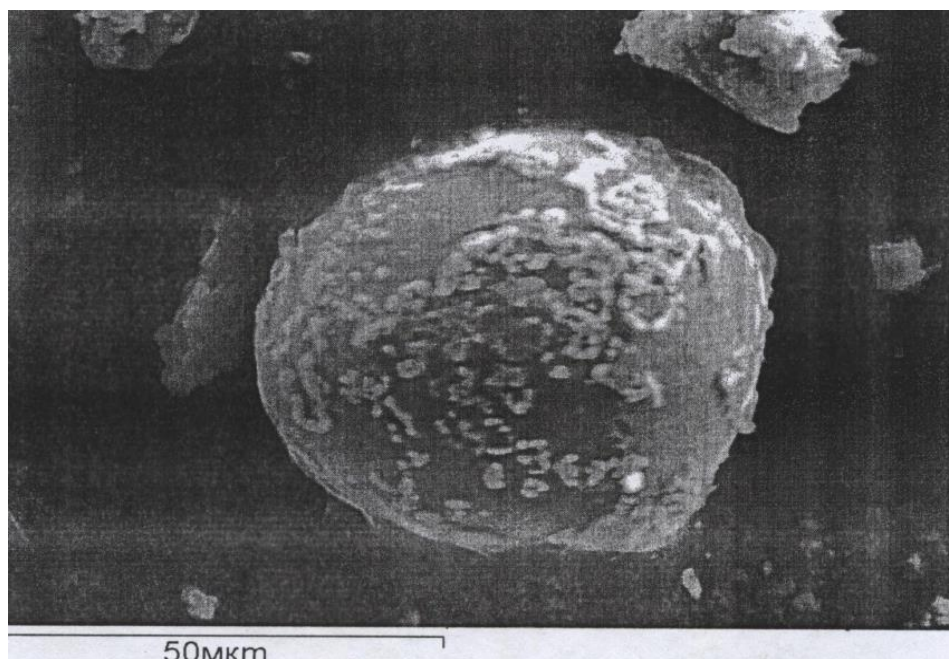


(Құрамы: Fe – 71,60%; Mn – 0,75%; Si – 0,99%.)

31-сурет-Құмдыкөл кен орнының құрамында алмас бар флотоконцентратынан жасалған құрамында темір бар микросфера

Өңдеу параметрлері: барлық элементтерді талдау (қалыпқа келтірілген).
Барлық нәтижелер салмақта %

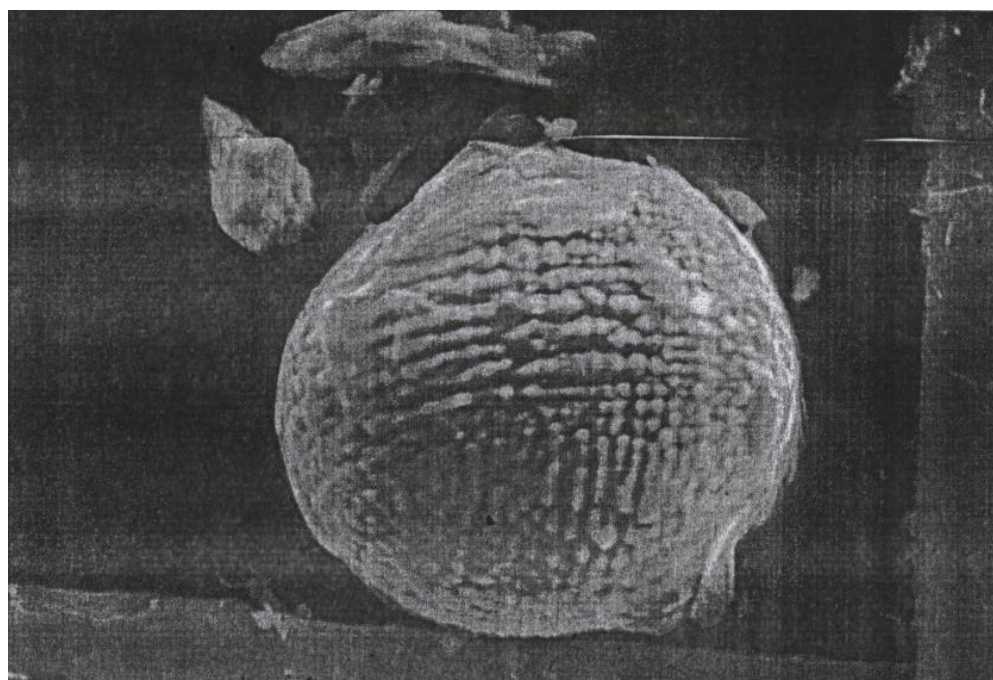
Спектр	O	Mg	Al	Si	Ca	Mn	Fe	Қорытынды
Спектр 1	23,66	0,66	2,06	1,72	0,17	1,62	70,12	100,00



32-сурет-құрамында алтын бар кендердің гравеоцентриатынан кварцит слайдтары бар темір бар микросфера (Fe – 70,12%)

Өндеу параметрлері: барлық элементтерді талдау (қалыпқа келтірілген). Барлық нәтижелер салмақта %

Спектр	O	Mg	Al	Si	Ca	Mn	Fe	Қорытынды
Спектр 1	33,87	0,82	2,08	7,26	0,29	1,18	54,49	100,00



33-сурет- Кварцитовые Горки кен орнының алтын құрамды кендерінің гравеоцентриатынан алынған темір құрамды микросфера (магнетит, Fe-54,49%)

Fe-де үлкейтілген зертханалық сынақтар күл үйіндісінің әр түрлі бөліктерінен алынған сынамалардағы табиғи ірілік материалында жүргізілді және бірінші кезекте темір бөлудің күрт гетерогенді сипаты болды. Темірдің бастапқы мөлшері 3,5-5,0% - дан 17% - ға дейін өзгереді, бұрандалы сепаратордағы концентраттардың шығуы, кесу орны бірдей болған кезде 7,0-ден 40,0% - ға дейін алынады. Осыған байланысты 19-кестеде байытудың шындыққа жақын параметрлері келтірілген.

Үлкейтілген зертханалық сынақтар 120 кг сынамада 34 – суретте көрсетілген гравитациялық-магниттік схема бойынша қолмен жүргізілді, байыту нәтижелері-18-кесте.



34-сурет-темірге ірілендірілген зертханалық сынақтар жүргізудің технологиялық схемасы
18-кесте-Екібастұз көмірінің табиғи ірілік материалындағы Fe күл-қож қалдықтарына ірілендірілген-зертханалық сынақтардың нәтижелері

Байыту өнімі	Шығым, %	Темір үлесі, %	Темірді бөліп алу
+2 мм	11,11	10,38	6,47
-2 +0 мм Вибровинтті сепаратор концентраты	14,53	38,77	31,68
Ортадан тепкіш табақшалы аппараттарының концентраты	0,94	16,64	0,90
Қалдық	73,42	14,76	60,94
Бастапқы сынама	100	17,77	100

Келесі көрсеткіштерге қол жеткізілді:

- вибровинттік сепаратордың бастапқы концентратына темір алу 31,68% құрады, концентрат шығымы-14,53%;
- концентраттағы темір құрамы-38,77%.

Қара концентратты тұрақты магниттерде тазалау арқылы концентраттың сапасы 8-10% шығыммен 53-58% Fe дейін көтерілді.

Осылайша, ірілендірілген зертханалық сынақтар күл-қож қалдықтарын қайта өңдеу бойынша алтын және темір бойынша алдын ала технологиялық параметрлерді алуға мүмкіндік берді.

2.1 Күл-кож қалдықтарынан пайдалы компоненттерді байытудың гравитациялық әдістерімен зерттеу

Күл-кож қалдықтарының ірі түйірлі материалын гравитациялық байыту Степногорск қаласындағы "КРИЦ-НТК" тәжірибелік-өнеркәсіптік қондырғысын пайдалана отырып, ірілендірілген зертханалық сынамада жүзеге асырылды.

Кестеде келесі нәтижелер алынды. 6.

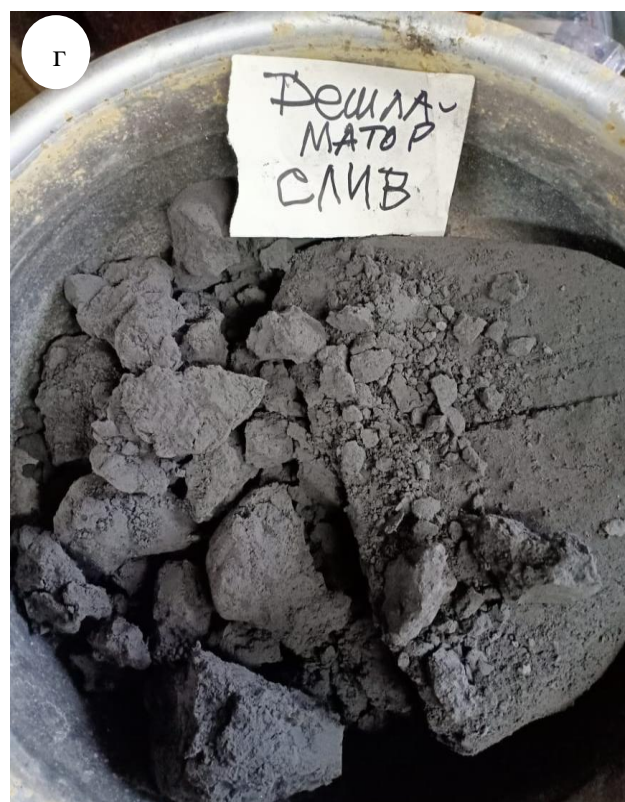
19-кесте-ірі түйірлі бөлікті қайта өңдеу бойынша тәжірибелік-өнеркәсіптік қондырғының нәтижелері (күл үйіндісінің көлемінен 15-25%)

Байыту өнімі	Шығым, %	Темір үлесі, %	Алтын үлесі, г/т	Бөліп алу, %	
				Fe	Au
+2	7,5	10,38	0,25	8,08	5,81
Вибровинтті сепаратор концентраты	16,5	39,0	0,99	66,49	52,58
Ортадан тепкіш табақша аппаратының концентраты	2,33	16,64	1,45	4,03	10,64
Аэрогидродешламатордың камералық өнімі №1	44,12	2,60	0,16	11,79	22,58
Аэрогидродешламатордың камералық өнімі №2	13,93	3,7	0,10	5,27	4,53
Ағызу (шлам)	15,62	2,7	0,08	4,34	3,87
Бастапқы сынама	100	9,67	0,13	100	100

Темір. Вибровинттік сепаратордың бастапқы концентратына – 66,49%, ал бастапқы құрамында 9,67% болған кезде құрамында 36,32% темір бар 70,52% дірілді тепкіш аппаратпен біріктірілген концентратқа алынған. Біріктірілген концентратты магниттік сепарациямен тазалау, құрамында 10,1% темір бар магниттік өнімді алуға мүмкіндік берді – 58,02% алу кезінде – 85,89%. Қалдықта темір мөлшері 11,02% құрайды.

Алтын. Алтынның бастапқы құрамы-0,13 г/т, алтын бойынша алынған біріктірілген концентрат (вибровинттік сепаратор және виброцентробежного тостаған аппараты) 1,04 г/т, алу 65,27%.

Алынған байыту өнімдерінің жалпы түрі 4-суретте көрсетілген.

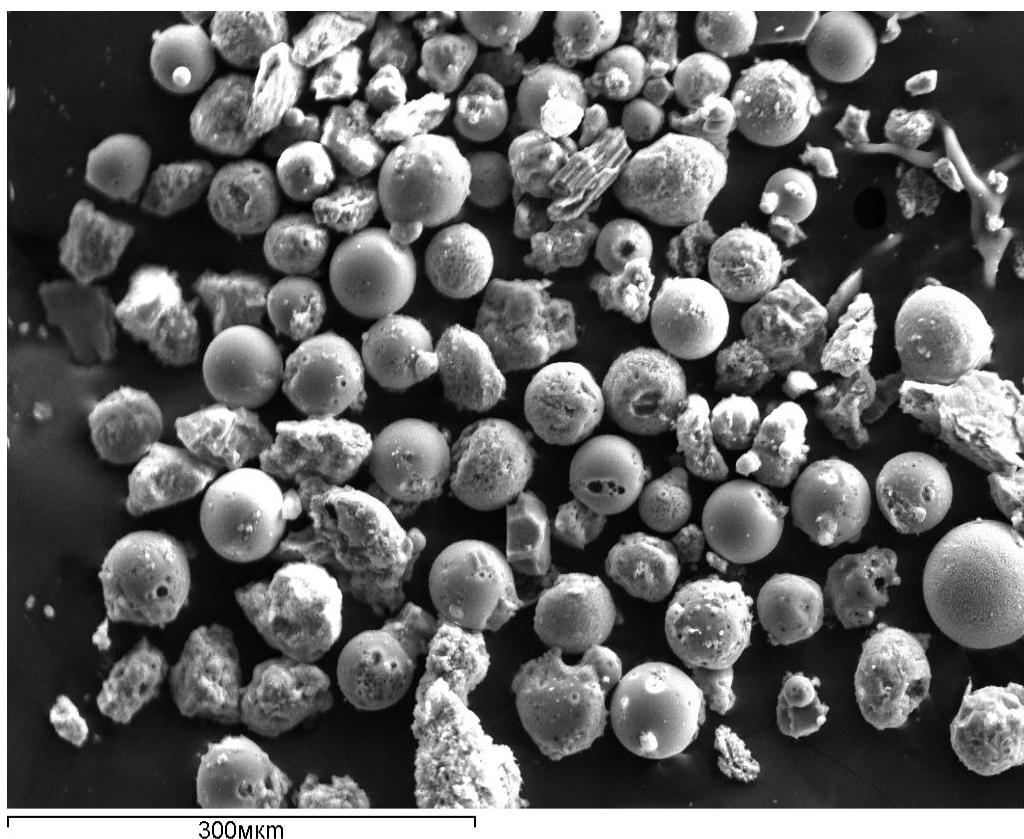


а-дірілді сепаратор концентраты, Б - №1 аэрогидродешламатордың камералық өнімі (ірі-орташа түйіршікті материал), в - №1 аэрогидродешламатордың камералық өнімі(ұсақ түйіршікті материал), г- жұқа дисперсті материал (дешламаторды ағызу)
35-сурет-алынған байыту өнімдерінің жалпы түрі

Сферомагнетиттің жалпы түрі мен құрамы 36, 37-суреттерде және 20-кестеде келтірілген.

20-кесте-superprobe 733 электронды зонд микроанализаторына сәйкес темір микросфераларының химиялық құрамы

Талдаулар	Элементтер, салмақ. %												Қорытынды
	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Ti	Mn	Fe	
Талдау 1	28,92		3,80	2,36	3,78	0,16	0,11	0,02	1,02	0,09	1,67	58,06	100,00
Талдау 2	42,61	0,18	2,50	5,90	13,56	0,42		0,08	14,79	0,17	0,42	19,39	100,00
Талдау 3	28,25		1,04	1,87	3,16	0,19		0,00	3,07	0,10	0,88	58,45	100,00
Талдау 4	34,46	0,29	1,33	1,64	2,32	0,25			0,88	0,08	1,41	57,34	100,00
Талдау5	29,09	0,17	0,65	3,99	5,97	0,13	0,12		2,99	0,24	0,82	55,85	100,00
Талдау 6	42,82	0,48	0,45	6,81	22,98	0,48	0,56	0,39	1,19	0,35	1,05	22,44	100,00
Макс.	42,82	0,48	3,80	6,81	22,98	0,48	0,56	0,39	14,79	0,35	1,67	58,45	
Мин.	28,25	0,17	0,45	1,64	2,32	0,13	0,11	0,00	0,88	0,08	0,42	19,39	

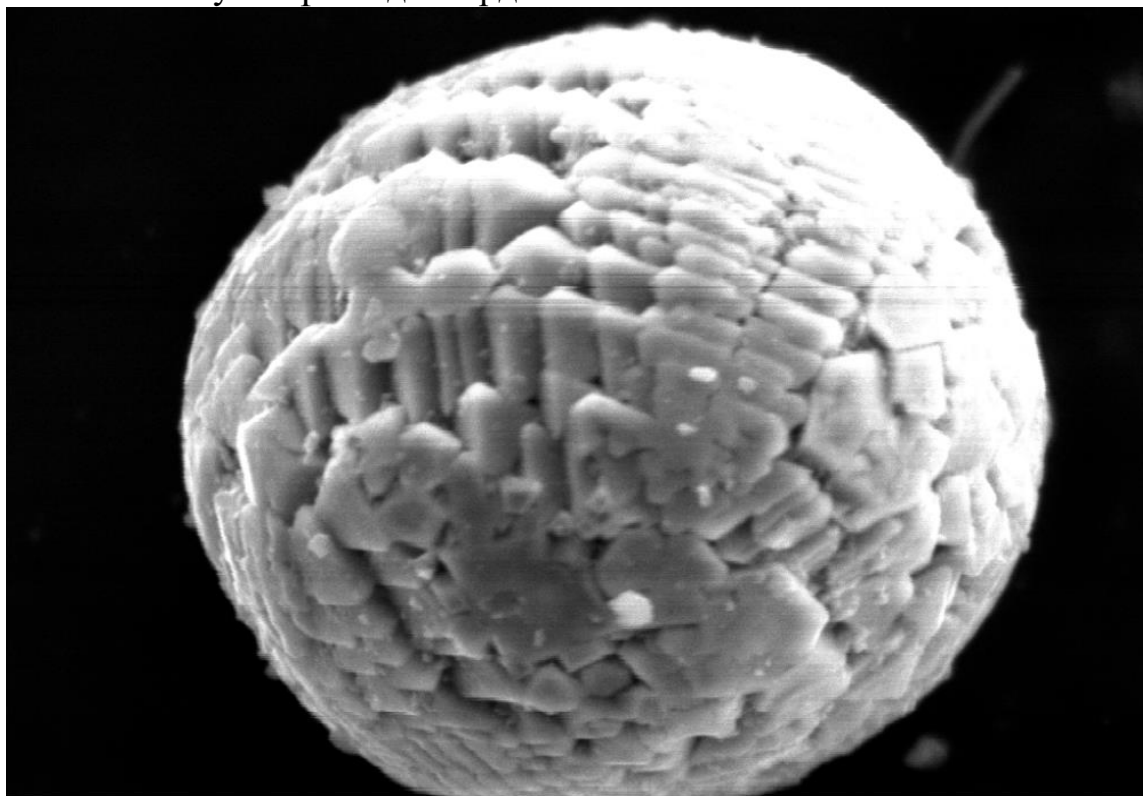


Сурет 36 – Сферомагнетит

Микросфералардың екі түрі олардың құрамындағы темірге бөлінеді-19-22% және 55-58%. Біріншісі микроскоптың астында ашық металл жылтырымен, екіншісі (темірге бай) күңгірт, сұр түсімен ерекшеленеді.

Әр түрлі темір микросфераларының пайда болу себептерін анықтау үшін бастапқы көмірлер зерттелді, сонымен қатар олар ауаны мәжбүрлеп жеткізусіз қалыпты жағдайда қосымша жағылды. Бастапқы көмірлер мен олардың күлін "вибровинт – орталықтан тепкіш аппарат" жүйесінде байыту бірдей жүргізілді, байыту өнімдерінің құрамын зерттей отырып, көмірдің

жануы кезінде минералды бөліктің табылу және өзгеру формаларын шамамен бағалауға мүмкіндік берді.



30мкм

37-сурет-азот қышқылымен өңделгеннен кейін Сферомагнетит

Бастапқы көмір. Екібастұздық көмір тас, қарашірік, жоғары минералдандырылған.

Біздің мәліметтеріміз бойынша көмірдегі темірдің негізгі тасымалдаушысы сидерит, екінші реттік пирит, маркозит, сондай-ақ органосульфат қосылыстары болып табылады. Сидериттердің құрамында (анықтамалық мәліметтер) темір оксиді 62,1% құрайды, қоспа ретінде Mn, Mg бар.

ҚОРЫТЫНДЫ

Алтын мен темірдің гранулометриялық құрамы мен таралуы зерттелінді. Күл-қож қалдықтарының негізгі минералдары-муллит, магнетит, гематит, кристобалит, кальцит, гипс қоспасы бар кварц. Химиялық құрамда алюминий, кремний, темір, кальций басым. Қоспа ретінде титан, марганец, хром анықталды.

Дәл зерттеу әдістерін қолдана отырып, минералды және химиялық қосылыстарды зерттей отырып, гранулометриялық талдау құрамында күл бар қалдықтар материалының түйіршікті бөлігінде ірілік кластары бар алтын мен темір бөлініп алынды. Алтын мен темірдің күл-қож қалдықтарының ірілік фракциялары бойынша рентгенодифрактометриялық әдіспен таралуы зерттелінді. Барлық алтын (90,77%) ірі, ұсақ және жұқа фракцияларда шоғырланған, барлық темір бірдей фракцияларда орналасқан.

Күл-қож материалының ірі түйірлі, орташа түйірлі және ұсақ түйірлі материалын вибровинттік сепараторды және дірілден тепкіш тостаған аппараттарының каскадын және Nd-Fe-B магниттерінен бос табиғи алтын мен темірді алу үшін жиналған магниттік зондты пайдалана отырып, гравитациялық және магниттік байыту бойынша зерттеулер жүргізілді.

Ірілік класс 0,25 мм-ден асатын ірі түйірлі материалды вибровинттік сепаратор концентратында өңдеу кезінде темірдің құрамы 66,49% - ды, алу кезінде 39,0% - ды құрады. Дірілден тепкіш тостаған аппаратының концентратында тиісінше 16,64 г/т және 4,03%. Аэрогидродешламатордың камералық өнімінде тиісінше 2,60% және шығаруда 11,79%. Нәтижесінде құрамында 15% темір бар күл-қож қалдықтарынан байытудың магниттік әдісі операциядан 85,89% алынған кезде құрамында 58,0% темір бар өнім алынды. Күл-қож шикізатындағы темірдің бастапқы құрамы 9,67%.

Күл-қож қалдықтарын қайта өңдеу бойынша байыту кешені әзірленді, ол одан байытудың гравитациялық-магниттік әдісі негізінде алтын мен құрамында темір бар өнімдерді алуға тиімді екенін дәлелдеді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Середин В.В. Основные типы металлоносных углей и перспективы их промышленного освоения // Благородные и редкие металлы: Труды Междунар. конф. «БРМ 2003» (Донецк, 22–26 сентября 2003 г.). – Донецк, 2003. – С. 109–111.
- 2 Середин В.В. Металлоносность углей: условия формирования и перспективы освоения // Угольная база России. Т. VI (Сводный, заключительный). Основные закономерности углеобразования и размещения угленосности на территории России. – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2004. – С. 453–518.
- 3 Арбузов С.И., Маслов С.Г., Рихванов Л.П., Судыко А.Ф. Формы концентрирования золота и угля // Геология и охрана недр. - Алматы. - 2003. - № 3. - С. 15–20.
- 4 Бекман В.М. Месторождения углей. Геология СССР Т. XX, Центральный Казахстан. Полезная ископаемые. - М.: Недра, 1989. - С. 135-196.
- 5 Хамзин В.С., Байдалинов А.Т. О расширении сфер использования минерального сырья. Геология и охрана недр. - Алматы, 2003. - №2.- С. 63-65.
- 6 Леонов С.Б., Федотов К.В., Сенченко А.Е. Промышленная добыча золота из золошлаковых отвалов тепловых электростанций // Горный журнал. – 1998.- №5.- С. 67-68.
- 7 Шавекин А.С., Купцов А.В., Заякина С.Б., Аношин Г.Н. Сравнение результатов сцинтилляционного атомно-эмиссионного анализа, полученных с использованием установки «Поток» и дугового двухструйного плазмотрона «Факел» // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. - 2017. - №1, Т.83. - С. 97-100.
- 8 Заякина С.Б., Шавекин А.С. Применение эмиссионной спектроскопии высокого временного разрешения для изучения распределения благородных металлов в горных породах и рудах. //Третий съезд аналитиков России. – Москва, 2017. - С.489.
- 9 Селюнин Д.О., Бабин С.А., Лабузов В.А. Высокоскоростные анализаторы МАЭС с интерфейсом Gigabit Ethernet // Заводская лаборатория. Диагностика материалов.- 2012.- Т. 78, № 1-II. - С. 39-43.

Диссертация тақырыбы бойынша жарияланған мақалалар тізімі

1. Шаутенов М.Р., Акказина Н.Т., Кошер Г.К. Исследования по переработке золошлаковых отходов с получением железосодержащих продукта. «САТБАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2021». Алматы, 2021. С.1001-1005.
2. Шаутенов М.Р., Акказина Н.Т., Ералиев А.А., Кошер Г.К. Вопросы золотоносности углей и продуктов их сгорания. Труды Сатбаевских чтений «САТБАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2021». Алматы, 2021. С.1001-1005.

"САТПАЕВ ОҚУЛАРЫ - 2021"

СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫНЫҢ

ЕҢБЕКТЕРІ

I Том

ТРУДЫ

САТПАЕВСКИХ ЧТЕНИЙ

"САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ - 2021"

Том I

PROCEEDINGS

SATPAYEV'S READINGS

"SATPAYEV READINGS - 2021"

I volume

Алматы 2021 Almaty

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО ПРОДУКТА

Аннотация. В статье рассмотрена возможность переработки золошлаковых отходов от сжигания углей с получением железосодержащего продукта, гравитационно-магнитными методами обогащения. Переработка данного вида техногенного сырья с получением полезного компонента, даст еще возможность снизить высокие техногенные нагрузки на экологические уязвимые природные системы и проживающие в них население. Проведены укрупненно-лабораторные испытания на основе отбора пробы золы из действующего и лежалого золоотвала Степногорской ТЭЦ. Исследованы гранулометрический состав исследуемого материала и распределение в нем золота и железа по фракциям. Главными минералами грубозернистой фракции золошлаковых отходов является муллит, магнетит, кварц и с примесью гематита, кристоболита, кальцита, гипса. В химическом составе преобладают алюминий, кремний, железо, кальций. Осуществлялось гравитационное обогащение грубозернистого материала золошлаковых отходов с использованием центробежных аппаратов. Перечистка объединенного концентрата магнитной сепарацией, позволила получить магнитный продукт с выходом 10,1%, содержанием железа – 58,02% при извлечении – 85,89%.

Ключевые слова: золошлак, отходы, техногенное сырье, гранулометрический состав, гравитационное обогащение, магнитная сепарация, выход, содержание.

В настоящее время с истощением запасов рудного минерального сырья, появляется необходимость переработки техногенного сырья, например, зола сжигания Экибастузских углей. Каждый год при сжигании углей образуется от 25 до 38 млн. тонн золы и по своим масштабам накопление золы сопоставимо с природными процессами. Переработка данного вида техногенного сырья наряду с получением из них полезных компонентов, дает возможность снизить высокие техногенные нагрузки добывающих перерабатывающих

предприятий промышленных зон, на экологически уязвимые природные системы и проживающие в них население.

Сжигаемые угли, являясь природными сорбентами, содержат примеси многих ценных полезных элементов, включая редкие земли и драгметаллы. При сжигании их содержание в золе возрастает в несколько раз и может представлять промышленный интерес. Известно более сотни технологий переработки и использования золошлаковых отходов, которые в основном посвящены использованию золы в строительстве и производстве строительных материалов, не затрагивая при этом извлечения из них как токсичных и вредных, так и полезных и ценных компонентов. Поэтому проведение исследований по разработке технологии переработки данного вида техногенного сырья является актуальной.

Рассмотрена возможность переработки золошлаковых отходов Степногорской ТЭЦ, работающих на углях Экибастузского месторождения с получением полезных компонентов в виде свободного самородного золота и железосодержащих продуктов на основе гравитационных, магнитных и других методов обогащения.

Основание и исходные данные для проведения исследования по теме магистерской диссертации. Золошлаковые отходы Казахстана обязаны открытию крупнейшего месторождения энергетических углей в Экибастузе и строительству привязанных к нему тепловых электростанций, позволивших решить многие энергетические проблемы народного хозяйства. Гигантские угольные разрезы и дешевый карьерный способ добычи, постоянный спрос на уголь, несмотря на его высокую зольность (31-43%), привел к росту добычи угля. Общие запасы углей Экибастузского бассейна оцениваются в 11301 млн. т., что гарантирует обеспеченность сырьем на сотни лет. Каждый год при сжигании углей образуется от 25 до 38 млн. т. золы и по своим масштабам накопление золы сопоставимо с природными процессами.

Проведены укрупнено-лабораторные испытания выделенных продуктивных частей золошлаковых образований. Отбор пробы осуществлялась из действующего и лежалого золотвала Степногорской ТЭЦ. Общая масса пробы (500 кг) для исследований была отобрана из околотрубного пространства, в зоне распространения грубозернистого, шлакового материала. Отбор пробы для среднезернистого из лежалых золошлаковых отвалов 1980 г. и для мелкозернистого материала осуществлялась из действующего золотвала.

Из отобранной пробы грубозернистого шлакового материала методом перемешивания и сокращения была отобрана проба для исследований с весом 194 кг, влажностью 21,66%, вес сухой пробы 152 кг.

Гранулометрический состав исследуемого материала и распределение в нем золота (атомно-абсорбционный анализ) и железа по фракциям приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Гранулометрический состав и распределение золота и железа по фракциям

Класс крупности, мм	Выход		Содержание		Распределение, %	
	г	%	Au, г/т	Fe, %	Au	Fe
+2	147	9,16	0,09	9,08	6,15	5,53
-2+0,25	432	26,92	0,18	15,59	36,92	58,93
-0,25+0,1	478	29,78	0,13		30,0	
-0,1+0,044	503	31,34	0,10		23,85	35,33
-0,044+0	45	2,80	0,13	4,45	3,08	0,21
Исходная проба	1605	100	0,13 (0,15)	15,00	100	100

Грубозернистый материал представлен классом крупности более 0,25 мм. Характерной особенностью грансостава грубозернистого материала золошлаковых отходов является низкие содержание шламистого материала до 3%. Наименьшее содержание железа и его выход наблюдается в классе крупности -0,044 мм (табл. 1).

Главными минералами грубозернистой части золошлаковых отходов являются муллит, магнетит, кварц с примесью гематита, кристобаллита, кальцита, гипса. В химическом составе

преобладают алюминий, кремний, железо, кальций. В качестве устойчивой и значимой примеси выявлены титан, марганец, иногда хром.

Обогащение мелкозернистых золошлаковых отходов проводилось по следующей схеме (рис.1), результаты приведены в таблицах 2, 3.

Таблица 2 – Проба 1. Гранулометрический состав исследуемых золошлаковых отходов

Номер пробы	Класс крупности, мм	Выход		Содержание		Распределение, %	
		г	%	Au, г/т	Fe, %	Au	Fe
2	-10+5	23	0,15	0,37	-	0,18	-
3	-5+2	100	0,81	0,05	-	0,11	-
13	-2+0,25	245	1,99	0,10	2,44	0,52	3,90
	-0,25+0,1	845	6,86	0,23	7,89	5,11	6,26
	-0,1+0,044	1850	15,08	0,43	7,41	17,90	34,96
	-0,044+0	9250	75,12	0,37	2,40	76,18	96,40
1	Исходная проба	12313	100	0,36	3,19	100	100

Гравитационное обогащение грубозернистого материала золошлаковых отходов осуществлялась на укрупненной лабораторной пробе с использованием нижеуказанных аппаратов. Полученные результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты укрупненно-лабораторной испытании по переработке грубозернистой части (15-25% от объема всего золоотвала)

Продукты обогащения	Выход, %	Содержание железа, %	Содержание золота, г/т	Извлечение, %	
				Fe	Au
+2	7,5	10,38	0,25	8,08	5,81
Концентрат вибровинтового сепаратора	16,5	39,0	0,99	66,49	52,58
Концентрат виброцентробежного чашевого аппарата	2,33	16,64	1,45	4,03	10,64
Аэрогидродефламатор камерный продукт №1	44,12	2,60	0,16	11,79	22,58
Аэрогидродефламатор камерный продукт №2	13,93	3,7	0,10	5,27	4,53
Слив (шламы)	15,62	2,7	0,08	4,34	3,87
Исходная проба	100	9,67	0,13	100	100

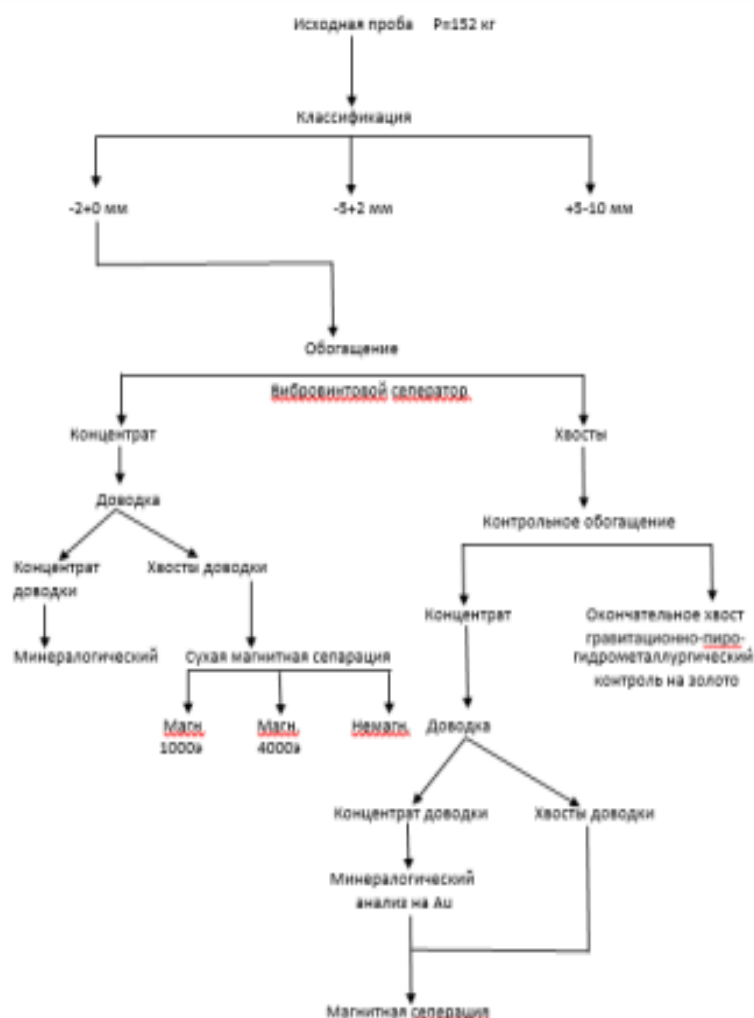


Рисунок 1 – Технологическая схема обогащения крупнообъемной пробы №1 тонкозернистого материала золошлаковых отходов при сжигании Экибастузских углей на Степногорской ТЭЦ

Железо. Извлечено в черновой концентрат вибровинтового сепаратора – 66,49%, а в объединённый с виброцентробежным аппаратом – 70,52% с содержанием железа – 36,32% при исходном содержании 9,67%. Перечистка объединённого концентрата магнитной сепарацией, позволила получить магнитный продукт с выходом 10,1% содержанием железа – 58,02% при извлечении – 85,89%. В хвостах перечистки содержание железа – 11,02 %.

Золото. Исходное содержание золото – 0,13 г/т. Полученный объединённый концентрат (вибровинтового сепаратора и виброцентробежного чашевого аппарата) по золоту 1,04 г/т, извлечение 65,27%.

M.R. Shautenov, N.T.Akkazina, G. Kosher

Research on the processing of ash and slag waste to obtain an iron-containing product

Abstract. The article discusses the possibility of processing ash and slag waste from coal combustion to obtain an iron-containing product using gravitational-magnetic enrichment methods.

Keywords: ash and slag, waste, technogenic raw materials, particle size distribution, gravity concentration, magnetic separation, yield, content.

М.Р. Шаутенов, Н.Т. Акказина, Г.К. Кошер

Күл-қождық қалдықтарды қайта өңдеу негізінде темірлік заттарды алу

Аннотация. Мақалада көмірді жағудан алынатын күл-қождық қалдықтарды гравитациялық және магниттік байыту әдістерінің негізінде темір құрамды өнімді алу қарастырылған.

М.Р. Шауменов, Н.Т. Акказина, А.А. Ералиев, Г.К. Кошер
Satpayev University, Казахстан, г. Алматы
n.akkazina@satbayev.university

ВОПРОСЫ ЗОЛОТОНОСНОСТИ УГЛЕЙ И ПРОДУКТОВ ИХ СГОРАНИЯ

Аннотация: В работе рассмотрены вопросы золотоносности углей в зависимости от региональной геохимической зональности угольных месторождений, а также возможность извлечения свободного самородного золота и железа из продуктов сжигания углей на примере Степногорской ТЭЦ Акмолинской области гравитационно-магнитными методами обогащения. Анализ морфоструктурных особенностей и химического состава минеральных фаз, обнаруженных в золе остающейся в топочной камере, свидетельствуют, что большинство минералов переходят в золу, не претерпевая существенных изменений. Сфероиды магнетита полностью сохраняют свои субструктурные особенности в виде хорошо проявленной блочной полигонизации. Золото в тонкой фракции золы отмечается крайне редко, значительная его часть, остающаяся в топочной камере, сосредоточена в недожогах, в которых также обнаружены и частицы пластины. Отмечается присутствие нефтеподобных продуктов от 0,175 до 3,30. Проведены исследования по гравитационному обогащению, отобранных проб золошлака с получением продуктов обогащения.

Ключевые слова: уголь, месторождение, золото в угле, содержание золота, геохимия, класс крупности, зола, золоотвал, свободное золото, гравитационное обогащение.

Золотоносность углей. Значительные уровни накопления золота в углях привлекают к ним внимание как к потенциальному сырьевому источнику благородных металлов, в связи с чем золото в угленосных отложениях в последнее время исследуют весьма активно. Тем не менее по-прежнему недостаточно изучены условия накопления золота в угольных пластах, а также причины, образования аномально высоких его концентраций. Не сформированы и представления о поведении золота при сгорании углей и его распределение в продуктах горения.

Авторами [1-3] была изучена золотоносность бурых углей Амурской области ими были выполнены исследование процессов миграции и локализации золота в кайнозойских угленосных отложениях на территории Зейско- Буреинского бассейна и его обрамления - Монголо-Охотского складчатого пояса, Гонжинского, Октябрьского и Буреинского массивов. Вдоль периферии бассейна развиты крупнейшие на Дальнем Востоке золотороссыпные пояса (Южно-Тукуринский, Притуранский и др.), с которыми сопряжены угленосные площади [1].

В результате проведенных исследований установлено, что распределение золота неравномерно как по разрезу пластов угля, так и по площади изученных месторождений (Сианчик, Свободное, Сергеевское, Ерковецкое и др.). Наиболее высокая степень концентрации золота отмечается на локальных участках в зонах сопряжения золотороссыпных месторождений и угленосных отложений. В массиве из 300 проб угля Ерковецкого месторождения более половины располагаются в интервале от следов до 5 г/т, при среднем значении на пласт 2 г/т, а с учетом проб с содержаниями до 10 г/т – около 3 г/т.

Золото в продуктах горения угля. В соответствии с доминирующими представлениями, принято считать, что благородные металлы при сжигании угля концентрируются в золе. В то же время, имеются материалы, свидетельствующие о высокой летучести золота [4, 5].

Фракционный и вещественный состав золы, остающейся в топочной камере и уносимой с дымом, зависит от характера распределения минеральной составляющей в угле, компонентов внешней и внутренней зольности и от технологии его сжигания.

Сравнительный анализ достаточно большого массива результатов пробирного определения содержания золота в бурых углях ряда месторождений Дальнего Востока и в золе, остающейся в топочной камере после их сжигания, свидетельствует, что содержание золота в золе относительно угля нередко понижается на 60–95%.

Анализ морфоструктурных особенностей и химического состава минеральных фаз, обнаруженных в золе, остающейся в топочной камере, свидетельствует, что большинство минералов переходят в золу, не претерпевая существенных изменений. Так, сфероиды магнетита полностью сохраняют свои субструктурные особенности в виде хорошо проявленной блочной полигонизации. Поверхность алюмосиликатных сфероидов трансформируется лишь незначительно с образованием отдельных участков стеклования, а в недожогах они полностью сохраняют свою исходную структуру. Шлаки формируются за счет более плотной агрегации различных минеральных фаз, цементируемых алюмосиликатной стеклофазой. Новообразованные фазы преимущественно сосредоточены в тонкой фракции золы и представлены оксидными и сульфатными соединениями главных золотообразующих элементов Si, Al, Ca, Fe, Mg, Na, K, S, которые в углях имеют собственные минералы и входят в виде примеси в состав органического вещества и большинства минеральных фаз неорганического вещества.

Золото в тонкой фракции золы отмечается крайне редко, значительная его часть, остающаяся в топочной камере, сосредоточена в недожогах, в которых также обнаружены и частицы платины. Морфоструктурные особенности и химический состав золота в золе идентичен золоту исходных углей. Учитывая процентное соотношение золота в угле и золе, определенное пробирным анализом, а также то, что в состав золошлаков в виде недожогов входят в среднем 10–15% несгоревшего или частично сгоревшего угля, есть основание считать, что большая часть золота, присутствующая в углях, при его горении улетучивается вместе с дымом, а в топке остается в основном золото, законсервированное в недожогах, либо достаточно крупные частицы, не транспортируемые газовыми тепловыми потоками.

Нами были исследованы *золотоносность золошлаковых образований на примере золы Степногорской ТЭЦ (Акмолинской область)*.

Зола золотвала имеет следующие характеристики: содержание SiO_2 – 57,7 %, Al_2O_3 – 25,1 %, CaO – 3,65 %, MgO – 1,30 %, Fe_2O_3 – 5,89 %, Собщ. – 0,15 %. Содержание углерода органического в зависимости от размерности исходного материала колеблется от 0,232 г/кг до 6,65 г/кг. Отмечается присутствие нефтеподобных продуктов от 0,175 г/кг до 3,30 г/кг. Среди элементов – примесей выявлены медь (20 г/т), свинец (30 г/т), цинк (20 г/т). Кристаллическая фаза состоит из муллита, кварца (стекло), остатков несгоревшего углистого материала.

По гранулометрическим параметрам зола Степногорской ТЭЦ резко неоднородна. На карте золоотвала в околотрубном пространстве накапливаются шлаки гравийно-галечной размерности, далее песчанистой и в центре – алевритовой (рис.1).

В этом же направлении происходит увеличение содержания органического материала и уменьшение содержания золота. В результате проведенных нами исследований (обогащение на центробежных аппаратах) золоотвала Степногорской ТЭЦ в 30 пробах (весом 20–40 кг каждая) в классе крупности – 2 мм золы было установлено наличие свободного самородного золота от единичных до первых сотен знаков. Средний размер золотинок (253 замера) составляет 71 x 42 x 30 мкм. По морфологическим признакам выделяются золотины изометрической, шаровидной и неправильной комковидной формы, присутствующие примерно в равных соотношениях (табл.1).



Рисунок 1 – Распределение свободного самородного золота в околотрубном пространстве золоотвала Степногогорской ТЭЦ

Цвет золота от ярко- желтого, желтого с бронзовым оттенком до желтовато-зеленовато-серого. Совместно с золотом в концентратах присутствуют сферомagnetит (от 56 мкм и более), сферы кварца, железо, белый самородный металл возможно (Pt, Pd), гипс, арсенопирит, пирит, халькопирит.

Наличие в гравитационном концентрате сферомagnetита позволяет получать железосодержащий продукт методом магнитной сепарацией.

Распределение золота в карте золоотвала крайне неравномерно, большая его часть концентрируется на сливах труб и по руслам ручьев и водотоков, подчиняется тем же закономерностям, что и для крупного золота россыпей (изгибы ручьев, повороты, перегибы поверхности, джеплотики и т. п.). В плане ореол крупного золота, «вложен» в ореоле тонкого-пылевидного (рис.1). Совместно с золотом установлено большое количество сферомagnetита, но прямой количественной связи между ним и золотом не наблюдается. Просматривается связь между гранулометрическим составом золы, чем крупнее, тем больше свободного золота. Объем песчано-гравийного материала составляет 20–30 % от его общего количества в золоотвале. По данным пробирного анализа, среднее содержание золота в классе крупности + 2 мм составляет 1,3 г/т, в тонких классах (-2 мм) – 0,75 г/т. Валовое содержание золота – 0,8 г/т. Эти данные получены при проведении технологических экспериментов на крупнообъемных пробах весом 300 – 500 кг. Проведенные укрупненные лабораторные испытания по обогащению материала класса крупности менее 2 мм на центробежных аппаратах, показали принципиальную возможность извлечения золота (~ 45 %) в гравииоцентрат [6]. По опыту работ доизмельчение материала позволит повысить извлечение не менее чем на 60 %.

Таблица 1 – Морфометрическая характеристика свободного самородного золота в золе Экибастузских углей (в классе крупности – 2 мм)

Форма золотин	Размер золотин (по длинной оси), мкм							Всего
	-20	21-70	71-98	99-140	141-280	281-420	>420	
Изометричная-шаровидная	2	12	6	6	14	1	-	41
Идиоморфные (куб, октаэдр)	4	7	-	1	-	-	-	12
Комковидные (неправильной формы)	14	11	5	7	3	-	-	40

Пластинчатое, чешуйчатое		4	25	6	6	-	-	-	41
Губчатое (изометричное)		-	-	-	1	-	-	-	1
Итого	К-во зерен, шт.	24	55	17	21	17	1	-	135
	%	17,7	40,74	12,60	15,55	12,60	0,74	-	100

Таким образом, проведенные исследования с использованием современных центробежных аппаратов позволили получить следующие данные: - в золошлаках присутствует самородное золото, в том числе свободное; - большая часть золота, находится в виде включений в кристаллических шлаковых образованиях. Объем последних 20–30 % от всего количества золошлакового материала в золоотвале; - свободное самородное золото поддается обогащению на современных центробежных аппаратах, но для эффективной работы оборудования необходимо предварительное доизмельчение материала; - валовые содержания золота в отдельных частных и крупнообъемных пробах из песчано-гравийной части золоотвала колеблются от 0,5 до 1,5 г/т и выше, в среднем составляют 0,8 г/т; - судя по морфологии зерен свободного самородного золота в золошлаковых образованиях отчетливо выделяются аутигенные (шаровидные), кластогенные (окатанные комковидные и пластинчатые) и «сульфидные» (корковидные, с отростками неправильной формы) породы.

Выводы: Завершая данную статью, необходимо отметить следующее.

1. Геохимическая специализация углей определяется региональной геохимической специализацией складчатых структур обрамления угольных бассейнов.

2. Золото в углях преимущественно находится в свободной форме с размерами зерен до 10-15 мкм, при преобладающих размерах до 1-2 мкм.

3. Изучение золоотвалов экибастузских углей показал, что среднее содержание золота в классе крупности + 2 мм составляет 1,3 г/т, в тонких классах (-2 мм) – 0,75 г/т. Валовое содержание золота – 0,8 г/т.

4. Использование современных центробежных обогатительных аппаратов показало принципиальную возможность извлечения золота в гравитационный концентрат.

Литература

1 Сорокин А. П., Кузьминых В. М., Рождествина В. И. Распределение золота в кайнозойских бурых углях Верхнего и Среднего Приамурья // Материалы международного совещания «Инновационные процессы в технологиях комплексной экологически безопасной переработки минерального и нетрадиционного сырья (Плаксинские чтения – 2009)». Новосибирск. 2009. С. 50–51.

2 Рождествина В. И., Сорокин А. П., Макеева Т. Б., Мудровская Н. В. Онтогенез минералов благородных металлов Ерконецкого буроугольного месторождения // Вопросы геологии и комплексного освоения природных ресурсов Восточной Азии: Всерос. науч. конф.: сб. докладов. – Благовещенск: ИГиП ДВО РАН. 2010. С. 123–125.

3 Сорокин А. П., Рождествина В. И. Благородные металлы в бурых углях // Самородное золото: типоморфизм минеральных ассоциаций, условия образования месторождений, задачи прикладных исследований: Всерос. науч. конф.: сб. докладов. – М.: ИГЕМ. 2010. С. 247–249.

4 Варшал Г.М. и др. О концентрирование благородных металлов углеродистым веществом пород // Геохимия, 1994 - №6- С.814-823.

5 В.В., Арбузов С.И., Алексеев В.П. Скандиеносные угли Яхлинского месторождения. Западная Сибирь//Доклады РАН. -2006. -Т.409. -№5. -С.6711-682.

6 М.Р. Шаутинов, В.В. Перегудов, А.Н. Айтулова, Н.А. Иманғалиев. Исследование по извлечению полезных компонентов из золошлаковых отходов. Вестник КазНУ, №4. 2018. с 453-458.

M.R. Shautenov, N.T. Akkazina, A. Eraliev. G. Kosher
Issues of gold-bearing coal and their products of combustion

Abstract: The paper considers the issues of gold-bearing coal depending on the regional geochemical zonality of coal deposits, as well as the possibility of extracting free native gold and iron from coal combustion products using the example of Stepnogorsk TPP of the Akmola region by the gravity-magnetic enrichment method.

Keywords: coal, deposit, gold in coal, gold content, geochemistry, size class, ash, ash dump, free gold, gravity concentration.

М.Р. Шаутинов, Н.Т. Акказина, А.А. Ералиев, Г.К. Кошер
Көмірдің алтындылығы және ол өнімдердің жану мәселелері

Аңдатпа: Жұмыста әртүрлі аймақтардың геохимиялық зоналарындағы орналасқан көмір кенорындарындағы алтынның үлестігіне қатынасты сұрақтар, сондай-ақ көмірді жағудан алынған күлқождық қалдықтардан пайдалы компонент ретінде бос саф алтынды және темірді гравитациялық және магнитті байыту (Ақмола облысының Степногорск ЖЭО мысалы) негізінде бөліп алу мүмкіншілігі қарастырылған.

Түйін сөздер: көмір, кен орны, көмірдегі алтын, алтын үлесі, геохимия, ірілік класы, күл, күлқождық қалдық, бос алтын, гравитациялық байыту.



КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. К.И. САТБАЕВА

СӘТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТІ



SATBAYEV
UNIVERSITY

СЕРТИФИКАТ

«САТБАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ - 2021»

Секция: «Современное развитие технологий в обогащении полезных
ископаемых и металлургии»

Авторы: М.Р. ШАУТИНОВ, Н.Т. АККАЗИНА, Г.К. КОШЕР

Тема: Исследования по переработке золошлаковых отходов с получением
железосодержащего продукта

Директор института МиПИ

К.К. Елемесов

Магистерлік диссертацияға

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ

ПІКІРІ

Көшер Ғалымжан Көпжасарұлы

Мамандығы 7M07223- Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту

Тақырыбы: «Күлқождық қалдықтардан темір құрамды өнімді алуды зерттеу»

Магистрант Көшер Ғ.К. магистірлік диссертациялық жұмысы Степногорск қаласында орналасқан жылу электростанциясының күлқождық қалдықтарынан темір құрамды өнімді алуды зерттеуге арналған.

Осындай техногендік шикізатты өңдеу негізінде, одан пайдалы өнім алумен қатар қоршаған ортаны ыласты заттардан тазалау жұмысы бірге атқарылады. Сондықтан экологиялық мәселелерді шешуге мүмкіндік туады. Жұмысты орындау кезінде магистрант күлқождық қалдықтарын гранулометриялық құрамын, сондай-ақ олардағы пайдалы компоненттердің таралуын зерттеді. Зерттеуге алынған ірілендірілген күлқождық қалдық сынамаларын гравитациялық байыту әдісімен өңдеу мүмкінділігі зерттелінді. Бастапқы өңдеу затында темірдің негізгі үлесі $-2 + 0,25$; $0,25 + 0,1$ және $0,1 + 0,044$ мм ірілік кластарында болатыны анықталды. Олардағы темірдің жалпы орташа үлесі 15%, таралу дәрежесі 58,93% құрайтыны белгілі болды.

Гравитациялық байыту процестері зертханалық дірілді бұрандалы сеператорда және дірілді ортадан тепкіш табақшалы аппараттарда жүргізілді. Алынған гравитациялық концентратты магнитті сеперациялаумен темір бойынша үлесі 58%, ал операциядан бөліп алу дәрежесі 85,89% құрайтын темір құрамды байыту өнімі алынды.

Орындалған зерттеу жұмыстарының көлемі магистірлік диссертацияларға қойылатын талаптарға сәйкес келеді, ал оның авторы Көшер Ғалымжан Көпжасарұлы 7M07223 Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту мамандығының академиялық магистрі дәрежесіне лайықты деп есептеймін.

Ғылыми жетекшісі:

Техн.ғыл.канд., профессор


(колы)

Шаутенов М.Р.

«14»

06

2021 ж.

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Көшер Ғалымыжан Көпжасарұлы

Название: Күлқождық қалдықтардан темірқұрамды өнімді алуды зерттеу

Координатор: Мэлс Шаутонов

Коэффициент подобия 1:0.8

Коэффициент подобия 2:0

Замена букв:11

Интервалы:0

Микропробелы:0

Белые знаки:0

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

Диссерт. работа Көшер Ғ.К. является самостоятельной работой. Заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата.

Дата

Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Допуск к защите

.....

Дата 07-06-2021

Зав. кафедрой М.Б. Бярмечинова

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Көшер Ғалымыжан Көпжасарұлы

Название: Күлқождық қалдықтардан темірқұрамды өнімді алуды зерттеу

Координатор: Мэлс Шауенов

Коэффициент подобия 1: 0.8

Коэффициент подобия 2: 0

Замена букв: 11

Интервалы: 0

Микропробелы: 0

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование: Диссертационная работа кандидата
Көшер Г. К. являясь самостоятельной
работой и не обладает признаками плагиата,
и допускается к защите.

07.06.2021 г.

Дата



Подпись Научного руководителя