

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

ӘОЖ 669.054.82

Қолжазба құқығында

Ильясов Асылжан Ерланович

МАГИСТЕРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

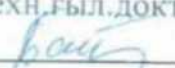
Магистр академиялық дәрежесін алу үшін

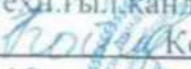
Диссертация атауы:

Шұбаркөл кен орнының белсендірілген көмірмен алтын сорбциясын зерттеу

Дайындау бағыты

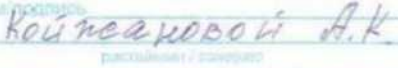
7M07204 – «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту»

Ғылыми жетекші,
техн. ғыл. докторы, профессор
 Байконурова А.О.
«10» маусым 2021 ж.

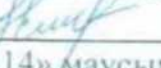
Пікір беруші,
техн. ғыл. канд.
 Койжанова А.К.
«15» маусым 2021 ж.



ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНУ им. К.И. Сәтбаева»
- Институт Metallургии и
Промышленной инженерии

Қолы қойылды

Бас ғылыми жетекші / Главный научный секретарь
«Металлургия және пайдалы қазбалар институты» АҚ
«09» 06 2021 ж. 

КОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Норма бақылаушы
техн. ғыл. кандидаты,
 Коныратбекова С.С.
«14» маусым 2021 ж.

МГДЖАМТ кафедрасының
менгерушісі PhD докторы., техн. ғыл.
кандидаты,

 Чепуштанова Т.А.
«15» маусым 2021 ж.

Кеңесші, PhD докторы:

 Сурымбаев Б.Н.
«10» маусым 2021 ж.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты
Металлургиялық процесстер жылутехникасы және арнайы материалдар
технологиясы кафедрасы

7М07204 – «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту»

 **БЕКІТЕМІН**
М.Д.ЖАМТ кафедра меңгерушісі
PhD, техн. ғыл. канд.
Челуштанова Т.А.
маусым 2021 ж.

Магистерлік диссертация орындауға
ТАПСЫРМА

Магистрант Ильясов Асылжан Ерланович

Тақырыбы: Шұбаркөл кен орнының белсендірілген көмірмен алтын сорбциясын зерттеу

Университет ректорының «03» желтоқсан 2019 ж. № 435 бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған диссертацияны тапсыру мерзімі «15» маусым 2021ж.

Магистерлік диссертацияның бастапқы деректері: Шұбаркөл кен орнының белсендірілген көмір мен алтынның сорбциясын зерттеу

Диссертациялық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

а) бастапқы материалдар құрамын және алтынқұрамды кендерді дайындау және зерттеу;

б) кенді түйіршіктеу сипаттамасын анықтау;

в) алтынқұрамды кендерді сорбциялау процесін зерттеу;

г) сорбция өнімдерін физикалық-химиялық талдау

д) алтынды үйінді шаймалауға арналған жартылай өнеркәсіптік сынақтарда белсендірілген көмірді сынау.

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

Жұмыс презентациясы слайдтарда 17 көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

1 Плаксин И.Н. Металлургия золота, серебра и платины. М.: металлургиздат, 1939

2 Чугаева Л.В., Борбат В.Ф. Металлургия благородных металлов. – М.: Металлургия, 1987. – 432 с.

3 Авдюков В.И., Авдюков В.В. Специальные и комбинированные методы обогащения. – Алматы: КазГосИНТИ, 1999. – 208 с.

Магистерлік диссертация дайындау
ГРАФИГІ

Бөлім атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Әдеби шолу	10.01.2020 ж	
Бастапқы материалдардың сипаттамасы және зерттеу әдістемесі	31.05.2020 ж	
Тәжірибелік бөлім	15.04.2021 ж	
Қорытынды	10.06.2021 ж	

Аталған магистерлік диссертация бөлімдеріне кеңесшілері мен
норма бақылаушының қойған **қолтаңбалары**

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Байконурова А.О. техн.ғыл.докторы	11.06.2021 ж	
Әдеби шолу			
Зерттеудің әдістемесі			
Тәжірибелік бөлім			
Қорытынды			
Нормалық бақылаушы	Коныратбекова С.С. техн.ғыл.канд.	14.06.2021 ж	

Ғылыми жетекші  Байконурова А.О.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Ильясов А. Е.

Күні «03» желтоқсан 2019 ж.

АҢДАТПА

Магистрлік диссертациялық жұмыс тапсырмадан, кіріспеден, 4 бөлімнен, қорытындыдан, әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс, әдістеме пунктін коса отырып 76 бетте жазылып, 15 сурет, 21 кестені біріктіреді. Әдебиеттер тізімі 104 атаудан тұрады.

Осы жұмыстың мақсаты Шұбаркөл кен орнының белсендірілген көмірімен алтынның сорбциясын зерттеу болып табылады.

Ұсақталған белсендірілген көмірдің механикалық (абразивтік) төзімділігін анықтау бойынша зертханалық зерттеулер Na₂CO₃ ұсақталған белсендірілген көмірдің өнеркәсіптік үлгілерімен салыстырғанда Шұбаркөл ұсақталған көмірді сумен және ұсақталған кварц құмымен араластыру жолымен жүргізілді.

Ұсақталған кеннен алтынның агитация әдісімен еруі және ерітілген алтынның Шұбаркөл белсендірілген көмірімен сорбциясы процесі зерттелді.

Ерітілген алтынды сорбциялау үшін Шұбаркөл және Na₂CO₃ ұсатылған белсендірілген көмірді пайдалана отырып, тотыққан кеннен алтынды үйінді шаймалау бойынша салыстырмалы сынақтар жүргізілді.

Салыстырмалы түрде арзан шикізаттан – күлі аз кокстелетін тас көмірден алынған Шұбаркөл көмірі үйінді шаймалаудың өнімді ерітінділерінен алтын алу үшін әбден жарамды екендігі және қымбат шикізат – кокос қабығынан алынған Na₂CO₃ ұсақталған белсендірілген көмірінің орнына өнеркәсіптік объектілерде пайдаланылуы мүмкін екендігі анықталды.

АННОТАЦИЯ

Настоящая магистерская диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы. Работа, включая приложения, изложена на 76 страницах машинописного текста, включает 15 рисунков, 21 таблицы. Список литературы содержит 104 наименований.

Целью настоящей работы является изучение сорбции золота активированными углями Шубаркольского месторождения.

Проведены лабораторные исследования по определению механической (абразивной) стойкости дробленого активированного угля Шубарколь в сравнении с промышленными образцами дробленых активированных углей Наусагб путем перемешивания углей с водой и пульпой с измельченным кварцевым песком.

Исследовано растворение золота из измельченной руды агитационным методом и сорбции растворенного золота дробленным активированным углем Шубарколь.

Проведены сравнительные испытания по кучному выщелачиванию золота из окисленной руды (кора выветривания) с использованием дробленых активированных углей Шубарколь и Наусагб для сорбции растворенного золота.

Установлено, что дробленный уголь Шубарколь, полученный из относительно дешевого сырья – малозольных коксующихся каменных углей вполне пригоден для извлечения золота из продуктивных растворов кучного выщелачивания и может использоваться на промышленных объектах взамен дробленого активированного угля Наусагб, полученного из дорогого сырья – скорлупы кокосовых орехов.

ANNOTATION

This master's thesis work consists of introduction, 4 chapters, conclusions and list of references. Given work is stated on 76 pages of typewritten text, including 15 figures, 21 tables and appendices. References section contains 104 items.

The purpose of this work is to study the sorption of gold by activated carbons of the Shubarkol deposit.

Laboratory studies were carried out to determine the mechanical (abrasive) resistance of crushed activated carbon Shubarkol in comparison with industrial samples of crushed activated carbon Haycarb by mixing the coals with water and pulp with crushed quartz sand.

The dissolution of gold from crushed ore by agitation method and the sorption of dissolved gold by crushed activated carbon Shubarkol were studied.

Comparative tests on heap leaching of gold from oxidized ore (weathering crust) using crushed activated carbons Shubarkol and Haycarb for sorption of dissolved gold were carried out.

It is established that crushed coal Shubarkol, obtained from relatively cheap raw materials-low-ash coking coal is quite suitable for extracting gold from productive solutions of heap leaching and can be used in industrial facilities instead of crushed activated carbon Haycarb, obtained from expensive raw materials – coconut shells.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	10
1	Әдебиетке талдамалық шолу	12
1.1	Алтынның гидрометаллургия	12
1.2	Цианитті ерітінділерден алынған алтын сорбциясы және белсендірілген көміртегі бар пульпалар	13
2	Тәжірибелік бөлім	19
2.1	Эксперименттер және талдау әдістері	19
2.2	Ұсақталған белсендірілген көмірдің механикалық қасиеттерін анықтау	20
2.2.1	Суды пайдалану арқылы көмірдің механикалық тұрақтылығын анықтау	21
2.2.2	Кварц құмын қолдана отырып, көмірдің механикалық тұрақтылығын анықтау	22
2.3	Байыту фабрикасының өнеркәсіптік сарқынды суларын белсендірілген көмірмен тазарту бойынша зерттеулер	23
2.4	Белсендірілген көмірдің сорбциялық сипаттамаларын зерттеу	26
3	Алтынды үйінді шаймалау үшін жартылай өнеркәсіпте белсендірілген көмірді сынамау	30
3.1	Алтын құрамды кенді агитация әдісімен шаймалау	31
3.2	Тотыққан алтын құрамды кеннен алтынды үйінді шаймалауды жартылай өнеркәсіптік сынау	33
4	Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі	48
	Қорытынды	50
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	53
	Қосымша А. Шұбаркөл белсендірілген көмірінің сертификаты	60
	Қосымша Б. Наусарб белсендірілген көмірінің сертификаты	62
	Қосымша В. Шұбаркөл көмірін пайдалана отырып алтынды үйінді шаймалау жөніндегі мәліметтер	63
	Қосымша Г. Наусарб көмірін пайдалана отырып алтынды үйінді шаймалау жөніндегі мәліметтер	64
	Қосымша Д. Диссертацияның тақырыбы бойынша жарияланған мақалардың тізімі	65

КІРІСПЕ

Зерттеу жұмысының негізгі бағыты. Зерттеу жұмыстарында цианид ерітінділері мен пульпадан асыл металды тұндырғыш ретінде белсендірілген көмірді кеңінен қолданудың қалыптасқан тенденциясы қарастырылған. Ерітінділерден алтынды сорбциялау үшін шаң тәрізді белсендірілген көмір (мөлшері 0,1 мм-ден аз) және түйіршіктелген және ұсақталған көмір мөлшері 0,2 мм-ден асатын түрлері қолданылады. Пульпадан Алтынды сорбциялау үшін түйіршіктелген және ұсақталған көмір жиі қолданылады, мөлшері 0,63 мм-ден асады. Көмір тек оларды алу әдісімен ерекшеленеді.

Қазақстанның байыту фабрикалары мен гидрометаллургиялық кәсіпорындарында, төмен сұрыпты кендерден алтынды үйінді шаймалау кезінде, сондай-ақ кендер мен концентраттардан алтынды ұсақтап шаймалау кезінде пайда болатын қоюлатқыштардың, ерітінділердің цианисті төгінділерінен үйінді алтынды көмірмен-сорбциялық әдіспен алудың әртүрлі схемалары бар. Қазақстанда активтендірілген көмір «Altyntau Kokshetau», Ақбақай және Пустынное алтын өндіру фабрикаларында, Суздаль металлургия зауытында және үйінді шаймалаудың бірқатар аумақтарында қолданылады. Негізінен «Наусарб» түйіршікті белсендірілген көмір, «Норит» түйіршікті көмір және «УАФ» шаң тәрізді көмірлер қолданылады. Шаң тәрізді белсендірілген көмірлер, бұдан басқа, ұжымдық концентратты іріктеу алдында флотореагенттерді десорбциялау үшін қолданылады [1].

Эксперименттік-зерттеу жұмыстары «ҚР МШКУ ҰО» РМК филиалы «Қазмеханобр» мемлекеттік өнеркәсіптік экология ғылыми-өндірістік бірлестігінде (Алматы қ.) жүргізілді.

Жұмыстың өзектілігі. Қазіргі таңда тәжірибе бойынша Қазақстандағы алтын өндірудің сорбция тәсілімен байырғы кедей, шағын көлемді және т.б. кен орындарынан алтын өндірудің ұлғайғаны байқалады. Сілтілі цианид ерітінділерін қолдана отырып, алтынқұрамды кендерді гидрометаллургиялық өңдеу кезінде алтынмен қатар мыс, мырыш, никель және кобальт сияқты ілеспе ауыр металдар да ерітіндіде болатыны белгілі. Соңғы жылдары алтынқұрамды шикізат үймелі шаймалаудың ең прогрессивті әдісін қолдана отырып қайта өңдеуге көбірек тартыла бастады, яғни бұғдай кезде айналымдағы ерітінділерді қолдану арқылы судың аз шығыны қамтамасыз етіледі. Натрий цианидінің ерітінділері кедей кендерден алтын алу үшін кеңінен қолданылады. Ерітінділерден алынған қосылыстарды алу үшін белсендірілген көмірді қолдануға негізделген сорбциялық технологиялар жиі қолданылады.

Белсендірілген көмірді цианидтерден асыл металды тұндырғыш ретінде кеңінен қолдану активтендірілген көмірдің жоғары сорбциялық және кинетикалық қасиеттерімен және алтынмен қатар мыс және мырыш сияқты қоспалардан тұратын көп компонентті цианид орталарын сорбциялау кезінде алтын – цианид кешеніне жоғары селективтілігімен байланысты.

Негізінен «Haucarb» түйіршікті активтендірілген көмір, «Норит» түйіршікті көмір және «УАФ» шаң тәрізді көмір қолданылады, олар қымбат. Белсендірілген көмірді импортты алмастыру мәселесін шешу өзекті міндет болып табылады.

Жұмысты орындау қажеттілігінің негіздемесі: Диссертациялық жұмыс тақырыбына сәйкес зерттеу жүргізу қажеттілігі төмен өзіндік құнымен сипатталатын белсендірілген көмірді импортты алмастыру мәселесін шешу қажеттілігімен байланысты.

Жұмыстың мақсаты: Шұбаркөл кен орнының белсендірілген көмір мен алтынның сорбциясын зерттеу.

Жұмыстың міндеті:

- зерттеу бағыты бойынша ғылыми-техникалық ақпаратқа шолу;
- бастапқы материалдар құрамын және алтынқұрамды кендерді дайындау және зерттеу;
- кенді түйіршіктеу сипаттамасын анықтау;
- алтынқұрамды кендерді сорбциялау процесін зерттеу;
- сорбция өнімдерін физикалық-химиялық талдау;
- алтынды үйінді шаймалауға арналған жартылай өнеркәсіптік сынақтарда белсендірілген көмірді сынау.

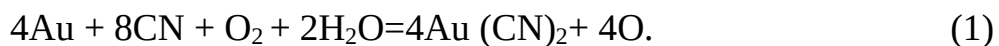
1 Әдебиетке талдамалық шолу

1.1 Алтынның гидрометаллургия

Алтын – таза түріндегі ашық сары түске ие жалғыз металл. Жылтырату кезінде алтынның жылтырлығы одан да күшейеді. Бұл өте жұмсақ, иілгіш және тұтқыр металл. Таза түрінде алтын аз қаттылыққа ие; ол күмістен жұмсақ, бірақ қалайыға қарағанда қатырақ. Табиғатта алтын негізінен табиғи түрде, күміспен, мыс, темір, платина және басқа металдардың қорытпаларымен кездеседі. Табиғаттағы алтынның химиялық қосылыстарының ішінен оның тек теллур AuTe_2 -мен қосылысы ғана белгілі. Күміс және басқа металдармен алтынның табиғи қорытпаларынан бөлек, платина және родий алтындары белгілі, олардың құрамына сәйкесінше платина мен родий болады. Табиғи алтынның құрамында күмістің мөлшері 40 % жетеді. Табиғатта мыс алтыны жиі кездеседі, әдетте 74,3-80,2 % алтын, 2,3-16 % күміс және 9,0-20,4 % мыс болып келеді [1-6].

Мыспен алтын қорытпалары таза алтынмен салыстырғанда өте қатты болып келеді. Құрамында 12 % мыс бар қорытпа қатты жасалғандықтан, оны өңдеу қиынға соғады. Мыс алтынға қызыл түс береді. Мыстың тотығуына байланысты алтын-мыс қорытпаларының беті жасыл дақтармен жабылған, олар қыздырылған кезде мыс оксидінің қара пленкасына айналады. Алтынды цианид әдісімен алу шотландтық ағайынды Роберт пен Уильямс Форресттің, сондай-ақ Д.С. Макартурдың алғашқы жұмысының арқасында коммерциялық процеске айналды. 1887 жылы олар Британдық патентті алды, ал 1889 жылы американдық патенттердің барлық сериясын алды.

Цианид процесінің негізгі қағидасы цианид иондары алтын, күміс және басқа металдармен өте тұрақты байланыстар құрайды. Өлсіз сілтілі цианидті ерітінділер негізінен алтын мен күміс кендерінде ериді. Әдетте Алтынды цианидпен ерітіндіге ауыстырудың негізгі әдісі ретінде қолданылатын иондық реакция (Эльсенра теңдеуі деп аталады) келесі түрде көрсетіледі [7-10]:



Еріту механизмін кейінгі зерттеулер бойынша, еру екі сатыда жүретінін көрсетеді. Алтынның негізгі бөлігі реакцияға сәйкес ериді:



реакцияға сәйкес оның кішірек, бірақ дәл көрінетін бөлігі – Эльсенр теңдеуіне (1) сәйкес келеді. Еріту жылдамдығы натрий цианидінің (NaCN) концентрациясына және ерітіндінің сілтілігіне байланысты, оңтайлы pH -10,3 құрайды.

Циандау алтынқұрамды кендерді өңдеудің ең арзан және тиімді әдісі

болып шықты, ол жаңа кеніштердегі кендер мен қалдықтарды өңдеу үшін барлық жерде дерлік қолданылып қана қоймай, шаймалаудың барлық басқа әдістерін тез ығыстырып, толығымен алмастыра алады. Әдістің іс жүзінде эволюциялық дамуы ондаған жылдар бойы жүзеге асырылды, кейде АҚШ-тың тау-кен бюросы жасаған және 1952 жылы енгізілген көмір адсорбциясы мен одан кейінгі каустикалық элюцияның өнімді ерітіндісінен алтын алу әдістері сияқты революциялық серпілістермен қатар жүрді.

Соңғы 20 жыл ішінде әлемде өндірілген барлық алтынның шамамен 92 %-ы цианидтерді қолдану арқылы алынуда, қалғаны негізінен балқыту және тазарту арқылы негізгі түсті металдардың флотациялық концентраттарынан алынатын ілеспе өнімі. Циандауды қолдана отырып, асыл металлды кендерді үйінді шаймалауды алғаш рет 1967 жылы АҚШ-та тау-кен бюросы ұсынған, бұл процесті алғашқы рет коммерциялық қолдануды 60-шы жылдардың соңында Солтүстік Невададағы Карлин Голд тау-кен компаниясы жүзеге асырған болатын [8].

Өнеркәсіптік масштабтағы алғашқы үйінді шаймалау кәсіпорны (көмір адсорбциясы әдісін қолданған) 1974 жылы Невада штатының Кортес қаласында іске қосылған. Бастапқы шикізат құрамында 2,5 г/т кем алтын бар кеніште жинақталған кедей кендер болды.

Үйінді шаймалау алтын өндірудің жоғары рентабельді және экологиялық қауіпсіз процесі ретінде АҚШ, Канада, Австралия, ОАР, ҚХР, Мексика, Чили, Португалия және басқа да көптеген елдердің алтын өндіру тәжірибесіне берік орныққан. Бұл технологияны енгізу өте тез және өте тиімді [8].

Қазіргі уақытта Қазақстан аумағында үйінді шаймалау әдісімен келесі кен орындары игерілуде: Васильков, Пустынное, Жанан, Центральное Мұқыр, Большевик, Мизек, Миялы, Суздаль, Карьерное (кен үйінділері) және т. б.

1.2 Цианитті ерітінділерден алынған алтын сорбциясы және белсендірілген көміртегі бар пульпалар

Полиметалл фабрикаларының күрделі ерітінділерінен асыл металдарды алудың ең тиімді әдісі белсендірілген көмірді қолдану арқылы сорбциялау әдісі.

Тазартылған ерітінділерден алтынды көмірмен тұндыру цианитті процестің дамуының басында (1894, Австралия) кейбір алтын өндіруші кәсіпорындарда қолданылған. Болашақта оны тиімді мырыш – тұндырғышпен толығымен алмастырды және кейде бұл металл жетіспеген кезде ғана қолданылды. Тұндыру рамалық вакуум - сүзгілерде ұсақталған көмір қабаты арқылы алтынқұрамдыерітінділерді сүзу арқылы жүргізілді. Алтын мен күмістен тұратын көмір шөгіндісі өртеніп, алынған күл ағынды металдарға құйылды. Кейінгі жылдары ТМД елдерінде де, шетелде де

көмірмен тұндыру бірқатар кәсіпорындарда цианидті ағынды сулардан және байыту фабрикаларынан алтын алу үшін көмекші процесс ретінде қолданылды [8-19].

Соңғы уақытта тазартылған цианид ерітінділерінен алтын мен күмісті сіңіру үшін көмірді қолдануға деген қызығушылық жоғары сапалы белсендірілген көмірді қолдану, көмірді қалпына келтірудің және қайта пайдаланудың тиімді әдістерін жасау және кендер мен аз құрамды алтын үйінділерін цианизациялау үшін қарапайым үйінді шаймалау әдістерін қолдану қайтадан даму үстінде.

Алтын мен күмісті тікелей пульпадан тұндыру үшін көмірді қолдану 1936-1938 жылдары ұсынылған (Эдквист - Чапман процесі) [20]. Сондықтан, осы әдіс бойынша ерітілген алтын мен күмісті сорбциялау пульпаға тиелген ұсақ ұнтақталған көмірмен (-0,1 мм) сілтілеуден кейін немесе онымен бір мезгілде жүргізілді. Шаймалау мен сорбциядан кейін қаныққан көмір пульпадан флотация арқылы алынып, алтын мен күмісті алу үшін қайта өңделеді (тұнбаны жағу және балқыту). Фотосорбциялық қаныққан көмірді флотациямен жеткілікті түрде толық алмауы және көмір флотоконцентратын оның регенерациясы мен өңделуін қиындататын кен шламдарымен едәуір ластануына байланысты пульпаны циандаудың сорбциялық тәсілі аса қатты дамымаған.

Ірі түйіршікті (0,6-2,0 мм) белсендірілген көмірдің арнайы сорттарын қолдана отырып, сорбциялық цианизациялау үлкен қызығушылық тудыруда, бұл олардың кенді пульпамен араластыру кезінде қатынасы берік болып келеді. Ірі түйірлі қаныққан көмірді пульпа елеу арқылы бөліп алады (иониттерді пайдалана отырып, сорбциялық циандау процесіне ұқсас), бұл пульпамен сорбенттің дәлдікке қарсы қозғалысын салыстырмалы түрде қарапайым жүзеге асыруға және асыл металдар бойынша көмірдің сыйымдылығын арттыруға мүмкіндік береді. Қаныққан көмірді одан әрі өңдеу әр түрлі еріткіштердің көмегімен алтын мен күмісті десорбциялау арқылы жүзеге асырылады, бұл көмірді қалпына келтіруге және оны сорбциялық процесте қайта пайдалану мүмкіндігіне қол жеткізеді.

Ірі түйіршікті белсендірілген көмірді пайдалана отырып, сорбциялық цианандау Канададағы «ДжайнИллоунайф» зауытында және АҚШ-тағы «Карлтон» және «Хоумстейк» зауыттарында жүзеге асырылған [21].

Өткен ғасырдың 30-жылдарының басында Ресейде Новгород облысының Дзержинск қаласында «SREP» Француз фирмасымен бірлесіп алғаш рет бу-газды активтендіру әдісін қолдана отырып, көмір негізіндегі түйіршікті белсенді көмірдің өндірісі құрылды.

Ұлы Отан соғысы аяқталғаннан кейін Мәскеу облысының Электросталь қаласында шымтезек негізінде химиялық активтендіру әдісін қолдана отырып, түйіршікті көмір өндірісі игерілді.

Силикагельдер, цеолиттер, иониттер сияқты басқа сорбциялық материалдармен салыстырғанда белсенді көмір ерекше адсорбенттер болып табылады. Олар қоршаған ортаны қорғау процестерінің кең ауқымына,

қалдық зиянды газдарды санитарлық тазартуға, ағынды суларды залалсыздандыруға өте жақсы сәйкес келеді. Белсенді көмір асыл, сирек кездесетін және шашыраңқы металдарды алудың гидрометаллургиялық процестері тәжірибесінде кеңінен қолданылуда.

Алайда, цианид ерітінділерінен алтынды көмірге тұндыру процесі мырыш шаңына негізделген әдіске қарағанда әлдеқайда қымбат болды, сондықтан сол уақытта алтынның көмірмен тұндырылуы кең таралмаған.

Ресейде 30-шы жылдары қайыңнан жағылған БАУ маркалы белсендірілген көмір (қайыңның белсендірілген көмірі) шағын шөгінді қондырғыларда қолданылды, негізінен алтынды өте нашар ерітінділерден – қалдық қоймалардың тазартылған суынан және кен кесінділерінен алу үшін, мұнда жуылмаған ерітілген алтын қалдықтармен бірге түстін [22].

60-70 жылдары пульпа процесінде белсендірілген көмірді пайдалануға деген қызығушылық қайтадан өсті, әсіресе шетелде кен алтынын алу технологиясында белсендірілген көмір осы уақытқа дейін кеңінен қолданылды. Сол жылы Ресейде белсенді көмірдің көп тонналық өндірісі құрылды, 80-ші жылдары Ресейде әртүрлі маркалар мен мақсаттағы 37,2 мың тонна белсенді көмір өндірілді, бұл осы көрсеткіш бойынша әлемдегі 6-7 орынға сәйкес келеді.

Осы уақытқа дейін өнеркәсіпте ион алмастырғыш шайырларды қолдана отырып, цианид пульпасынан алтын алудың сорбциялық процесі жасалды және енгізілді. Иониттермен салыстырғанда арзан, алтынға үлкен селективтілікке, десорбцияның қарапайымдылығына байланысты белсенді көмір баламалы сорбент ретінде қарастырыла бастады.

Зерттеу жұмыстарын талдау цианид ерітінділері мен пульпадан асыл металды тұндырғыш ретінде белсендірілген көмірді кеңінен қолданудың қалыптасқан тенденциясын көрсетеді. Ерітінділерден алтынды сорбциялау үшін шаң тәрізді белсендірілген көмірлерлерді (ірілігі 0,1 мм-ден кем), сондай-ақ ірілігі 0,2 мм-ден асатын түйіршікті және ұсақталған көмірлер де пайдаланылады. Пульпадан алтынды тұндыру үшін мөлшері 0,63 мм-ден асатын түйіршікті және ұсақталған көмірлер жиі қолданылады.

Белсендірілген көмірді цианидтерден асыл металды тұндырғыш ретінде кеңінен қолдану белсендірілген көмірдің жоғары сорбциялық және кинетикалық қасиеттерімен және алтынмен қатар мыс және мырыш сияқты қоспалардан тұратын көп компонентті цианид орталарын сорбциялау кезінде алтын – цианид кешеніне жоғары селективтілігімен байланысты.

Қазақстанның байыту фабрикалары мен гидрометаллургиялық кәсіпорындарының қатарында төмен сұрыпты кендерден алтынды үйінді шаймалау кезінде, сондай-ақ кендер мен концентраттардан алтынды ұсақтап шаймалау кезінде түзілетін қоюлатқыштардың, ерітінділердің цианисті төгінділерінен алтынды көмірмен-сорбциялық алудың әртүрлі схемалары әзірленіп, енгізілген. Қазақстанда белсендірілген көмір «Altyntau Kokshetau», Ақбақай және Пустынное алтын өндіру фабрикаларында, Суздаль металлургия зауытында үйінді шаймалаудың

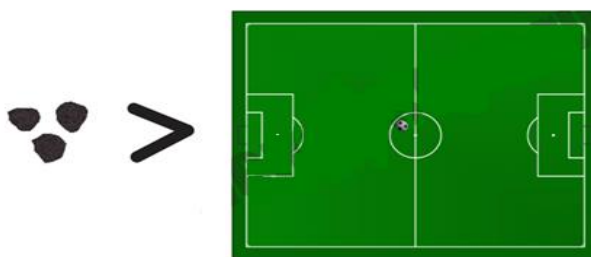
бірқатар аумақтарында қолданылады. Негізінен «haucarb» түйіршікті белсендірілген көмір, «Норит» түйіршікті көмір және «УАФ» көмірлері жиі қолданылады [23].

Белсендірілген көмір – бұл көміртегі бар шикізатты алдымен ауаға қол жеткізбестен, содан кейін тотығу реагенттерінің қатысуымен термиялық өңдеу арқылы алынған жоғары кеуекті көміртекті дене. Қара күйе сияқты, белсенді көмір графит денелерінің тобына жатады және микрокристалды көміртектің бір түрі болып табылады. Жоғары механикалық беріктігімен сипатталатын көмірдің ең жақсы сорттары кокос қабығы мен жеміс тұқымдарынан жасалады (1-сурет) [24].

Белсенді көмірдің негізгі сипаттамаларының бірі-оның кеуектілігі және кеуектердің нақты беті (2-сурет). Белсендірілген көмірдің құрамында сорбенттің ерекше кеуекті құрылымын анықтайтын графит кристалдары мен аморфты көміртектен тұратын гетерогенді масса бар. Олардың тесіктерінің мөлшерін микрондармен өлшенеді ($I_j = 0,001 \text{ мм}$).



1 Сурет - Белсендірілген көмір өндіруге арналған шикізат



2 Сурет- Көмір бетінің ауданы

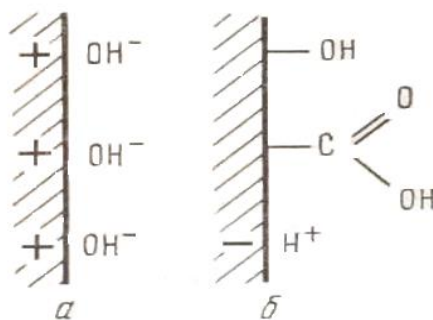
Тесіктерінің (Поры) үш түрі бар: *Макропорлар* – ең үлкен, тиімді радиусы 0,1-0,2 микроннан асады. Көмірде макропордың нақты беті 0,5-тен 2,0 м²/г-ға дейін, адсорбция процестерінде олар адсорбцияланатын молекулалар мен иондар үшін үлкен көлік каналдарының рөлін атқарады.

Мезопорлар (өтпелі) – кішірек, едәуір аз мөлшерімен сипатталады.

Мезопорлар, макропорлар сияқты, молекулалар мен иондар үшін көлік жолдары ретінде қызмет етеді, каталитикалық қоспалар оларды белсенді көмірге енгізген кезде тұндырылады.

Микропорлар - ең кішкентай, адсорбцияланатын заттың молекулаларымен өлшенеді [25].

Кеңес ғалымы Шиловтың Н.А дамыған мектептері қазіргі идеяларға сәйкес келеді. Фрумкин, электролиттердің белсенді көміртектерге адсорбциясы алмасуға қабілетті және көмірдің атмосфералық оттегімен өзара әрекеттесу сипатына байланысты. Егер белсендірілгеннен кейін көміртек бөлме температурасында атмосфералық оттегімен байланысқа түсетін болса, онда оның негізінде негізгі сипатқа ие беттік қосылыстар (оксидтер) түзіледі. Бұл қосылыстардың табиғаты нақты анықталмаған, бірақ олардағы оттегі салыстырмалы түрде әлсіз байланысып, көмір сумен немесе су ерітіндісімен байланысқан кезде гидроксил иондары түрінде ерітіндіге өтіп, көмірдің бетін оң зарядтайтыны белгілі (3-сурет).



3 Сурет -"Оң" (А) және "теріс" (б) белсенді көмірдегі жер үсті қосылыстарының сипаты

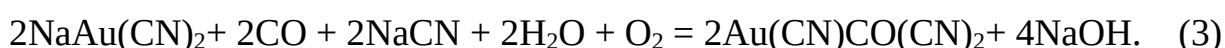
Мұндай «оң» көміртегі қайтымсыз оттегі электродының қызметін атқарады және оның қос қабатының сыртқы пластинасының OH^- иондарын еріген электролиттің аниондарына ауыстырады және электрохимиялық анион алмастырғыштың бір түрі болып табылады [26].

Егер көмір жоғары температурада (400-500 °C) оттегімен байланысса, онда пайда болған қосылыстар беріктіктің жоғарылауымен сипатталады. Осы жағдайларда химосорбцияланған оттегінің едәуір бөлігі (шамамен 20 %) қышқыл сипаттағы қосылыстардың құрамына – карбоксил, фенол кіреді. Кәдімгі "оң" белсенді көмірден айырмашылығы, мұндай "теріс" көмір тотыққан деп аталады. Электролит ерітінділерінде тотыққан көмір полифункционалды катион алмастырғыштың қасиеттерін көрсетеді. Тотыққан көмірдің катион алмасу сыйымдылығының бір бөлігі таза электростатикалық күштермен көмірдің теріс зарядталған бетіне жақын орналасқан H^+ иондарына байланысты.

Қазіргі уақытта белсенді көмір үйінді шаймалаудың цианисті ерітінділерінен алтын мен күмісті сіңіру үшін анағұрлым қарқынды

қолданылады. Араластыру арқылы циандау арқылы алынған ерітінділермен салыстырғанда үйінді шаймалау ерітінділері қоспалардың салыстырмалы түрде жоғары құрамымен асыл металдардың төмен концентрациясына ие (әдетте 0,5 мг/л-ден аз). Алтын мен күмісті тұндырғыш ретінде белсенді көмірдің ерекшелігі олардың қоспалардың болуына төмен сезімталдығы болып табылады. Сондықтан оларды қолдана отырып, асыл металдарды, тіпті нашар және лас ерітінділерден де тұндыруға болады, олар үйінді шаймалау ерітінділері болып табылады [27].

Белсендірілген көмірде алтын молекулалық және иондық формаларда сіңірілуі мүмкін. Көмір сумен байланысқан кезде тотығу бетінде гидроксиді пайда болады, содан кейін метаболизм реакциясы жүреді. Яғни, алтын келесі реакция бойынша сіңіріледі:



Қорытындылар:

Зерттеу жұмыстарын талдау бойынша цианид ерітінділері мен пульпадан асыл металды тұндырғыш ретінде белсендірілген көмірді кеңінен қолданудың қалыптасқан тенденциясын көрсетеді. Ерітінділерден алтынды сорбциялау үшін шаң тәрізді белсендірілеген көмірлерде (ірілігі 0,1 мм-ден кем), сондай-ақ ірілігі 0,2 мм-ден асатын түйіршікті және ұсақталған көмірлер де пайдаланылады. Осыған байланысты Қазақстанның байыту фабрикалары мен гидрометаллургиялық кәсіпорындарының бірқатарында алтынды төмен сұрыпты кендерден үйінді шаймалау кезінде, сондай-ақ кендер мен концентраттардан алтынды ұнтақтап шаймалау кезінде түзілетін қоюлатқыштардың, ерітінділердің цианисті төгінділерінен алтынды көмірмен-сорбциялық алудың әртүрлі схемалары бар. Көмірді импортпен алмастыру мәселесін шешу үшін ұсақталған Шұбаркөл белсендірілген көмірлердің сорбциялық сипаттамаларын белгілі көміртек маркаларымен салыстырды.

2 Тәжірибелік бөлім

Технологиялық зерттеудің міндетіне келесі анықтамалардың түрлерін енгізу:

- ұсақталған белсендірілген көмірлердің механикалық қасиеттерін анықтау;
- байыту фабрикасының өнеркәсіптік сарқынды суларын белсендірілген көмірмен тазартуын зерттеу;
- алтынды үйінді шаймалау үшін жартылай өнеркәсіптік сынақтарда белсендірілген көмірді анықтау.

Зерттеу үшін «Шұбаркөл Көмір» АҚ өндірген $-3,6 + 1,0$ мм класқа дейін ұсатылған белсендірілген көмір алынды (4-сурет). Белсендірілген көмір үлгісінің сертификаты А қосымшасында келтірілген.

«Шұбаркөл Көмір» АҚ – Қазақстандағы ең ірі энергетикалық көмір өндірушілердің бірі. Шұбаркөл көмірі калориясы жоғары және күлділігі төмен болғандықтан экологиялық таза энергия тасымалдаушыларға жатқызылады [28].



4 Сурет - Шұбаркөл кен орынының белсендірілген көмірі,
 $-3,6 + 1,0$ мм класқа дейін ұсатылған

2.1 Эксперименттер және талдау әдістері

Атомдық-абсорбциялық талдау әдісі шаймалау процесінің сулы ерітінділеріндегі металл иондарын анықтадық. Атомдық-абсорбциялық спектрометрия әдісімен элементтерді талдау SavantAA моделіндегі аспапта жүргізілді. Сандық элементтік талдау сіңірудің (абсорбцияның) атомдық спектрлері бойынша жүргізілді. Бұл әдіс үлгінің атом буымен сипаттамалық сәулеленудің селективті сіңіру шамасын өлшеуге негізделген. Атом буынан өткен кезде белгілі бір толқын ұзындығының жарық сәулесінің қарқындылығы сөнеді. Аналитикалық сигналдың мәні (оптикалық тығыздық), атом буындағы металл концентрациясына тура пропорционал, өлшеу кезінде жазылады, содан кейін сынамадағы металл концентрациясы

есептеледі. Бұл әдіс периодтық жүйенің 70-ке жуық элементтерінің мазмұнын анықтауға мүмкіндік береді.

Ортаның рН мәнін өлшеу шыны және хлор күміс электродтары бар әмбебап «рН-150 М» ионометрінің көмегімен жүргізілді. Құрылғыларды орнату буферлік ерітінділерде жүргізілді.

Сынамалық-гравиметриялық талдау әдісі шаймалаудан кейін бастапқы сынамадағы және қалдықтардағы алтын мен күмістің құрамын анықталды.

Гравиметриялық (салмақтық) талдау әдісімен бастапқы сынамадағы күкірттің (жалпы күкірт, сульфатты күкірт, сульфидті күкірт) фазалық талдауы анықталды.

Титриметриялық (көлемдік) талдау әдісі бастапқы сынамадағы темірдің құрамын анықтадық. Бұл әдіс темірді гидроксид түрінде алдын-ала шығарғаннан кейін темірді трилон Б ерітіндісімен титрлеуге негізделген. Титриметриялық талдау әдісі натрий цианидінің қалдық құрамын анықтадық.

Рентгендік дифрактометриялық талдау $\text{CuK}\alpha$ - сәулеленуімен, β -фильтрі бар автоматтандырылған ДРОН-3 дифрактометрінде жүргізілді. Дифракциялық заңдылықтарды жазу шарттары: $U = 35 \text{ кВ}$; $I = 20 \text{ мА}$; масштаб - 2000 санақ; тұрақты уақыт - 2 с; ату θ - 2θ ; детектор 2 градус / мин. Бұл әдіс зерттелетін денеде болатын әртүрлі кристалды фазалардың дифрактограммаларын анықтауға негізделген. Дифрактограмманың түрі заттың химиялық құрамы мен құрылымына байланысты, сондықтан әртүрлі кристалды материалдар сызықтардың орналасуы, саны мен қарқындылығымен ерекшеленетін дифракциялық суреттер береді.

Гидроциан қышқылы буының сигнализаторы. Гравиоконцентратқа қарқынды шаймалау жүргізу кезінде қондырғының қызмет көрсету аймағында ауадағы цианисті сутегінің құрамына үнемі бақылау жүргізілді. Ауа ортасының мониторингі ССК-4 синиль қышқылы сигнализаторының көмегімен автоматты режимде жүзеге асырылды, ол ауадағы гидроциан қышқылы концентрациясы ШРК ($0,3 \text{ мг/м}^3$) нормаларынан жоғары болған кезде жарық және дыбыс сигналын береді.

Ерітінділерді ауыстыру кезінде көмірді алтынмен қанықтыру әдісі *көмірдің сорбциялық сипаттамаларын* анықтадық.

Ұнтақталған белсендірілген көмірдің *механикалық қасиеттерін* анықтау әдісі көмірді сумен және пульпамен араластырудың бірдей кезеңіндегі көмірдің тозуға төзімділігі көрсеткіштерін абразивтілігі жоғарылаған ұсақталған кварц құмымен салыстыруға негізделген.

2.2 Ұсақталған белсендірілген көмірдің механикалық қасиеттерін анықтау

Шұбаркөл кен орнының ұсақталған көмірін сынау процесінде эталондық үлгі ретінде кокос жаңғағының қабығынан жасалған RPMC 1004

(Шри-Ланка) маркалы Haucarb өнеркәсіптік ұсақталған көмірі пайдаланылды. Бұл көмір цианидті ерітінділер мен пульпалардан ерітілген алтынды сіңіру үшін алтын өндіретін кәсіпорындарда кеңінен қолданылады [29-31]. Ол алтынның цианид қосылысына қатысты жоғары механикалық қасиеттерге және сорбциялық сипаттамаларға ие.

Белсендірілген көміртектердің негізгі беріктік сипаттамаларын әр өнеркәсіптік партия үшін өндіруші анықтайды: түйіршіктердің тозуға беріктігі ГОСТ 16188-70 сәйкес, механикалық (құрылымдық) беріктік ГОСТ 6217-74 сәйкес. Алынған көрсеткіштер дайындаушы зауыт жеткізетін әрбір белсендірілген көмір партиясына сертификаттарда ұсынылады.

Зерттеудің негізгі мақсаты көмірді сумен және пульпамен араластырудың бірдей кезеңіндегі көмірдің тозуға төзімділігі көрсеткіштерін абразивтілігі жоғарылаған ұсақталған кварц құмымен салыстыру болды.

Көмірді ерітіндіден және пульпадан бөлу үшін 0,63 мм-ден үлкен көмірді ұстап тұруға қабілетті дренажды торлар қолданылды. Жуу шаймалау процесіне кедергі келтіретін шламнан құтылу үшін жүргізілді.

Көмірді жуу шарттары: бастапқы кептірілген көмірді тұрақты салмағына дейін келтіру - 300 г, су шығыны 12 л/кг көмір (өнеркәсіптік көрсеткіштер). Жуылған көмір мен елек тұрақты салмаққа дейін кептіріледі.

1-кестеде електегі шламдардан көмірдің салыстырылатын үлгілерін жуу бойынша тест нәтижелері 0,63 мм келтірілген.

1 Кесте – Белсендірілген көмірді шламдардан жуу бойынша тест нәтижелері

Көмірдің маркасы	Көмірдің массалық үлесі, % ірілігі	
	0,63 мм-ден астам	0,63 мм-ден кем
Шубаркөл	99,48	0,52
HaucarbRPMC 1004	99,91	0,09

1-кестенің деректерінен кондициялық емес көмірдің ең жоғары массалық үлесі, ірілігі 0,63 мм-ден кем, Шұбаркөл маркасының сынамасында анықталған, Ол 0,52 %-ды құрайды. Haucarb маркалы көмірде стандартты емес көмірдің үлесі әлдеқайда аз және 0,09 % құрайды. Әдетте, ірілігі -0,63 мм жуылған белсендірілген көмір түйіршікті көмірді пайдаланатын кәсіпорындарда қолданылмайды және төленген қалдық болып табылады [32, 33].

2.2.1 Суды пайдалану арқылы көмірдің механикалық тұрақтылығын анықтау

Суды қолдана отырып көмірдің механикалық тұрақтылығын анықтау әдісі келесідей болды: суға 40 г/л белсендірілген көмір салынды (алтынды

үгіту кезінде ерітіндідегі немесе пульпадағы көмірдің концентрациясы), 24 сағат бойы араластырылды, суды көмірден 0,63 мм елекке бөлді.

Көмірді кептірілді және өлшеді. Көмірі жойылған суды сүзгіден өткізіп, фильтрдің қалдықтарын кептіріп, өлшеді. Нәтижелер белсендірілген көмірдің жойылу дәрежесін анықтау үшін қолданылды.

2-кестеде 24 сағат бойы сумен араластырған кезде көмірдің бұзылу дәрежесін анықтау бойынша зерттеу нәтижелері келтірілген.

2 Кесте– Сумен араластыру кезінде белсендірілген көмірдің бұзылу дәрежесін анықтау бойынша зерттеу нәтижелері

Көмірдің маркасы	Көмірдің массалық үлесі, % ірілігі	
	0,63 мм-ден асады	0,63 мм-ден кем
Шубаркөл	96,56	3,44
HaucarbRPMC 1004	98,32	1,68

2-кестенің нәтижесі бойынша көмірді сумен араластырған кезде Шұбаркөл маркалы көмірдің жойылу дәрежесі Haucarb маркалы көмірмен салыстырғанда 1,76 % - ға жоғары.

2.2.2. Кварц құмын қолдана отырып, көмірдің механикалық тұрақтылығын анықтау

Кварц құмын қолдана отырып көмірдің механикалық тұрақтылығын анықтау әдісі келесідей болды: 300 г кварц құмы, 80%-ға дейін ұсақталған - 0,071 мм-лік класс, 450 мл су мен 22 г белсендірілген көмір қосылды және електегі шламдардан 0,63 мм жуылды. Алынған массаны бөтелкедегі агитаторда 24 сағат бойы араластырдық. Соңында көмірді електен 0,63 мм бөліп, сумен жуып, екі өнімді де тұрақты салмаққа дейін кептірдік. Өңдеуден кейін алынған бастапқы көмір мен көмірдің салмағының айырмашылығы көмірдің механикалық жойылуын пайызбен есептеді.

3 Кесте – Ұсақталған кварц құмын пульпамен араластыру кезінде көмірдің жойылу дәрежесін анықтау бойынша сынама нәтижелері.

Көмірдің маркасы	Көмірдің массалық үлесі, % ірілігі			
	0,63 мм-ден асады		0,63 мм-ден кем	
	1 тест	2 тест	1 тест	2 тест
Шубаркөл	87,86	91,41	12,14	8,59
HaucarbRPMC 1004	87,77	92,50	12,23	7,50

3-кестеде көмірдің механикалық тозуын анықтау бойынша салыстырмалы тест нәтижелері көрсетілген, оларды 80 % класты ұсақталған кварц құмымен араластыру кезінде -0,071 мм, көмірдің әрбір маркасы үшін 2 тест жұмыстары жүргізілді.

3-кесте бойынша көмірді ұсақталған кварц пульпасымен араластырған кезде Шұбаркөл және Haucarb RPMC 1004 маркалы көмірдің деструкциясы (бұзылуы) бойынша көрсеткіштер өте жақын және тиісінше орта есеппен 10,37 % және 9,87 % - ды құрайды.

Алынған зерттеулерден Шұбаркөлдің ұсақталған көмірінің механикалық төзімділігі бойынша Шри-Ланка өндірген Haucarb көміріне жақын екендігі анықталды.

2.3 Байыту фабрикасының өнеркәсіптік сарқынды суларын белсендірілген көмірмен тазарту бойынша зерттеулер

Зерттеу объектісі ҚР жұмыс істеп тұрған алтын шығару фабрикасының қалдық қоймасынан іріктелген сарқынды су болды.

Флотациялық концентратты циандау кезінде алынған сілтілік цианидті пульпадан ерітілген алтынды алу үшін ЗИФ-те пайдаланылатын Chemviron Carbon фирмасының Goldcarb 207C6x12US, ұсақталған белсендірілген көмірмен салыстырғанда Шұбаркөл көмірмен алтынды бір мезгілде ұстай отырып, сарқынды суды тазарту бойынша зертханалық зерттеулер жүргізілді.

4-кестеде ЗИФ қалдық қоймасының сарқынды суын химиялық талдау нәтижелері келтірілген.

4 Кесте – Қалдық қоймасының ағынды су ерітінділерінің сипаттамасы

Компоненттердің атауы	Компоненттердің мөлшері, мг/л
алтын	0,07
күміс	0,01
мырыш	0,04
жалпы темір	0,76
мыс	16,07
кальций	94,9
магний	11,46
сурьма	<0,05
мышьяк	27,20
сульфат - иондары	3670,0
цианид-иондары	<0,01
роданид-иондары	360,0
хлорид-иондары	—
күрғақ қалдық	8520

ЗИФ зерттеу зертханасының көрсеткіштері бойынша судағы компоненттердің құрамы мынадай көрсеткіштерге жауап беруі тиіс, мг/л: темір 0,1; мыс 0,01; магний 40; мышьяк 0,05; роданид-иондары 0,05; гидрокарбонат-иондары 300-500; хлорид-иондары 300; сульфат-иондары 500-1000; жалпы тұз құрамы – құрғақ қалдық 1000; рН 8,5-9,5.

Осылайша, қалдық қоймадағы ағынды суларда еріген заттардың мөлшері талап етілетін экологиялық мәндерден едәуір асады. Әсіресе мыс, мышьяк және роданид иондарының асып кету байқалады.

Сынақ жүргізу әдістемесі мынадай болды: көлемі 1 л (диаметрі 80 мм, биіктігі 250 мм) цилиндрлік бағандарға Шұбаркөл (массасы 464 г) және Goldcarb (массасы 500 г) ұсақталған белсендірілген көмірдің 1 л тиелді.

Колонналардың жоғарғы және төменгі бөліктерінде ағынды суларды көмірден бөлуге арналған дренаждық құрылғылар (торлар) орналасқан. Ағынды сулар колонналардың төменгі бөлігінде орналасқан дренаж құрылғылары арқылы колонналарға беріліп, колонналардың жоғарғы бөлігінде орналасқан дренаж құрылғылары арқылы да колонналардан шығарылды. Ағынды суларды беру жылдамдығы ағынды суларды шығыс контейнерлерінен көмірмен сорбциялық колонналарға жіберетін серпімді шлангтарға орнатылған бұрандалы қысқыштың көмегімен реттелді. Ағынды суларды тазарту процесінде белсендірілген көмір үнемі ағынды суларда болды. 5-суретте Ағынды суларды белсендірілген көмірмен сорбциялық тазартуға арналған қондырғының фотосуреті көрсетілген.



5 Сурет – Ағынды суларды белсендірілген көмірмен сорбциялық тазартуға арналған қондырғы (сол жақта – Goldcarb көмірі, оң жақта-Шұбаркөл көмірі)

Колонналарға ағынды судың берілу жылдамдығы сағатына 1,0 л/сағ немесе сағатына белсендірілген көмірдің 1 көлеміне 1 ағынды су болды. Ағынды сулардың бағаналардың көлденең қимасы арқылы өтуінің сызықтық жылдамдығы 0,2 м / сағ құрайды, [34] мәліметтері бойынша, минералды тұздары жоғары ағынды суларды тазарту кезінде түйіршікті белсендірілген көмір сүзгісі арқылы сүзу жылдамдығы 1,0 м/сағ аспауы керек.

Әр бағаннан (көмір сүзгісі) 10 литр ағынды су өтеді. Көмір сүзгілерінен кейінгі су сынамаларын талдау 1; 2; 3; 5; 7,5 және 10 л жүгізілді. Сорбциядан кейінгі суды талдау келесі негізгі компоненттерге жүргізілді: алтын, мыс, роданид иондары, сульфат иондары, құрғақ қалдық және рН.

Сынақ барысында Goldcarb белсендірілген көмір сүзгісінен өткеннен кейін ағынды су түссіз болды, ал Шұбаркөл белсендірілген көмір сүзгісінен өткеннен кейін су ашық алтын түске боялғаны көруге болады.

Тәжірибие нәтижелері 5-кестеде көрсетілген.

5 Кесте– Ағынды суларды тазарту бойынша зерттеу нәтижелері

Өткізілген ағынды көмір арқылы су сүзгі, нақты көлемдері	Ағынды судағы компоненттердің құрамы көмір сүзгісінен өткеннен кейін, мг/л						
	алтын	мыс	мышьяк	роданид-ионы	сульфат-ионы	құрғақ қалдық	рН
Исходная вода	0,24	16,07	27,20	360,0	3670	8520	8,48
Шұбаркөл көмірі							
1	<0,01	0,11	8,2	0,01	3630	7740	7,56
3	<0,01	0,13	10,6	87,5	3650	8000	7,75
5	<0,01	0,14	15,0	325,0	3710	8150	7,92
7,5	<0,01	0,15	20,0	350,0	3750	8240	8,05
10	<0,01	0,16	22,0	425,0	3760	8370	8,07
Goldcarb көмірі							
1	<0,01	0,14	9,0	50,0	4110	12390	8,80
3	<0,01	0,19	10,6	175,0	3790	9200	8,73
5	<0,01	0,25	14,0	235,0	3780	8660	8,70
7,5	<0,01	0,27	22,0	270,0	3750	8450	8,63
10	<0,01	0,32	22,0	400,0	3750	8410	8,59

5-кесте бойынша белсендірілген көмірдің екеуі де тек ерітілген алтынды жақсы сіңіреді, оның құрамы 0,01 мг/л-ден аз сорбциядан кейін.

Ағынды суларда мыс мөлшері азаяды, бірақ ол рұқсат етілген мөлшерден жоғары. Ағынды сулардағы артық бақыланатын компоненттер көбінесе суда қалады. Осылайша, жоғары минералданған ағынды суларды

коспалардан тазарту үшін белсендірілген көмірді қолданудың төмен тиімділігі туралы қорытынды жасауға болады. Сонымен қатар, әдісті ағынды сулардан алтын алу үшін қолдануға болады.

2.4 Белсендірілген көмірдің сорбциялық сипаттамаларын зерттеу

Өнеркәсіпте кеңінен қолданылатын Haусarb белсендірілген көмірімен салыстырғанда алтынқұрамды шикізаттың өнімді үйінді шаймалаудың өнімді ерітіндісін өңдеу кезінде Шұбаркөл белсендірілген көмірінің сорбциялық қасиеттерін зерттеу қызығушылық тудырды.

Көмірдің салыстырмалы сорбциялық сипаттамаларын анықтау үшін Шұбаркөл ұсақталған көмірі және Haусarb белсендірілген көмір (Б қосымшасы) пайдаланылды.

Қазақстанда «Шұбаркөл Көмір» АҚ компаниясы кокстелетін тас көмірден -3,6+1,0 мм дейін ұсақталған Шұбаркөл белсендірілген көмірін өндірді. Шұбаркөл ұсақталған көмірін эталонды үлгі ретінде сынау үшін кокос жаңғағының қабығынан жасалған Haусarb өнеркәсіптік ұсақталған көмірі пайдаланылды. Бұл көмір цианид ерітінділері мен пульпадан ерітілген алтынды сорбциялау үшін алтын өндіретін кәсіпорындарда кеңінен қолданылады. Ол алтынның цианид қосылысына қатысты жоғары механикалық қасиеттерге және сорбциялық сипаттамаларға ие [35-37].

Зерттеу жүргізу үшін Қазақстанның кен орындарының бірінде тотыққан кенінен алтынды үйінді шаймалау кезінде алынған өнімді ерітінді пайдаланылды. Ерітінді келесі құраммен сипатталады, мг / л: алтын 0,82; күміс 0,44; мыс 8,34; рН 11,05.

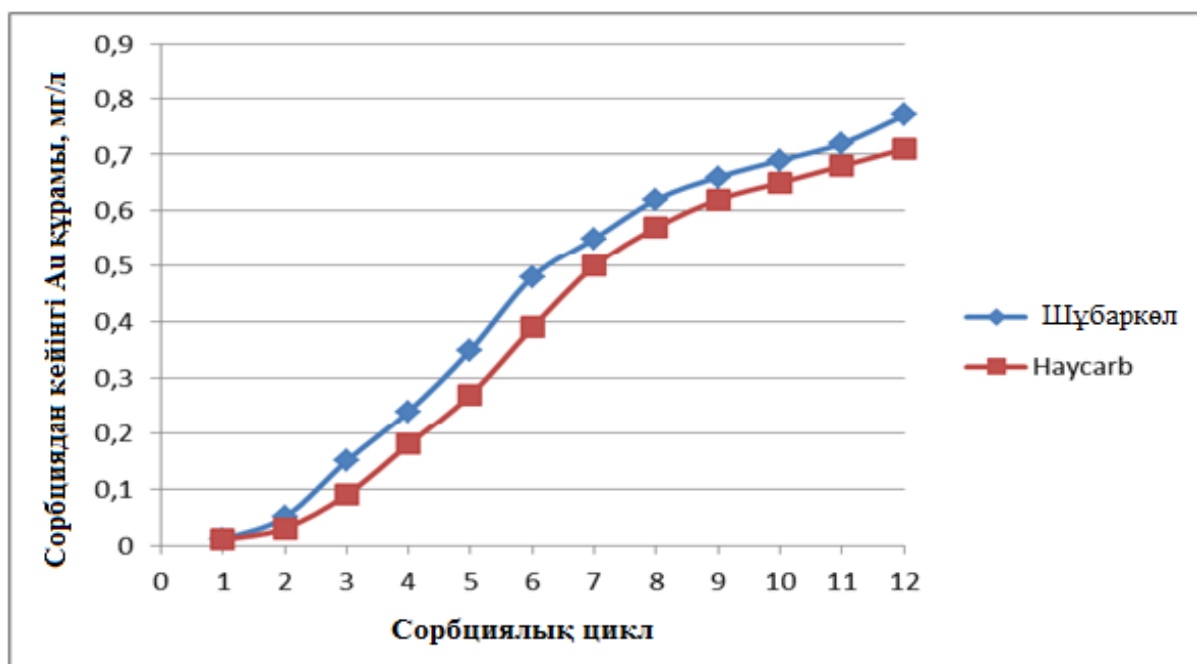
Алтын сорбциясын жүргізу әдістемесі. Сорбциялық сипаттамаларды анықтау ерітінділерді ауыстыру кезінде көмірді алтынмен қанықтыру әдісімен жүргізілді. Осы әдіс бойынша салмағы 0,5 г болатын белсендірілген көмірді Шұбаркөл мен Haусarb 24 сағат ішінде тотыққан кеннен алтынды үйінді шаймалау кезінде алынған 0,25 л өнімді ерітіндіден шөлмектегі үгітгіште араластырылды. Өнімді ерітіндідегі алтынның мөлшері 0,82 мг/л болды, көмірді ерітіндімен 24 сағат араластырғаннан кейін, көмір ерітіндіден бөлініп, ерітіндінің келесі бөлігімен құйылып, 24 сағат бойы араластырылды. Мұндай операциялар 12 рет (12 цикл) жалғасты. Әр операциядан кейінгі ерітінділер алтынның құрамына талданды. Сорбция циклдары аяқталғаннан кейін белсендірілген көмір алтынның құрамына да талдау жасалды. Сорбциялық сипаттамаларды анықтау процесінде көмірді ерітіндімен араластырудың жалпы уақыты 288 сағатты құрады.

6-кестеде тотыққан кеннен алтынды үйінді шаймалау кезінде алынған өнімді ерітіндіден Шұбаркөл және Haусarb ұсақталған көмірмен алтынды сорбциялау нәтижелері келтірілген.

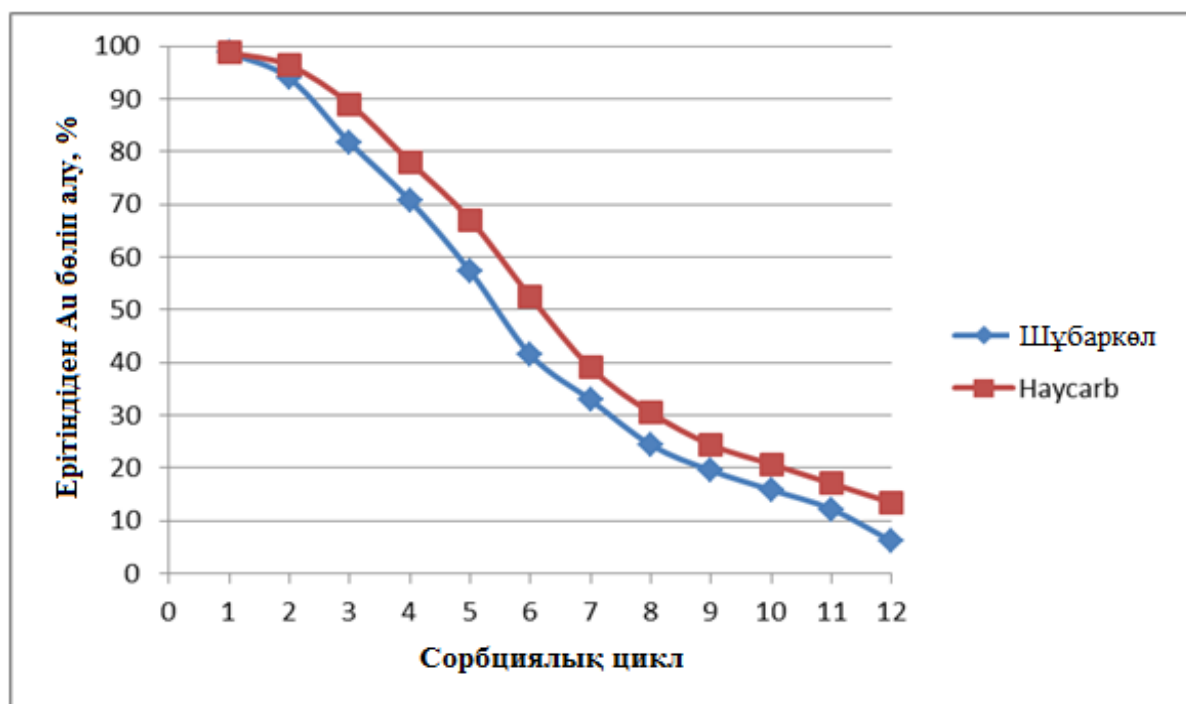
6 Кесте – Үйінді шаймалаудың өнімді ерітіндісінен алтынды сорбциялау нәтижелері

Сорбция циклі	Au құрамы		Au ерітіндісінен ығыстыру, %
	ерітінді , мг/л	көмір, мг/г	
Шұбаркөл көмірі, ерітінді көлемі 0,25 л, сорбент массасы 0,50 г			
0	0,82	0	0
1	0,01	0,405	98,78
2	0,05	0,790	93,90
3	0,15	1,125	81,71
4	0,24	1,415	70,73
5	0,35	1,650	57,32
6	0,48	1,820	41,46
7	0,55	1,955	32,93
8	0,62	2,055	24,39
9	0,66	2,135	19,51
10	0,69	2,200	15,85
11	0,72	2,250	12,20
12	0,77	2,275	6,10
сынамалық талдау		2,315	
Наусарb көмірі, ерітінді көлемі 0,25 л, сорбент массасы 0,50 г			
0	0,82	0	0
1	0,01	0,405	98,78
2	0,03	0,800	96,34
3	0,09	1,165	89,02
4	0,18	1,485	78,02
5	0,27	1,760	67,07
6	0,39	1,975	52,44
7	0,50	2,135	39,02
8	0,57	2,260	30,49
9	0,62	2,360	24,39
10	0,65	2,445	20,73
11	0,68	2,515	17,07
12	0,71	2,570	13,41
сынамалық талдау		2,495	

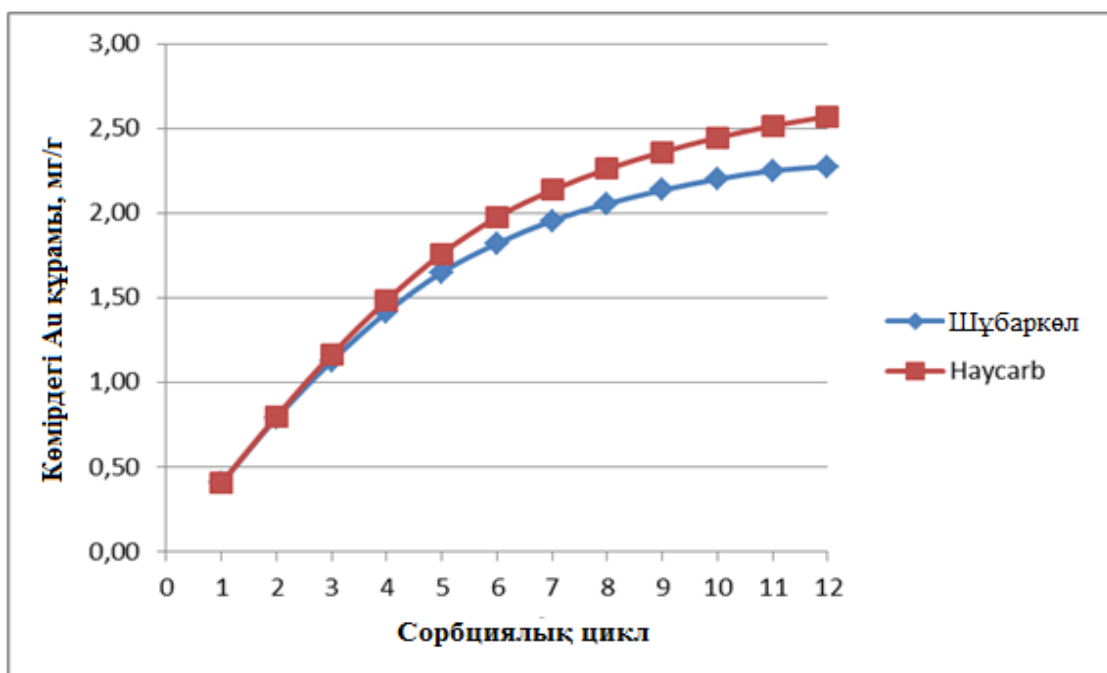
6-8 суреттерде Шұбаркөл және Наусарb уатылған көмірлерді пайдалану кезінде үйінді шаймалаудың өнімді ерітіндісінен сорбцияның әрбір циклынан кейін аналық ерітіндідегі алтын құрамының өзгеру, оны алу және көмірді асыл металмен қанықтыру графиктері келтірілген.



6 Сурет – Жатыр ерітіндісіндегі алтын құрамының әрбір сорбция циклынан өзгеруі



7 Сурет– Ерітіндіден алтынды алу дәрежесі әрбір сорбция циклынан кейінгі



8 Сурет– Сорбция циклі бойынша көмірді алтынмен қанықтыру

6-8 суреттердің нәтижесі бойынша белсендірілген Шұбаркөл көмірі Haуcarb белсендірілген көмірімен тығыз сорбциялық сипаттамаларға ие. Шұбаркөл көмірінің жұмыс сыйымдылығы алтын бойынша 2,28 кг/т, Haуcarb көмірі – 2,57 кг/т құрады.

Қорытынды:

– Шри-Ланка өндірісіндегі Haуcarb ұсатылған белсендірілген көмірдің өнеркәсіптік үлгілерімен салыстырғанда Шұбаркөл ұсақталған белсендірілген көмірінің механикалық (абразивтік) төзімділігін анықтау бойынша көмірді сумен және ұсатылған кварц құмымен пульпамен араластыру жолымен зертханалық зерттеулер жүргізілді.

– Шұбаркөл ұсақталған белсендірілген көмірі, сондай-ақ Goldcarb көмірі өнеркәсіптік сарқынды судың құрамындағы компоненттердің көпшілігі бойынша екі көмірдің де сорбциялық сипаттамаларының төмендеуіне байланысты жоғары минералданған сарқынды суларды (Васильков ЗИФ қалдық қоймасын ағызу) артық ерітінділердің құрамынан тазарту үшін жарамсыз. Сонымен қатар, ұсақталған Шұбаркөл көмірі (және Goldcarb) көрсетілген ағынды сулардан ерітілген алтынды қалпына келтіру үшін пайдаланылуы мүмкін. Сорбциялық сипаттамаларды зерттеу нәтижесінде белсендірілген Шұбаркөл көмірі Haуcarb белсендірілген көмірімен жақын сорбциялық сипаттамаларға ие екендігі анықталды. Шұбаркөл көмірінің жұмыс сыйымдылығы алтын бойынша 2,28 кг/т, Haуcarb көмірі – 2,57 кг/т құрады.

3 Алтынды үйінді шаймалау үшін жартылай өнеркәсіпте белсендірілген көмірді сынамалау

Зерттеу үшін Қазақстанның кен орындарының тотыққан кені пайдаланылды.

7-кестеде кендегі алтынның құрамына сынамалық - гравиметриялық талдау және негізгі компоненттерге кенді химиялық талдау нәтижелері келтірілген.

7 Кесте – Кенді сынамалық және химиялық талдау нәтижелері

Компоненттер	Мөлшері , %	Компоненттер	Мөлшері, %
алтын, г/т	0,87	алюминий оксиді	22,61
мыс	0,0075	кальций оксиді	0,45
никель	0,021	магний оксиді	н/о
кобальт	0,02	калий оксиді	0,43
мырыш	0,029	натрий оксид»	0,78
қорғасын	0,02	жалпы күкір	0,07
темір	5,01	сульфидті күкірт	н/о
сурьма	0,06	сульфатты күкірт	0,07
мышьяк	0,029	күкірттің тотығу дәрежесі, %	100,0
кремний оксиді	56,41		
Кен түрі			
тотығу дәрежесі бойынша S		тотыққан	

6-кестенің деректері бойынша сынамасында өнеркәсіптік құнды компонент алтын болып табылады, оның орташа құрамы үш параллельді сынамалық талдау бойынша 0,87 г/т құрайды. Қалған металдар аз болғандықтан өнеркәсіптік қызығушылық тудырмайды. Сурьма және мышьяк сияқты зиянды қоспалар кен құрамында аз мөлшерде болады және сәйкесінше 0,06 % және 0,029 % құрайды. Күкірттің тотығу дәрежесі бойынша кенді тотыққан кендер санатына жатқызуға болады.

Минералогиялық зерттеулердің қорытындысы бойынша, кен үлгісі кварц қиыршық тас құмды-сазды ұсынылған материалдарды және алтын бар желдетілу қабығының сипаттайды. Кен құрамы шамамен 1,5%-ды құрайтын темір оксидтері мен гидроксидтерімен, құрамында қорғасын бар минералдармен – галенитпен, церусситпен және англезитпен 0,3 %-ды құрайды. Пирит, халькопирит және сфалерит кеннен бөлінген ауыр фракцияда белгілі мөлшерде кездеседі. Алтын ауыр магниттік емес фракциядан жасалған жылтыратылған брикеттерде кездеседі және мөлшері 0,015-тен 0,12 мм-ге дейінгі бос түйіршіктер түрінде болады. Алтынның құрамы, %: Au= 99,7; Fe= 0,2; Si= 0,1. Кенсіз минералдар каолинит-сметтит материалы, кварц, слюда және акцессорлық минералдар – рутил, апатит, циркон, галит.

3.1 Алтын құрамды кенді агитация әдісімен шаймалау

Алтыннан кенді цианидті шаймалаудың фундаменталды тиімділігін бағалау -0,071 мм класты 90 % мөлшерінде ұсақталған кендерде жүргізілетін бөтелкелік сынақтарда жүргізілді. Еріту дәрежесі бойынша қол жеткізілген индикаторларды мүмкіндігінше максималды деп санаған жөн, өйткені араластыру режимінде сілтілі цианид ерітіндісінің алтынға қол жетімділігін қамтамасыз етіледі.

Бұл жұмыста 30 айн/мин айналу жылдамдығы бар бөтелке араластырғышты пайдаланып ұсақталған кенді цианизациялау бойынша 2 параллель сынақ жүргізілді. Кен сынамаcының массасы 0,3 кг, қатты сұйықтыққа қатынасы Т:Ж = 1: 2; пульпаның сұйық фазасының бастапқы рН 10,5 бірлік; пульпаның сұйық фазасындағы натрий цианидінің бастапқы концентрациясы 0,1% (1,0 г/л). Қажетті рН кальций оксидінің шығыны 100 % белсенділік тұрғысынан алғанда 1,05 кг/т құрады. Цианизация уақыты 24 сағат.

Ұнтақталған кенді араластырып цианизациялау бойынша сынақтардың нәтижелері 8-кестеде, цианизация процесін бақылау 9-кестеде көрсетілген.

8 Кесте – Алтынның ұсақталған кеннен цианидті сілтісіздендірілуін сынау нәтижелері

Параметрлер мен көрсеткіштердің атаулары	Көрсеткіштер	
	сынама 1	сынама 2
Кен массасы , г	300	300
Цианид ерітіндісінің массасы, мл	600	600
СаО жүктеу (100% белсенділік), кг/т	1,05	1,05
24 сағаттан кейінгі пульпаның сұйық фазадағы құрамы:		
Au, мг/л	0,39	0,38
Cu, мг/л	0,63	0,91
NaCN,%	0,094	0,092
рН бірлігі	10,16	10,06
Қалдықтардың қатты фазадағы құрамы, г/т:		
Au	0,12	0,13
Кеннің есептік құрамы , г/т:		
Au	0,90	0,89
Еру дәрежесі , %:		
Au	86,67	85,39

9 Кесте – Цианизация процессіен бақылау

Цианизациялаудың жалғасы., сағ	Концентрация, %		CaO, кг/т	pH	NaCN, кг/т	
	NaCN	NaCN			жүктеу	шығын
0		0,1	1,05	10,50		
2	0,082	0,018		10,30		
24	0,094			10,16	2,48	0,6

3-кестенің деректер бойынша кендегі алтынның орташа есептік құрамы 0,895 г/т құрайды, бұл сынамалық талдау бойынша кендегі орташа мәнге жақын (1-кесте). 90% класты іріліктегі -0,071 мм кеннен алтынның еру дәрежесі орта есеппен 87,03% - ды құрады. Цианид қалдықтарының қатты фазасындағы алтынның орташа мөлшері 0,125 г/т. Пульпаның сұйық фазасында аз еріген мыс бар (0,77 мг/л), ол еріген алтынның сорбциялық экстракциясының көрсеткіштеріне теріс әсер ететін қоспалық металдар санатына жатады. Натрий цианидін 2,48 кг/т процесіне жүктеген кезде оның минералдармен әрекеттесуіне жұмсалатын шығыны 0,6 кг/т құрады, бұл аз мөлшерде.

Тотыққан кендердің тау жынысын түзуші минералдары көбінесе цианид кешеніне қатысты табиғи сорбциялық белсенділікке ие, соның нәтижесінде ерітілген алтынның кейбір бөлігі тау жынысын түзуші минералдармен сіңіріледі және цианид қалдықтарының қатты фазасында қалады. Ерітілген алтынға қатысты жыныс түзуші минералдардың сорбциялық белсенділігін анықтау үшін ерітілген алтынға қатысты жоғары сорбциялық белсенділігі бар сорбенттің қатысуымен алтынды сорбциялық сілтісіздендіру жүргізіледі. Сорбенттер ретінде белсендірілген көмір мен ион алмастырғыш шайырлар қолданылады.

10 Кесте – Ұсақталған кеннен алтынды сорбциялық сілтісіздендіру бойынша сынамалар нәтижелері

Көрсеткіштер атауы	Көрсеткіштер	
	сынама 1	сынама 2
Сорбенттер саны, г	1,90	2,00
Ау мөлшері: пульпаның сұйық фазасында 24 сағаттан кейін, мг/л	0,06	0,04
сорбентте, г/т	87,36	105,00
Сорбентпен кеннен алынған, г/т	0,55	0,70
Қалдықтардың қатты фазасындағы Ау құрамы, г/т	0,08	0,08
Кендегі Ау есептік құрамы, г/т	0,75	0,86
Ау еру дәрежесі, %	89,38	90,70

Бұл жұмыста тау жынысын түзуші минералдардың табиғи сорбциялық белсенділігін анықтау бойынша 2 параллель сынақ жүргізілді. Сынақтар алдыңғы сынақтарға ұқсас жүргізілді, айырмашылық натрий цианидін жүктемес бұрын пульпаға 1,9-2,0 г ұсақталған белсендірілген Шұбаркөл көмірі қосылды.

10-кестеде ұсақталған кеннен алтынды агитациялық сорбциялық сілтісіздендіру бойынша сынамалар нәтижелері келтірілген.

8,10 кестедегі көрсеткіштер бойынша Шубаркольдің ұсақталған белсендірілген көмірінің қатысуымен алтынның кеннен еру дәрежесі 86,03 % - дан 90,04 % - ға дейін, яғни 4,01-ге, ал қалдықтардың қатты фазасындағы алтынның мөлшері 0,125 г/т-дан 0,08 г/т-ға дейін төмендейді.

3.2 Тотыққан алтын құрамды кеннен алтынды үйінді шаймалауды жартылай өнеркәсіптік сынау

Бұл жұмыста Наусарб ұсақталған белсендірілген көмірімен салыстырғанда өнімді ерітінділерден ерітілген алтынды еріту процесінде Шұбаркөл ұсақталған белсендірілген көмірін пайдалана отырып, ұсақталған (түйіршіктелген) кеннен алтынды үйінді шаймалау бойынша екі бағаналық сынамада жүргізілді.

Бағаналы сынақтар үшін 55 кг түйіршіктелген кен оңтайлы жылдамдықпен 25 кг/т портланд-цемент және 230 л/т су өндірілді. Түйіршіктелгеннен кейін кен 72 сағат бойы дымқыл болғандықтан, колонналарға жүктелмеді.

Бағандық сынамаларды жүргізуге арналған қондырғы айналымды алтынсыздандырылған және өнімді (алтынмен қаныққан) ерітінділерге арналған ыдыстары бар кенді алтынды сілтісіздендіруге арналған 2 бағанды қамтыды. 11-кестеде қондырғының сипаттамасы келтірілген.

11 Кесте– Бағандық сынамаларды жүргізуге арналған қондырғының сипаттамасы

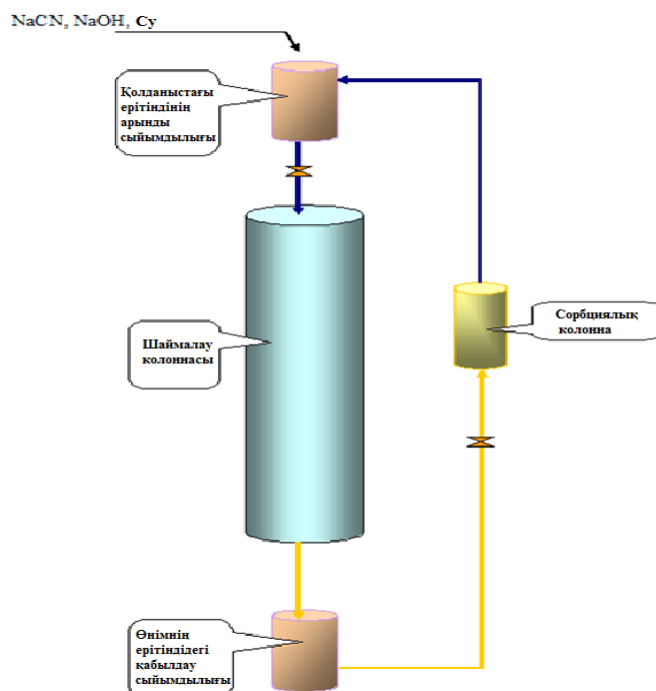
Атауы көрсеткіштері	Өлшем бірлігі	№ колоналар	
		7	8
Шаймалау бағандарының мөлшері:			
- диаметрі	мм	145	145
- биіктігі	мм	2120	2120
Кенді тиеу:			
- бастапқы салмағы бойынша	кг	43,0	43,0
- құрғақ салмақ бойынша	кг	35,33	35,33
Кеннің ылғалдылығы	%	17,83	17,83
Колонналардағы кен қабатының биіктігі	мм	1960	1970

Продолжение таблицы 11

Атауы көрсеткіштері	Өлшем бірлігі	№ колонналар	
		7	8
Колонналардағы кен көлемі	л	32,35	32,51
Кеннің көлемдік массасы	т/м ³	1,09	1,09
Ерітінділерге арналған ыдыстардың көлемі:			
- қаныққан (өнімді)	л	10	10
- күлсіздендірілген	л	10	10
- айналмалы	л	10	10
Сорбциялық колонналар:			
- диаметрі	мм	60	60
- биіктігі	мм	200	200
- көлемі	л	0,5	0,5
Сорбент көлемі	л	0,45	0,45
Сорбент		Шубаркөл	Наусcarb

Кеннен алтынды шаймалауға арналған колонналар төменгі бөлігінде диаметрі 3 мм тесілген тордан жасалған дренажды құрылғымен жабдықталған. Дренаж қабатын жасау үшін колонналарға 3 кг-нан -6 +4 мм инертті материал (эктас) салынған.

Әр бағанды байланыстырудың схемалық схемасы 9-суретте, 10-суретте сілтілеу бағандарының жалпы көрінісі, 11-суретте өнімді ерітінділерден алтынның сорбциясын жүргізуге арналған қондырғы көрсетілген.



9 Сурет – Үйінді шаймалау қондырғысының сұлбасы



10 Сурет – Шаймалау бағаналарының жалпы көрінісі



11 Сурет – Өнімді ерітінділерден алтынның сорбциясын жүгізуге арналған қондырғы

Кенді колоннаға тиеу оның ірілік кластары бойынша сегрегациялануын болдырмау үшін шағын бөліктерде жүргізілді. Кенді суаруға арналған ерітінді жоғарыдан 10-12 л/м²/сағ жылдамдықпен, ондағы ерітінді шұңқырлары мен құрғақ аймақтарында пайда болуына жол бермеу мақсатында колоннадағы кен бетінің жай-күйін қатаң бақылау кезінде берілді. Процесс циклдарға бөлінді, олардың әрқайсысы алтынды кеннен шаймалау және оны ерітіндіден сорбциялық алуды қамтыды.

Өнімді ерітінділерден ерітілген алтынды алу үшін сорбент ретінде кокос қабығынан жасалған және сілтілі цианид ерітінділерінен және целлюлозадан ерітілген алтынды алу үшін қолданылатын белсендірілген көмірдің ең жақсы маркаларының бірі болып табылатын белсендірілген Шұбаркөл және Haусarb көмірі қолданылды. Бұл көмір құрамында алтынмен қатар ауыр металдар қоспалары бар поликомпонентті цианид ерітінділерінен сорбция кезінде алтынның цианидті кешенді қосылысына қатысты жоғары селективтілікке ие.

Кендерден алтынды еріту кезінде натрий цианиді қолданылады, ол натрий гидроксиді мен сутегі цианидін (көгірткіш қышқылы) түзіп, суда оңай гидролизденеді:



Сутегі цианиді әлсіз диссоциацияланатын қосылыс, салыстырмалы түрде төмен қайнау температурасы бар (25,7°C) және сулы ерітіндіден оңай буланады. Сутегі цианиді ең күшті улы заттар санатына жатады және осыған байланысты жұмыс аймағының ауасындағы ШРК 0,3 мг/м³ аспауы керек.

Цианидті ерітінділерге натрий гидроксиді (немесе кальций оксиді) қосылған кезде натрий цианидінің гидролизі төмендейді және сәйкесінше атмосфераға гидроциан қышқылының шығуы төмендейді. Әдетте, цианизация рН 10,5 және одан жоғары болған кезде жүзеге асырылады, бұл натрий цианидінің минималды гидролизін және сәйкесінше ерітіндіден гидроциан қышқылының минималды шығарылуын қамтамасыз етеді.

Колонналық сынамаларды жүргізу кезінде қондырғыға қызмет көрсету аймағында ауадағы цианисті сутегінің құрамына үнемі талдау жүргізілді. Ауа ортасының мониторингі ССК-4 синиль қышқылы сигнализаторының көмегімен автоматты режимде жүзеге асырылды, ол ауадағы синиль қышқылының концентрациясы ШРК (0,3 мг/м³) нормаларынан жоғары болған кезде жарық және дыбыс сигналын береді.

Шаймалау аяқталғаннан кейін әр циклде өнімді ерітіндінің массасы бекітіліп, алтынның, рН және натрий цианидінің қалдық концентрациясын талдау үшін орташа сынама алынды. Содан кейін өнімді ерітінді сорбция сатысынан өтті. Сорбция бір кезеңде жүргізілді. Алтынға деген серпілісті болдырмау үшін әдейі үлкен мөлшерде сорбент алынды. Сорбциядан кейін алтынсыздандырылған ерітіндінің массасы белгіленді және алтын құрамын, рН және натрий цианидінің қалдық концентрациясын талдау үшін орташа сынама алынды.

Қажет болған кезде, ерітінді цианид пен сілтімен күшейтілді. Айналмалы ерітінді бекітілгеннен кейін титрлеу арқылы натрий цианидінің нақты концентрациясы анықталды, рН өлшенді, содан кейін ерітінді бағандағы кенді суаруға жіберілді. Әрі қарай шаймалау және сорбция циклдері ұқсас режимде жүргізілді.

Алғашқы жұмыс ерітінділерін дайындау үшін Алматының әлсіз минералданған су құбырының суы пайдаланылды, оған кеннен алтынды еріту үшін натрий цианидінің 10% ерітіндісі қосылды. Шаймалау бағаналарынан алынған алғашқы және соңғы өнімді ерітінділер алтын, натрий цианидімен және рН-мен бірге ілеспе ауыр металдарға, сондай-ақ тұз түзетін компоненттерге қосымша талданады.

12-кестеде бірінші және соңғы өнімді ерітінділерді толық химиялық талдау нәтижелері келтірілген. Салыстыру үшін бұл кестеде алғашқы жұмыс ерітінділерін дайындау үшін пайдаланылған Алматы суының толық химиялық талдау нәтижелері келтірілген.

12-кестенің деректері бойынша шаймалау процесінде өнімді ерітінділер тұз түзуші компоненттермен байытылады. Әлсіз минералданған Алматы суымен салыстырғанда бірінші өнімді ерітіндінің жалпы тұз құрамы (құрғақ қалдық) 319,2 мг/л-ден 14800 мг/л-ге дейін артады.

Натрий цианидімен әрекеттесетін және алтынның еруіне және оның ерітінділерден сорбциялық экстракциясына кері әсер ететін ауыр металдар қоспалары аз және 1,84 мг/л құрайды. Қоспа металдардың ішінде темірдің ең көп мөлшері 6,5 мг/л құрайды.

Алтынды сілтісіздендірудің екінші және үшінші циклдарын жүргізу үшін натрий гидроксиді мен натрий цианидін қоса отырып, Алматы су құбыры суында дайындалған жұмыс ерітінділері пайдаланылды. Шаймалаудың төртінші және одан кейінгі циклдарында жұмыс ерітінділері ретінде өнімді ерітінділерден Шұбаркөл және Наусарб ұсақталған белсендірілген көмірмен алтын алынғаннан (сорбциядан) кейін алынған күлсіздендірілген ерітінділер пайдаланылды.

12 кесте– Алтынды үйінді шаймалау кезінде алынған Алматы суының, бірінші және соңғы өнімді ерітінділердің сипаттамасы

Элементтер	Мөлшері, мг/л			
	Алматы суы	бірінші өнімді ерітінді	соңғы өнімді ерітінді	
			Шұбаркөл	Наусарб
Алтын	н/о	1,07	0,02	0,02
Күміс	н/о	0,05	0,01	0,01
Мыс	н/о	1,84	0,34	0,25
Мырыш	н/о	0,06	0,21	0,16
Никель	н/о	0,16	0,01	0,07
Кобальт	н/о	0,06	0,02	0,01
Темір	0,8	6,50	1,66	1,13
Сурьма	н/о	<0,01	<0,01	<0,01
Мышьяк	н/о	0,39	0,17	0,10
Кальций	84,17	238,69	29,0	43,7
Магний	8,50	0,06	0,15	0,14
Калий+натрий	17,80	1600	1524	1524
Сульфат иондары	21,40	79,0	12,0	14,0
Хлорид иондары	20,20	3470	1380	1350
Карбонат иондары	н/о	108,0	139,0	156,0
Гидрокарбонат иондары	224,10	н/о	н/о	н/о
Цианид иондары	н/о	146,0	229,0	234,0
Гидроксид иондары	н/о	316,0	255,0	263,0
рН	7,43	11,79	11,49	11,52
Құрғақ қалдық	391,20	14800	3820	3640

Алтынды шаймалаудың екінші және үшінші циклдарын жүргізу үшін натрий гидроксиді мен натрий цианидін қоса отырып, Алматы су құбыры суында дайындалған жұмыс ерітінділері пайдаланылды. Шаймалаудың төртінші және одан кейінгі циклдарында жұмыс ерітінділері ретінде өнімді ерітінділерден Шұбаркөл және Nausarb уатылған белсендірілген көмірмен алтын алынғаннан (сорбциядан) кейін алынған күлсіздендірілген ерітінділер пайдаланылды.

Тәжірибие жүргізу кезеңінде шаймалау мен сорбцияның 22 циклі жүргізілді (В, Г қосымшалары). Шаймалау бағаналарынан алынған соңғы өнімді ерітінділер, сондай-ақ алғашқы өнімді ерітінді ілеспе компоненттерге талданады (9-кесте).

12-кестеде және 12-15-суреттерде алтынды алу (жедел деректер бойынша), өткізілген ерітінділердің көлемі және алтынды үйінді шаймалау және ерітілген алтынды Шұбаркөл және Nausarb белсендірілген көмірмен сорбциялау кезінде реагенттердің шығысы бойынша көрсеткіштер келтірілген.

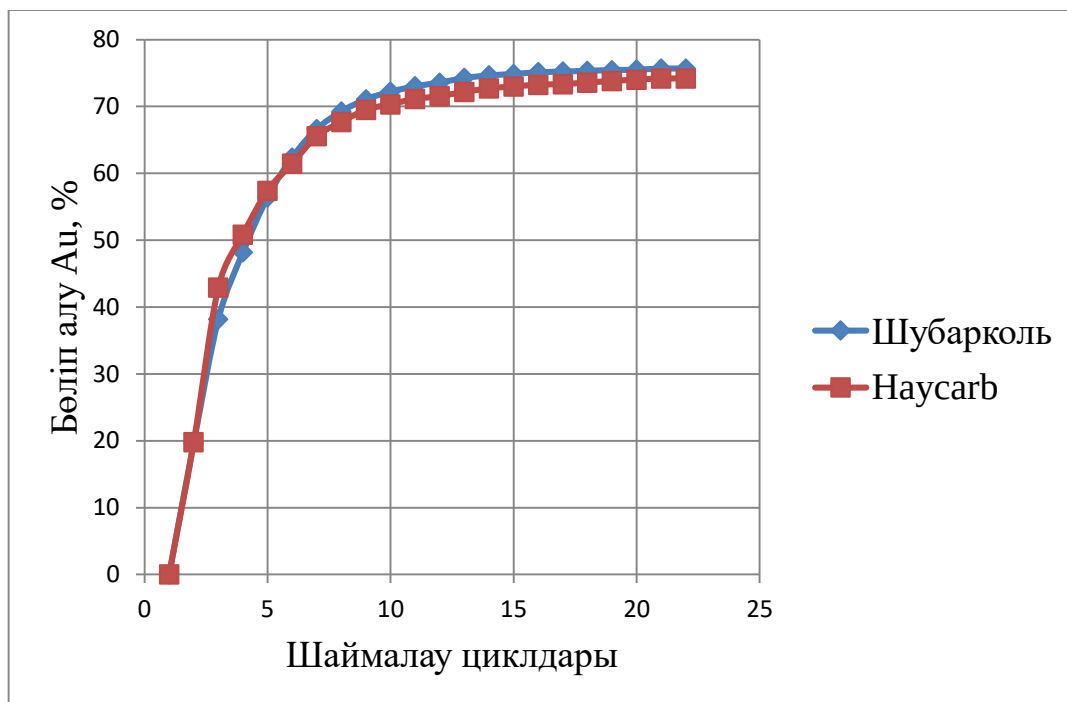
13 Кесте - Алтынды алу индикаторлары, ерітінділердің көлемі және реагенттерді тұтыну

Көрсеткіштердің атауы	Көрсеткіштер	
	цемент шығыны 25 кг/т	
	Шұбаркөл	Nausarb
Шаймалау және сорбция циклдарының саны	22	22
Кенді суарудың нақты орташа қарқындылығы, л/м ² /ч	9,79	9,89
Кенді суарудың нақты меншікті қарқындылығы, л/кг/сут.	0,110	0,111
Өнімді ерітіндінің жиынтық мөлшері, м ³ /т	2,195	2,218
Ерітінділердің шаймалауын есепке алмай жедел деректер бойынша ерітіндіге алтын алу дәрежесі, %	75,68	74,17
Натрий цианидінің шығыны, кг/т	0,443	0,449
Натрин гидроксидінің шығыны, кг/т	0,308	0,313

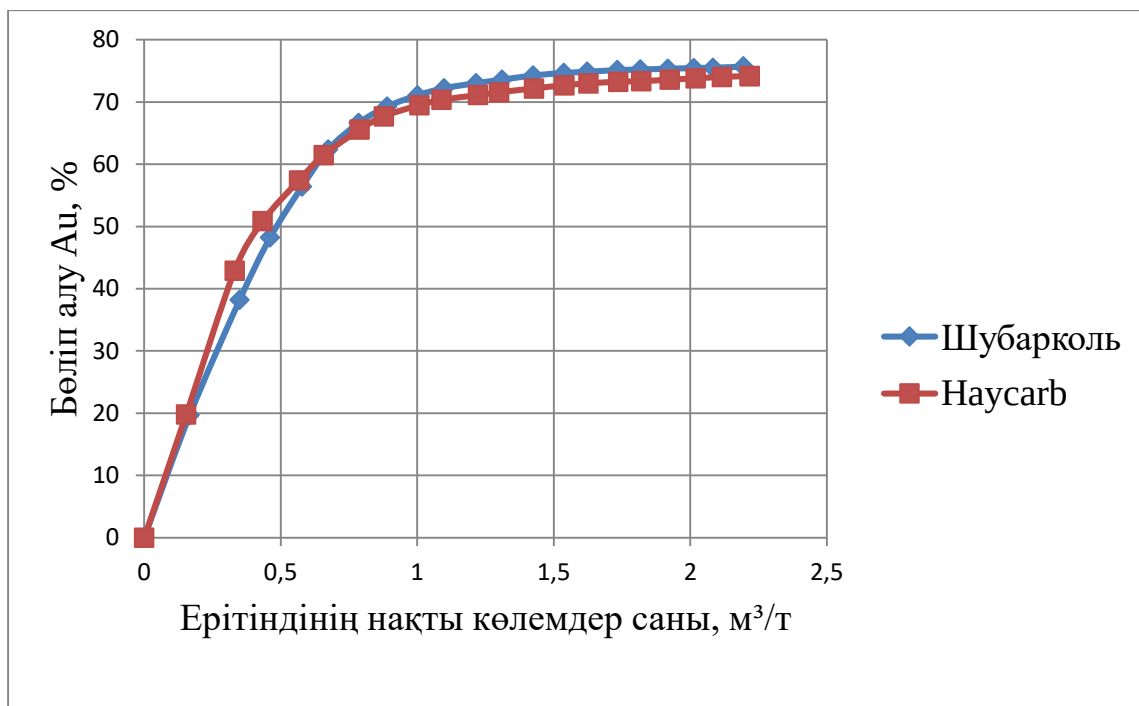
13-кестенің деректері бойынша Шұбаркөл және Nausarb ұсатылған белсендірілген көмірмен өнімді ерітінділерден алтынды үйінді шаймалау және ерітілген алтынды сорбциялау бойынша сынамаларды жүргізу кезінде барлық бақыланатын параметрлер бойынша іс жүзінде бірдей шарттар сақталғаны байқалады.

Сынақтар көрсеткендей, процесті бірдей жүргізген кезде Шұбаркөл көмірін пайдалана отырып, кеннен алтын алу (процестің негізгі көрсеткіші) 75,68 % - ды құрады, Nausarb көмірін пайдалана отырып, 74,17 %-ға қарсы,

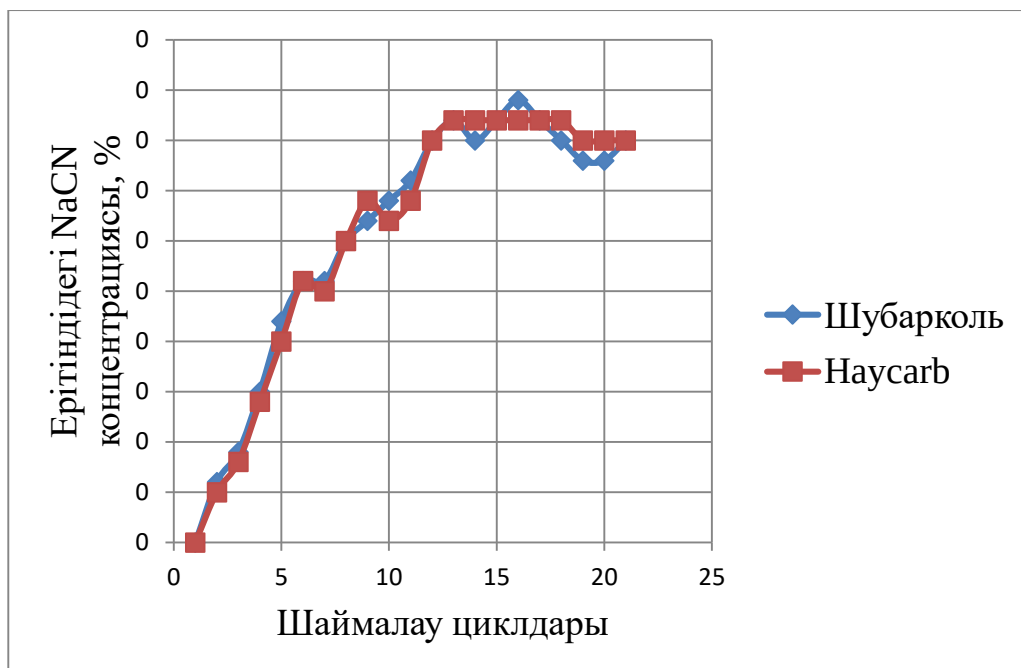
яғни іс жүзінде бірдей көрсеткіштер алынды. Көрсеткіштердегі аз мөлшерде айырмашылық кендегі алтынның біркелкі емес құрамымен және бос алтынның болуымен түсіндіріледі.



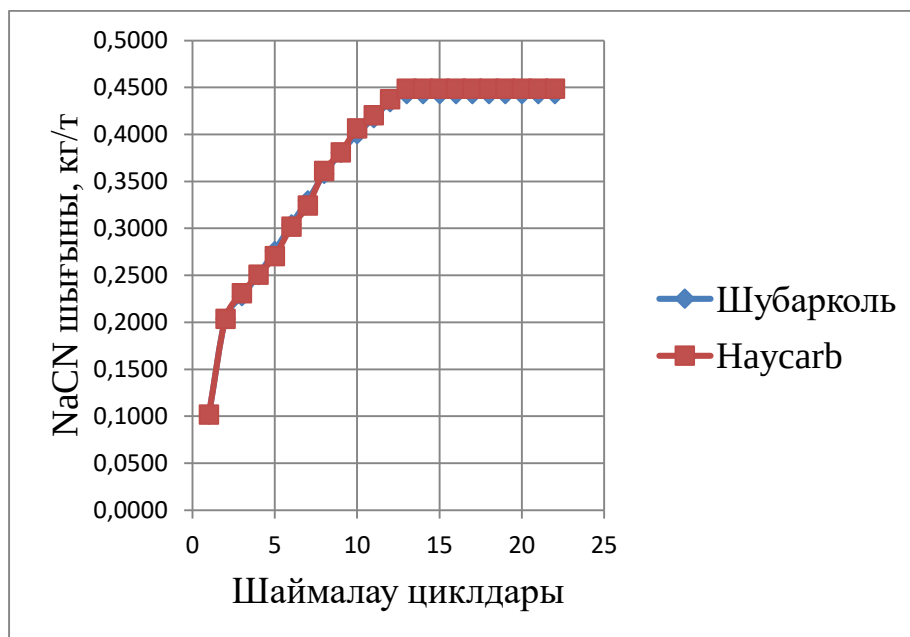
12 Сурет - Алтын алу дәрежесінің шаймалау ұзақтығынан тәуелділігі



13 Сурет - Алтын алу дәрежесінің өткізілген ерітіндінің мөлшерінен тәуелділігі



14 Сурет – Натрий цианиді концентрациясының өзгерісінің шаймалау ұзақтығынан тәуелділігі



15 Сурет - Шаймалау кезіндегі натрий цианидінің шығыны

Жоғарыда айтылғандай, зерттелген кен сынамасында жеткілікті үлкен алтын түрінде бос алтын бар, сондықтан Шұбаркөл көмірімен және Naucarb көмірімен бағаналы рудасына қарағанда алтынның көп мөлшері болуы мүмкін және бұл процестің көрсеткіштеріне әсер етуі мүмкін.

14-кестеде алтынды тотыққан кеннен үйінді шаймалау кезіндегі су балансы келтірілген.

14 Кесте— Үйінді шаймалау кезіндегі су балансы

Көрсеткіштердің атауы	Көрсеткіштері			
	Шубаркөл		Наусарб	
	л	л/т	л	л/т
1.Процеске түскен су	14,83	419,71	15,03	425,49
2. Процестен тыс:				
- көмірдің қанықтылығына арналған сынақтар үшін	5,87	166,13	5,43	153,68
- талдау үшін	0,34	9,62	0,34	9,62
- 20 циклінің өнімді ерітіндісі	3,07	86,89	3,36	95,09
- 21 циклдарының өнімді ерітіндісі	3,94	111,51	3,62	102,45
Барлығы	13,22	374,15	12,75	360,85
3. Кендегі қалдық	1,61	45,56	2,28	64,64

Колонналық шаймалаудың соңында қатты қалдықтар (қалдықтар) сумен жуылды. 10-12 л/м²хсағ суару қарқындылығымен үш шаймалау процесі жүргізілді (15-кесте). Шаймалау қалдықтарын сумен шаю кезінде 0,009-0,011 г/т алтын және 0,093-0,094 кг/т натрий цианиді шаймаланды.

Колонналық сілтісіздендіру қалдықтарын сумен шаймалағаннан кейін түйіршіктелген кен бөлшектері арасындағы қуыстарды, сілтісіздендіру процесіндегі кеннің шөгу дәрежесін және колонналық сілтісіздендіру қалдықтарының басқа да гидродинамикалық көрсеткіштерін анықтау бойынша сынақтар жүргізілді (16-кесте). 16-кестедегі мәліметтер бойынша, тәжірибие барлық бақыланатын параметрлер бойынша қанағаттанарлық гидродинамикалық сипаттамаларды қамтыды деген қорытындыға келеді. Барлық сипаттамалар үймелі сілтілеу процесінің талаптарына сәйкес келеді және осыған байланысты портландцементтің 25 кг/т шығыны тотыққан саз балшықтың толығымен жойылған кенді алтынды үйінді шаймаламас бұрын түйіршікке айналдыру үшін жеткілікті.

Колонналық сынамалар және гидродинамикалық сипаттамаларды сынаудың нәтижелері бойынша кенді түйіршектеу үшін және алтынды үйінді шаймалау процесіне судың қажеттілігі анықталды(17-кесте). Жуу ерітінділерін ағызғаннан кейін шаймалау қалдықтары бағаналардан түсіріліп, кептіріледі. Кептіруден және орташаландырудан кейін қалдықтардан сынамалар алынды және сынамалық талдау жүргізілді. 18-кестеде бағанды шаймалау қалдықтарын сынамалық талдау нәтижелері, 19-кестеде қаныққан көмірді сынамалық талдау нәтижелері, 20-кестеде алтынды собрциялық алу нәтижелері көрсетілген. 18-20 кестелерде көрсетілген мәліметтер бойынша, белсендірілген көмірді пайдаланған кезде алтынсыздандырылған ерітінділерді айналымға қайтарып, үйінді шаймалаудың өнімді ерітінділерінен алтынды алу үшін Шұбаркөл, шаймалау қалдықтарында алтынның құрамы 0,175 г/т, ал Наусарб көмірін пайдаланған кезде 0,170 г/т, яғни іс жүзінде мәні бірдей көрсеткіштерді құрайды.

15 Кесте – Шаймалау бағаналарының қалдықтарын суару көрсеткіштері

Көрсеткіштерінің атауы	Көрсеткіштер	
	Цемент шығыны 25 кг/т	
	Шубаркөл	Наусарб
1 шаймалау циклы: - ерітіндінің көлемі, л - ерітіндідегі Au құрамы, мг / л - NaCN концентрациясы, % - рН	4,69 0,04 0,036 11,67	4,70 0,04 0,034 11,72
2 шаймалау циклы: - ерітіндінің көлемі, л - ерітіндідегі Au құрамы, мг / л - NaCN концентрациясы, % - рН	4,46 0,02 0,020 11,59	4,83 0,03 0,022 11,64
3 шаймалау циклы: - ерітіндінің көлемі, л - ерітіндідегі Au құрамы, мг / л - NaCN концентрациясы, % - рН	5,80 0,01 0,012 11,63	5,45 0,01 0,012 11,67
Шаймалау ерітінділерінің жиынтық көлемі, л: л/т кен	14,95 423,11	14,98 423,96
Шаймалау ерітінділерімен алтынды алу, г/т кен	0,009	0,011
Шаймалау ерітінділеріндегі натрий цианидінің мөлшері, г; кг / т кен	3,28 0,093	3,31 0,094

16 Кесте - Колонналық шаймалаудың қалдықтарының гидродинамикалық көрсеткіштері

Көрсеткіштердің атауы	Көрсеткіштері	
	цемент шығы 25 кг/т	
	Шубаркөл	Наусарб
Бағанадағы су көлемі, л	12,32	12,18
Колоннадағы бос орындар көлемі, м ³ / т	0,349	0,345
Кен қабаты арқылы су ағынының максималды жылдамдығы, м/сағ	51,95	60,61
Шаймалау басталғанға дейін кен қабатының биіктігі, мм	2078	2087
Шаймалау аяқталғаннан кейін кен қабатының биіктігі, мм	2072	2084
Кеннің шөгуінің соңғы дәрежесі, %	0,29	0,14
Астықаралық кеңістіктен алынған судың көлемі, л/т	23,35	25,90

17 Кесте - Кенді түйіршіктеу және үйінді шаймалау процесіне судың қажеттілігі (1 тонна абсолютті құрғақ кенге)

Көрсеткіштердің атауы	Көрсеткіштер	
	цемент шығыны 25 кг/т	
	Шубаркөл	Наукарб
Бастапқы кендегі су мөлшері, л	63,83	63,83
Кенді түйіршіктеу үшін талап етілетін су мөлшері, л	230,00	230,00
Түйіршіктелген кендегі су мөлшері, л	293,83	293,83
Түйіршіктелген кеннің ылғалдылығы, %	22,71	22,71
Колонналарға тиелген кендегі судың мөлшері, л	263,10	263,10
Колонналарға тиелген кеннің ылғалдылығы, %	20,83	20,83
Үйінді шаймалау процесінде кенді сулау үшін жұмсалған су мөлшері, л	68,91	90,53
Процесс аяқталған кезде үйіндіден төмен қарай ағып жатқан су мөлшері, л	23,35	25,90
Ылғал қалдықтарда қалған су мөлшері, л	308,67	327,74
Шаймалау қалдықтарының ылғалдылығы, %	23,59	24,68
Кенді түйіршіктеуге және үйінді шаймалау процесіне судың қажеттілігі, л	275,56	294,64

18 Кесте— Қалдықтарды сынамалық талдау нәтижелері

Тәжірибесі	Мөлшері, г/т	
	Шубаркөл	Наукарб
1	0,14	0,24
2	0,22	0,16
3	0,22	0,14
4	0,12	0,14
орташа	0,175	0,170

19 Кесте – Қаныққан көмірдің сынамалық талдау нәтижелері

Тәжірибесі	Алтынның мөлшері, г/т	
	Шубаркөл	Наукарб
1	84,58	89,55
2	84,09	63,75
3	92,35	94,72
4	96,42	101,69
орташа	89,36	87,43

20 Кесте – Алтынды сорбциялық алу нәтижелері

Көрсеткіштердің атауы	Көрсеткіштер	
	Шұбаркөл	Haусarb
Құрғақ көмірдің массасы, г	191,80	191,40
Көмірдің орташа құрамы, г т:	89,36	87,43
Көмірдегі металдың массасы, мг:	17,14	16,73
Алтынды көмірмен алу, г/т кен:	0,485	0,474

Шұбаркөл қаныққан көміріндегі алтынның құрамы Haусarb көміріне қарағанда біршама жоғары (87,43 г/т қарсы 89,36 г/т).

Алынған мәліметтер негізінде алтын балансын тотыққан кеннен үйінді шаймалау және еріген алтынды Шұбаркөл мен Haусarb ұсақталған белсендірілген көмірімен сорбциялау үшін есептеп шығарды (21-кесте).

21 Кесте – Алтынның баланс көрсеткіштері

Көрсеткіштердің атауы	Көрсеткіштер	
	цемент шығыны 25 кг/т	
	Шұбаркөл	Haусarb
Алтын сорбенттермен алынған, кен г/т	0,485	0,474
Суды жуу кезінде алынған алтын, кен г/т	0,009	0,011
Көмірді қанықтыру бойынша сынауға алғашқы өнімді ерітінділері бар алтын шығарылды, г/т кен	0,171	0,172
Талданатын ерітінділермен және сорбциядан кейінгі соңғы ерітіндімен алтынның шығарылуы, кен г/т	0,022	0,022
Колонналық шаймалау қалдықтарындағы алтынның құрамы, г/т	0,175	0,170
Бастапқы кендегі алтынның есептік құрамы, г/т	0,862	0,849
Кеннен алтынның баланс бойынша еру дәрежесі, %	79,70	79,98

Алтынды тотыққан кеннен үймелі сілтісізденіп шаймалау тәжірибелерін жүргізу үшін тепе-теңдікке сәйкес бірдей жағдайда, алтыннан кенде ерітілген дәрежесі бойынша бірдей көрсеткіштер алынды, екеуі де сорбент ретінде ұсақталған Шұбаркөл белсендірілген көмірді қолданған кезде және ұсақталған Haусarb белсендірілген көмірді қолдану арқылы 79, 70 % және 79,98 % құрайды.

Қорытынды:

– ерітілген алтынды шаймалау үшін Шұбаркөл және Haусarb ұсатылған белсендірілген көмірді пайдалана отырып, тотыққан кеннен алтынды үйінді шаймалау бойынша салыстырмалы сынақтар жүргізілді. Кеннің материалдық құрамы зерттелді. Кенде тек алтынның ғана өндірістік маңызы бар, оның құрамы талдау бойынша 0,87 г/т құрайды. Кен кварцты қиыршық таспен құмды-са0зды материалмен ұсынылған және алтынқұрамдыәдеттегі сыртқы қыртыстарын сипаттайды. Кен құрамы темірдің оксидтері мен

гидроксидтерімен, қорғасыны бар минералдармен, негізінен церусситпен және англезитпен ұсынылған. Алтын ауыр магниттік емес фракциядан жасалған жылтыратылған брикеттерде кездеседі және 0,015-тен 0,12 мм-ге дейінгі бос түйіршіктер түрінде болады. Алтын құрамы, %: Au = 99,7; Fe = 0,2; Si = 0,1. Металл емес минералдар каолинит - смектит материалымен, кварц, слюда және қосалқы минералдар - рутил, апатит, циркон, галитпен ұсынылған;

– ұсақталған кеннен алтынның агитациялық әдісімен және ерітілген алтынның Шұбаркөл белсендірілген көмірімен сорбциялау процессі зерттелді. Белсендірілген көмірдің қатысуымен ұсақталған кеннен алтынның еру дәрежесі 4,01 %-ға 86,03 %-дан 90,04 %-ға дейін көтерілетіні анықталды. Шаймалау қалдықтарының қатты фазасы сәйкесінше 0,125 г/т және 0,08 г/т құрайды.

Үйінді шаймалау тұйық режимде жүргізілді, ол кеннен алынған алтынды сілтілі цианидті ерітіндімен ерітуді, ерітілген алтынды Шұбаркөл және Naусarb ұсатылған белсендірілген көмірмен сорбциялауды және натрий цианидінің концентрациясын түзеткеннен кейін айналымда күлсіздендірілген ерітінділерді пайдалануды қамтиды.

Сынақтар бір ай бойы кеннен алтынды толық шаймалағанға дейін үздіксіз режимде жүргізілді. Алғашқы өнімді ерітінділерде 1,03-1,12 мг/л алтын, соңғы 0,02 мг/л алтын сорбциясынан кейінгі ерітінділерде 0,01 мг / л алтын болған. Шұбаркөл қаныққан көміріндегі алтынның құрамы 89,36 г/т Naусarb көмірінде 87,43 г/т құрады, бұл белсендірілген Шұбаркөл көмірінің алтынның цианидті кешенді қосылысына қатысты жақсы сорбциялық қабілеттілігін көрсетеді. Алтынды үйінді сшаймалау процесі бойынша сынамаларды жүргізудің тең мәнді жағдайларында Шұбаркөл ұсақталған көмірінің сорбент ретінде пайдаланылуы, сондай-ақ Naусarb ұсақталған белсендірілген көмірін пайдалану кезінде де, тиісінше 79,7 % және 79,98 % - ды құраған алтынның кеннен еру дәрежесі бойынша іс жүзінде бірдей көрсеткіштер алынды. Шаймалаудың қатты қалдықтарындағы алтынның мөлшері де жақын және сәйкесінше 0,175 г/т және 0,170 г/т құрайды;

– құрамында бар болғаны 1,07 мг/л алтын және 14,8 г/л ерітілген компоненттер бар, жоғары минералданған үйінді шаймалау ерітіндісінен алтынды сорбциялау кезінде Шұбаркөл және Naусarb ұсақталған белсендірілген көмірлердің сорбциялық сипаттамалары зерттелді. Naусarb көмірі Шұбаркөл көміріне қарағанда алтынға қатысты неғұрлым жоғары сорбциялық сипаттамаларға ие екендігі анықталды, дегенмен Шұбаркөл көмірі химиялық құрамы бойынша күрделі үйінді шаймалау ерітінділерінен алтын алу үшін әбден жарамды. Шұбаркөл көмірінің жұмыс сыйымдылығы алтын бойынша айтарлықтай жоғары және 3,19 кг/т көмірді құрады.

4 Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі

Аталған ғылыми-зерттеу жұмысы «ҚР МШКҰ ҰО» РМК филиалы «Қазмеханобр» мемлекеттік өнеркәсіптік экология ғылыми-өндірістік бірлестігінің асыл металдар зертханасында өткізілді.

Бұл жұмысты орындау кезінде қауіпсіздік техникасының бұзылуына байланысты бірқатар өндірістік жарақат алуға болады, атап айтқанда:

- ақаулы электр жабдықтарымен байланыста болған кезде және қауіпсіздік техникасын сақтамаған кезде, сондай-ақ жабдыққа химиялық белсенді орта әсер еткен кезде электр тогының соғуын болдырмау;
- қышқылдардың, сілтілердің және органикалық заттардың зиянды ерітінділерімен.
- химиялық агрессивті және улы заттармен және олардың ерітінділерімен (натрий цианиді) зақымдану қауіпті;
- механикалық жарақат алу қаупі (шыны колбалармен жұмыс істеу, жабдықты монтаждау және жөндеу кезінде);
- электр тогының соғу қаупі;
- өрт және жарылыс қаупі бар сұйықтықтармен және заттармен жұмыс істеу;
- жұмыс орнын жеткілікті жарықтандырылмаған.

Ықтимал қауіптер мен зияндылықтарды анықтау үшін еңбек жағдайларын талдау жасалады. Қанағаттанарлықсыз еңбек жағдайларының салдары өндірістік жарақаттану, кәсіптік аурулар мен авариялар болып табылады. Еңбек және өндіріс процестерінің қолайсыз факторлары денеге тез зақым келтіруі мүмкін. Өндірістік ортада кез –келген факторлар жұмысшылардың денсаулығына үнемі немесе ұзақ уақыт зиянды әсер ететін жағдайлар жасалуы мүмкін, ал әсер ету нәтижесі бірден емес, біраз уақыттан кейін әсер етеді.

Зертханалық қауіптер мен зияндылықтар:

- электр тогымен ;
- қыздырылған жабдықтар мен материалдар;
- ауаның зиянды заттармен ластануына жол бермеу;
- тұтанғыш және жарылу қаупі бар заттар

Еңбек жағдайларын тексеру және бағалау үшін зерттеу мен сынаудың техникалық әдістері қолданылады. Оларға, мысалы, әртүрлі анализаторлардың көмегімен ауадағы қажетсіз қоспаларды анықтау, температураның, ылғалдылықтың және ауа жылдамдығының өзгеруі жатады. Еңбек жағдайларын жан-жақты талдау Кәсіпорындар мен зертханалардың ұтымды орналасуы, жабдықтардың дизайны және технологиялық процестердің сипаты, жарақаттану мен аурулардың пайда болу мүмкіндігін болдырмайтын еңбекті ұйымдастыру бойынша ұсыныстар беруге мүмкіндік береді.

Қауіпсіздік техникасы. Міндетті ұйымдастырушылық және техникалық іс-шаралардың бірі зертханалар мен өндірістік үй-жайларды жұмысшылардың еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз ететін арнайы жеке қорғаныс құралдарымен жабдықтау болып табылады.

Осы магистрлік диссертациялық жұмысты орындау кезінде сорып шығатын шкафта мақта-матадан жасалған арнайы киім, диэлектрлік қолғаптар, респираторлар немесе дәке таңғыштар, резеңке кілемшелер, жеңқаптар, резеңкеленген алжапқыш, оқшауланған құралдар мен жұқа резеңке қолғаптар қышқылдар мен сілтілермен жұмыс істеген кезде жеке қорғаныш құралдарын пайдалана отырып жүргізілді.

Жалпы талаптар. Бұл зертханада еңбекті қорғау бөліміне зертхана меңгерушісі жауап береді.

Зертханада зертханалық жұмыстарды жүргізу кезінде қолайсыз факторлардан қорғайтын материалдар бар. Қорғаныс материалдары: халат, резеңке қолғап, арнайы аяқ киім. Желдету, бөлмені жылыту, метеорологиялық жағдайларды сақтау. Зертханада жүргізілетін барлық жұмыстар басшының рұқсатымен жүргізіледі.. Химиялық реагенттерді, қышқылдарды тек қызметкерлер ғана пайдалана алады.

Жұмыс уақытында. Зиянды газдар және түтін шығаратын реагенттермен жұмыс сору шкафының астында жүргізілуі тиіс.

Күкірт қышқылын дайындау кезінде, ең алдымен, химиялық колбаға су құю керек, содан кейін ғана ерітіндіні құю керек. Ең алдымен жұмысты бастамас бұрын күкірт немесе басқа қышқылдарды қолдану пипетканы пайдалану керек.

Жұмыс үй-жайы мен газ бөлетін орындардың желдеткіші ауаның тазалығы бойынша санитарлық нормалардың талаптарына сәйкес болуы тиіс.

ҚОРЫТЫНДЫ

1) Зерттеу жұмыстарын талдау цианид ерітінділері мен целлюлозадан асыл металды тұндырғыш ретінде белсендірілген көмірді кеңінен қолданудың қалыптасқан тенденциясын көрсетеді. Ерітінділерден алтынды сорбциялау үшін шаң тәрізді белсендірілген көмірлер де (ірілігі 0,1 мм-ден кем), сондай-ақ ірілігі 0,2 мм-ден асатын түйіршікті және түйіршікті көмірлер де пайдаланылады. Осыған байланысты Қазақстанның байыту фабрикалары мен гидрометаллургиялық кәсіпорындарының бірқатарында алтынды төмен сұрыпты кендерден үйінді шаймалау кезінде, сондай-ақ кендер мен концентраттардан алтынды агитациялық шаймалау кезінде түзілетін қоюлатқыштардың, ерітінділердің цианисті төгінділерінен алтынды көмірмен-сорбциялық алудың әртүрлі схемалары әзірленіп, енгізілді. Көмірді импортты алмастыру мәселесін шешу үшін Шұбаркөл ұсақталған белсендірілген көмірінің сорбциялық сипаттамалары белсендірілген көмірдің белгілі маркаларымен салыстырылды;

2) Шри-Ланка өндірісіндегі Haucarb ұсатылған белсендірілген көмірдің өнеркәсіптік үлгілерімен салыстырғанда Шұбаркөл ұсақталған белсендірілген көмірінің механикалық (абразивтік) төзімділігін анықтау бойынша көмірді сумен және ұсатылған кварц құмымен пульпамен араластыру жолымен зертханалық зерттеулер жүргізілді. Шұбаркөл ұсақталған көмір механикалық төзімділігі бойынша Шри-Ланка өндірген Haucarb көміріне жақын екені анықталды;

3) Шұбаркөл уатылған белсендірілген көмірі, сондай-ақ Goldcarb көмірі өнеркәсіптік сарқынды судың құрамындағы компоненттердің көпшілігі бойынша екі көмірдің де сорбциялық сипаттамаларының төмендеуіне байланысты жоғары минералданған сарқынды суларды (Васильков ЗИФ қалдық қоймасын ағызу) артық ерітінділердің құрамынан тазарту үшін жарамсыз. Сонымен қатар, ұсақталған көмір Шұбаркөл (және Goldcarb) көрсетілген ағынды сулардан ерітілген алтынды қалпына келтіру үшін пайдаланылуы мүмкін. Сорбциялық сипаттамаларды зерттеу нәтижесінде белсендірілген Шұбаркөл көмірі Haucarb белсендірілген көмірімен жақын сорбциялық сипаттамаларға ие екендігі анықталды. Шұбаркөл көмірінің жұмыс сыйымдылығы алтын бойынша 2,28 кг/т, Haucarb көмірі – 2,57 кг/т құрады;

4) ерітілген алтынды сорбциялау үшін Шұбаркөл және Haucarb ұсатылған белсендірілген көмірді пайдалана отырып, тотыққан кеннен алтынды үйінді шаймалау бойынша салыстырмалы сынақтар жүргізілді.

Кеннің заттық құрамы зерттелді. Кендегі өнеркәсіптік құнды құндылық тек алтын болып табылады, сынамалық талдау деректері бойынша оның құрамы 0,87 г/т құрайды, кен кварц қиыршық тасты құм-сазды материалмен ұсынылған және типтік алтын қабықтарын сипаттайды. Кен құрамы темірдің оксидтері мен гидроксидтерімен, қорғасыны бар минералдармен, негізінен церусситпен және англезитпен ұсынылған. Алтын ауыр магниттік емес

фракциядан жасалған жылтыратылған брикеттерде кездеседі және мөлшері 0,015-тен 0,12 мм-ге дейінгі бос түйіршітер түрінде болады. Алтынның құрамы, %: Au= 99,7; Fe= 0,2; Si= 0,1. Металл емес минералдар каолинит - смектит материалымен, кварц, слюда және қосалқы минералдар - рутил, апатит, циркон, галитпен ұсынылған;

5) ұсақталған кеннен алтынның агитациялық әдісімен еруі және ерітілген алтынның Шұбаркөл белсендірілген көмірімен сорбциясы зерттелді. Белсендірілген көмірдің қатысуымен ұсақталған кеннен алтынның еру дәрежесі 4,01 % - ға 86,03 % - дан 90,04 % - ға дейін көтерілетіні анықталды. Сілтісіздендіру қалдықтарының қатты фазасы сәйкесінше 0,125 г/т және 0,08 г/т құрайды.

Үйінді шаймалау тұйық режимде жүргізілді, ол кеннен алынған алтынды сілтілі цианидті ерітіндімен ерітуді, ерітілген алтынды Шұбаркөл және Nauscarb ұсатылған белсендірілген көмірмен сорбциялауды және натрий цианидінің концентрациясын түзеткеннен кейін айналымда күлсіздендірілген ерітінділерді пайдалануды қамтиды.

Сынақтар бір ай бойы кеннен алтынды толық шаймалағанға дейін үздіксіз режимде жүргізілді. Алғашқы өнімді ерітінділерде 1,03-1,12 мг/л алтын, соңғы 0,02 мг/л алтын сорбциясынан кейінгі ерітінділерде 0,01 мг / л алтын болған. Шұбаркөл қаныққан көміріндегі алтынның құрамы 89,36 г/т Nauscarb көмірінде 87,43 г/т құрады, бұл белсендірілген Шұбаркөл көмірінің алтынның цианидті кешенді қосылысына қатысты жақсы сорбциялық қабілеттілігін көрсетеді. Алтынды үйінді шаймалау бойынша сынамалар жүргізудің тең мәнді жағдайларында Шұбаркөл ұсақталған көмірінің сорбент ретінде пайдаланылуы, сондай-ақ Nauscarb ұсақталған активтендірілген көмірін пайдалану кезінде де, тиісінше 79,7 % және 79,98 % - ды құраған алтынның кеннен еру дәрежесі бойынша іс жүзінде бірдей көрсеткіштер алынды. Шаймалаудың қатты қалдықтарындағы алтынның мөлшері де жақын және сәйкесінше 0,175 г/т және 0,170 г/т құрайды;

6) құрамында бар болғаны 1,07 мг/л алтын және 14,8 г/л ерітілген компоненттер бар, жоғары минералданған үйінді шаймалау ерітіндісінен алтынды сорбциялау кезінде Шұбаркөл және Nauscarb ұсақталған белсендірілген көмірлердің сорбциялық сипаттамалары зерттелді. Nauscarb көмірі Шұбаркөл көміріне қарағанда алтынға қатысты неғұрлым жоғары сорбциялық сипаттамаларға ие екендігі анықталды, дегенмен Шұбаркөл көмірі химиялық құрамы бойынша күрделі үйінді шаймалау ерітінділерінен алтын алу үшін әбден жарамды. Шұбаркөл көмірінің жұмыс сыйымдылығы алтын бойынша айтарлықтай жоғары және 3,19 кг/т көмірді құрады.

Шұбаркөл ұсақталған көмірі, салыстырмалы түрде арзан шикізаттан алынған - аз күлді кокстелетін көмір, өнімді үйінді шаймалау ерітінділерінен алтын алу үшін өте қолайлы және оны қымбат шикізаттан - кокос қабығынан алынған Nauscarb ұнтақталған белсендірілген көмірдің орнына өнеркәсіптік қондырғыларда қолдануға болады. Шұбаркөл ұсақталған көмірін қолданыстағы алтын кен кәсіпорнында өндірісінде қолдану ұсынылады.

ПАЙДАЛАНЫЛҖАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Техника и технология. Извлечения золота из руд за рубежом. Под общей редакцией В.В.Лодейщиков Москва «Металлургия» 1973
- 2 Под общей редакцией Л.В. Чугаева Металлургия благородных металлов Москва «Металлургия» 1987
- 3 Специальные и комбинированные методы обогащения. Алматы 1999 В.И.Авдюков, В.В.Авдюков
- 4 Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии – М.: 1989. – 423 с.
- 5 Поконова Ю.В. грабовский А.И//цветные металлы 1999 № 5 с.: 58-60
- 6 Плаксин И.Н Металлургия золота, серебра и платины. М.: металлургиздат, 1939
- 7 Поконова Ю.В., Грабовский А.И. / Цветные металлы. – 1999. – № 5. – С. 58-60.
- 8 Плаксин И.Н. Металлургия золота, серебра и платины. – М.: Металлургиздат, 1939. – 286 с.
- 9 Зубакова Л.Б., Даванков А.Б. Синтетические ионообменные материалы. – М.: Химия, 1973.
- 10 Гидрасов М.С., Плаксин И.Н. Извлечение золота из цианистых растворов ионообменными смолами. // Цветная металлургия. – 1959. – №1. – 74 с.
- 11 Плаксин И.Н., Тэтару С.А. Гидрометаллургия с применением ионитов. – М.: Металлургия, 1964.
- 12 Здорова З.П. Перспективы применения ионного обмена в гидрометаллургии золота. // Труды ЦНИГРИ. – 1963. – №55. – 130 с.
- 13 Фидман И.Д., Почкина Л.Е. Использование ионного обмена для осаждения золота из цианистых пульп. / Труды ЦНИГРИ. – 1969. – №82. – 27 с.
- 14 Королев Н.И., Владимиров Р.С., Стефанович В.В. Методические рекомендации по выбору месторождений золотых руд, пригодных для отработки способом кучного выщелачивания. / Под ред. Г.В. Седельниковой. – М.: ЦНИГРИ. – 1989. – 41 с.
- 15 Рысев В.П., Садыков Р.Х., Фазлуллин М.И. Опыт кучного выщелачивания золота // Горный журнал. – 1994. – № 12. – С. 8-10.
- 16 Минеев Г.Г., Леонов С.Б. Кучное выщелачивание золотосодержащих руд. – Иркутск: ИрГТУ, 1997. – 99 с.
- 17 Кучное и подземное выщелачивание металлов / Под ред. Волощука С.Н. – М.: Недра, 1982. – 111 с.
- 18 Технологический регламент для разработки рабочего проекта промышленной установки кучного выщелачивания золота из руды Центрального штокверка месторождения "Дельмачик" / Иргиредмет, Рук. Г.А. Строганов. – Иркутск: ОАО "Иргиредмет", 1995. – 111 с.

- 19 Строганов Г.А., Минеев Г.Г., Винокуров В.П. Рудоподготовка и организация кучного выщелачивания рудного сырья // Цветные Металлы. – 1979. – №5. – С. 98-101.
- 20 Корольков Н.Н. Теоретические основы ионообменной технологии. Рига. Краткий справочник химика /Под ред. Перельмана А.Н. – М.: Химия, 1959.
- 21 Гахтанов В.Д., Черных С.И. Кучное выщелачивание золотосодержащих руд // Цветная металлургия. – 1997. – №5-6. – С. 26-44.Б.Н.,
- 22 Гучетль И.С., Друкер Е.Я., Барышников И.Ф. Переработка упорных золотосодержащих руд и концентратов. – М.: Цветметинформация, 1972. – 60 с.
- 23 Зеликман А.Н., Вольдман Г.М., Беляевская Л.В. Теория гидрометаллургических процессов. – М.: Металлургия, 1983. – 424 с.
- 24 Фазлуллин М.И. Кучное выщелачивание благородных металлов. – М.: Издательство Академии горных наук, 2001. – 647 с.
- 25 Кучное выщелачивание золота – зарубежный опыт и перспективы развития. Справочник. / Под редакцией В.В. Карагаова и Б.С. Ужкенова. – М. – Алматы: АСМИ, 2002. – 288 с.
- 26 Клец А.Н., Болотова Л.С., Космухамбетов А.Р., Новоселов В.А., Романенко А.Г. Развитие золотодобывающей отрасли Казахстана / Сборник научных трудов, посвящен 40-летию образования объединения Казмеханобр. Состояние, проблемы, исследования в области обогащения рудцветных металлов и экологии. – Алматы, 2006. – 226 с.
- 27 Болотова Л.С., Клец А.Н., Новоселов В.А., Романенко А.Г. Технология кучного выщелачивания золота в Казахстане / Сборник научных трудов посвящен десятилетию образования РГП "НЦ КПМС РК". Технология, обогащение, промышленная экология. – Алматы, 2003. – С. 88-95.
- 28 Космухамбетов А.Р., Клец А.Н., Болотова Л.С., Смолин Е.И., Валишевская Т.Ю., Кадырова З.О., Полтавская Н.С. Разработка оптимальных режимов технологии переработки золотосодержащей сульфидной руды месторождения "АСИ", Китай / Сборник научных трудов посвящен десятилетию образования РГП "НЦ КПМС РК". Технология, обогащение, промышленная экология. – Алматы, 2003. – С. 29-35.
- 29 Пилат Б.В., Зайцева В.Н., Романенко А.Г. Методы извлечение благородных металлов из растворов и сточных вод. – М.: ЦНИИцветмет экономики и информации, 1983. – 42 с.
- 30 Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. – М.: Химия, 1976. – С. 38-39.
- 31 Гросс Д., Скотт В. Осаждение золота и серебра из цианистых растворов древесным углем. – М.: ГОНТИ, 1936. – 195 с.
- 32 Современное состояние и перспективы применения сорбционных процессов и гидрометаллургии золота. – М.: Цвеметинформация, 1974.

- 33 Таскин Н.И., Романенко А.Г и др. Тезисы докладов второй республиканской научной конференции по добыче и использованию углей. – Киргизии: Фрунзе, 1971. – 119 с.
- 34 Колышкин Д.А., Михайлова И.К. Активные угли. – М.: Химия, 1972.
- 35 Гидрасов М.С. Теория и практика ионного обмена. – Алма-Ата: АН КазССР, 1963. – 184 с.
- 36 Плаксин И.Н., Тэтару С.А. Гидрометаллургия с применением ионитов. – М.: Metallurgy, 1964.
- 37 Дистанов У.Г., Михайлов А.С., Конюхова Т.П., Сабитов А.А., Буров А.И., Наседкин В.В., Пленкин А.П. Природные сорбенты СССР. – М.: Недра, 1990.
- 38 Вулих А.И. Ионообменный синтез. – М.: Химия, 1973.
- 39 Чевешева Г.Л., Низомутдинова Р.А. Осаждение золота из цианистых растворов и пульп активированным древесным углем. // Труды ЦНИГРИ. – 1959. – №23. – 122 с.
- 40 Самуэльсон О. Ионообменные разделения в аналитической химии. / Под редакцией С.М. Черноброва. – М.: Химия, 1966.
- 41 Трёмийон Б. Разделения на ионообменных смолах. – М.: Мир, 1967.
- 42 Тростянская Е.Б. Ионообменные смолы. – М.: АН СССР, 1959.
- 43 Низомутдинова Р.А., Чевешева Г.Л. Применение активированных углей в гидрометаллургии золота. // Труды ЦНИГРИ. – 1967. – №77. – 22 с.
- 45 Савицкий Е.М. благородные металлы. – М.: Metallurgy, 1984. – 592 с.
- 46 Ласкорин Б.Н., Москвичева Т.И. Сорбционное извлечение золота активированными углями из растворов сложного солевого состава. // Цветные металлы. – 1978. – № 3. – 15 с.
- 47 Минеев Г.Г., Дружина Г.Я., Строгонов Г.А. Сорбция золота из растворов кучного выщелачивания руд активированным углем. // Цветные металлы. – 1976. – №12. – 63 с.
- 48 Демидов В.И. Применение анионитов для определения золота в цианистых растворах. / Труды ВНИИцветмет. – 1963. – №12. – 97 с.
- 49 Даванков А.Б., Лауфер В.М. Ионный обмен и процессы извлечения золота из растворов искусственными смолами. //Журнал прикладной химии. – 1956. – №7. – 29 с.
- 50 Авдюков В.И., Авдюков В.В. Специальные и комбинированные методы обогащения. – Алматы: КазГосИНТИ, 1999. – 208 с.
- 51 Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии – М.: Химия, 1989. – 423 с.
- 52 Чугаева Л.В., Борбат В.Ф. Metallurgy благородных металлов. – М.: Metallurgy, 1987. – 432 с.
- 53 Техника и технология. Извлечение золота из руд за рубежом. / Под общей редакцией В.В. Лодейщикова. – М.: Metallurgy, 1973.
- 54 Кавун К.П. Методы и технологии рудоподготовки, цианирования и извлечения золота (по зарубежным материалам) / Кучное выщелачивание:

уровень развития, экономика, природоохранные аспекты. – М.: МиСИС, 2001. – 110 с.

55 Плаксин И.Н. Metallургия благородных металлов. – М.: Metallургиздат, 1958. – 366 с.

56 Бакенов М.М. Золоторудные формации Казахстана. – Алма – Ата: Наука Казахской ССР, 1976. – 286 с.

57 Роменец В.А., Юзов О.В., Рубинштейн Т.Б. Metallургический комплекс стран СНГ: Экономический аспект. – М.: Мисис, 2003. – 208 с.

58 Зеленов В.И. Методика исследования золота и серебросодержащих руд. – М.: Недра, 1989. – 320 с.

59 Бусев А.Н., Иванов В.М. Аналитическая химия золота. – М.: Наука, 1973. – 216 с.

60 Перельман А.В. Краткий справочник химика. – М.: Химия, 1959. – 620 с.

61 Меретуков М.А., Орлов А.М. Metallургия благородных металлов (зарубежный опыт). – М.: Metallургия, 1990. – 416 с.

62 Гелегина Л.Е. Новые направления извлечения благородных металлов на зарубежных фабриках // Цветная metallургия. – 1984. – №4. – С. 93-99.

63 Ласкорин Вялков В.И., Доброскокин В.В. Гидрометallургия золота. – М.: Наука, 1980. – С. 173-179.

64 Воробьев А.Е, Чекушина Т.В. Классификация штабелей кучного выщелачивания металлов // Горный журнал. – 1997. – №3. – С. 36-42.

65 Строганов Г.А., Шутов А.М. Критерии оценки пригодности минерального сырья для переработки методом кучного выщелачивания // Цветные металлы. – 1996. – №7. – С. 4-6.

66 Мязин В.П., Зайцев Р.В., Анастасов В.В., Литвиненко В.Г., Зайцев К.В. Применение технологии кучного выщелачивания на бедных золоторудных месторождениях Читинской области. – Чита: ЧитГТУ, 1999. – 106 с.

67 Дружина Г.Я., Строганов Г.А., Зырянов М.Н. Кучное выщелачивание золота из предварительно окомкованных руд // Цветные металлы. – 1997. – № 9. – С. 17-19.

68 Чантурия В.А., Седельникова Г.В. Развитие золотодобычи технологии обогащения золотосодержащих руд и россыпей // Горный журнал. – 1998. – №5. – С. 4-9.

69 Бережной Н.Н., Губин Г.В., Дрожилов Л.А. Окомкование тонкоизмельченных концентратов железных руд. – М.: Недра, 1971. – 176 с.

70 Ломтадзе В.Д. Физико-механические свойства горных пород. Методы лабораторных исследований. – Л.: Недра, 1990. – 328 с.

71 Котляр Ю.А., Меретуков М.А. Metallургия благородных металлов / Учебное пособие. – М.: АСМИ, 2002. – С. 118-124.

72 Вязельщиков В.П., Парицкий З.Н. Справочник по обработке золотосодержащих руд и россыпей / Под ред. проф. М.Д. Ивановского. – М.: Гос. научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1964. – С. 410-416.

73 Хабилов В.В., Забельский В.К., Воробьев А.Е. Прогрессивные технологии добычи и переработки золотосодержащего сырья. – М.: Недра, 1994. – 270 с.

74 Агошков М.И., Никаноров В.И. Техничко-экономическая оценка извлечения полезных ископаемых из недр. – М.: Недра, 1974. – 240 с.

75 Дементьев В.Е., Татаринов А.П., Гудков С.С. Основные аспекты технологии кучного выщелачивания золотосодержащего сырья // Горный журнал. – 2001. – №5. – С. 56-58.

76 Петров В.Ф., Петров С.В., Мурашов Н.М. Экологическая оценка установок кучного выщелачивания золота // Горный журнал. – 2001. – № 5. – С. 56-58.

77 Минеев Г.Г., Панченко А.Ф. Растворители золота и серебра в гидрометаллургии. – М.: Металлургия, 1994. – 240 с.

78 Дружина Г.Я., Татаринов Л.П., Гудков С.С., Ращенко Л.Ф. Опыт освоения технологии кучного выщелачивания благородных металлов // Цветные металлы. – 2003. – №5. – С. 37-40.

79 Абрамишвили С.Н., Синельников Н.В. Цветная металлургия. – М.: Недра, 1977. – С. 34-37.

80 Абсалямов, Х.К. Проблемы и перспективы развития Васильковского ГОКа // Горный журнал. – 2000. – №11-12. – С. 7-8.

81 Глушанков С.Л., Коркин А.М., Ковалева Э.А. К вопросу о выборе рациональных схем адсорбционного выделения компонентов из жидкой фазы. Углеродные адсорбенты и их применение в промышленности. Часть 2. – Пермь, 1969. – С. 99-113.

82 Lazowski M. // Chem.: Gaz, 1848. – 43 p.

83 Pat. 522260 US. Abstraction of gold and silver from their solutions in potassium cyanide / Johnson W. 1894

84 Меретуков М.А. Активные угли и цианистый процесс, – М.: Руда и Металлы, 2007. – С. 22

85 Плаксин И.Н. Металлургия благородных металлов. М., «Металлургиздат», 1943, С.282-287.

86 Marsh, Harry, and Francisco Rodríguez Reinoso. Activated carbon. Elsevier, 2006. 554. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-044463-5.X5013-4>

87 McDougall, G. J., Hancock, R. D. (1980). Activated carbons and gold. Minerals Science and Engineering, 12(2), 85-99. ISSN 0026-4660.

88 McDougall, G. J., Hancock, R. D. (1981). Gold complexes and activated carbon. Gold Bulletin, 14(4), 138-153.

89 Gallagher, N. P., Hendrix, J. L., Milosavljevic, E. B., Nelson, J. H., Solujic, L. (1990). Affinity of activated carbon towards some gold (I) complexes. Hydrometallurgy, 25(3), 305-316. [https://doi.org/10.1016/0304-386X\(90\)90046-5](https://doi.org/10.1016/0304-386X(90)90046-5)

90 Yalcin, M., Arol, A. I. (2002). Gold cyanide adsorption characteristics of activated carbon of non-coconut shell origin. Hydrometallurgy, 63(2), 201-206 [https://doi.org/10.1016/S0304-386X\(01\)00203-1](https://doi.org/10.1016/S0304-386X(01)00203-1)

91 Foo, K. Y., Hameed, B. H. (2009). An overview of landfill leachate treatment via activated carbon adsorption process. Journal of hazardous materials, 171(1-3), 54-60. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.06.038>

92 McCreary, J. J., & Snoeyink, V. L. (1980). Characterization and activated carbon adsorption of several humic substances. Water Research, 14(2), 151-160. [https://doi.org/10.1016/0043-1354\(80\)90231-6](https://doi.org/10.1016/0043-1354(80)90231-6)

93 Hayashi, J. I., Kazehaya, A., Muroyama, K., & Watkinson, A. P. (2000). Preparation of activated carbon from lignin by chemical activation. Carbon, 38(13), 1873-1878. [https://doi.org/10.1016/S0008-6223\(00\)00027-0](https://doi.org/10.1016/S0008-6223(00)00027-0)

94 Суримбаев Б.Н., Каналы Е.С., Акжаркенов М.Д., Болотова Л.С., Шалгымбаев С.Т. Сравнение сорбционных характеристик сорбентов // Труды X международного Беремжановского съезда по химии и химической технологии. – 24-25 октября 2019 г., Алматы. – С. 162-163.

95 Пилат Б.В., Зайцева В.Н., Романенко А.Г. Методы извлечения благородных металлов из растворов и сточных вод, – М.: ЦНИИцветмет экономики и информации, 1983, выпуск 1. – С. 42

96 Таскин Н.И., Баймаханов М.Т., Романенко А.Г. Современное состояние и перспективы применения угольно-сорбционной технологии в гидрометаллургии золота, – Алма-Ата: КазНИИТИ, 1979. – С. 51

97 Суримбаев Б.Н., Каналы Е.С., Алтынбек Ш.Ч., Болотова Л.С. Использование дробленных активированных углей Шубарколькомир при кучном выщелачивании золота // «Устойчивое научно-технологическое развитие: тренды и технологии». Геолого-горно-металлургическая секция «Современные технологии и проблемы разведки, освоения и переработки недр Республики Казахстан», посвященная 25-летию Независимости Республики Казахстан и 25-летию Национальной инженерной академии Республики Казахстан: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Алматы, 2016. – 241-245.

98 Алтынбек Ш.Ч., Каналы Е.С., Мамбетжанова А.М., Болотова Л.С. Исследование сорбционных характеристик по золоту порошкового активированного угля Шубарколькомир // «Устойчивое научно-технологическое развитие: тренды и технологии». Геолого-горно-металлургическая секция «Современные технологии и проблемы разведки, освоения и переработки недр Республики Казахстан», посвященная 25-летию Независимости Республики Казахстан и 25-летию Национальной инженерной академии Республики Казахстан: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Алматы, 2016. – 126-129.

99 Байконурова А.О., Ильясов А.Е., Суримбаев Б.Н., Болотова Л.С. Исследования по очистке промышленных сточных вод обогатительной фабрики активированными углями // Сборник материалов Международных

ХІХ Байконуровских чтений «Роль инноваций в трансформации современного общества». – 2019, Жезказган. – С. 54-57.

100 Ильясов А.Е., Байконурова А.О., Суримбаев Б.Н. Сравнение механической стойкости дробленых активированных углей // Международная научно-практическая конференция «Сатпаевские чтения – 2020». – 2020, Алматы, – Том 1. – С. 496-498.

101 Стрижко Л.С. Металлургия золота и серебра. Учебное пособие для вузов. – М.: МИСИС, 2001. – С. 73-77.

102 Меретуков М.А. Активные угли и цианистый процесс. – М.: Руда и Металлы, 2007. – С. 22.

103 Барченков В.В. Технология гидрометаллургической переработки золотосодержащих флотоконцентратов с применением активных углей. – Чита: Поиск, 2004. – С. 61-64.

104 Poinern G.E.J. et al. Adsorption of the aurocyanide, $\text{Au}(\text{CN})_2$ -complex on granular activated carbons derived from macadamia nut shells - A preliminary study // Miner. Eng. Pergamon, 2011. Vol. 24, № 15. P. 1694–1702.

Қосымша А

Шұбаркөл белсендірілген көмірінің сертификаты

«Шұбаркөл көмір»
Акционерлік қоғамы

SHUBARKOL KOMIR



Акционерное общество
«Шубарколь комир»

100004, ҚР, Қарағанды қ.,
Асфальттың көшесі, 18
Т: + 7 7212 44 07 44
Ф: + 7 7212 44 05 16
E: shk@kz.enrc.com
www.enrc.com

18, Asfaltная st., 100004,
Karaganda, Kazakhstan
T: + 7 7212 44 07 44
F: + 7 7212 44 05 18
E: shk@kz.enrc.com
www.enrc.com

100004, РК, г.Караганда,
ул.Асфальтная, 18
Т: + 7 7212 44 07 44
Ф: + 7 7212 44 05 16
E: shk@kz.enrc.com
www.enrc.com

СЕРТИФИКАТ

качества угля активированного АО «Шубарколь комир» дробленный (класс 1,0-3,6 мм)

№	Показатели	Ед. изм.	Величина по-казателя	Метод опреде-ления показате-лей
1	Внешний вид		Гранулы чер-ного цвета	Визуально
2	Массовая доля влаги, не более	%	3,0	По ГОСТ 12597-67
3	Адсорбционная активность по йоду, не менее	%	40,0	По ГОСТ 6217-74
4	Суммарный объем пор по воде, не менее	см ³ /г	0,6	По ГОСТ 17219-71
5	Массовая доля золы, не более	%	7,0	По ГОСТ 12596-67
6	Насыпная плотность	г/дм ³	480-520	По ГОСТ 16190-70
7	Массовая доля летучих веществ, не более	%	0,2	По ГОСТ 6382-2001
8	Фракционный состав, массовая доля остатка на сите с полотном: №36 №10 На поддоне	%	12,0 82,0 6,0	По ГОСТ 16187-70
9	Механическая (структурная) прочность, не ме-нее	%	87,0	По ГОСТ 6217-74
10	Прочность гранул на истирание, не менее	%	78,0	По ГОСТ 16188-70
11	pH водной вытяжки		7,0	По ГОСТ 4453-74
12	Адсорбционная активность по индикатору ме-тиленовому голубому, не менее	мг/г	114,0	По ГОСТ 4453-74
13	Адсорбционная активность по мелассе, не менее	%	68,0	По ГОСТ 4453-74
14	Адсорбционная активность по уксусной кисло-те, не менее	ед. (мг/г)	46 (1,5)	Титриметриче-ский метод (Ошмяна)
15	Динамическая адсорбционная емкость по хлору, не менее	мг/г	15,6	«Унифициро-ванные методы анализа вод», под. ред. Ю.Ю.Лурье

А қосымшасының жалғасы

№	Показатели	Ед. изм.	Величина показателя	Метод определения показателей
16	Статическая адсорбционная емкость по хлору, не менее	мг/г	45	«Унифицированные методы анализа вод», под. ред. Ю.Ю.Лурье
17	Удельная поверхность, не менее	м ² /г	360,0	Анализатор удельной поверхности Сорбтометр М (Россия)
18	Динамическая активность по бензолу, не менее	минут	40	Газовый хромато-масспектрометр Agilent 7890A/5975C
19	Адсорбционная емкость по меди, не менее	мг/г	46,0	Атомно-абсорбционный Спектрометр «AAnalyst 400», Perkin Elmer – Германия.
20	Адсорбционная емкость по железу, не менее	мг/г	59,0	Атомно-абсорбционный Спектрометр «AAnalyst 400», Perkin Elmer – Германия.
21	Код по ТН ВЭД ТС	-	380 210 0000	

Қосымша Б
Haycarb белсендірілген көмірінің сертификаты



"HAYCARB"

ПРОДУКТ:	Гранулированный активированный уголь из кокосовой скорлупы
ТМ "HAYCARB":	YAO 60 ASTM 6/12A
МЕТОД ИСПЫТАНИЙ:	ASTM, если не указано другое (0 00000 000000 000000)
ТМ:	0000 - 2008 г.

РАЗМЕР ЧАСТИЦ:	+ 6 (3,35 мм)	:	Max 5
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ	6 x 8 (3,35 x 2,36 мм)	:	50 - 70
(ячейка ASTM /мм)	8 x 12 (2,36 x 1,70 мм)	:	20 - 40
	- 12 (1,70 мм)	:	Max 2
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПЛОТНОСТЬ:	Min 0,49 (0,51)		
(г/см ³)			
ВЛАЖНОСТЬ (% к весу):	Max 5 (3)		
ЗОЛА (% к весу):	Max 3 (2)		
pH:	9 - 10		
0000 000000:	Min 98 (99 +)		
ПЛОЩАДЬ ПОВЕРХНОСТИ (м ² /г):	Min 1100 (1150 +)		
(0000 BET N ₂)			
АДСОРБЦИЯ ЙОДА: (00/г):	Min 1100 (1150 +)		
(AWWA B604)			
ЧЕТЫРЕХХЛОРИСТЫЙ УГЛЕРОД:	Min 55 (60 +)		
АДСОРБЦИЯ (% к весу)			
РАВНОВЕСИЕ АДСОРБЦИИ:	Min 34 (36)		
ЗНАЧЕНИЕ K (кг/т)			
(Метод Минтек)			
0000 (00000000)			
0000000000 00000			
0000 1 00 - 000000,):	Max 2,5 (2,0)		

Қосымша В

Шұбаркөл көмірін пайдалана отырып алтынды үйінді шаймалау жөніндегі
мәліметтер

Название		Шубарколь компр		Вес образца начальный		43,00 кг		Содержание Au в исходной пробе по данным анализу		0,87 г/т		Высота слоя руды, начальная		1960 мм		Приложение А													
Колонна		№7		Влажность руды		17,83 %		Вода амальгамская, pH 7,43				Высота слоя руды, конечная		1954 мм															
Гранулированная руда:		расход портланд-цемента 25 кг/т, воды 230 л/т		Вес абсолютно сухой руды		35,33 кг		Сорбент: Активированный уголь Шубарколь		Степень усадки				0,31 %															
Дата	Цикл выпеле-вания.	Насыщенный раствор				Обеззоленный раствор				Оборотный раствор				Добавка реагента				Расход NaOH				Объем промывного раствора				Извлечение Au			
		Вес, кг	Au, мг/л	NsCN, %	pH	Вес, кг	Au, мг/л	NsCN, %	pH	Вес, кг	Au, мг/л	NsCN, %	pH	гек., г	сум., г	гек., г	сум., г	гек., г	сум., г	гек., г	сум., г	гек., мг	сум., мг	гек., %	сум., %				
26.10.2015	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6,60	0,055	11,63	6,60	6,60	0,1868	3,60	0,1019	6,50	6,50	0,1380	0	0	0	0	0	0			
27.10.2015	2*	5,87	1,03	0,006	11,77	0	0	0	0	6,60	0,055	11,63	6,60	13,20	0,3736	3,60	0,2038	6,50	13,00	0,2759	5,87	5,87	0,1661	6,05	6,05	19,67			
29.10.2015	3*	6,47	0,88	0,009	11,59	0	0	0	0	1,55	0,055	11,48	1,55	14,75	0,4176	0,85	0,2278	1,53	14,53	0,3084	6,47	12,34	0,3492	5,69	11,74	18,52			
30.10.2015	4	3,95	0,78	0,015	11,72	3,88	0	0,005	11,54	3,89	0,026	11,56	0,01	14,76	0,4178	0,80	0,2505	0	14,53	0,3084	3,95	16,29	0,4610	3,08	14,82	10,02			
02.11.2015	5	4,13	0,62	0,022	11,55	3,89	0	0,010	11,57	3,90	0,033	11,41	0,01	14,77	0,4180	0,90	0,2759	0	14,53	0,3084	4,13	20,42	0,5779	2,52	17,34	8,20			
03.11.2015	6	3,40	0,55	0,026	11,68	4,03	0,01	0,013	11,73	4,04	0,038	11,60	0,01	14,78	0,4183	1,00	0,3042	0	14,53	0,3084	3,40	23,82	0,6742	1,84	19,18	5,97			
04.11.2015	7	3,94	0,34	0,026	11,78	3,37	0,01	0,017	11,66	3,38	0,044	11,55	0,01	14,79	0,4186	0,90	0,3297	0	14,53	0,3084	3,94	27,76	0,7857	1,30	20,48	4,24			
06.11.2015	8	3,67	0,23	0,030	11,74	3,74	0,01	0,020	11,91	3,75	0,047	11,80	0,01	14,80	0,4189	1,00	0,3580	0	14,53	0,3084	3,67	31,43	0,8895	0,81	21,29	2,64			
09.11.2015	9	3,94	0,15	0,032	11,65	3,12	0,01	0,025	11,66	3,13	0,051	11,60	0,01	14,81	0,4191	0,80	0,3807	0	14,53	0,3084	3,94	35,37	1,0010	0,56	21,85	1,82			
10.11.2015	10	3,45	0,11	0,034	11,79	3,00	0,01	0,030	11,68	3,01	0,053	11,61	0,01	14,81	0,4193	0,70	0,4005	0	14,53	0,3084	3,45	38,82	1,0987	0,35	22,20	1,13			
11.11.2015	11	4,14	0,07	0,036	11,69	3,26	0,01	0,034	11,90	3,27	0,052	11,85	0,01	14,82	0,4195	0,60	0,4175	0	14,53	0,3084	4,14	42,96	1,2158	0,25	22,45	0,81			
12.11.2015	12	3,33	0,06	0,040	11,75	4,00	0,01	0,036	11,92	4,01	0,051	11,83	0,01	14,83	0,4196	0,60	0,4344	0	14,53	0,3084	3,33	46,29	1,3101	0,17	22,62	0,55			
13.11.2015	13	4,05	0,06	0,042	11,54	3,12	0,01	0,040	11,70	3,12	0,050	11,40	0	14,83	0,4197	0,30	0,4429	0	14,53	0,3084	4,05	50,34	1,4247	0,21	22,83	0,69			
16.11.2015	14	3,96	0,04	0,040	11,50	3,21	0,01	0,042	11,62	3,21	0,042	11,62	0	14,83	0,4197	0	0,4429	0	14,53	0,3084	3,96	54,30	1,5368	0,12	22,95	0,39			
17.11.2015	15	3,03	0,03	0,042	11,81	3,72	0,01	0,040	11,75	3,72	0,040	11,75	0	14,83	0,4197	0	0,4429	0	14,53	0,3084	3,03	57,33	1,6225	0,06	23,01	0,20			
18.11.2015	16	3,87	0,03	0,044	11,48	2,85	0,01	0,042	11,63	2,85	0,042	11,63	0	14,83	0,4197	0	0,4429	0	14,53	0,3084	3,87	61,20	1,7321	0,08	23,09	0,26			
19.11.2015	17	3,01	0,02	0,042	11,69	3,54	0,01	0,044	11,75	3,54	0,044	11,75	0	14,83	0,4197	0	0,4429	0	14,53	0,3084	3,01	64,21	1,8173	0,03	23,12	0,10			
20.11.2015	18	3,55	0,02	0,040	11,42	2,92	0,01	0,042	11,40	2,92	0,042	11,40	0	14,83	0,4197	0	0,4429	0	14,53	0,3084	3,55	67,76	1,9177	0,04	23,16	0,12			
23.11.2015	19	3,37	0,02	0,038	11,20	3,49	0,01	0,040	11,36	3,49	0,040	11,36	0	14,83	0,4197	0	0,4429	0	14,53	0,3084	3,37	71,13	2,0131	0,03	23,20	0,11			
24.11.2015	20	2,47	0,02	0,038	11,36	3,26	0,01	0,038	11,45	3,26	0,038	11,45	0	14,83	0,4197	0	0,4429	0	14,53	0,3084	2,47	73,60	2,0830	0,02	23,21	0,06			
25.11.2015	21*	3,94	0,02	0,040	11,49	3,23	0,01	0,038	11,60	3,23	0,038	11,60	0	14,83	0,4197	0	0,4429	0	14,53	0,3084	3,94	77,54	2,1945	0,05	23,26	0,16			
26.11.2015	22	0	0	0	0	2,92	0,01	0,040	11,65	2,92	0,040	11,65	0	14,83	0,4197	0	0,4429	0	14,53	0,3084	0	77,54	2,1945	0,00	23,26	0,00			
Итого	22		0,15					0,019		15,65	0,4429			14,83	0,4197		15,65	0,4429	14,53	0,3084		77,54	2,1945		75,68				

Из каждого цикла выведено по 10 мл насыщенного и обеззоленного раствора для проведения анализов на содержание золота и шанида натрия

В 2 цикле продуктивный раствор вывели на испытания по насыщению углей 5,87 л

В 3 цикле в насыщенный раствор добавлено 1,53 г воды + 0,085 г NaCN для увеличения объема раствора

В 21 цикле отобрали от продуктивного раствора 1 литр на полный хим. анализ

Қосымша Г

НауCARB көмірін пайдалана отырып алтынды үйінді шаймалау жөніндегі
мәліметтер

Название	Шубарколь компр	Вес образца начальный	43,00	кг	Содержание Au в исходной пробе по данным анализу	0,87	г/г	Высота слоя руды, начальная	2087	мм	Приложение Б																
Колонна	№88	Влажность руды	17,83	%	Вола алмазная, pH 7,43			Высота слоя руды, конечная	2084	мм																	
Гранулированная руда:		Вес абсолютно сухой руды	35,33	кг	Сорбент: Активированный уголь Наусаб			Степень усадки	0,14	%																	
расход портланд-цемента 25 кг/т, воды 230 л/т																											
Дата	Цикл выпечки	Насыщенный раствор		Обеззолотенный раствор		Оборотный раствор		Добавка реагента				Расход NaOH			Объём проутюженного раствора			Испытание Au									
		Вес, кг	Au, мг/л	NACN,%	pH	Вес, кг	Au, мг/л	NACN,%	pH	Тек., л	Сум., л	Тек., л	Сум., л	Тек., л	Сум., л	Тек., л	Сум., л	Тек., мг	Сум., мг	Тек., %	Сум., %						
26.10.2015	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6,60	0,055	11,63	6,60	6,60	0,1868	3,60	3,60	0,1019	6,50	0,1380	0	0	0	0	0	0	
27.10.2015	2*	5,43	1,12	0,005	11,81	0	0	0	0	6,60	0,055	11,63	6,60	13,20	0,3736	3,60	7,20	0,2038	6,50	13,00	0,2759	5,43	5,43	0,1537	6,08	19,78	19,78
29.10.2015	3*	6,27	1,14	0,008	11,62	0	0	0	0	1,76	0,055	11,55	1,76	14,96	0,4233	0,96	8,16	0,2309	1,73	14,73	0,3127	6,27	11,70	0,3311	7,11	13,19	23,12
30.10.2015	4	3,64	0,68	0,014	11,77	3,95	0,01	0,003	11,62	3,96	0,021	11,60	0,01	14,96	0,4235	0,70	8,86	0,2508	0	14,73	0,3127	3,64	15,34	0,4342	2,44	15,63	7,94
02.11.2015	5	4,69	0,44	0,020	11,67	3,56	0,01	0,005	11,63	3,57	0,025	11,47	0,01	14,97	0,4237	0,70	9,56	0,2706	0	14,73	0,3127	4,69	20,03	0,5669	2,02	17,65	6,56
03.11.2015	6	3,20	0,40	0,026	11,68	4,67	0,01	0,010	11,91	4,68	0,033	11,61	0,01	14,98	0,4240	1,10	10,66	0,3017	0	14,73	0,3127	3,20	23,23	0,6575	1,25	18,90	4,06
04.11.2015	7	4,65	0,28	0,025	11,96	3,14	0,01	0,016	11,93	3,15	0,041	11,65	0,01	14,99	0,4242	0,80	11,46	0,3243	0	14,73	0,3127	4,65	27,88	0,7891	1,26	20,15	4,09
06.11.2015	8	3,12	0,22	0,030	11,87	4,57	0,01	0,021	11,90	4,58	0,049	11,77	0,01	15,00	0,4246	1,30	12,76	0,3611	0	14,73	0,3127	3,12	31,00	0,8774	0,66	20,81	2,13
09.11.2015	9	4,60	0,13	0,034	11,71	3,06	0,01	0,023	11,74	3,07	0,046	11,65	0,01	15,01	0,4248	0,70	13,46	0,3809	0	14,73	0,3127	4,60	35,60	1,0075	0,55	21,36	1,80
10.11.2015	10	2,86	0,10	0,032	11,62	4,50	0,01	0,027	11,72	4,51	0,047	11,67	0,01	15,02	0,4251	0,90	14,36	0,4064	0	14,73	0,3127	2,86	38,46	1,0885	0,26	21,62	0,84
11.11.2015	11	4,75	0,06	0,034	11,89	2,70	0,01	0,032	11,89	2,71	0,050	11,66	0,01	15,02	0,4252	0,50	14,86	0,4206	0	14,73	0,3127	4,75	43,21	1,2229	0,24	21,86	0,77
12.11.2015	12	2,72	0,06	0,040	11,90	4,71	0,01	0,034	11,93	4,72	0,047	11,75	0,01	15,03	0,4254	0,60	15,46	0,4375	0	14,73	0,3127	2,72	45,93	1,2999	0,14	21,99	0,45
13.11.2015	13	4,51	0,05	0,042	11,54	2,61	0,01	0,040	11,64	2,61	0,055	11,59	0	15,03	0,4255	0,40	15,86	0,4489	0	14,73	0,3127	4,51	50,44	1,4275	0,19	22,19	0,62
16.11.2015	14	3,94	0,05	0,042	11,57	3,40	0,01	0,042	11,71	3,40	0,042	11,71	0	15,03	0,4255	0	15,86	0,4489	0	14,73	0,3127	3,94	54,38	1,5591	0,16	22,34	0,51
17.11.2015	15	3,12	0,04	0,042	11,70	3,90	0,01	0,042	11,68	3,90	0,042	11,68	0	15,03	0,4255	0	15,86	0,4489	0	14,73	0,3127	3,12	57,50	1,6274	0,09	22,44	0,31
18.11.2015	16	3,83	0,03	0,042	11,52	3,10	0,01	0,042	11,60	3,10	0,042	11,60	0	15,03	0,4255	0	15,86	0,4489	0	14,73	0,3127	3,83	61,33	1,7358	0,08	22,51	0,25
19.11.2015	17	3,01	0,02	0,042	11,69	3,79	0,01	0,042	11,75	3,79	0,042	11,75	0	15,03	0,4255	0	15,86	0,4489	0	14,73	0,3127	3,01	64,34	1,8209	0,03	22,54	0,10
20.11.2015	18	3,68	0,03	0,042	11,32	3,01	0,01	0,042	11,28	3,01	0,042	11,28	0	15,03	0,4255	0	15,86	0,4489	0	14,73	0,3127	3,68	68,02	1,9251	0,07	22,62	0,24
23.11.2014	19	3,36	0,03	0,040	11,25	3,68	0,01	0,042	11,41	3,68	0,042	11,41	0	15,03	0,4255	0	15,86	0,4489	0	14,73	0,3127	3,36	71,38	2,0202	0,07	22,69	0,22
24.11.2014	20	3,36	0,03	0,040	11,45	3,32	0,01	0,040	11,59	3,32	0,040	11,59	0	15,03	0,4255	0	15,86	0,4489	0	14,73	0,3127	3,36	74,74	2,1153	0,07	22,75	0,22
25.11.2014	21*	3,62	0,02	0,040	11,52	3,30	0,01	0,040	11,59	0	0	11,59	0	15,03	0,4255	0	15,86	0,4489	0	14,73	0,3127	3,62	78,36	2,2177	0,05	22,80	0,15
26.11.2014	22	0	0	0	0	2,60	0,01	0,040	11,69	0	0	0	0	15,03	0,4255	0	15,86	0,4489	0	14,73	0,3127	0	78,36	2,2177	0	22,80	0
Итого	22		0,15							15,86	0,4489			14,73	0,3127		78,36	2,2177		14,73	0,3127		78,36	2,2177		74,17	
Из каждого шлеа выведено по 10 мл насыщенного и обеззолотенного раствора для проведения анализов на содержание золота и шпанды натрия												74,17															
В 2 шлеах продутный раствор вывели на испытание по насыщению углей												0															
В 3 шлеах в насыщенный раствор добавлено 1,75 л воды + 0,09% л NaCN для увеличения объёма раствора												0															
В 21 шлеах отобран от продуктивного раствора 1 литр на полный хим. анализ												0															

Қосымша Д
Диссертацияның тақырыбы бойынша жарияланған мақалардың тізімі

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

ЖЕЗҚАЗҒАН ҚАЛАСЫ ӘКІМДІГІ

Ө. А. БАЙҚОҢЫРОВ атындағы ЖЕЗҚАЗҒАН УНИВЕРСИТЕТІ

«Қазіргі қоғамның трансформациясындағы
инновациялардың ролі»

Халықаралық XIX Байқоңыров оқулары
материалдарының жинағы

«Роль инноваций в трансформации
современного общества»

Сборник материалов
Международных XIX Байконуровских чтений

Ж е з қ а з ғ а н
2019

Д қосымшасының жалғасы

УДК 378
ББК 74.58
З-21

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі "Ө. А. Байқоңыров атындағы Жезқазған университеті" АҚ Ғылыми кеңесінің ұсынысымен баспадан шығаруға бекітілді

Редакциялық коллегия:

Тәкішев Ө. А. (бас редактор)

Байқоңуров Е.Г. (жауапты редактор)

Абитаева Р.Ш., Аринов Е.Б., Ахметбекова А.М., Жолдыбаев Ш.С., Жансейтова Ж.К., Кашкинбаева З.Ж., Мырзалы Г.Ж., Сакенов М.Д., Темирбаева Г.Р., Үмбетова А.Қ., Шынбергенова Қ.Т., Хамитова Э.А.

З-21 Қазіргі қоғамның трансформациясындағы инновациялардың ролі: Халықаралық ХІХ Байқоңыров оқулары материалдарының жинағы= Роль инноваций в трансформации современного общества: Сборник материалов Международных ХІХ Байқоңуровских чтений.

- Жезқазған: "ЖезУ" АҚ, 2019. – 268 бет.

«Қазіргі қоғамның трансформациясындағы инновациялардың ролі» басылымында ғалымдардың зерттеу нәтижелері қамтылған. Қазіргі жаһанданған әлемдегі ғылыми-техникалық прогресс инновациялық даму кезеңін бастан кешуде, сондықтан осы мәселені зерттеу және түсіну өте маңызды. Басылымда техникалық ғылымдар, гуманитарлық ғылымдар және экономикалық ғылымдар салаларындағы секциялық тақырыптар қарастырылған.

Данное издание включает в себя результаты исследований ученых в сборнике «Роль инноваций в трансформации современного общества». Научный и технологический прогресс в современном глобализированном мире переживает период инновационного развития, поэтому изучение и понимание данного вопроса является весьма актуальным. В сборнике рассмотрены секционные тематики по направлению, таким как, технические науки, гуманитарные науки и экономические науки.

ISBN 978-601-7271-01-4

© "ЖезУ" АҚ, 2019

Д қосымшасының жалғасы

М А З М Ы Н Ы С О Д Е Р Ж А Н И Е

<i>Esmaganbetova S.S. Technology to support learning.....</i>	3
<i>Yataeva A.M., Seitpekov D.M. Qazaqstan Respýblıkasyndaǵy inklýzivti bilim berý júlesi.....</i>	5
<i>Абдигожина К.С., Мурзалиева А.Б. Білім берудегі күзіретті маман даярлаудың маңызы...</i>	8
<i>Алибекова С.К. Биология сабағында ақпараттық технологияларды тиімді пайдалану.....</i>	11
<i>Алимбетова З.А., Кенишбаева Г.Т. Тіс пен ауыз қуысы ауруларының алдын алу және емдеуді оқыту жолдары.....</i>	13
<i>Алланиязов Т.К. У истоков Джезказганского филиала Карагандинского политехнического института.....</i>	15
<i>Альжанова Ж.Ж. Бастауыш сыныптағы тіл дамытудың тиімді жолдары.....</i>	18
<i>Амирина Б.К. Қазақ поэзиясындағы жауынгерлік тақырыбы.....</i>	20
<i>Амирова А.С. Бастауыш сынып оқушыларын мәнерлеп оқуға баулу.....</i>	24
<i>Амирсеилов А.Т., Абузарова М.И. Развитие навыка грамотного чтения как фактор повышения качества обучения у младших школьников.....</i>	27
<i>Аринов Е., Темирбекова А.А. Нестационарная задача для пяти интервалов при линейной аппроксимации.....</i>	31
<i>Әуесхан Р.Н., Наурызбаева М.Б. Применение гелиоэнергетики в разных точках земного шара.....</i>	37
<i>Багаев Н.Б., Усольцева Г.А., Байконурова А.О. Термодинамический анализ возможности переработки вторичного титанового сырья электрохимическим методом.....</i>	40
<i>Бадекова М.А. Бастауыш сынып оқушыларының логикалық ойлау қабілеттерін дамыту...</i>	45
<i>Байбосынова Г.М. Тұманбай Молдағалиев поэзиясындағы азаматтық үн.....</i>	47
<i>Байконурова А.О., Усольцева Г.А., Нуржанова С.Б., Маркаметова М.С., Алтымышбаева А.Ж. Изучение состава, структуры и сорбционных свойств алюмосиликатов, модифицированных ксерогелем ванадия.....</i>	50
<i>Байконурова А.О., Ильясов А.Е., Сүрімбаев Б.Н., Болотова Л.С. Исследования по очистке промышленных сточных вод обогатительной фабрики активированными углями</i>	54
<i>Баймұханов С.К., Бобеев А.Б., Темирбеков Е.С. Модернизация «Нюрнбергских ножниц»....</i>	57
<i>Баймұханов С.К., Бобеев А.Б., Темирбеков Е.С. Прочность несущих элементов подмостей...</i>	60
<i>Баймұханова Г.С. Қазақ тілі пәнін оқытуда дамыта оқу технологиясының тиімділігі.....</i>	63
<i>Бакарова А.Т. Бастауыш сынып оқушыларын ғылыми зерттеу жұмыстарына баулу.....</i>	65
<i>Балгазина М.Р. Бастауыш сынып оқушыларының оқу техникасын қалыптастырып, дамыту жолдары.....</i>	68
<i>Бимаганбетова С.Ж. Математика сабағында оқушылардың танымдық қабілеттерін дамыту жолдары.....</i>	71
<i>Биримжанов К.С. Факторы роста и перспективы экономического потенциала Японии в условиях глобализации.....</i>	73
<i>Биримжанов К.С. Проблемы конкурентноспособности экономики Японии сегодня.....</i>	77
<i>Блялова А.Т. Использование дебатной технологии в учебно-воспитательном процессе.....</i>	81
<i>Букирбаева Т.К. Математика сабағында оқушылардың функционалдық сауаттылығын дамыту жолдары.....</i>	85
<i>Бутова Е.В. Эффективность применения активных методов обучения в начальных классах.....</i>	87
<i>Дандамаев А.Р., Бржанов Р.Т. Повышение прочности бетона технологическим приемом.</i>	90
<i>Джумабаев Е., Бржанов Р.Т. Электротермо обработка зимнего бетона.....</i>	93
<i>Досанов А.А., Бржанов Р.Т. Прочность и деформативность бетона замороженного в раннем возрасте.....</i>	96
<i>Дюсебекова Д.Р. Бастауыш сынып оқушыларының мәтінмен жұмыс жасау дағдыларын арттыру.....</i>	100
<i>Елеусизова К.Ш. Биология пәнін оқытуда оқушылардың күзіреттілігін дамыту жолдары..</i>	102
<i>Жайманова Н. Оқытудағы жаңа әдіс-тәсілдерді тиімді қолдану.....</i>	105
<i>Жайсанбай Н.Ә., Макажанов Б.А. Повышение показателей вентиляторов главного</i>	

Д қосымшасының жалғасы

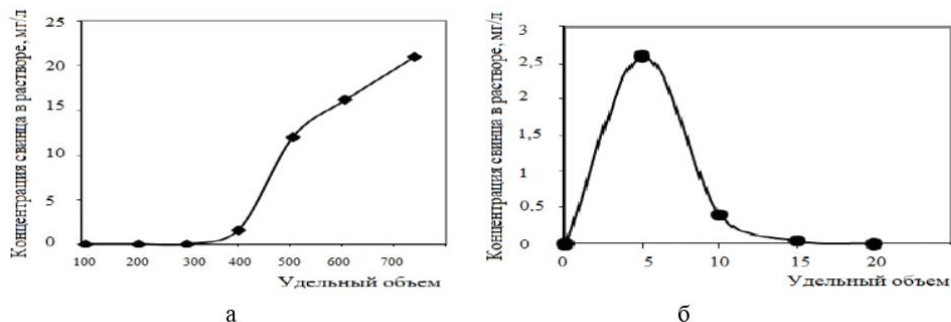


Рисунок 3 – Выходные кривые сорбции (а) и десорбции свинца (б) модифицированным сорбентом

Анализ полученных результатов показывает достаточно высокую сорбционную активность цеолита, модифицированного ксерогелем ванадия, и возможность его использования для очистки промышленных сточных вод от ионов тяжелых цветных металлов, в частности от ионов свинца.

1. Donald W. Breck, Zeolite molecular sieves. Structure, chemistry, and use, A. Wiley-Interscience publication John Wiley & Sons, New York – London – Sydney – Toronto, 1974.
2. Байконурова А.О., Маркаметова М.С., Усольцева Г.А., Алтмышбаева А.Ж., Оразымбетова С.Д. Синтез ксерогеля ванадия золь-гель методом / "Prospects for the Development of Modern Science" - Materials of the IV International Scientific - Practical Conference, March 20 - 22, 2019. – Gwangju, Korea. – С.107-111.
3. Markametova M.S., Mishra B., Baikonurova A.O., Nurzhanova S.B., Ermolaev Y.V. Investigation of the Formation of Layered Nanostructure of Vanadium Xerogel // Journal of Nanomaterials, USA, 2014, 1-6.
4. Байконурова А.О., Усольцева Г.А., Маркаметова М.С. Углеродисто-кремнистые сланцы месторождения Большого Каратау – потенциальный источник получения ксерогеля ванадия / Труды 18-й международной научной конференции «Приоритеты мировой науки», Северный Чарльстон, Южная Каролина, США, 2018, 20-23.

УДК 628.3

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОЧИСТКЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ АКТИВИРОВАННЫМИ УГЛЯМИ

Байконурова А.О.¹, Ильясов А.Е.¹, Суримбаев Б.Н.², Болотова Л.С.²

¹КазННТУ имени К.И. Сатпаева

²Филиал РГП «НЦ КИМС РК» ГНПОПЭ «Казмеханообр»

Объектом исследований явилась сточная вода, отобранная с хвостохранилища действующей золотоизвлекательной фабрики РК.

Цель работы – лабораторные исследования по очистке сточной воды с одновременным улавливанием из них золота дробленным активированным углем Шубарколь комир в сравнении с дробленным активированным углем Goldcarb 207C6x12US, производства фирмы Chemviron Carbon, используемом на ЗИФ для извлечения растворенного золота из щелочной цианидной пульпы, полученной при цианировании флотационного концентрата.

Д қосымшасының жалғасы

"САТПАЕВ ОҚУЛАРЫ - 2020"

СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫНЫҢ

ЕҢБЕКТЕРІ

I Том

ТРУДЫ

САТПАЕВСКИХ ЧТЕНИЙ

"САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ - 2020"

Том I

PROCEEDINGS

SATPAYEV'S READINGS

"SATPAYEV READINGS - 2020"

I volume

Алматы 2020 Almaty

Д қосымшасының жалғасы

УДК 378
ББК 74.58
И С21

Кенжалиев Б.К.	–	Проректор по науке, председатель
Жолтаев Г.Ж.	–	Директор ТОО «Институт геологических наук имени К.И.Сатпаева», заместитель председателя
Сыздыков А.Х.	–	Директор Института геологии и нефтегазового дела, заместитель председателя
Бекботаева А.А.	–	Заведующий кафедрой «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых», ответственный исполнитель
Алдашев А.	–	Директор Института управления проектами
Куспангалиев Б.У.	–	Директор Института архитектуры и строительства
Омарбеков Б.О.	–	Директор Института промышленной автоматизации и цифровизации
Саренова А.С.	–	Директор Института базового образования
Сейлова Н.А.	–	Директор Института кибернетики и информационных технологий
Туйебахова З.К.	–	Директор Института химических и биологических технологий
Турысбекова Г.С.	–	Директор Института металлургии и промышленной автоматизации
Узбаева Б.Ж.	–	Директор Научной библиотеки
Баудагулова Г.Т.	–	Специалист минералогического музея кафедры ГСПиРМПИ, ответственный секретарь конференции

«Сатпаевские чтения –2020»: сборнике представлены материалы конференции Сатпаевские чтения.

И С21 – Алматы: КазНУТУ имени Сатпаева, 2020. - 710 с

ISBN 978-601-323-209-6

В современном мире цифровые технологии играют все более важную роль в развитии стран, в том числе таких ключевых сфер как инженерия, строительство, высокие технологии, машиностроение и образование

ISBN 978-601-323-209-6

УДК 378
ББК 74.58
И С21

© Казахский национальный
исследовательский технический
университет имени К.И.Сатпаева

Д қосымшасының жалғасы

летия независимости казахстана»	
Б.Мухаметхан, Ж.Нукарбекова, К.Дербисов, –Нурпейсова М.Б.	408
Маркшейдерские наблюдения за устойчивостью бортов карьера	
Б. Мынгжасаров, М.Б. Нурпейсова	412
Морской порт – ключ, открывающий многие перспективы	
Е.В. Малеев, А.А. Икол, М.С. Четверик М.С	416
Разработка технологии формирования природного мезорельефа в техногенной геологической среде в процессе отвалообразования при открытой разработке пологих месторождений	
Н. Ж. Маркс, С. М. Токтамисова, А. Мырзахметов, А. В. Сладковски	420
Жер үсті технологиялық сорап қондырғыларына арналған аралас сорап қондырғысының әдістемесін математикалық модельдеу.	
А.К. Нугман, А.А. Токтаров, Т. Калыбеков, К.Б. Рысбеков	424
Изучение подготовленности руд с учетом усреднения содержания полезного ископаемого	
М.Б.Нұрпейісова	428
Өл-фараби, абай, сәтбаев, әл-машани жарық жолымен	
А.А Орынбай	433
Разработка программы по определению внутренних точек элемента координатной сетки взорванного блока массива пород	
Ж.А. Педро, Н.В. Несвитайло	439
Установление коэффициентов запаса устойчивости нерабочих бортов глубоких горизонтов карьеров для алмазных штокообразных месторождений	
Н.О. Сарыбаев, А.А. Токтаров, Б.А. Базарбай, С.К. Молдабаев	442
Применение крутонаклонных конвейеров при доработке глубоких железорудных карьеров	
З.К. Сарсембекова, Т.П. Пентаев	446
Автомобиль жолдарының жер төсемі құрылысын геодезиялық қамтамасыз ету	
М.А. Таңірбергенова, Г.М. Қырғызбаева	449
Геотехникалық мониторингте қолданылатын инновациялық әдістер	
Т.Турумбетов, О.Құрманбаев, К.Дербісов	453
Геологиялық барлау жұмыстарын геодезиялық негіздеу	
А.А. Титов, В.П. Надутый	458
Обоснование эффективности применения валковых дробилок с волновым профилем для мелкого дробления пород	
А. И. Шевченко	461
Развитие научных основ процесса обезвоживания и разделения по крупности на вибрационных грохотах тонкозернистого техногенного сырья	
С.М. Чухарев, В.Я. Корниенко, С.В. Письменный	465
Совершенствование технологии отработки крутопадающих Железорудных месторождений	
Б. Цой, С.С. Мырзахметов	468
Исследования возможности применения радиоволновой геосинтроскопии межскважинного пространства	
R. R. Okseniuk, O.Yu. Vasylichuk, V.V. Zaiets, V.V. Semeniuk, M.O. Kucheruk	470
Analysis of methods of complex processing of phosphogypsum with rare earth metals extraction	
D. Rakhimbaeva, G.M. Kyrgyzbaeva, Eugene Levin	473
State of exploration of the coastline of the kazakh part of the caspian se	
Секция «Современное развитие технологий в обогащении полезных ископаемых и металлургии»	
подсекция 1	
Н.Т. Акказина, Б.Н. Кожабай., М.Р. Шаутенов.	477
Исследования по гравитационному обогащению редкоземельной руды коры выветривания	
С.С. Алдабергенова, Л.Т. Бошкаева, Г. Уркимбай, С.К. Исак	481
Изучение способа комплексной переработки твердых хлоридных отходов титаномagneзиевого производства	
А.Ж. Алтмышбаева, А.Е. Мажит, Н.С. Швецов., Г.Д. Гусейнова	485
Исследование влияния температуры на скорость химической коррозии меди	
Н.Н.Әбіласан, Н.Т.Акказина., М.Р. Шаутенов	488
Исследования по переработке вольфрамсодержащих лежалых хвостов	
А.К. Букпанов, Ш.А. Телков, И.Ю. Мотовилов	492
Изучение вещественного и гранулометрического состава окисленной свинцово-цинково-баритовой руды открытой добычи карьера западный	
А.Е. Ильясов, А.О. Байконурова, Б.Н. Сурымбаев	496

Д қосымшасының жалғасы

Сравнение механической стойкости дробленых активированных углей С.К. Исак, Л.Т. Бошқаева, М.К. Мырзақұлов, С.С. Алдабергенова	498
Анализ состояния титановой промышленности казахстана и определение возможных путей решения её проблемы Д.Н. Кайсенов, Г.А. Усольцева, А.О. Байконурова	502
К вопросу электрохимической переработки вторичных медно-никелевых сплавов В.А. Карелин, В.В. Шагалов, Н.В. Карелина, Ш.Х. Ле	506
Разработка технологии флотационного обогащения титаносодержащих песков А.Т. Мамутова., Т.А.Чепуштанов	511
Физико-химические исследования слитков титанового сплава тройного перепада $ti-10v-2fe-3al$ произведенного методом вакуумно-дуговой плавки М.А. Мендеке, А.М. Хамитов, Ө.С. Байгенженов	516
Мыстың сульфидтік кендерін гидрометаллургиялық әдіспен өңдеу технологиясын зерттеу Т.С. Набиев, С.М. Рахимбаев., К.К. Мамырбаева	519
Выщелачивание меди из хвостов выщелачивания руд А.С. Ниязалы, Ғ.Ж. Парсаханов, С.С. Кобыратбекова	523
Изотерма сорбции меди из сернокислых растворов А. Ж. Нұрсапарова, Т.А. Чепуштанова, В.А. Луганов, Г.Д. Гусейнова, Е.С. Меркибаев	526
Технология переработки пиритных концентратов, получаемых при обогащении хвостов мокрой магнитной сепарации ао «сстпо» А. Ж. Нұрсапарова, Т.А. Чепуштанова, В.А. Луганов, Г.Д. Гусейнова, Е.С. Меркибаев	530
Технико-экономическая оценка технологии удаления мышьяка из упорных золотомышьяковых концентратов Омар Р.С, Телков Ш.А, Мотовилов И.Ю	534
Темірқұрамды кендердің гравитациялық байытылуын зерттеу Т.Ж. Саукен, Г.Ж. Молдабаева	538
Исследования по применению ферросплавных шлаков в глиноземном производстве Д.Г. Шомытова, З.Т. Ануарбекова	542
Никель-хром-алюминий системасының қатпарлы жабындарының термиялық тұрақтылығын зерттеу	
<i>Секция «Инновационная техника и предикативные технологии технического обслуживания и ремонта» подсекция 2</i>	
Г.К.Аканова, С.А.Заурбеков	546
Совершенствование конструкции клапанного узла штанговых скважинных насосов Б.М. Амангелдиев, С.А. Заурбеков	550
Расчет внешних характеристик гидродинамических тормозов Р. Болат, С.А. Бөртебаев, Р.З. Тағауова	553
Ортадан тепкіш сорғының параметрлерін зерттеуге арналған сынақ стендін жасау. Б.С. Естемес, А.Е. Утегенова, А.Б. Байсакалов	558
Инновационные технологии изготовления рукавов высокого давления. А.Ж. Әбілғазы, Бөртебаев С.А.	562
Фибробетоннан ортадан тепкіш сорғы корпусын құю технологиясы А.Е. Жамбасова, Б.С.Бейсенов, Е.Е.Сарыбаев	566
Повышение кавитационной стойкости улиток центробежных насосов Ж. Жүргенбекқызы, Б.З. Калиев, Т.Д.Карманов, Т.А.Қуандықов	570
Применение эрлифта при бурении технологических скважин. А.Е. Игбаева, К.К.Елемесов, С.А. Бөртебаев, Д.Д. Басқанбаева, Е.Е. Сарыбаев.	575
Методика проведения экспериментальных исследований параметров центробежного насоса с корпусом из фибробетона А.А. Казамбаева, С.А. Заурбеков	581
Способ повышения контактной долговечности подшипников качения. D.L. Kolosov, S.V. Onyshchenko	585
Stresses in elastic shell of rubber-cable tractive element during mutual shear displacement of cables. D.L. Kolosov, T.O. Chechel	589
Justification of mathematical model of stress-strain state of rubber-cable tractive element in tackle and at area of interaction with driving drum А.Б. Мамышев Т.Д. Карманов	593
Особенности управления рисками в нефтепроводной системе.	

Д қосымшасының жалғасы

Keywords: «Zapadnyi» quarry, mineralogical analysis, sieve analysis, barite, lead, silver, zinc.

УДК 661.183

А.Е. Ильясов¹, А.О. Байконурова¹, Б.Н. Сурымбаев²

*Научные руководители - А.О. Байконурова, профессор, доктор технических наук,
Б.Н. Сурымбаев, старший научный сотрудник, PhD*

¹*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

²*Филиал РГП «НЦ КИМС РК» Государственное научно-производственное
объединение промышленной экологии «Казмеханобр», Казахстан, г. Алматы
a.ilyassov@stud.satbayev.university, a.baikonurova@satbayev.university*

СРАВНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ ДРОБЛЕННЫХ АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕЙ

Аннотация. Проведены исследования по определению механической (абразивной) стойкости дробленого активированного угля марки Шубарколь в сравнении с промышленным образцом дробленого активированного угля марки Haugarb производства Шри-Ланка путем перемешивания углей с водой и пульпой с измельченным кварцевым песком. Установлено, что рассматриваемые дробленые угли по механической стойкости подобны друг другу.

Ключевые слова: активированный уголь, механическая стойкость углей, дробленые угли, степень разрушения углей, степень деструкции, абразивность.

В настоящее время при цианидном выщелачивании золота из золотосодержащего сырья применяют один из перспективных методов извлечения золота из продуктивных растворов метод сорбции из пульпы [1]. В процессе испытания дробленого угля месторождения Шубарколь в качестве эталонного образца использован промышленный дробленый уголь Haugarb марки RPMC 1004 (Шри-Ланка), изготовленный из скорлупы кокосовых орехов. Данный уголь широко используется на золотодобывающих предприятиях для сорбции растворенного золота из цианидных растворов и пульпы [1-3]. Он обладает высокими механическими свойствами и сорбционными характеристиками по отношению к цианистому соединению золота.

Основные прочностные характеристики активированных углей определяются для каждой промышленной партии заводом-изготовителем: прочность гранул на истирание по ГОСТу 16188-70, механическая (структурная) прочность по ГОСТу 6217-74. Полученные показатели приводятся в сертификатах на каждую поставляемую заводом-изготовителем партию активированного угля.

Основной целью работы явилось сравнение показателей по износостойкости углей за одинаковый период перемешивания углей с водой и пульпой с измельченным кварцевым песком, обладающим повышенной абразивностью.

Для отделения угля от раствора и пульпы использовали дренажные сетки, способные удерживать уголь крупнее 0,63 мм. В таблице 1 приведены результаты тестов по отмывке сравниваемых образцов углей от шламов на сите 0,63 мм. Условия проведения тестов: навеска исходного высушенного до постоянного веса активированного угля – 300 г, расход воды 12 л/кг угля (промышленные показатели). Отмытые угли и отсев высушены до постоянного веса.

Д қосымшасының жалғасы

**ISSN 2518-1491 (Online),
ISSN 2224-5286 (Print)**

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ
Д.В. Сокольский атындағы «Жанармай,
катализ және электрохимия институты» АҚ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
АО «Институт топлива, катализа и
электрохимии им. Д.В. Сокольского»

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
JSC «D.V. Sokolsky institute of fuel, catalysis
and electrochemistry»

**SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**

2 (446)

MARCH – APRIL 2021

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

Д ҚОСЫМШАСЫНЫҢ ЖАЛҒАСЫ

Editor in chief

doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK

M.Zh. Zhurinov

Editorial board:

Agabekov V.Ye. prof., academician (Belarus)
Bayeshov A.B. prof., academician (Kazakhstan)
Burkitbayev M.M. prof., academician (Kazakhstan)
Vorotyntsev M.A. prof., academician (Russia)
Gazaliyev A.M. prof., academician (Kazakhstan)
Zharmagambetova A.K. prof. (Kazakhstan), deputy editor in chief
Zhorobekova Sh.Zh. prof., academician (Kyrgyzstan)
Itkulova Sh.S. prof. (Kazakhstan)
Mantashyan A.A. prof., academician (Armenia)
Rakhimov K.D. prof., academician (Kazakhstan)
Rudik V. prof., academician (Moldova)
Streltsov Ye. prof. (Belarus)
Teltaev B.B. prof., akademik (Kazakhstan)
Tuleuov B.I. prof., akademik (Kazakhstan)
Fazylov S.D. prof., akademik (Kazakhstan)
Farzaliyev V. prof., academician (Azerbaijan)
Khalikov D.Kh. prof., academician (Tadjikistan)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty).

The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan No. **KZ66VPY00025419**, issued 29.07.2020.

Thematic scope: *publication of priority research in the field of chemistry and technology of new materials*

Periodicity: 6 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19; 272-13-18,
<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2021

Editorial address: JSC «D.V. Sokolsky institute of fuel, catalysis and electrochemistry», 142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22, e-mail: orgcat@nursat.kz

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str., Almaty.

— 5 —

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 446 (2021), 105 – 109

<https://doi.org/10.32014/2021.2518-1491.34>

UDC 661.183

A.E. Ilyassov¹, A.O. Baikonurova¹, B.N. Surimbayev^{2,3}¹Satbayev University, Almaty, Kazakhstan;²State Scientific-Industrial Association of Industrial Ecology «Kazmekhanobr», Almaty, Kazakhstan;³Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: a.ilyassov@stud.satbayev.university, a.baikonurova@satbayev.university, surimbaev@gmail.com

INVESTIGATION OF THE SORPTION CHARACTERISTICS OF ACTIVATED CARBONS

Abstract. The article presents the results of a comparison of the sorption characteristics for gold of crushed activated carbon of the foreign Haycarb brand, obtained from expensive raw materials - coconut shells, and crushed activated carbon of the domestic Shubarkol brand, obtained from relatively cheap raw materials - low-ash coking coal. The activated carbon Shubarkol crushed to a class of -3.6+1.0 mm, was produced in Kazakhstan from coking coal by Shubarkolkomir JSC. To test the crushed coal Shubarkol, industrial crushed coal Haycarb, made from coconut shells, was used as a reference sample. This coal is widely used in gold mining enterprises for the sorption of dissolved gold from cyanide solutions and pulps. For research, a productive solution of the process of heap leaching of gold from oxidized ore of one of the deposits of Kazakhstan was used with the composition, mg/L: gold 0.82; silver 0.44; copper 8.34; pH 11.05. Determination of the sorption characteristics of coals was carried out by the method of saturation with gold when changing solutions. The results of changes in the gold content in the mother solution, its extraction and saturation of coals with precious metal after each sorption cycle from the productive heap leaching solution using crushed coals of the Shubarkol and Haycarb brands are presented. It follows from the obtained data that Shubarkol activated carbon has similar sorption characteristics compared to Haycarb activated carbon. The working capacity for gold of Shubarkol coal was 2.28 kg/ton of sorbent, and of Haycarb coal - 2.57 kg/ton. Thus, crushed coal Shubarkol, obtained from relatively cheap raw materials, can be successfully used at industrial facilities instead of foreign sorbent.

Key words: activated carbon, sorption, sorption capacity of coal, sorbent, gold.

Introduction. The sorption capacity of coal was first noticed at the end of the 18th century. The fact that activated carbon can extract precious metals from solutions was first noted by Lazovsky in 1847 [1]. The use of active carbons for the sorption of gold and silver from cyanide solutions was patented in the USA in 1894 by Johnson [2, 3]. The extraction of gold from cyanide solutions by activated carbons was used in many small factories. Then this method was transferred to the USA and other countries [3, 4].

The analysis of research works [3-13] indicates an established trend of widespread use of activated carbons for the extraction of precious metals from cyanide solutions and pulps. For the sorption of gold from solutions, both pulverized activated carbons (with a particle size of less than 0.1 mm) and granular coals with a fineness of more than 0.2 mm are used. For the sorption of gold from pulps, granular coals with a particle size of more than 0.63 mm are often used. Coals differ only in the way they are produced. The following are used as raw materials for the production of activated carbons: bones, peat, fruit pits, bituminous and brown coals, coconut and nuts shells, wood, sugar, etc. Currently, different brands of activated carbons from different materials are used, such as Haycarb, Carbon, Norit, UAF, etc.

The widespread use of activated carbons for the extraction of precious metals from cyanide media is caused by their high sorption and kinetic properties and high selectivity with respect to the gold cyanide complex during sorption from multicomponent cyanide media containing, along with gold, cyanide compounds of metal impurities, such as copper and zinc [14, 15].

Д қосымшасының жалғасы

"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

Д қосымшасының жалғасы

натрия и проведения донасыщения при контактировании анионита с продуктивным продуктом ПР вышеуказанного состава и сохранении неизменными остальных технологических параметров) представлены в таблице ниже.

Способ	Ёмкость в мг/л			Коэффициенты разделения пар		Повышение степени селективности сорбции урана по сравнению со способом-прототипом, раз	
	U	Al	Fe	U/Al	U/Fe	U/Al	U/Fe
Заявляемый способ	55,3	0,04	0,02	19	840	1,3	3
Прототип	30,3	0,06	3,3	15	279		

По сравнению со способом-прототипом, предлагаемый способ позволяет повысить ёмкость по урану донасыщенного анионита АМП в 1,8 раз. Одновременно достигается очистка анионита от примесей: ёмкость по железу уменьшается в 3 раза, по алюминию - в 1,3 раза. ^[4]

Заключение. Вышеперечисленные методы без значительных вложений позволяют повысить целостность, срок службы и насыщение по урану ионообменной смолы, то есть интенсифицировать процесс сорбционного извлечения.

Литературы:

1. Бугенов Е.С., Василевский О.В., Школьник В.С. // Теория и практика производства урана и его соединений. Алматы КазНТУ, Казатомпром. 2012 г. «7.1 Сорбционное извлечение урана из сернокислых растворов. с 102 -103» ^[3]
2. Патент № RU2226177C2 // Изобретатель: Коноплева Л.В, Шереметьев М.Ф, Голубева Т.Е, Шаталов В.В, Коломиец Д.Н, Нестеров Ю.В, Смышляев В.Ю, Горохов Д.С. ^[4]
3. Wikipedia – общедоступная свободная библиотека в сети Internet. ^{[1], [2]}

V. V. Gushchin

Study of the possibility of intensifying the process of sorption extraction of uranium compounds

Abstract. In this work, the main task was to find the most optimal method for maximizing the intensification of uranium production from sulfuric acid solutions (productive solutions) by selective absorption by an ion-exchange resin during sorption.

Key words: sorption, ion exchanger, ion exchange, selective absorption.

В. В. Гушин

Уран қосылыстарын сорбциялық алу процесін қарқындату мүмкіндігін зерттеу

Аңдатпа. Бұл жұмыста негізгі міндет сорбция процесінде нон алмасу шайырымен селективті сіңіру жолымен күкірт қышқылы ерітінділерінен (өнімді ерітінділерден) уран алуды барынша қарқындатудың ең оңтайлы әдісін табу болды.

Түйінді сөздер: сорбция, нонит, нон алмасу, селективті сіңіру.

УДК 669.213.63 + 661.183

А.Е. Ильясов¹, Ә.Ө. Байқоңырова¹, Б.Н. Суримбаев^{2,3}

Ғылыми жетекшілері – Ә.Ө. Байқоңырова, техника ғылымдарының докторы, профессор;

Б.Н. Суримбаев, PhD докторы, аға ғылыми қызметкер², аға оқытушы³

¹Сәтбаев Университеті, Алматы, Қазақстан

Д қосымшасының жалғасы

² «Қазақстан Республикасының минералдық шикізатты кешенді қайта өңдеу жөніндегі ұлттық орталығы» РМК «Қазмеханообр» мемлекеттік өнеркәсіптік экология ғылыми-өндірістік бірлестігі» филиалы, Алматы, Қазақстан

³ Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Қазақстан
a.ilyassov@stud.satbayev.university, ilyassov07@mail.ru

АЛТЫНДЫ АГИТАЦИЯЛЫҚ ЖӘНЕ СОРБЦИЯЛЫҚ ШАЙМАЛАУ БОЙЫНША ЗЕРТТЕУЛЕР

Аңдатпа. Қазақстандағы кен орындарының бірінің тотыққан кенінен алтынды ұсақталған Шұбаркөл белсендірілген көмірмен агитациялық және сорбциялық шаймалау бойынша зерттеулер жүргізілді. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, ұсақталған Шұбаркөл белсендірілген көмір қолданған жағдайда, алтынның кеннен еру дәрежесі 86,03%-дан 90,04%-ға дейін артады, яғни 4,01-ге, ал қалдықтардың қатты фазасындағы алтынның мөлшері 0,125 г/т-ден 0,08 г/т-ға дейін азаяды. Алтынның белсендірілген көмірдегі мөлшері орташа есеппен 96,18 г/т құрайды.

Түйінді сөздер: белсендірілген көмір, агитациялық шаймалау, сорбциялық шаймалау, сорбция, алтын.

Көмірдің сорбциялық қабілеті алғаш рет XVIII ғасырдың соңында байқалды. Алғаш рет 1847 жылы Лазовский белсендірілген көмірдің ерітінділерден асыл металдарды бөліп алатындығын атап өтті [1]. Белсендірілген көмірді цианидті ортадан асыл металды тұндырғыш ретінде қолдану белсендірілген көмірдің жоғары сорбциялық және кинетикалық қасиеттеріне байланысты [2, 3].

Қазақстанның кенорындарының бірінің тотыққан кенінен ұсақталған Шұбаркөл белсендірілген көмірімен алтынды агитациялық және сорбциялық шаймалау бойынша зерттеулер жүргізілді [4, 5].

Кеннің құрамындағы алтынның сынамалық-гравиметриялық талдау және негізгі компоненттерге кенді химиялық талдау нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

1 Кесте – Кенді сынамалық және химиялық талдау нәтижелері

Компоненттер	Құрамы, %	Компоненттер	Құрамы, %
Алтын, г/т	0,87	Алюминий оксиді	22,61
Мыс	0,0075	Кальций оксиді	0,45
Никель	0,021	Магний оксиді	н/о
Кобальт	0,02	Калий оксиді	0,43
Мырыш	0,029	Натрий оксиді	0,78
Қорғасын	0,02	Күкірт	0,07
Темір	5,01	Сульфидті күкірт	—
Сурьма	0,06	Сульфатты күкірт	0,07
Мышьяк	0,029	Күкірттің тотығу дәрежесі, %	100,0
Кремний оксиді	56,41		

1-кестенің мәліметі бойынша кеннің сынамасында өнеркәсіптік құнды компонент алтын болып табылады, оның орташа мөлшері үш параллель сынамалық талдау бойынша 0,87 г/т құрайды. Қалған металдар олардың аз болуына байланысты өнеркәсіптік қызығушылық тудырмайды. Күкірттің тотығу дәрежесі бойынша кенді тотыққан кендер санатына жатқызуға болады. Минералогиялық зерттеулердің нәтижелері бойынша кен сынамасы кварц және тасты құм-сазды материалмен ұсынылған [6].

Алтынды кеннен цианидті шаймалаудың негізгі тиімділігін бағалау үшін бөтелке сынақтары болып табылады, олар ұсақталған кенде ірілігі 90% -0,071 мм класста жүргізіледі. Еріту дәрежесі бойынша қол жеткізілген көрсеткіштер мүмкіндігінше қарастырылуы керек,

Д қосымшасының жалғасы

разделения гравитационных концентратов железомарганцевой руды месторождения «Керегетас» с использованием процесса магнитной сепарации	
Гущин В.В. Исследование возможности интенсификации процесса сорбционного извлечения соединений урана	922
Ильясов А.Е., Байқоңырова Ө.Ө., Сүрімбаев Б.Н. Алтынды агитациялық және сорбциялық шаймалау бойынша зерттеулер	925
Исламов К.Б., Баимбетов Б.С. Электролиз вольфрамата натрия	929
Қадырсызов Д.С. Барменшинова М.Б. Исследование сгущаемости медного концентрата с применением новых флокулянтов	933
Қали А.Ә., Бошқаева Л.Т., Ақубаева Д.М., Айдарханов Д.А., Маратов С.К. Үлкен Қаратаудың ванадийлі кварциттерін өндеуге арналған белгілі әдістерді талдау	936
Камиев М., Сәрсенова М.С., Гусейнова Г.Д. Разработка и обоснование технологии переработки хромсодержащих шламовых отходов Донского Горно-Обогатительного Комбината	940
Карелин В.А., Ле Ш.Х., Карелина Н.В., Смороков А.А. Электролитический синтез титановых порошков во фторидных расплавах	944
Хумарбекулы Е., Алтмышбаева Ө.Ж., Гусейнова Г.Д. Исследование сорбции ионов тяжелых металлов сорбентами на основе модифицированных природных цеолитов из промышленных сточных вод	949
Мамбеталиева А. Р., Турысбеков Д.К. Амантаев Д.Т. Усовершенствование технологии флотации медно-молибденовой руды	953
Мамбеталиева А.Р., Турысбеков Д.К. Мажитов Н.М., Жакупова Ж.Ж. Влияние доизмельчения пульпы на селективное разделение полезных компонентов от пустой породы при переработке тонковкрапленных руд	956
Мамбеталиева А.Р., Турысбеков Д.К. Бегжан А.Б. Исследование флотационного обогащения медно-золотосодержащей руды месторождения «Коктасжол»	960
Мамбеталиева А.Р., Турысбеков Д.К. Зайнабидинов М.Д., Таймасова А.Н. Влияние пенообразователей при флотации Бозшакольской руды	964
Мырзабекова А.М., Рыспаева М.Б. Оценка общей энергии взаимодействия частиц минералов полимерными флокулянтами	967
Молдабаева Г.Ж., Сәулебекқызы Ш. Таймасова А.Н. Селен және теллур тиотүздарының түзілу кинетикасы	973
Мулик А., Коныратбекова С.С. Изучение сорбции и десорбции золота из иодидных продуктивных растворов	978
Мырзабекова К.Д., Мамбеталиева А.Р., Акказина Н.Т. Интенсификация технологических процессов переработки руд Актогайского месторождения	981
Нурдан М.Е., Муханова А.А. Особенности флотации бедной медно-молибденовой руды месторождения Актогай с применением композиционных реагентов	985
Нурталым Е.Н. Влияние ингибитора отложения солей на процессы выщелачивания и переработки при ПСВ урана	989
Омар Р.С., Телков Ш.А., Мотовилов И.Ю. Темірқұрамды кендердің гравитациялық байыту технологиясын зерттеу	993
Пернебеков Б.А. Исследования применения аммиачной воды в качестве реагента осадителя	997
Шаутинов М.Р., Акказина Н.Т., Ералиев А.А., Кошер Г.К. Вопросы золотонности углей и продуктов их сгорания	1001
Шаутинов М.Р., Акказина Н.Т., Кошер Г.К. Исследования по переработке золошлаковых отходов с получением железосодержащего продукта	1005
Шаутинов М.Р., Акказина Н.Т., Кожабай Б.Н. Исследования гранулометрического состава и характера распределения редкоземельных элементов в редкоземельной руде Кундыбайского месторождения	1009
Смайлов Р.Е., Айдымбеков А.Б., Ахмет Ө.М. Интенсификация процесса сорбции путем изменения технологической схемы обвязки трейнов	1012
Смороков А.А. Фтораммонийное обогащение высококремнистого титанового сырья	1016
Таубашев С.Р. Барменшинова М.Б. Исследование влияния новых реагентов вспенивателей на обогатимость медно-молибденовой руды	1018
Темірғали І.А., Байгенженов Ө.С., Сәрсенова М.С. Асбест өндірісі қалдықтарынан никель өндіру	1023
Темірхан С.Ғ., Чепуштанова Т.А. Технологические исследования пирротинизирующего обжига окисленной свинцово-цинковой руды и промпродукта обогащения ТОО «КАЗЦИНК»	1027
Тойлыбеков С., Мамырбаева К.К. Мыстың негізгі сульфидті минералы – халькопиритті термиялық өндеуге термодинамикалық талдау	1031
Тулөпбергенов А.К., Мамырбаева К.К. Исследование процесса выщелачивания меди из бедных концентратов	1036