

UO‘K: 542.92:622.7:622.7-17

 10.70769/3030-3214.SRT.4.3.2026.6

© 2026 Authors. Licensed under CC BY 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ANGREN VA YANGI ANGREN ISSIQLIK ELEKTR STANSIYALARI KUL-SHLAK CHIQINDILARIDAN OLINGAN TEXNOLOGIK NAMUNALARNING MODDIY TARKIBINI TADQIQ ETISH



**Almatov Ilxomjon
Mirzabek o'g'li**

Texnika fanlari doktori, katta ilmiy xodim, "Mineral resurslar instituti" DM markaz mudiri, Toshkent, O'zbekiston
E-mail: ilxom90@list.ru
ORCID ID: 0000-0002-6614-9487
Science ID: DTV-0925-0009



**Xatamov G'ayrat
Alimansurovich**

"Mineral resurslar instituti" DM, stajyor tadqiqotchi, Toshkent, O'zbekiston
E-mail: gayartxatomov06@gmail.com
Science ID: MTV 1225-0051



**Botirov Mirmuxsin
Sherali o'g'li**

"Mineral resurslar instituti" DM, kichik ilmiy xodim, Toshkent, O'zbekiston
E-mail: mirmuxsin1994@mail.ru
ORCID ID: 0009-0007-0280-8563
Science ID: MSN 0525-0168



**G'ulomov Ibroxim
Inomjonovich**

"Mineral resurslar instituti" DM, kichik ilmiy xodim, Toshkent, O'zbekiston
E-mail: ibrohimtdtu97@gmail.com
Science ID: MTV-0525-0084

Annotatsiya. Mazkur maqolada Angren va Yangi Angren issiqlik elektr stansiyalarining kul-shlak chiqindilaridan olingan texnologik namunalarning moddiy tarkibi kompleks ravishda tadqiq etilgan. Tadqiqotlar davomida namunalarning kimyoviy, mineralogik, granulometrik hamda massaspektrometrik (ICP-MS) tahlillari amalga oshirildi. Natijalar asosida asosiy jins hosil qiluvchi komponentlar, jumladan SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 va boshqa oksidlarning miqdoriy tarkibi, shuningdek molibden, vismut, tellur, selen, palladiy, oltin va kumush kabi qimmatbaho hamda kamyob elementlarning mavjudligi baholandi. Kul-shlak chiqindilarining texnologik xususiyatlari ularni gravitatsion, magnit va flotatsion boyitish usullari orqali kompleks qayta ishlash imkoniyatini tasdiqlashi ko'rsatildi. Olingan natijalar issiqlik elektr stansiyalari texnogen chiqindilaridan ikkilamchi mineral xomashyo sifatida samarali foydalanish hamda qimmatli komponentlarni sanoat miqyosida ajratib olish texnologiyalarini ishlab chiqishda ilmiy-amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: issiqlik elektr stansiyasi, kul-shlak chiqindilari, texnologik namuna, moddiy tarkib, kimyoviy tahlil, ICP-MS, granulometrik tarkib, qimmatbaho metallar, nodir elementlar, boyitish, texnogen xomashyo.

Received: 02.07.2026

Accepted: 01.08.2026

Issue publication: 28.09.2026

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ АНГРЕНСКОЙ И НОВО-АНГРЕНСКОЙ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Алматов Илхомжон
Мирзабек угли

Доктор технических наук,
старший научный сотрудник,
руководитель центра
Государственного учреждения
«Институт минеральных
ресурсов», Ташкент, Узбекистан

Хатамов Гайрат
Алимансурович

Стажёр-исследователь
Государственного учреждения
«Институт минеральных
ресурсов», Ташкент, Узбекистан

Ботиров Мирмухсин
Шерали угли

Младший научный сотрудник ГУ
«Институт минеральных
ресурсов», Ташкент, Узбекистан

Гуломов Иброхим
Иномжонович

Младший научный сотрудник ГУ
«Институт минеральных
ресурсов», Ташкент, Узбекистан

Аннотация. В статье представлены результаты комплексного исследования вещественного состава технологических проб, полученных из золошлаковых отходов Ангренской и Ново-Ангренской тепловых электростанций. Выполнены химический, минералогический, гранулометрический и масс-спектрометрический (ICP-MS) анализы исследуемых образцов. Определено содержание основных породообразующих компонентов (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 и др.), а также проведена оценка содержания молибдена, висмута, теллура, селена, палладия, золота, серебра и других ценных элементов. Установлено, что исследуемые золошлаковые отходы обладают технологическими свойствами, позволяющими применять гравитационные, магнитные и флотационные методы обогащения при их комплексной переработке. Полученные результаты могут служить научной основой для разработки технологий извлечения ценных компонентов и эффективного использования золошлаковых отходов в качестве вторичного минерального сырья.

Ключевые слова: тепловая электростанция, золошлаковые отходы, технологическая проба, вещественный состав, химический анализ, ICP-MS, гранулометрический состав, драгоценные металлы, редкие элементы, обогащение, техногенное сырьё.

STUDY OF THE MATERIAL COMPOSITION OF TECHNOLOGICAL SAMPLES OBTAINED FROM ASH AND SLAG WASTES OF THE ANGREN AND NOVO-ANGREN THERMAL POWER PLANTS

Almatov Ilkhomjon

Doctor of Technical Sciences,
Senior Researcher, Head of the
Center, Institute of Mineral
Resources, State Institution,
Tashkent, Uzbekistan

Khatamov Gayrat

Trainee Researcher, Institute of
Mineral Resources, State
Institution, Tashkent, Uzbekistan

Botirov Mirmukhsin

Junior Researcher, State Institution
“Institute of Mineral Resources”,
Tashkent, Uzbekistan

Jabbarov Ergash

Junior Researcher, State Institution
“Institute of Mineral Resources”,
Tashkent, Uzbekistan

Abstract. This paper presents the results of a comprehensive investigation into the material composition of technological samples obtained from ash and slag wastes of the Angren and Novo-Angren Thermal Power Plants. Chemical, mineralogical, granulometric, and ICP-MS analyses were carried out to determine the composition and technological characteristics of the samples. The contents of the major rock-forming oxides, including SiO_2 , Al_2O_3 , and Fe_2O_3 , as well as valuable and rare elements such as molybdenum, bismuth, tellurium, selenium, palladium, gold, and silver, were evaluated. The obtained results demonstrate that the investigated ash and slag wastes possess favorable technological properties for integrated processing using gravity, magnetic separation, and flotation methods. The findings provide a scientific basis for the development of technologies aimed at recovering valuable components and utilizing thermal power plant wastes as secondary mineral resources.

Keywords: thermal power plant, ash and slag waste, technological sample, material composition, chemical analysis, ICP-MS, granulometric composition, precious metals, rare elements, mineral processing,

Kirish. Hozirgi kunda ilmiy-texnik taraqqiyot sur'atlarining jadallashuvi tabiiy resurslarga bo'lgan talabning ortishi bilan bir qatorda sanoat

chiqindilari hajmining keskin ko'payishiga ham sabab bo'lmoqda. Shu bois ishlab chiqarish chiqindilaridan oqilona foydalanish, ularni qayta

ishlashning samarali texnologiyalarini joriy etish hamda atrof-muhitni muhofaza qilish masalalari zamonaviy ilmiy tadqiqotlarning ustuvor yo'nalishlaridan biriga aylangan [1].

Global ekologik va iqtisodiy muammolardan biri konchilik sanoati chiqindilari hamda qattiq yoqilg'ilarni yoqish natijasida hosil bo'ladigan kul-shlak chiqindilarini kompleks qayta ishlash hisoblanadi. Bir tomondan, bunday texnogen xomashyo tarkibida qimmatbaho, rangli va kamyob metallarning mavjudligi ularni qazib olish, tashish hamda maydalash xarajatlarini talab qilmasligi sababli qayta ishlashning iqtisodiy samaradorligini oshiradi. Ikkinchi tomondan esa, yillar davomida to'planib borayotgan sanoat chiqindilari katta maydonlarni egallab, ekologik muvozanatning buzilishiga, tuproq va yer osti suvlarining ifloslanishiga hamda atrof-muhit holatining yomonlashishiga olib kelmoqda [2–3].

Sanoat chiqindilari bilan atrof-muhitning ifloslanishi bugungi kunning eng dolzarb ekologik muammolaridan biri bo'lib, uning asosiy ulushi tog'-kon sanoati hissasiga to'g'ri keladi. Respublikamizda har yili 60 mln tonnadan ortiq foydali qazilmalar qazib olinadi. Biroq qazib olingan mineral xomashyoning atigi 1–2 foizigina tayyor mahsulot sifatida foydalaniladi, qolgan qismi esa boyitish va qayta ishlash jarayonlaridan so'ng chiqindi omborlariga joylashtiriladi [4–5].

Texnogen chiqindilar asosan foydali qazilmalarni qazib olish va ularni qayta ishlash jarayonlarida hosil bo'ladi. Ular balansdagi va balansdan tashqari zaxiralar, chiqindi omborlari hamda toshqol ag'darmalarida to'planib, ikkilamchi mineral xomashyo manbai sifatida qaraladi. Shu sababli bunday obyektlar ilmiy adabiyotlarda «texnogen konlar» deb yuritilib, mineral resurslarning istiqbolli qo'shimcha manbalaridan biri sifatida e'tirof etiladi [6–7].

Mamlakatimizda amalga oshirilayotgan iqtisodiy islohotlar sharoitida mineral resurslardan kompleks va samarali foydalanish, shuningdek texnogen chiqindilarni qayta ishlash texnologiyalarini takomillashtirish muhim ilmiy-amaliy vazifalardan biri hisoblanadi. Foydali qazilmalarni qazib olishning ekstensiv usullaridan foydalanish yangi konlarni o'zlashtirish zaruratini yuzaga keltirib, yuqori sifatli rudalar zaxirasining kamayishiga sabab bo'lmoqda. Natijada qazib olish

sharoiti murakkab, foydali komponentlar miqdori past bo'lgan konlarni o'zlashtirishga to'g'ri kelmoqda. Bu esa ko'proq tog' massasini qazib olish va qayta ishlashni, energiya hamda moddiy resurslar sarfining ortishini, ishlab chiqarish tannarxining oshishini va texnogen chiqindilar hajmining yanada ko'payishini keltirib chiqaradi [8].

Shu nuqtai nazardan, texnogen chiqindilarni moddiy tarkibi bo'yicha baholash, ulardagi foydali komponentlar miqdorini aniqlash hamda ularning sanoat ahamiyatini asoslash alohida ilmiy ahamiyat kasb etadi. Bunday baholashda alohida elementlarning geokimyoviy tarqalish darajasini tavsiflovchi A.P. Vinogradov tomonidan taklif etilgan klark qiymatlaridan keng foydalaniladi. Ushbu ko'rsatkichlar texnogen xomashyodagi qimmatli elementlarning istiqbolliligini baholash va ularni qayta ishlashning iqtisodiy samaradorligini aniqlashda muhim mezon hisoblanadi [9].

Tadqiqot materiallari va metodlari.

Tadqiqot obyekti sifatida Angren va Yangi Angren issiqlik elektr stansiyalarining kul-shlak chiqindilaridan olingan texnologik namunalar tanlandi. Namunalarni laboratoriya tadqiqotlariga tayyorlash ishlari RETSCH kompaniyasining RM 200 markali laboratoriya mexanik stupkasida amalga oshirildi. Namunalar aralashtirish, qisqartirish va o'rtachalash usullari orqali tayyorlanib, mineralogik, kimyoviy hamda spektral tahlillar uchun alohida o'rtacha namunalar ajratildi.

Namunalarning zichligi GOST 32183–2013 talablariga muvofiq aniqlandi. Eritma muhitining vodorod ko'rsatkichi (pH) pH-150MI markali pH-metr yordamida o'lchandi. Flotatsiya jarayonida muhit regulyatori sifatida soda qo'llanildi. Muhitning optimal pH qiymati foydali komponentlarning boyitmaga ajralish samaradorligini oshirish maqsadida tanlandi.

Gravitatsion boyitish sinovlari FLSmidth kompaniyasi tomonidan ishlab chiqilgan Knelson KC-MD3 markali markazdan qochma konsentratorda o'tkazildi. Tajribalar ma'dan zarra-chalarining $-0,074+0,000$ mm yiriklik sinfi, markazdan qochma kuchning 40–80 G oralig'i hamda suv sarfining 2,8–3,5 l/min qiymatlarida olib borildi. Shuningdek, texnologik namunalar va ularning qayta ishlash mahsulotlarini gravitatsion boyitish laboratoriya konsentratsion stoli (30KS)

yordamida ham amalga oshirildi.

Flotatsion tadqiqotlar 240-FML laboratoriya flotomashinasi hamda “Geopribortsvetmet” konstruksiyasidagi flotatsiya uskunasida bajarildi. Magnit ajratish ishlari 138T-SEM markali laboratoriya induksion-rolikli separator (“Geopribortsvetmet”) yordamida olib borildi. Gidrometallurgik tadqiqotlar jarayonida tanlab eritish issiqlikka chidamli 0,5 va 1,0 litr hajmdagi laboratoriya stakanlari hamda kolbalarda amalga oshirildi. Boʻtanani aralashtirish mexanik va pnevmatik usullarda bajarildi.

Namunalarni maydalash ishlari laboratoriya maydalagichi (40ML) yordamida bajarildi. Maydalash jarayonida qattiq modda, suyuqlik va maydalovchi sharlarning ogʻirlik nisbati 1:0,5:8 etib qabul qilindi.

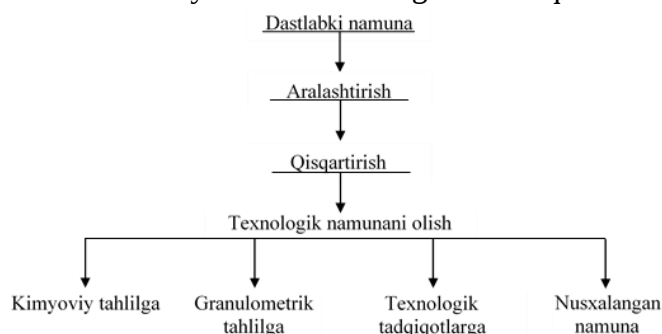
Texnologik namunalar hamda boyitish mahsulotlarining ogʻirligi Ohaus Pioneer PA214 markali laboratoriya analitik tarozisida aniqlandi.

Namunalarning mineralogik tarkibi “Mineral resurslar institute” davlat muassasasining “Mineralogik tadqiqotlar” boʻlimida oʻrganildi. Mineralogik tahlillar dastlabki namuna, gravitatsion va flotatsion boyitish mahsulotlari hamda pirometallurgik qayta ishlash natijasida olingan boyitmalar asosida amalga oshirildi. Gravitatsion boyitish mahsulotlari binokulyar mikroskop ostida tadqiq qilindi. Bundan tashqari, shaffof shliflar, anshliflar va briketlar tayyorlanib, ularning mineral tarkibi NIKON Eclipse LV100NPOL rudaviy mikroskopida 40–1000 martagacha kattalashtirish rejimida oʻrganildi. Immersion suyuqliklardan foydalanilgan holda oltin zarrachalarining morfolo-giyasi va tarqalishi aniqlandi.

Namunalarning moddiy tarkibini aniqlash maqsadida toʻliq silikat tahlili, kimyoviy tahlil hamda ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) usullaridan foydalanildi. Spektroskopik, ICP-MS va kimyoviy tahlillar “Mineral resurslar institute” davlat muassasasi hamda “Markaziy laboratoriya” davlat korxonasi laboratoriyalarida bajarildi.

Mazkur tadqiqotlarda gravitatsion, magnit va flotatsion boyitish usullari hamda gidrometallurgik jarayonlarning kompleks qoʻllanilishi kul-shlak chiqindilarining moddiy tarkibini baholash, foydali komponentlarning taqsimlanish qonuniyatlarini aniqlash va ularni sanoat sharoitida kompleks qayta

ishlash imkoniyatlarini asoslashga xizmat qildi.



1-rasm. Tadqiqotlar uchun namunalarning tayyorlash sxemasi.

Natijalar va muhokama. Texnogen chiqindilardagi qimmatbaho elementlarning kimyoviy tarkibini oʻrganish. Dastlabki namunalar boʻyicha spektral tahlil natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Dastlabki texnologik namunalar boʻyicha spektral tahlil natijalari “Markaziy laboratoriya” DK maʼlumotlariga koʻra

Elementlar	Miqdori, g/t					
	A-1	A-2	A-3	YA-4	YA-5	YA-6
Ca	20000	20000	>30000	>30000	>30000	30000
Na	8000	6000	>10000	10000	10000	9000
K	-	-	8000	8000	8000	8000
Mg	5000	30000	>30000	>30000	>30000	>30000
Ba	6000	700	900	800	800	800
Sr	100	100	300	200	300	200
Mn	600	2000	900	800	900	800
V	30	40	60	70	70	80
Ti	1000	2000	5000	5000	5000	5000
Cr	-	100	40	90	70	30
Ag	-	-	<1	-	4	-
Cu	20	20	50	40	30	40
Pb	200	100	60	80	70	100
Zn	200	200	100	200	70	100
Ni	20	20	60	20	40	30
Co	7	3	10	7	8	9
Mo	10	2	5	2	2	1
Sn	-	-	1	2	3	3
Be	1	2	5	3	4	5
Nb	-	-	20	20	30	-
Li	-	-	40	20	40	30
Y	9	10	20	20	20	30
Yb	1	2	3	2	4	4
Zr	200	90	100	90	100	100
Sc	-	-	30	10	10	10
Ga	9	10	20	20	20	20

2-jadval

O‘rganilgan namunalarning asosiy jins hosil qiluvchi komponentlari bo‘yicha (%) kimyoviy tahlil natijalarini solishtirish, “MRI” DM va “Markaziy laboratoriya” DK tomonidan amalga oshirilgan

Namunalar nomi	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe _{umumiy}	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	S	SO ₃	K.Y.M.	CO ₂
A-1	46,59	0,31	7,29	17,79	20,43	<0,5	2,24	0,06	0,67	0,07	2,39	5,96	16,0	0,22
	44,21	0,32	7,46	18,21	21,64	0,3	2,66	0,52	1,0	0,09	2,33	5,21	12,14	0,50
A-2	50,7	0,54	15,91	4,11	0,47	<0,5	3,08	0,06	0,83	0,08	0,29	0,34	22,0	0,88
	48,74	0,51	15,08	3,91	4,11	1,51	3,36	0,77	1,16	0,10	0,40	0,73	21,51	0,60
A-3	55,83	0,88	23,2	6,43	5,99	<0,5	4,48	0,05	0,95	0,13	0,34	0,84	4,0	0,88
	54,86	0,74	21,00	6,74	8,56	1,81	5,33	1,11	1,55	0,12	0,47	1,03	2,62	0,80
YA-4	58,0	0,77	24,86	3,38	1,23	<0,5	2,52	0,14	1,11	0,12	0,32	0,23	9,0	0,66
	52,73	0,71	21,25	2,59	2,63	1,41	3,08	0,91	1,59	0,13	0,35	0,26	13,66	0,50
YA-5	62,97	0,74	23,2	3,38	1,23	<0,5	2,24	<0,03	1,03	0,12	0,5	0,29	6,0	0,44
	60,17	0,72	21,13	3,40	3,39	1,61	2,80	0,72	1,36	0,14	0,52	0,37	6,03	0,40
YA-6	65,0	0,86	28,5	2,27	1,65	<0,5	1,4	0,12	1,19	0,11	<0,1	0,12	0,8	0,44
	63,92	0,84	25,05	2,21	2,71	0,81	2,80	0,69	1,75	0,14	0,16	0,34	0,49	0,30

3-jadval

O‘rganilgan namunalarning asosiy jins hosil qiluvchi komponentlari bo‘yicha (%) kimyoviy tahlil natijalarining o‘rtacha qiymatlari, “MRI” DM va “Markaziy laboratoriya” DK tomonidan amalga oshirilgan

Namunalar nomi	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe _{umumiy}	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Sum	SO ₃	K.Y.M.	CO ₂
A-1	45,4	0,31	7,37	18,00	21,03	<0,4	2,45	0,29	0,83	0,08	2,36	5,585	14,07	0,36
A-2	49,72	0,52	15,49	4,01	2,29	<1,0	3,22	0,41	0,99	0,09	0,34	0,535	21,75	0,74
A-3	55,34	0,81	22,1	6,58	7,27	<1,16	4,905	0,58	1,25	0,125	0,40	0,935	3,31	0,84
YA-4	55,36	0,74	23,05	2,99	1,93	<0,96	2,8	0,52	1,35	0,125	0,33	0,245	11,33	0,58
YA-5	61,57	0,73	22,16	3,39	2,31	<1,06	2,52	<0,38	1,195	0,13	0,51	0,33	6,01	0,42
YA-6	64,46	0,85	26,77	2,24	2,18	<0,66	2,1	0,40	1,47	0,125	<0,13	0,23	0,64	0,37
O‘rtacha arifmetik ko‘rsatkichlar														
Angren IES	47,56	0,42	11,44	14,59	16,67	0,91	2,84	0,35	0,92	0,09	1,35	3,06	17,91	0,55
Yangi Angren IES	58,47	0,74	22,61	5,20	4,83	1,51	2,66	0,62	1,27	0,13	0,42	0,29	8,67	0,50
Elektrofilter	59,90	0,83	24,44	6,11	6,42	1,31	3,50	0,49	1,36	0,13	0,28	0,58	1,98	0,61

4-jadval

Dastlabki namunalarda alohida metallar miqdori (g/t) massaspektrometrik tahlil (ICP-MS) ma’lumotlariga ko‘ra

Namuna nomi	Fe	Cu	Mo	Sc	Y	Lant.	Au*	Ag	Bi	Te	Pb	W	Sb	Se	Ge*	Tl	Ga*	U
A-1	145000	45,00	49,0	4,75	11,7	83,23	0,015	0,71	0,54	0,25	455,0	26,00	4,60	2,35	14,00	4,15	9,20	4,55
A-2	28000	36,00	19,0	7,75	16,0	123,79	0,016	0,71	0,33	0,12	73,5	22,50	2,90	3,75	3,60	1,40	18,50	7,10
A-3	55500	48,50	14,0	11,00	20,5	150,72	0,011	0,93	0,42	0,11	46,5	12,00	3,75	4,80	5,80	1,45	23,00	11,00
YA-4	21000	39,00	9,3	11,50	20,0	162,37	0,019	0,83	0,44	0,10	46,5	9,20	3,30	2,80	2,65	1,25	23,00	9,75
YA-5	20000	33,00	5,9	7,70	15,5	122,99	0,031	1,25	0,23	0,13	31,0	6,45	22,00	3,25	2,45	0,79	18,00	7,80
YA-6	11500	28,50	4,7	4,70	10,0	55,21	0,012	0,75	0,34	0,08	36,0	4,65	2,90	2,35	1,50	0,92	18,50	7,55

5-jadval

Texnogen chiqindilardagi elementlarning o'rtacha miqdorlari (g/t) va ularning Klark kontsentratsiyalari

Elementlar	Yer qobig'i o'rtacha Klark soni	Angren IES	KK	Yangi Angren IES	KK	Elektrofilter	KK
Fe	46500	86500,0	1,9	20500,0	0,4	33500,0	0,7
Cu	47,0	40,5	0,9	36,0	0,8	38,5	0,8
Mo	1,1	34,0	30,9	7,6	6,9	9,3	8,5
Sc	10,0	6,25	0,6	9,60	1,0	7,85	0,8
Y	20,0	13,9	0,7	17,8	0,9	15,3	0,8
Σ lant.	178,0	103,5	0,6	142,7	0,8	103,0	0,6
Au*	0,0043	0,015	3,5	0,025	5,8	0,012	2,7
Ag	0,07	0,71	10,1	1,04	14,8	0,84	12,0
Bi	0,009	0,44	48,3	0,33	36,7	0,38	42,2
Te	0,001	0,18	182,8	0,11	114,0	0,09	94,0
Pb	16,0	264,3	16,5	38,8	2,4	41,3	2,6
Cd	0,13	0,42	3,2	0,12	0,9	0,16	1,3
W	1,3	24,3	18,7	7,8	6,0	8,3	6,4
Sb	0,5	3,75	7,5	12,65	25,3	3,33	6,7
Se	0,05	3,05	61,0	3,03	60,5	3,58	71,5
Ge*	1,40	8,80	6,3	2,55	1,8	3,65	2,6
Tl	1,00	2,78	2,8	1,02	1,0	1,18	1,2
Ga*	19,0	13,9	0,7	20,5	1,1	20,8	1,1
Pd*	0,013	0,85	65,0	0,91	70,0	0,81	62,3
U	2,5	5,83	2,3	8,78	3,5	9,28	3,7
Re*	0,0007	0,0023	3,3	0,0023	3,2	0,0049	7,0
Pt*	-	0,0018		0,0018		0,0025	
Rh*	-	0,0148		0,0193		0,0171	

Izoh: KK – klark

* elementlar, belgisi bilan belgilanganlar yarim miqdoriy ta'rifga ega

6-jadval

Dastlabki namunalarda selen (Se), tellur (Te) va reniy (Re) miqdori (g/t) kimyoviy tahlil ma'lumotlariga ko'ra ("Markaziy laboratoriya" DK)

Namuna nomi	Cu	Mo	Au	Se	Te	Re
Angren IES	80	32	<0,1	0,7	<1	0,094
Yangi Angren IES	60	43	<0,1	0,5	3	0,089
Elektrofilter	60	90	<0,1	1,1	<1	0,087

Natijalar va muhokama. 2–3-jadvallarda

Angren va Yangi Angren issiqlik elektr stansiyalarining kul-shlak chiqindilaridan olingan texnologik namunalarning kimyoviy tahlil natijalari keltirilgan. Tahlillar natijasida barcha namunalar alyumosilikat tarkibli texnogen xomashyo ekanligi aniqlandi. Jumladan, A-1, A-2 (Angren IES kul-shlak chiqindilari), A-3 (Angren IES elektrofilter kuli), YA-4, YA-5 (Yangi Angren IES kul-shlak chiqindilari) hamda YA-6 (Yangi Angren IES elektrofilter kuli) namunalarida kremniy dioksidi (SiO_2) miqdori mos ravishda 45,40; 49,72; 55,34; 55,36; 61,57 va 64,46%, alyuminiy oksidi (Al_2O_3) esa 7,37; 15,49; 22,10; 23,05; 22,16 va 26,77 % ni

tashkil etdi.

Kimyoviy tahlillar kul-shlak chiqindilari tarkibida sanoat nuqtai nazaridan ahamiyatga ega bo'lgan foydali komponentlar, xususan temir va qoldiq uglerod mavjudligini ko'rsatdi. Qoldiq uglerod miqdori kuydirishdagi massa yo'qotilishi (K.Y.M.) ko'rsatkichi orqali baholandi. Ushbu ko'rsatkich Angren IESning A-1 va A-2 hamda Yangi Angren IESning YA-4 va YA-5 namunalarida nisbatan yuqori bo'lib, mos ravishda 14,07; 21,75; 11,33 va 6,02% ni tashkil etdi.

Temirning eng yuqori miqdori A-1 namunasida kuzatilib, 18,00% ni tashkil etdi. A-2, YA-4 va YA-5 namunalarida temir miqdori mos

ravishda 4,01; 2,99 va 3,39% bo'ldi. Elektrofiltir kuli namunalari (A-3 va YA-6) esa qoldiq uglerod hamda temir miqdorining nisbatan pastligi bilan tavsiflandi. Mazkur namunalarda K.Y.M. mos ravishda 3,31 va 0,645%, temir miqdori esa 6,58 va 2,24% ni tashkil etdi.

4-jadvalda texnologik namunalarning ICP-MS usulida olingan massaspektrometrik tahlil natijalari keltirilgan. Tahlillar "Markaziy laboratoriya" DK kimyo laboratoriyasida bajarildi.

7-jadval

**Dastlabki texnologik namunalarning
granulometrik tarkibi**

Yiriklik sinfi, mm	Chiqish, %					
	A-1	A-2	A-3	YA-4	YA-5	YA-6
+3	10,1	2,2	-	7,7	0,7	-
-3+1,0	1,4	3,9	1,3	5,6	4,6	1,1
-1,0+0,5	5,9	4,8	0,5	4,8	11,1	-
-0,5+0,25	26,7	17,0	0,8	10,5	22,5	0,5
-0,25+0,16	29,4	21,0	5,5	17,4	23,7	13,4
-0,16+0,08	12,8	21,6	26,1	23,3	20,8	43,1
-0,08+0,044	6,7	11,2	7,5	9,6	9,2	10,0
-0,044+0,022	5,56	11,78	49,05	13,11	6,5	21,75
-0,022+0,01	0,71	4,23	6,89	5,06	0,64	7,48
-0,01+0,005	0,33	1,19	1,26	2,03	0,25	1,84
-0,005+0,001	0,18	0,81	0,64	0,88	0,06	0,57
-0,001+0	0,09	0,39	0,51	0,03	0,05	0,18
Jami	100	100	100	100	100	100

5-jadval ma'lumotlariga ko'ra, Angren va Yangi Angren IES kul-shlak chiqindilari tarkibida molibden, vismut, tellur, selen va palladiy kabi qimmatli elementlar mavjudligi aniqlandi. Jumladan, molibden miqdori 34,0 va 7,6 g/t, vismut 0,44 va 0,33 g/t, tellur 0,18 va 0,11 g/t, selen 3,05 va 3,03 g/t, palladiy esa 0,85 va 0,91 g/t ni tashkil etdi. Mazkur elementlarning konsentratsiyasi texnogen xomashyoni kompleks qayta ishlash va ulardan qimmatli komponentlarni ajratib olish istiqbollari mavjudligini ko'rsatadi.

Elementlarning miqdoriy tarkibini A.P. Vinogradovning klark qiymatlari bilan taqqoslash texnogen chiqindilarning geokimyoviy jihatdan istiqbolli xomashyo ekanligini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, ularni sanoat miqyosida o'zlashtirish qo'llaniladigan boyitish va metallurgik texnologiyalarning texnik hamda iqtisodiy samaradorligiga bevosita bog'liq.

Namunalarning granulometrik tarkibi.

Texnogen chiqindilarning granulometrik tarkibini aniqlash hamda foydali komponentlarning yiriklik sinflari bo'yicha taqsimlanishini baholash maqsadida elakli tahlil o'tkazildi. Buning uchun namunalardan o'rtacha namunalar ajratilib, ular 12 ta yiriklik sinfi bo'yicha fraksiyalarga ajratildi. Har bir fraksiyaning og'irligi va chiqish miqdori aniqlanib, hisob-kitob natijalari 8-jadvalda keltirilgan. Olingan ma'lumotlar texnologik sxemani tanlash hamda boyitish jarayonlarining optimal parametrlarini belgilash uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Qolgan uglerod (to'liq kuydirilmagan organik modda) miqdorini yiriklik sinflari bo'yicha aniqlash maqsadida kul-shlak chiqindilari namunalarning alohida fraksiyalari "Snol" laboratoriya pechida 850 °C haroratda, havo almashinuvi cheklanmagan sharoitda 1,5 soat davomida kuydirildi. Belgilangan haroratga erishilgandan so'ng namunalarning massa yo'qotilishi aniqlanib, kuydirishdagi yo'qotish (K.Y.M.) qiymatlari hisoblandi. Olingan natijalar asosida uchuvchan komponentlarning yiriklik sinflari bo'yicha taqsimlanishi baholandi. Tadqiqot natijalari 9-jadvalda keltirilgan.

Granulometrik tarkib texnogen chiqindilarni magnit usulda boyitish samaradorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, mayda dispers nemagnit zarrachalar magnit maydonda magnit fraksiyalar bilan birgalikda ushlanib qoladi. Natijada magnit konsentratining chiqishi ortadi, biroq undagi temir miqdori ma'lum darajada kamayadi. Shu sababli magnit ajratish jarayonida zarracha yirikligini optimallashtirish yuqori sifatli konsentrat olishning muhim omillaridan biri hisoblanadi.

Xulosa. Tadqiqot natijalari Angren va Yangi Angren issiqlik elektr stansiyalarining kul-shlak chiqindilari tarkibida sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan foydali komponentlar mavjudligini tasdiqladi. Kimyoviy, mineralogik, granulometrik hamda ICP-MS tahlillari ushbu texnogen xomashyoning alyumosilikat tabiatga ega ekanligini hamda uning tarkibida temir, qoldiq uglerod va ayrim qimmatli elementlarning mavjudligini ko'rsatdi.

O'tkazilgan tadqiqotlar kul-shlak chiqindilarini gravitatsion, magnit va flotatsion boyitish usullari hamda gidrometallurgik texnologiyalar

asosida kompleks qayta ishlash imkoniyatlari mavjudligini ilmiy jihatdan asosladi. Tadqiq etilgan namunalarda radionuklidlar miqdorining amaldagi me'yoriy talablarga mos kelishi ularni ikkilamchi mineral xomashyo sifatida sanoatda qo'llash istiqbollarini yanada oshiradi.

Shunday qilib, Angren va Yangi Angren

issiqlik elektr stansiyalarining kul-shlak chiqindilarini kompleks qayta ishlash qimmatli komponentlarni qayta tiklash, tabiiy mineral resurslardan oqilona foydalanish, texnogen chiqindilar hajmini kamaytirish hamda ekologik holatni yaxshilashga xizmat qiladigan istiqbolli yo'nalishlardan biri hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

- [1] Снурников, А. П. (1986). Комплексное использование минеральных ресурсов в цветной металлургии. Металлургия.
- [2] Ushbu adabiyotlar APA 7 uslubida, asl tili va kirill alifbosida quyidagicha rasmiylashtiriladi:
- [3] Снурников, А. П. (1986). Комплексное использование минеральных ресурсов в цветной металлургии. Металлургия.
- [4] Санакулов, К. С., & Шеметов, П. А. (2010). Концептуальные основы решения проблем переработки техногенного сырья. Горный вестник Узбекистана, 4(43), 7–11.
- [5] Санакулов, К. С. (2009). Обоснование и разработка технологии переработки отходов горно-металлургических производств (Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук). Навои.
- [6] Санакулов, К. С. (2009). К вопросу обоснования и разработки технологии переработки отходов горно-металлургических производств. Горный вестник Узбекистана, 1(36), 27–38.
- [7] Комаров, М. А., и др. (2007). Горнопромышленные отходы – дополнительный источник минерального сырья. Минеральные ресурсы России, 4, 3–9.
- [8] Джумаев, М. Х. (2003). Прошлое и будущее Такобского месторождения. Горный журнал. Цветные металлы (спец. выпуск), 50–51.
- [9] Каландадзе, О. С., Кереселидзе, Г. П., Чохонелидзе, М. И., & Миронов, В. В. (2004). Квайсинское горно-обогатительное предприятие: рудная база и перспективы развития. Горный журнал, 4, 57–60.
- [10] Кушнаренко, Ю. С. (1996). Гравитационное обогащение твердых полезных ископаемых. В Лабораторные и технологические исследования минерального сырья (Обзор, информ., Вып. 3). АОЗТ «Геоинформ Марк».
- [11] Лесовик, Р. В. (2004). Комплексное использование хвостов мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов. Горный журнал, 1, 76–77.

Maqolaga iqtibos keltirish | Как цитировать статью | How to cite this article

Almatov, I. M., Xatamov, G. A., Botirov, M. S., & G'ulomov, I. I. (2026). Angren va Yangi Angren issiqlik elektr stansiyalari kul-shlak chiqindilaridan olingan texnologik namunalarning moddiy tarkibini tadqiq etish. Sanoatda raqamli texnologiyalar, 4(3). <https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.4.3.2026.6>
