

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK VA TEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.17/04.06.2021.T.06.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK VA TEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI**

NAMAZOV SUNNAT ZOKIROVICH

**YUQORI KULLANGAN ANGREN KONI QO'NG'IR KO'MIRINI
BOYITISH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH**

04.00.14 – Foydali qazilmalarni boyitish

**TEXNIKA FANLARI bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI**

Navoiy – 2024

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiya avtoreferati
mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по
техническим наукам**

**Content of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) of
technical sciences**

Namazov Sunnat Zokirovich

Yuqori kullangan Angren koni qo'ng'ir ko'mirini boyitish texnologiyasini ishlab
chiqish.....3

Намазов Суннат Зокирович

Разработка технологии обогащения высокозольного бурого угля из
Ангренского разреза.....21

Namazov Sunnat Zokirovich

Development of technology for enriching high-ash brown coal from the Angren
open-pit mine.....39

E'lon qilingan ishlar ro'uxati

Список опубликованных работ
List of published works.....42

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK VA TEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.17/04.06.2021.T.06.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK VA TEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI**

NAMAZOV SUNNAT ZOKIROVICH

**YUQORI KULLANGAN ANGREN KONI QO'NG'IR KO'MIRINI
BOYITISH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH**

04.00.14 – Foydali qazilmalarni boyitish

**TEXNIKA FANLARI bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI**

Navoiy – 2024

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida № B2021.4.PhD/T2473 raqam bilan ro‘yxatga olingan.

Doktorlik dissertatsiyasi Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universitetida bajarilgan.
Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengashning veb-sahifasida (www.nsumt.uz) va «ZiyoNet» Axborot ta’lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Doniyarov Nodirjon Abdixakimovich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Muxiddinov Baxodir Faxriddinovich
kimyo fanlari doktori, professor

Xudoyarov Suleyman Rashidovich
texnika fanlari nomzodi, dotsent

Yetakchi tashkilot:

I.Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti

Dissertatsiya himoyasi Navoiy Davlat konchilik va texnologiyalar universiteti huzuridagi DSc.17/04.06.2021.T.06.01 raqamli Ilmiy kengashning 2024 yil «10» 08 soat 10⁰⁰ dagi majlisida bo‘lib o‘tadi. (Manzil: 210100, Navoiy shahri, G‘alaba shoh ko‘chasi, 76v-uy. Navoiy Davlat konchilik va texnologiyalar universiteti majlislar zali. Tel.: (79) 223-23-32; faks: (79) 223-49-66; e-mail: info@nsumt.uz. www.nsumt.uz).

Dissertatsiya bilan Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (159 raqami bilan ro‘yxatga olingan). (Manzil: 210100, Navoiy shahri, G‘alaba shoh ko‘chasi, 76V-uy, Tel.: (79) 223-23-32; faks: (79) 223-49-66.)

Dissertatsiya avtoreferati 2024 yil «29» 08 kuni tarqatildi.
(2024 yil «29» 08 dagi 15 raqamli reestr bayonnomasi)



K.S. Sanakulov
Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy kengash raisi, t.f.d., professor

O.U. Fuzaylov
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy
kengash ilmiy kotibi, t.f.f.d. (PhD)

A.U. Samadov
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash qoshidagi
Ilmiy seminar raisi, t.f.d., professor

KIRISH (Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasining annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda hozirgi vaqtda ko‘mir asosiy yoqilg‘i qazilma bo‘lib, dunyodagi energiyaga bo‘lgan talabning katta qismini ta‘minlamoqda. Yuqori kullangan ko‘mirni boyitish ko‘rsatkichlarini yaxshilash va kompleks qayta ishlashni takomillashtirish ko‘mir sanoatining asosiy muammosi hisoblanadi. Shu bilan birga yuqori kullangan ko‘mirdan foydalanganda issiqlik elektr stansiyalaridan chiqayotgan kul yaroqli ekin maydonlarini egallab, landshaftni yaroqsiz holatga keltiradi va mintaqadagi ekologik vaziyatni yomonlashtiradi. Bunga bog‘liq holda atrof-muhit muhofaza qilishga qo‘yilayotgan talablarni inobatga olib, yuqori kullangan ko‘mirni boyitishning ekologik va kamxarajat texnologiyalaridan foydalanishga e‘tibor qaratish muhim ahamiyatga ega.

Dunyoda yuqori sifatli ko‘mir zaxiralarining kamayishi sababli yuqori kullangan, past navli ko‘mir qazib olish va qayta ishlash bo‘yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada, ko‘mirni boyitish jarayonida yuqori kullangan ko‘mirni qayta ishlashning kompleks texnologiyalarini ishlab chiqish, tarkibidagi qimmatbaho metallar va komponentlarni ajratish usullarini takomillashtirish, ekologik va iqtisodiy nuqtai nazardan past navli ko‘mirni kombinatsiyalashgan usulda boyitish orqali yuqori samarali texnologiyalarni ishlab chiqish va joriy etishga alohida e‘tibor qaratilmoqda.

Respublikamizda ko‘mir sanoati mamlakat iqtisodiyotining rivojlangan muhim tarmoqlaridan biri bo‘lib, issiqlik elektrostansiyalarining kul-shlak chiqindilari va zararli gazlarni atmosferaga chiqarib yuborishni kamaytirish va yangi takomillashtirilgan yuqori kullangan qo‘ng‘ir ko‘mirni boyitish texnologiyalarini ishlab chiqish va joriy etish bo‘yicha ilg‘or ilmiy asoslangan chora-tadbirlarni joriy qilib, qator ilmiy-amaliy natijalarga erishilmoqda. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining Qarorida¹ “2019 — 2024 yillar davomida “Angren” konidan ko‘mir qazib olish hajmini 8 million tonnaga yetkazish va qazib olinadigan ko‘mir sifatini oshirish” kabi muhim vazifalar belgilangan. Ushbu vazifalardan kelib chiqqan holda “Angren” koni yuqori kullangan qo‘ng‘ir ko‘mirini qazib olish va boyitishning yangi texnologiyalarini joriy etish va rivojlantirish muammolarini hal etishga qaratilgan tadqiqotlar katta ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 13-iyundagi PQ-3054-sonli “2017-2021-yillarda ko‘mir sanoatini yanada rivojlantirish va modernizatsiya qilish dasturi to‘g‘risida”gi qarori, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 10-iyuldagi PF-4779-sonli “Iqtisodiyotning energiya samaradorligini oshirish va mavjud resurslardan foydalanish orqali iqtisodiyot tarmoqlarining yoqilg‘i-energetika mahsulotlariga qaramligini kamaytirishga doir qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi hamda O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 16-fevraldagi PF-57-sonli “2023-yilda qayta tiklanuvchi energiya manbalari va energiya tejoychi texnologiyalarni joriy etishni jadallashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi farmonlarida, shuningdek boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda

¹ O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PQ-4234-son Qarori. “O‘zbekiston Respublikasining ko‘mir sanoatini yanada kompleks rivojlantirish va takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” 03.07.2019 yil

belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning Respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga muvofiqligi. Mazkur tadqiqot ishi Respublika fan va texnologiyalarni rivojlantirishning VII. “Yer to‘g‘risidagi fanlar (geologiya, geofizika, seysmologiya va mineral xomashyolarni qayta ishlash)” ustuvor yo‘nalishiga muvofiq bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Yuqori kullangan ko‘mirni fizik-kimyoviy boyitish usullaridan foydalanib ko‘mir sifatini oshirish, shuningdek ko‘mir kullaridan qimmatbaho, rangli, nodir va noyob metallarni ajratib olishni rivojlantirish sohasida xorijiy va mahalliy olimlar Avdoxin V.M., Barskiy M.D., Begran N.G., Kizelvalter B.V., Samilin N.A., Shohin V.N., Fomenko T.G., Bruce G. Miller, Golberg G.Yu., Sushanta K. Behera, Mijal V., Gulsoy O.Y., Pauell M. A., Lyon V.S., Sanakulov K.S., Yusupxodjayev A.A., Yusupova T.S., Doniyarov N.A., va boshqalar ilmiy tadqiqot ishlari orqali salmoqli hissa qo‘shganlar.

Adabiy manbalarni tahlil qilish asosida ma‘lum bo‘ldiki, yuqori kullangan qo‘ng‘ir ko‘mirni qayta ishlash bo‘yicha barcha ishlar alohida boyitish usullari yordamida kul miqdorini kamaytirishga qaratilgan. Kombinatsiyalashgan boyitish, ya‘ni yuqori kullangan qo‘ng‘ir ko‘mirning kulini kamaytirish uchun flotatsiya-gravitatsiya usulida boyitishdan foydalangan holda texnologiyani ishlab chiqish bo‘yicha tadqiqotlar yetarlicha o‘rganilmagan. Flotatsiya-gravitatsiya kombinatsiyalashgan boyitishdan foydalangan holda texnologiyalarni ishlab chiqish va joriy etish yanada samarali bo‘lishi va ularni qayta ishlash jarayonida yuqori rentabellikka erishish mumkin. Mazkur dissertatsiya ishi yuqori kullangan qo‘ng‘ir ko‘mirni boyitishning samarali texnologiyasini ishlab chiqish va amaliyotga joriy etishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan oliy ta‘lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universitetining ilmiy-tadqiqot rejasining 08/2023 – “Mahalliy xomashyodan glinaziyom olish imkoniyatlarini tadqiq qilish va o‘rganish” mavzusidagi xo‘jalik shartnomasi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi Angren koni yuqori kullangan qo‘ng‘ir ko‘mirini boyitishning kombinatsiyalashgan (flotatsiya-gravitatsiya) usulidan foydalanib ko‘mirni yonuvchi qismini oshirish uchun boyitishning samarali texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

yuqori kullangan qo‘ng‘ir ko‘mirning kimyoviy va mineralogik tarkibini o‘rganish;

yuqori kullangan qo‘ng‘ir ko‘mirni dastlabki va olingan boyitmalarini (deferensial skanerlash kalorimetr DSK) larda termik usulda issiqlik ajralishini aniqlash;

boyitishning gravitatsiya usulida cho‘ktirish mashinasida, boyitish stoli va havo saralagichlarida har xil texnologik rejimlarda yuqori kullangan ko‘mirdan boyitilgan ko‘mir olish jarayonini tadqiq qilish;

yuqori kullangan qo'ng'ir ko'mirni flotatsiya usulida boyitishning reagent rejimi va texnologik parametrlarini tadqiq qilish;

yuqori kullangan qo'ng'ir ko'mirni boyitishning kombinatsiyalashgan (flotatsiya gravitatsiya) texnologiyasini ishlab chiqish.

Tadqiqotning obyekti sifatida «Angren koni» yuqori kullangan qo'ng'ir ko'miri olingan.

Tadqiqotning predmeti yuqori kullangan qo'ng'ir ko'mirni kombinatsiyalashgan usulda boyitish texnologiyasini ishlab chiqish tashkil etgan.

Tadqiqotning usullari. Dissertatsiya ishini olib borishda zamonaviy kompleks tadqiqot usullari, jumladan rentgen fazalari tadqiqot usullari, dastlabki va olingan boyitmaning issiqlik ajralish xususiyatlarini o'rganish uchun termogravimetrik tahlil usuli, laboratoriya tajribalari, sanoat-sinov tajribalari, elektron mikroskopiya, rentgen strukturaviy tahlil, kimyoviy tahlil usullari va laboratoriya sinovlari natijalarini qayta ishlash usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

gravitatsiya usulida boyitishning eng maqbuli cho'ktirish mashinasida ko'mirni yengil mahsulotga ajratish ekanligi asoslangan;

birinchi marta Angren koni yuqori kullangan qo'ng'ir ko'mirini flotatsiya usulida boyitish uchun yangi reagent qo'llanilgan va bunda yonmaydigan qo'shimchalar chiqindiga ajralishi aniqlangan;

yuqori kullangan Angren qo'ng'ir ko'mirini gravitatsiya-flotatsiya usullarida boyitishning texnologik ko'rsatkichlariga yiriklik sinfi, reagent sarfi va jarayon davomiyligining ta'siri aniqlangan;

birinchi marta ko'mirni 88-90% boyitmaga ajratib olish va kul miqdori 10-12% tashkil etadigan mahsulot olish imkonini beradigan boyitishning gravitatsiya-flotatsiya texnologik sxemasi ishlab chiqilgan;

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

yuqori kullangan qo'ng'ir ko'mirning kimyoviy va mineralogik tarkiblari aniqlangan;

cho'ktirish mashinasida boyitishning optimal parametrlarida amplituda - 15 mm, pulsatsiya chastotasi - $175^{-\text{min}}$ va $Q: S = 1: 5$ nisbatida, 73,4% ko'mirning boyitmaga ajralishi aniqlangan ;

Angren konidagi yuqori kullangan qo'ng'ir ko'mirni boyitishning kombinatsiyalashgan texnologiyasi ishlab chiqilgan, bu esa dastlabki mahsulot tarkibidagi uglerod miqdorini 47% dan boyitma tarkibidagi uglerod miqdori 88-90% gacha oshirishga, shuningdek boyitma tarkibida oltingugurt 1,2% dan 0,2% gacha kamayishi isbotlangan;

birinchi marta Respublikamizda ko'mirni boyitishda import o'rnini bosuvchi mahsulot mahalliy ko'pik hosil qiluvchi flotatsiya reagentidan foydalanib, ko'mir tarkibidagi kul miqdorini 10-12% gacha kamaytirish, olingan ko'mir boyitmasini yongandagi issiqlik ajralishi 4260 kkal/kg oshirish, ko'mir tashishni yiliga 2 055 300 tonnagacha va ko'mir tarkibidagi oltingugurt miqdori yiliga 33466 tonna kamaytirish imkonini beruvchi boyitishning kombinatsiyalashgan texnologiyasi ishlab chiqilgan;

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi keng miqyosda o'tkazilgan laboratoriya va yarim-sanoat tajribalari ko'mirni ajratib olish darajasini oshirishda ishning asosiy mazmuniga mosligi va miqdor jihatdan o'z tasdig'ini topgani va ishlab chiqilgan texnologiyada flotatsiya-gravitatsiya jarayonlarining rejimlarini qo'llash natijalari, kengaytirilgan tajriba sinovlarining ijobiy natijalari boyitilgan ko'mirda kul miqdori kamayishi va uning yongandagi issiqlik ajralishining oshirilganligi muhim ijobiy natijalar bilan asoslangan.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati Angren koni yuqori kullangan qo'ngir ko'miridan ko'mirni boyitmaga ajralishiga ta'sir qiluvchi omillar aniqlangan, yuqori kullangan qo'ng'ir ko'mirni boyitishning yangi ekologik va iqtisodiy samarali texnologik sxemasini qo'llash maqsadga muvofiqligi nazariy asoslangan va qo'ng'ir ko'mirni flotatsiya-gravitatsiya usulida boyitish rejimi va parametrlarini aniqlash bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati Angren koni yuqori kullangan qo'ng'ir ko'mirni boyitish texnologiyasi ishlab chiqish, shu jumladan qo'ng'ir ko'mirni boyitmaga ajralishini 88-90% ga oshirish, ko'mir tarkibidagi oltingugurtni 1,2% dan 0,2% gacha kamaytirish, boyitilgan ko'mir tarkibidagi kul miqdorini 10-12% gacha kamaytirish va boyitilgan ko'mirdan 4260 kkal/kg issiqlik energiyasi olishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Angren koni yuqori kullangan qo'ng'ir ko'mirni boyitish texnologiyasini ishlab chiqish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

Angren koni yuqori kullangan qo'ng'ir ko'mirini kombinatsiyalashgan (flotatsiya-gravitatsiya) usulda boyitishning yangi texnologiyasi "Navoiy kon-metallurgiya kombinati" aksiyadorlik jamiyatida amaliyotga joriy etilgan («Navoiy kon-metallurgiya kombinati» AJning 2023 yil 29 noyabrdagi 23/01-01-07/638 -sonli ma'lumotnomasi). Natijada, ishlab chiqilgan texnologiyani qo'llash kul miqdorini 50-53% dan 10-12% gacha kamaytirish imkonini bergan;

Yuqori kullangan qo'ng'ir ko'mirni asosiy flotatsiya, nazorat flotatsiyasi va I-tozalash flotatsiyasi, cho'ktirish mashinasida boyitishdan iborat bo'lgan texnologik sxemasi "Navoiy kon-metallurgiya kombinati" aksiyadorlik jamiyatida amaliyotga joriy etilgan («Navoiy kon-metallurgiya kombinati» AJning 2023 yil 29 noyabrdagi 23/01-01-07/638-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, qo'ng'ir ko'mirni yonganda issiqlik ajralishini 3 marta oshirish va ko'mirni boyitmaga ajralishini 88-90 % ga oshirish imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiya qilish. Mazkur tadqiqotning natijalari 4 ta respublika va 1 ta xalqaro ilmiy-amaliy anjumanlarda aprobatsiya qilingan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 10 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish uchun tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 4 ta maqola, jumladan, 2 ta respublika va 2 ta xorijiy jurnallarda nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to‘rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati hamda ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 116 betni tashkil etgan.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida olib borilgan tadqiqotning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari, obyekti va predmeti aniqlangan, tadqiqotning Respublikada fan va texnologiyalarni rivojlantirishning ustuvor yo‘nalishlariga mosligi ko‘rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari ochib berilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy etilishi bo‘yicha tavsiyalar, e‘lon qilingan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo‘yicha ma‘lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning «**Ko‘mir sanoatida ko‘mirni boyitishning istiqbollari va hozirgi holati**» nomli birinchi bobida O‘zbekiston ko‘mir sanoatining xomashyo bazasi va istiqbollari tahlil qilinib, jahon amaliyotida yuqori kullangan ko‘mirni boyitish va qayta ishlashning zamonaviy holati va rivojlanish darajasi o‘rganildi. Adabiy manbalarni o‘rganishda tadqiqotlar va amalga oshirilgan ishlarni tahlil qilish natijasida ma‘lum bo‘ldiki, past navli toshko‘mir va qo‘ng‘ir ko‘mirni boyitishning nazariy tahlili va past navli toshko‘mirni va qo‘ng‘ir ko‘mirni boyitish usullarining yangi texnologiyalarini o‘rganishga bag‘ishlangan.

Dissertatsiya ishining «**Qo‘ng‘ir ko‘mir tarkibli mahsulotlarni tadqiq qilish obekti va usullari**» nomli ikkinchi bobi tadqiqot obyekti – Angren ko‘mir koni “2 BR BOMCIII” markali qo‘ng‘ir ko‘mirini moddiy takibini o‘rganishga shuningdek, tadqiqotni olib borish usullari va olib borilgan tajriba ishlarini tavsiflashga bag‘ishlangan.

Kimyoviy tahlil namunaning tog‘ jinsi qismini silikat parchalash usulida aniqlandi. Kimyoviy tahlil shuni ko‘rsatadiki dastlabki ko‘mir namunasida ko‘mirdan tashqari asosan qora va yengil metallar, shuningdek noruda foydali qazilmalar qo‘shimchalaridan iborat. Dastlabki ko‘mir namunasida quydagi kimyoviy elementlar aniqlandi: alyuminiy 6,7%, temir 1,2%, titan 0,2%, natriy 0,2%, magniy 0,3%, kremniy 10,8%, kalsiy 1,2%, oltingugurt 1,2%, uglerod 54,5% va boshqalar (1-jadval).

1-jadval

Dastlabki qo‘ng‘ir ko‘mirning kimyoviy tarkibi, %

Elementlar miqdori, %										
Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Ti	Fe	C _{umum}	A ^d
0,2	0,34	6,7	10,8	1,2	0,8	1,2	0,2	1,2	54,5	45,5

Dastlabki namunani rentgen fazali difraktometrik usulda mineralogik tarkibini Empyrean difraktometr (Panalytical, Niderlandiya) qurilmasida o‘rganildi.

Difraksiya ma'lumotlari 5 dan 90 ± 2 teta gacha bo‘lgan burchaklar oralig‘ida aniqlangan. 6 ta namunaning kukunli difraktogrammalari Ritveld usuli yordamida aniqlandi.

Minerallar miqdoriga ko'ra rentgenofazali tahlil natijalari

Mineral	Kvars	Pirit	Kaolinit	Muskovit	Nakrit	Ko'mir	Dolomit	kalsit	Rutil	Albit
Miqdori, %	13	1,1	22	10	6	43	0,5	0,6	0,5	3,3

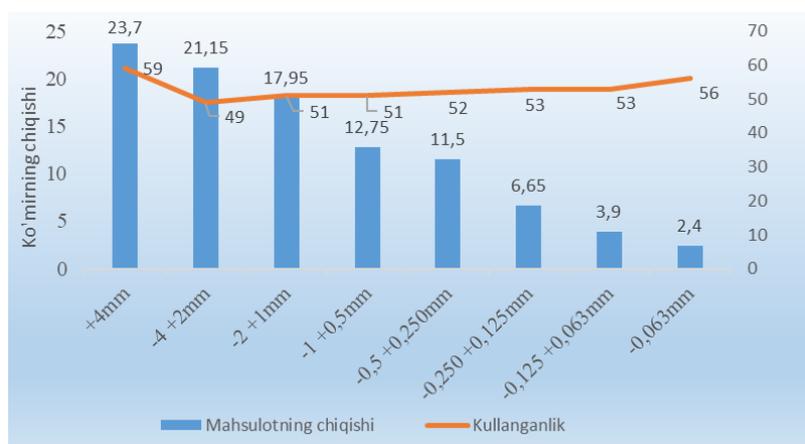
Tahlil natijalarida quydagi asosiy minerallar aniqlandi: kvars (13%), kaolinit (22%) va ko'mir (43%). pirit (FeS_2) muskovit ($\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{F},\text{OH})_2$), nakrit ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$), dolomit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), kalsit (CaCO_3), rutil (TiO_2), albit ($\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$).

Shuningdek, yuqori kullangan qo'ng'ir ko'mirni dastlabki namunasini issiqlik energiyasi ajralishini aniqlash bo'yicha laboratoriya sinovlari GOST ISO 1171-2012 va GOST 147-2013, GOST 27314-91 davlatlararo standartlariga muvofiq amalga oshirildi. Laboratoriya sinovini o'tkazishda turli laboratoriya uskunalari ishlatilgan: SLN 180 SMART markali quritish shkafi, QUENTIX224-10RU markali tarozi, termometr, XRY-1A markali kalorometr. O'tkazilgan laboratoriya sinovi natijalari 3-jadvalda keltirilgan.

Issiqlik ajralishi tajriba sinov natijalari

№	Material	Kul miqdori A^d , %.	Yoqilg'ining ish holatida umumiy namlikning massa ulushi, W^t ,	Yoqilg'ining ish holatidagi eng past yonish issiqligi Q^f kkal/kg.
1	Qo'ng'ir ko'mir	45,5	4,45	1650

«Angren koni yuqori kullangan ko'mirini boyitish usullarini tadqiq qilish» nomli dissertasiyaning uchinchi bobida Angren koni yuqori kullangan ko'mirini boyitish usullari va taklif etilayotgan jarayonlarning texnologik rejimlarini tadqiqot natijalari keltirilgan.



1-rasm. Maydalangan yuqori kullangan ko'mir namunasini kullanganlik taqsimoti yirik sinflarning chiqishiga bog'liqligi.

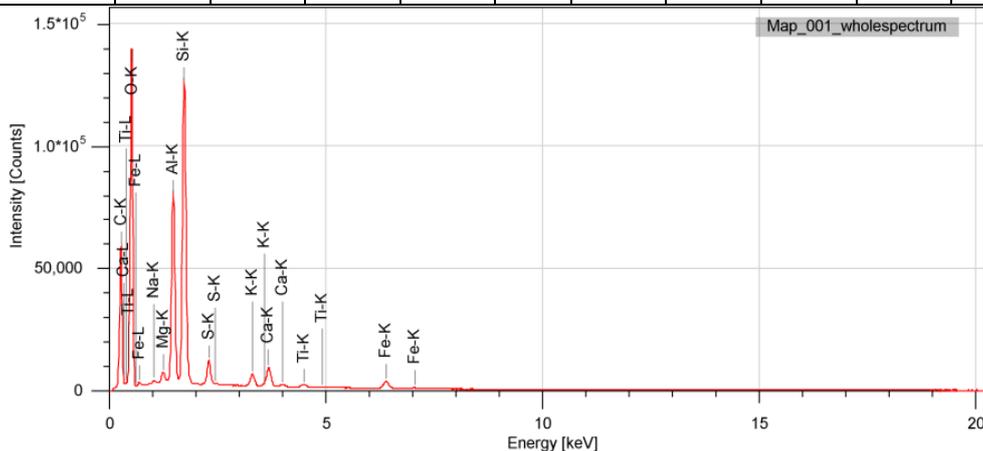
Shuningdek, ko'mirning granulometrik tarkibini aniqlash bo'yicha tadqiqotlar Retsch AS 450 control markali analitik g'alvirlash mashinasi, yordamida o'tkazildi.

Shuningdek, "EVO MA 10" elektron skanerlash mikroskopi yordamida dastlabki ko'mir namunasining kimyoviy tarkibini aniqlandi. 4- jadval va 2-rasmda kimyoviy tahlil natijalari va spektrogrammasi keltirilgan.

4-jadval

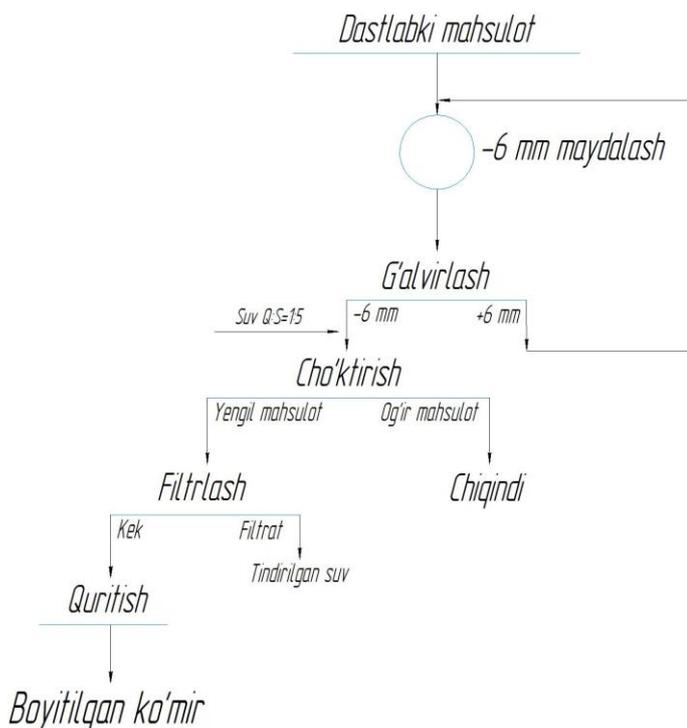
Kimyoviy tahlil natijalari

Dastlabki namuna	Kimyoviy tarkibi, %										
	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Ti	Fe	C	O
Qo'ng'ir ko'mir	0,2	0,34	6,7	10,8	1,2	0,8	1,2	0,2	1,2	33,8	43,6



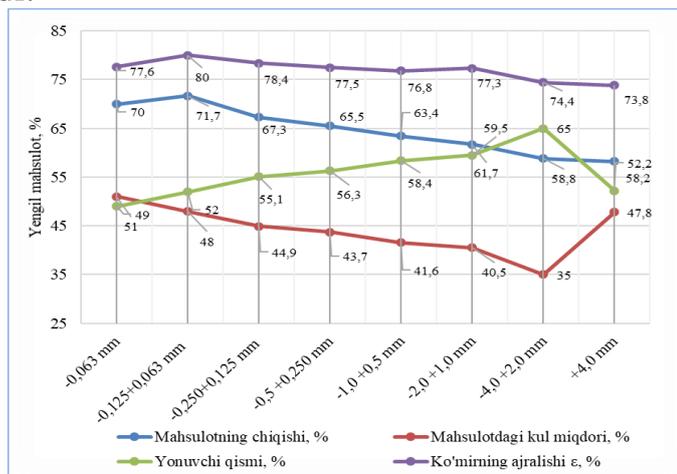
2-rasm. Dastlabki namunaning kimyoviy tahlil spektrogrammasi

Yuqori kullangan ko'mirni gravitatsiya usulida boyitish tajriba sinovlari MOD-0,02 SKL tajriba cho'ktirish mashinasida o'tkazildi. Tajribalarni sinovlarini o'tkazish uchun yuqori kullangan ko'mirning o'rtachalashtirilgan namunasi ishlatilgan. Yuqori kullangan ko'mirni cho'ktirish mashinasida boyitishning texnologik sxemasi 3 - rasmda keltirilgan.



3 – rasm. Yuqori kullangan ko'mirni cho'ktirish mashinasida boyitishning texnologik sxemasi.

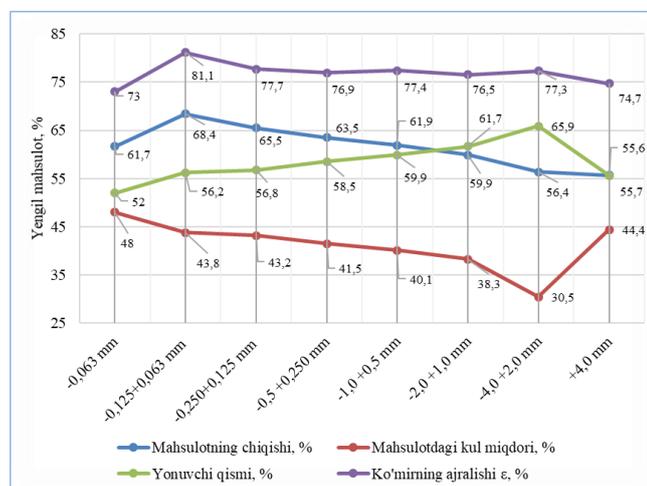
O'rtachalashtirilgan ko'mir namunasi 3 kg dan 8 sinflarga ajratilgan: +4 mm; -4+2 mm; -2+1 mm; -1+0,5 mm; -0,5+0,250 mm; -0,250+0,125 mm; -0,125+0,063 mm; -0,063 mm olindi.



4-rasm. Boyitishning texnologik parametrlari o'zgarishining 125^{-min} tebranish chastotasida dastlabki ko'mirning granulometrik tarkibiga bog'liqligi

Tajriba sinovlari quyidagi parametrlarda o'tkazildi: tebranish chastotasi 125, 150, 175 marta minut, amplituda 15 mm, Q:S =1:5.

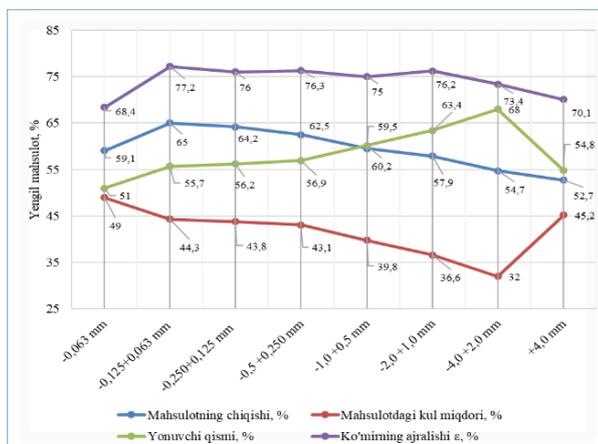
4-rasmdan ko'rinib turibdiki, cho'ktirish mashinalarida ko'mirni boyitishning eng yaxshi natijalari -4,0 +2,0 mm yiriklik sinfida erishilgan bo'lib ko'mirning yengil mahsulotga ajralishi 74,4% ni, mahsulotning yonuvchi qismi 65,0% ni tashkil etdi.



5-rasm. Boyitishning texnologik parametrlari o'zgarishining 150^{-min} tebranish chastotasida dastlabki ko'mirning granulometrik tarkibiga bog'liqligi.

5-rasmdan ko'rinib turibdiki, cho'ktirish mashinalarida ko'mirni boyitishning eng yaxshi natijalari -4,0 +2,0 mm yiriklik sinfida erishilgan bo'lib ko'mirning yengil mahsulotga ajralishi 77,3% ni, mahsulotning yonuvchi qismi 65,9% ni tashkil etdi.

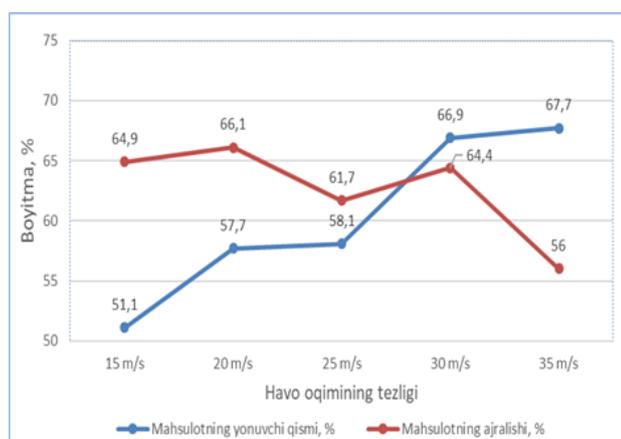
6-rasmdan ko‘rinib turibdiki, cho‘ktirish mashinalarida ko‘mirni boyitishning eng yaxshi natijalari $-4,0 +1,0$ mm yiriklik sinfida erishilgan bo‘lib ko‘mirning yengil mahsulotga ajralishi 73,4% ni, mahsulotning yonuvchi qismi 68,0% ni tashkil etdi.



6-rasm. Boyitishning texnologik parametrlari o‘zgarishining 175^{-min} tebranish chastotasida dastlabki ko‘mirning granulometrik tarkibiga bog‘liqligi.

Shuningdek yuqori kullangan qo‘ng‘ir ko‘mirni boyitish boyicha havo saralagichlarda tadqiqotlar o‘tkazildi. Tajriba sinovlarini yuqori kullangan qo‘ng‘ir ko‘mirning o‘rtachalashgan namunasida o‘tkazildi.

Tajriba sinovlarini o‘tkazishda yuqori kullangan ko‘mir dastlabki namunasi dastlab maydalanib, so‘ngra halqa-konus usulida aralashtirilib 5 kg dan o‘rtachalashtirib olindi. Dastlabki o‘rtachalashtirilgan ko‘mir namunasidagi kul miqdori 53 % tashkil etadi. Havo saralagichlarida yuqori kullangan ko‘mirni boyitishda elektr motorining chastota konvertori yordamida havo kanalida turli xil (15 m/s; 20 m/s; 25 m/s; 30 m/s; 35 m/s) havo tezliklarida dastlabki tajriba sinovlari o‘kazildi. 7-rasmda havo saralagichgida boyitishning dastlabki tajriba natijalari ko‘rsatilgan.

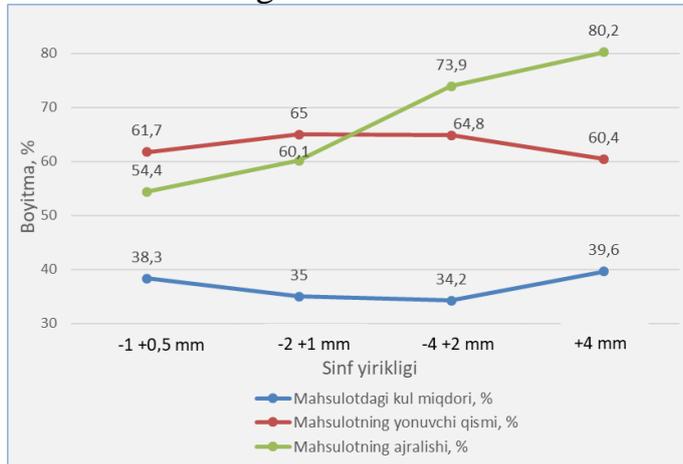


7-rasm. Ko‘mirning boyitmaga ajralishini o‘zgarishining havo oqimi tezligiga bog‘liqligi

7-rasmdan ko‘rinib turibdiki, havo oqimining turli tezligida havo saralagichlarida ajratish bo‘yicha dastlabki tajribaning eng yaxshi natijasi - havo oqimi tezligi 30 m/s bo‘lganida, ko‘mirni boyitmaga chiqishi 46,0%, boyitmadagi kul miqdori 33,1%, ko‘mir boyitmaga ajralishi 64,4 %, boyitmaning yonuvchi qismi

66,9% ni tashkil etgan. Ko‘mirni havo saralagichda ajratish usulida dastlabki boyitish natijalaridan kelib chiqib, turli yiriklikdagi sinflarda tadqiqotlar o‘tkazishga qaror qilingan.

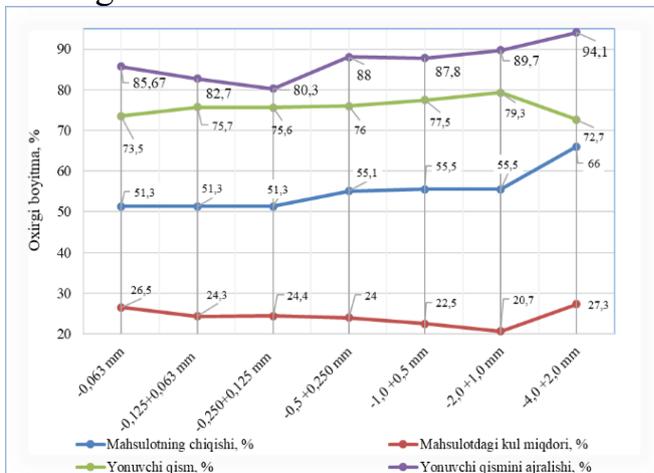
Maydalangan material g‘alvirlarda sinflarga ajratilib quydagi 4 sinf yirikligidagi mahsulot olindi: +4 mm; -4+2 mm; -2+1 mm; -1+0,5 mm. -0,5 mm dan kichik sinf havo saralagichida boyitilmadi. 30 m/s havo oqimi tezligida tajriba sinovlari o‘tkazildi. Ko‘mirni havo saralagichida o‘tkazilgan tajriba sinov natijalari 8-rasmda keltirilgan.



8-rasm. Havo saralagichini havo oqimi tezligi 30 m/s da ko‘mirni boyitmaga ajralish o‘zgarishining bog‘liqligi.

namunasidan 7 sinf yirikligidagi mahsulot olingan: -4+2 mm; -2+1 mm; -1+0,5 mm; -0,5+0,250 mm; -0,250+0,125 mm; -0,125+0,063 mm; -0,063 mm. Flotatsiya usulida boyitishda quyidagi 3 xil reagent soapstok (yog‘-moy zavodining chiqindisi), olien kislotasi, kerosinli transformator moylari yig‘uvchi va ko‘pik hosil qiluvchi reagentlar sifatida turli miqdorlarda sinovdan o‘tkazilgan.

9, 10, 11-rasmlarda har xil yiriklik sinfdagi namunalarning soapstok, olien kislotasi, T-80 reagentlari bilan flotatsiya usulida boyitishning natijalari ko‘rsatilgan.



8-rasmdan ko‘rinib turibdiki, havo oqimining tezligi 30 m/s bo‘lganida eng yaxshi natijani -4+2 mm yiriklikda boyitmadagi kul miqdori 34,2%, ko‘mir boyitmaga ajralishi 73,9%, boyitmaning yonuvchi qismi 64,8% ni tashkil etgan.

Yuqori kullangan ko‘mirni flotatsiya usulida boyitish bo‘yicha tajriba sinovlari kamera sig‘imi 3 litr bo‘lgan ESSE FTM 101 laboratoriya flotatsiya mashinasida o‘tkazilgan.

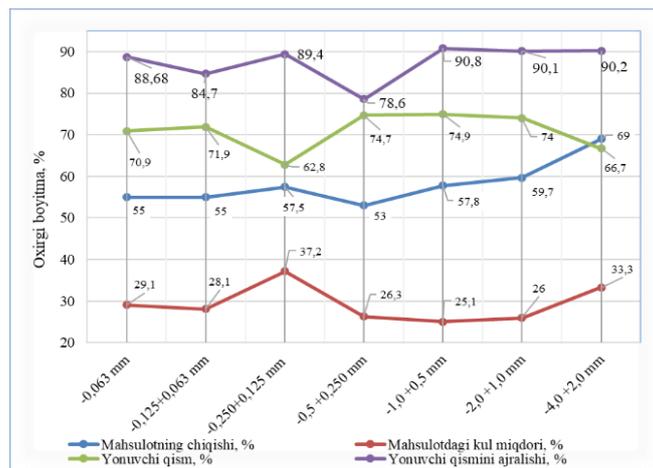
Tajriba sinovlari yuqori kullangan ko‘mirning o‘rtalashtirilgan maydalangan

9-rasm. Soapstok reagentidan foydalanganda boyitishning texnologik ko‘rsatkichlarining o‘zgarishi ko‘mirning yiriklik sinfiga bog‘liqligi.

9-rasmdan ko‘rinib turibdiki, (foydali komponent ko‘pikli mahsulotga emas kamerali mahsulotga ajratildi) teskari flotatsiya jarayonida soapstok

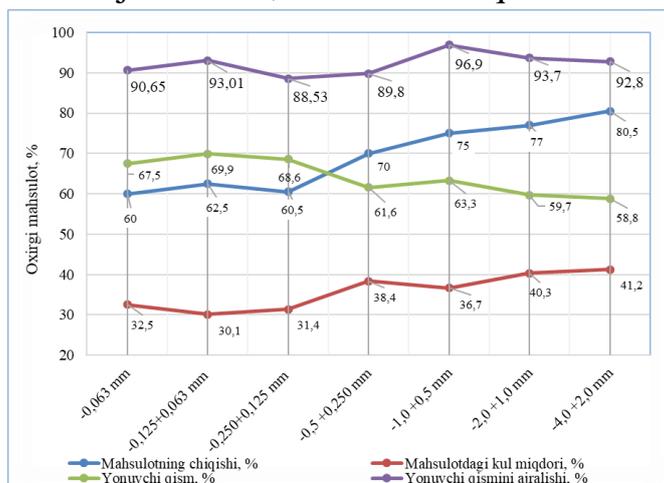
reagentidan foydalangan holda quyidagi eng yaxshi natijalarga erishilgan: -2 +1 mm yiriklikdagi sinfdan II-tozalash flotatsiyada kamerali mahsulotning chiqishi 55,5%,

mahsulotdagi kul miqdori 20,7%, yonuvchi qismining ajralishi 89,7% ni tashkil qildi.



10-rasm. Olien kislotasidan foydalanganda boyitishning texnologik ko'rsatkichlarining o'zgarishi ko'mirning yiriklik sinfiga bog'liqligi.

10-rasmdan ko'rinib turibdiki, olien kislotasidan foydalangan holda quydagi eng yaxshi natijalarga erishildi: -1 +0,5 mm yiriklikdagi sinfdagi II-tozalash flotatsiyada kamerali mahsulotning chiqishi 57,8%, mahsulotdagi kul miqdori 25,1%, yonuvchi qismini ajralishi 90,1% ni tashkil qildi.



11-rasm. T-80 reagentidan foydalanganda boyitishning texnologik ko'rsatkichlarining o'zgarishi ko'mirning yiriklik sinfiga bog'liqligi.

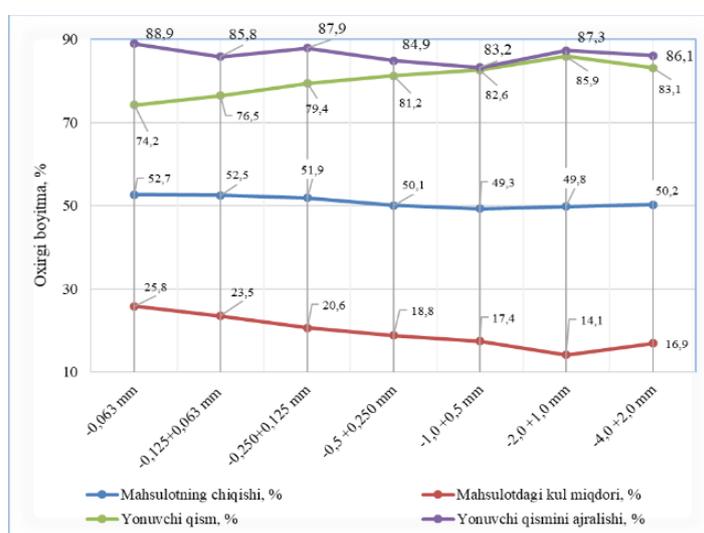
11-rasmdan ko'rinib turibdiki, T-80 reagentidan foydalangan holda quydagi eng yaxshi natijalarga erishilgan: -0,125+0,063 mm yiriklikdagi sinfdagi II-tozalash flotatsiyada kamerali mahsulotning chiqishi 62,5%, mahsulotdagi kul miqdori 30,1%, yonuvchi qismini ajralishi 93,01% ni tashkil qilgan.

Bundan tashqari boyitishning flotatsiya-gravitatsiya (kombinatsiyalashgan) usulida yuqori kullangan ko'mirni laboratoriya flotatsiya mashinasi va SKL 2 boyitish stolida tajriba sinovlari o'tkazilgan. Ko'mirni teskari flotatsiya jarayonida boyitishda eng maqbul ko'pik hosil qiluvchi reagent sifatida soapstok tanlangan va unga qo'shimcha ko'mirni tazyiqlash uchun «R2» reagentidan ham foydalanilgan. Flotatsiya-gravitatsiya usulida boyitish sxemasi 3 xil rejimda o'tkazilgan va boyitish parametrlari 5-jadvalda keltirilgan.

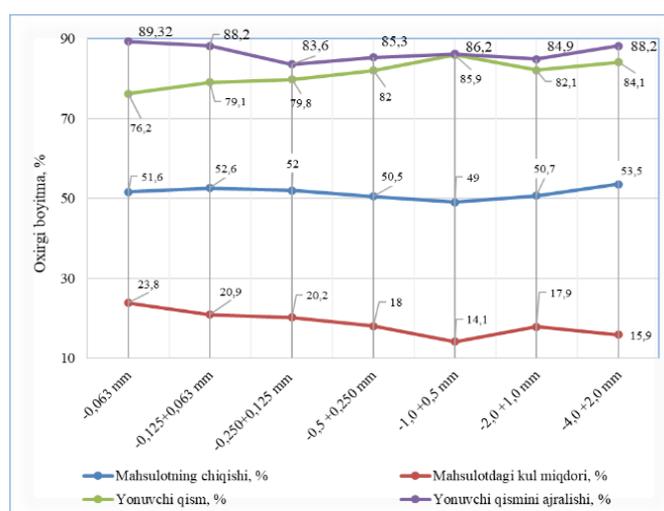
Flotatsiya-gravitatsiya usulida boyitish sxemasining 3 xil rejim va parametrlari

Parametrlar	Reagentlar sarfi, g/t.				Boyitish stolining parametrlari		
	Asosiy flotatsiya		Tozlash flotatsiyasi		Dekaning qiyalik burchagi, grad.	Dekaning tebranishlar soni, min ⁻¹	Dekaning amplitudasi, mm
	Soapstok	R2	Soapstok	R2			
1	600	8	300	5	3	300	20
2	700	10	400	7	5	285	15
3	900	12	500	9	6	260	10

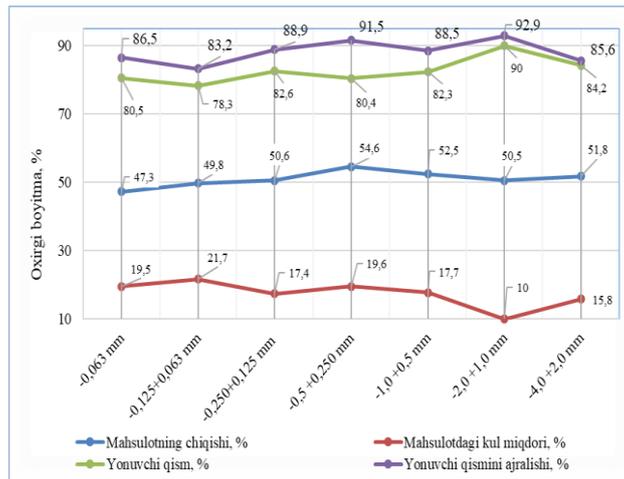
Barcha tajribalarda flotatsiya mashinasini impellerning aylanish tezligi 500 marta/minutda, havo sarfi 10 l/min., asosiy flotatsiyaning vaqti esa 20, 15, 10 minutlarda, tozalash flotatsiyaning vaqti 15, 10, 5 minutlarda o'kazildi. Flotatsiya-gravitatsiya usulida o'tkazilgan tadqiqot natijalari 12, 13, 14-rasmlarda ko'rsatilgan.



12-rasm. 1-tajribalar uchun yakuniy mahsulot ajralish o'zgarishining yiriklik sinfiga bog'liqligi



13-rasm. 2-tajribalar uchun yakuniy mahsulot ajralish o'zgarishining yiriklik sinfiga bog'liqligi



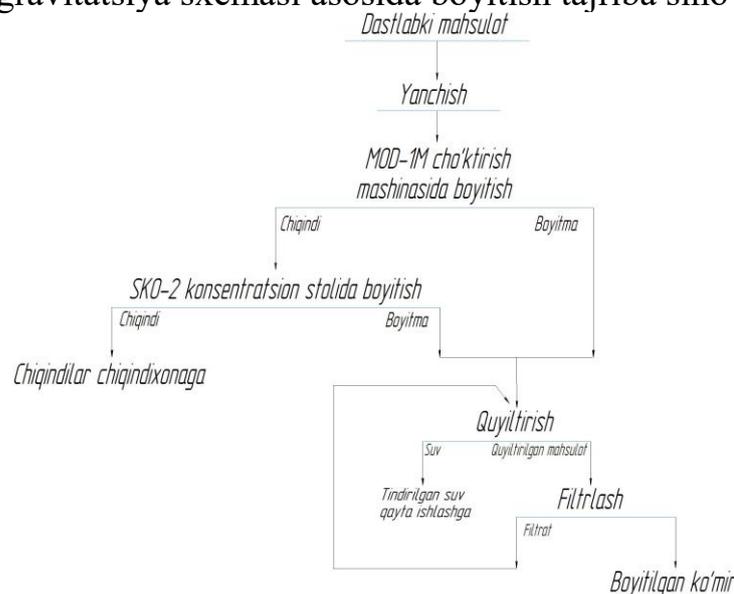
14-rasm. 3-tajribalar uchun yakuniy mahsulot ajralish o‘zgarishining yiriklik sinfiga bog‘liqligi.

12-rasmdan ko‘rinib turibdiki boyitishning flotatsiya-gravitatsiya usulida, ko‘pik hosil qiluvchi reagentning sarfi 900 g/t va tazyiqlovchi reagentning sarfi 13 g/t quydagi eng yaxshi natijalarni berdi: -2+1 mm yiriklikdagi sinfdagi boyitmadagi mahsulotning yonuvchi qismining ajralishi 87,3%, mahsulotning chiqishi 49,8%, mahsulotdagi kul miqdori 14,1% ni tashkil qildi;

13-rasmdan ko‘rinib turibdiki boyitishning flotatsiya-gravitatsiya usulida, ko‘pik hosil qiluvchi reagentning sarfi 1100 g/t va tazyiqlovchi reagentning sarfi 17 g/t quydagi eng yaxshi natijalarni berdi: -1+0,5 mm yiriklikdagi sinfdagi boyitmadagi mahsulotning yonuvchi qismining ajralishi 86,2%, mahsulotning chiqishi 49,0%, mahsulotdagi kul miqdori 14,1% ni tashkil qildi;

14-rasmdan ko‘rinib turibdiki boyitishning flotatsiya-gravitatsiya usulida, ko‘pik hosil qiluvchi reagentning sarfi 1400 g/t va tazyiqlovchi reagentning sarfi 21 g/t quydagi eng yaxshi natijalarni berdi: -2+1 mm yiriklikdagi sinfdagi boyitmadagi mahsulotning yonuvchi qismining ajralishi 92,9%, mahsulotning chiqishi 50,5%, mahsulotdagi kul miqdori 10,0% ni tashkil qildi.

Shunindek 1-sonli Hidrometallurgiya zavodining tajriba sexida Angren qo‘ng‘ir ko‘mirini gravitatsiya sxemasi asosida boyitish tajriba sinovlari o‘tkazildi.



15-rasm. Angren qo‘ng‘ir ko‘mirini boyitishning texnologik sxemasi.

Angren qo'ng'ir ko'mirini boyitishning ko'rsatkichlari

No	Mahsulotlarning nomlanishi	Mahsuloning chiqishi, γ. %.	Ko'mirning miqdori, β.	Ko'mirning ajralishi ε, %.
1	2	3	4	5
1	Dastlabki mahsulot	100,0	41,5	100
Yanchish				
Kirishi				
1	Dastlabki mahsulot	100,0	41,5	100
Chiqishi				
1	2	3	4	5
2	Yanchilgan mahsulot	100,0	41,5	100
Cho'ktirish mashinasida boyitish MOD-1M				
Kirishi				
3	Yanchilgan mahsulot	100,0	41,5	100
Chiqishi				
4	Chiqindi	79,7	21,0	60,14
5	Boyitma	20,3	79,0	38,6
Konsentratsion stolda boyitish CKO 2				
Kirishi				
4	MOD-1M chiqindisi	79,7	21,0	60,14
Chiqishi				
6	Chiqindi	60,0	13,9	20,0
7	Boyitma	19,7	87,1	41,4
Umumiy chiqindining chiqishi				
6	Chiqindilar	60,0	13,9	20,0
Umumiy boyitmaning chiqishi				
9	Boyitma	40,0	83,0	80,0

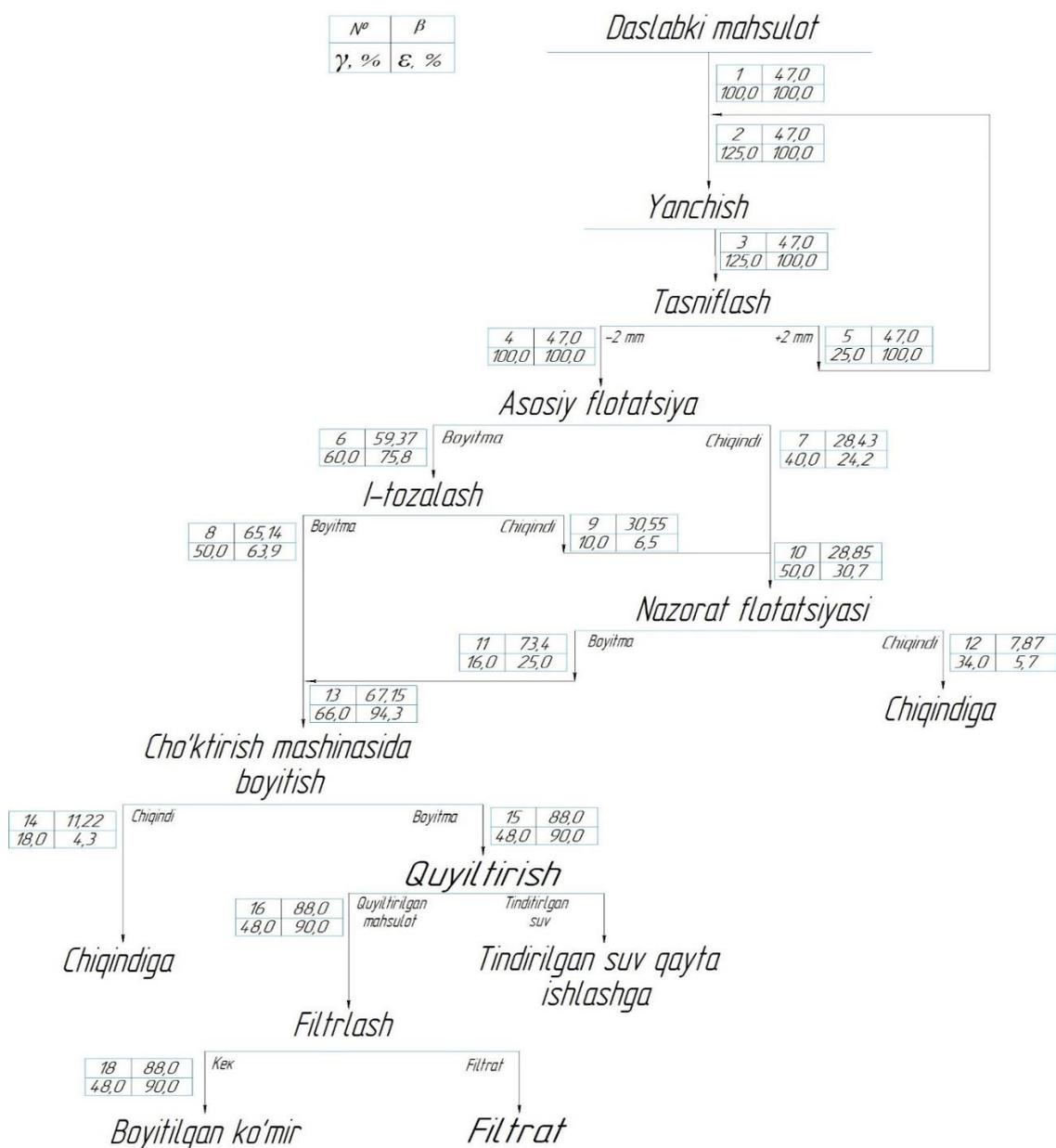
Asosiy minerallar tarkibining rentgen difraktometriya natijalari

Mineral va uning formulasi	Asosiy minerallar tarkibi, %.				
	Dastlabki ko'mir	Asosiy flotatsiya chiqindisi.	I-tozalash Flotatsiya chiqindisi.	CKM chiqindisi	CKM boyitmasi
Kvars (SiO ₂)	13.0	25.0	24.1	74.9	0.5
Pirit (FeS ₂)	1.1	0.6	0.4	3.7	0.9
Kaolinit	22.0	46.0	46.2	7.3	2.1
Ko'mir	43.0	5.8	1.1	3.1	90.0
Muskovit (KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(F,OH) ₂)	10.0	12.2	14.6	4.0	-
Nakrit (Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄)	6.0	9.2	7.0	-	3.5
Dalomit (CaCO ₃ ·MgCO ₃)	0.5	-	-	-	3.0
Kalsiy (CaCO ₃)	0.6	-	-	2.6	-
Rutil (TiO ₂)	0.5	1.2	-	0.3	-
Albit (Na[AlSi ₃ O ₈]).	3.3	-	6.6	3.9	-
Jami	100.0	100.0	100.0	99.9	100.0

Shuningdek yuqori kullangan ko‘mirni dastlabki va boyitish mahsulotlarining mineralogik tarkibi (ruda va noruda minerallari) rentgen difraktometriya yordamida o‘rganildi. Asosiy minerallar tarkibi rentgen difraktometriya natijalari 7-jadvalda ko‘rsatilgan.

Dissertatsiya ishining «**Angren koni yuqori kullangan ko‘mirini boyitishning tavsiya etilgan texnologik sxemasini ishlab chiqish va asoslash**» deb nomlangan to‘rtinchi bobida Angren koni yuqori kullangan ko‘mirni boyitishning texnologik sxemasi ishlab chiqilgan va kengaytirilgan tajriba sinovlar natijalari taqdim etildi.

O‘tkazilgan tadqiqotlar asosida yuqori kullangan ko‘mirni boyitishning kombinatsiyalashgan texnologik sxemasi ishlab chiqildi va tavsiya etildi. Ishlab chiqilgan texnologik sxemada boyitmaga ko‘mirning ajralishi 90% ni tashqil qiladi shuningdek, boyitma yongandagi issiqlikning ajralishi 4260 kkal/kg. ga oshirildi. Olingan boyitma ISO 2950 xalqaro standartiga mos keladi.



16-rasm Angren koni yuqori kullangan qo‘ng‘ir ko‘mirini boyitishning sifat-miqdor sxemasi

Angren konidan yuqori kullangan qo'ng'ir ko'mirni boyitish bo'yicha ishlab chiqilgan kombinatsiyalashgan texnologik sxemaning iqtisodiy samaradorligi yiliga 2 415 450 \$ tashkil etadi.

XULOSA

«Yuqori kullangan angren koni qo'ng'ir ko'mirini boyitish texnologiyasini yaratish» mavzusidagi texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlarga asoslangan holda, nazariy va amaliy ahamiyatga ega bo'lgan quyidagi xulosalar taqdim etildi:

1. O'tkazilgan ilmiy-tadqiqot ishlarida dastlabki qo'ng'ir ko'mirning kimyoviy va mineralogik tarkibi aniqlandi, namunada ko'mirdan tashqari, tarkibida fosforit, kaolin, kalsiy, kvars, albit, dolomit, muskovit va boshqalar minerallar borligini ko'rsatdi.

2. O'tkazilgan termogravimetrik tahlilda, differensial termogravimetrik kalorimetr uskunasi dastlabki yuqori kullangan qo'ng'ir ko'mirni namunasini issiqlik energiyasi ajralishi 1650 kkal/kg tengligi aniqlandi.

3. Gravitatsiya usulida boyitishni o'rganishda eng samarali ko'rsatkichlar pulsatsiya chastotasi 175 ^{min}, -4,0 +2,0 mm sinfda yengil mahsulotning chiqishi 54,7 % mahsulotdagi kul miqdori 32,0 % tashkil etdi. mahsulotning yonuvchi qismi 68,0%, ko'mirni boyitmaga ajralishi 73,4% ni tashkil etdi.

4. Qo'ng'ir ko'mirning flotatsiya usulida boyitish o'rganilganda ko'pik hosil qiluvchi va yig'uvchi flotatsiya reagentlari sifatida yangi import o'rnini bosuvchi mahalliy reagent soapstokdan foydalanildi. Shuningdek yangi reagent soapstokda kalsiy, fosfor va alyuminosilikatlarning flotatsiyalanish xususiyatlari o'rganildi.

5. Kombinatsiyalashgan (flotatsiya-gravitatsiya) usulda boyitish yordamida yuqori kullangan qo'ng'ir ko'mirni boyitish texnologiyasi ishlab chiqildi.

6. Qo'ng'ir ko'mirni flotatsiya-gravitatsiya usulida boyituvchanligini o'rganishda -2 +1 mm yiriklikdagi sinfni boyitish sxemasi eng samarali natijalarga quyidagi parametrlarda erishildi: ko'pik hosil qiluvchi reagentning umumiy sarfi 1400 g/t, tazyiqlovchi reagentning sarfi 21 g/t, boyitmaning chiqishi 50,5%, ko'mirni boyitmaga ajralishi 92,9 %, boyitma tarkibidagi kul miqdori 10,0% tashkil etdi.

7. O'tkazilgan tadqiqotlar asosiga yuqori kullangan qo'ng'ir ko'mirni boyitishning kombinatsiyalashgan texnologik sxemasi ishlab chiqildi va tavsiya etilgan bo'lib, unda ko'mirni boyitmaga ajralishi 90 % ga va ko'mirni yonganda issiqlik energiyasi ajralishi 4260 kkal/kg oshirildi. Olingan ko'mir boyitmasi ISO 2950 xalqaro standartiga mos keladi.

8. Angren koni yuqori kullangan qo'ng'ir ko'mirni boyitishning ishlab chiqilgan kombinatsiyalashgan texnologik sxemaning iqtisodiy samaradorligi yiliga 2 415 450 \$ tashkil etadi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.17/04.06.2021.Т.06.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАВОЙСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**НАВОЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

НАМАЗОВ СУННАТ ЗОКИРОВИЧ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ ВЫСОКОЗОЛЬНОГО
БУРОГО УГЛЯ ИЗ АНГРЕНСКОГО РАЗРЕЗА**

04.00.14 – Обогащение полезных ископаемых

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам**

Навоий - 2024

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером № В2021.4. PhD/T2473.

Диссертационная работа выполнена в Навоийском государственном горно-технологическом университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.nsumt.uz) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net).

Научный руководитель:	Донияров Нодиржон Абдихакимович доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Мухиддинов Баходир Фахриддинович доктор химических наук, профессор Худояров Сулейман Рашидович кандидат технических наук, доцент
Ведущая организация:	Ташкентский государственный технический университет имени И. Каримова

Защита диссертации состоится «10» 08. 2024 года в 10⁰⁰ часов на заседании Научного Совета DSc.17/04.06.2021.T.06.01. (Адрес: 210100, г. Навои, ул. Галаба шох, 76в. Зал заседаний Навоийского государственного горно-технологического университета. Тел.: (79) 223-23-32; факс: (79) 223-49-66; e-mail: info@nsumt.uz. www.nsmut.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Навоийского государственного горно-технологического университета (зарегистрирован за № 159). (Адрес: 210100, г. Навои, ул. Галаба шох, 76в, Тел.: (79) 223-23-32; факс: (79) 223-49-66).

Автореферат диссертации разослан «29» 08. 2024 года.
(реестр протокола рассылки №15 от «29» 08. 2024 года).



К.С.Санакулов
Председателя Научного совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

О.У.Фузайлов
Ученый секретарь Научного совета по присуждению ученых степеней, д.ф.т.н. (PhD)

А.У.Самадов
Председатель Научного семинара при Научном совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире настоящее время уголь являясь основным ископаемым топливом, обеспечивает значительную часть мирового спроса на энергию. Улучшение показателей обогащения высокозольного угля и усовершенствование комплексной переработки угля актуальной проблемой угольной промышленности. Тем самым при использовании высокозольного угля, выделяющаяся зола из тепловой электростанции, захватывает посевную площадь земли, приводит ландшафт в непригодное положение и ухудшает экологическое состояние природы. В связи с этим, учитывая требования охраны природной среды, при использовании высокозольного угля большое значение имеет уделять внимание на чисто экологическую и экономичную технологию обогащения.

Во всем мире, в связи с истощением запасов высококачественного угля проводятся научные исследования связанных с добычей и переработкой высокозольного, низкосортного угля. В связи с этим, особое внимание уделяется разработке комплексных технологий переработки высокозольного угля в процессе его обогащения, совершенствованию методов извлечения из его состава ценных металлов и компонентов, разработке и внедрению с экологической и экономической точки зрения высокоэффективных технологий обогащения низкосортного угля с применением комбинированных методов обогащения.

В Республике Узбекистан угольная промышленность является одной из важных отраслей развития экономики страны, которая немыслима без разработки и внедрения новых усовершенствованных технологий обогащения высокозольного бурого угля и сокращения выбросов в атмосферу вредных газов, снижения золошлаковых отходов в теплоэлектростанциях. При этом разрабатываются и внедряются научно основанные передовые технологии, достигнуты ряд научно-практических результатов.

В Постановление Президента Республики Узбекистан¹ определены важные задачи по «добыче угля в первую очередь на период 2019 — 2024 годы, в объемов на разрезе «Ангренский» до 8 млн. тонн а также повышения качества добываемого угля»¹. В связи с этим исследование для решения задач по совершенствованию и разработке новых технологий по добыче и обогащению высокозольного бурого угля из разреза «Ангренский» имеет большое научное и практическое значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Постановлении Президента Республики Узбекистан ПП-3054 от 13 июня 2017 года «О Программе дальнейшего развития и модернизации угольной промышленности на 2017 — 2021», в Указах Президента Республики Узбекистан УП-4779 от 10 июля 2020

¹ Постановление Президента Республики Узбекистан от 07.03.2019 год № ПП-4234. «О мерах по дальнейшему комплексному развитию и совершенствованию угольной промышленности Республики Узбекистан».

года «О дополнительных мерах по сокращению зависимости отраслей экономики от топливно-энергетической продукции путем повышения энергоэффективности экономики и задействования имеющихся ресурсов», УП-57 от 16 февраля 2023 года «О мерах по ускорению внедрения возобновляемых источников энергии и энергосберегающих технологий в 2023 году», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в этой сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики VII. «Науки о земле (геология, геофизика, сейсмология и переработка минерального сырья)».

Степень изученности проблемы. В области о повышение качество высокозольного угля с физическим и химическим методом , а также извлечеие цветные, благородных, и редких металлов из золы угля, посвящали свои научные работы и внесли свой значительный вклад многие зарубежные и отечественные ученые, как Авдохин В.М., Барский М.Д., Бегрань Н.Г., Кизельвальтер Б.В., Самылин Н.А., Шохин В.Н., Фоменко Т.Г., Bruce G. Miller, Голберг Г.Ю., Сушанта К. Бехера, Мижаль В., Гулсой О.Й., Пауэлл М.А., Лйон В.С., Санакулов К.С., Юсупходжаев А.А., Юсупова Т.С., Донияров Н.А., и др.

В результате изучения литературных источников выявлено, что все работы по переработке высокозольного бурого угля посвящены снижению зольности с применением отдельных способов обогащения. Тогда как исследование по разработке технологии с применением комбинированного обогащения, то есть флотационно-гравитационного обогащения для снижения зольности высокозольного бурого угля является малоизученным. Разработка и внедрение технологий с применением флотационно-гравитационного обогащения могут быть более эффективны и обеспечить высокую рентабельность при их переработки. Данная диссертационная работа имеет важное научно-практическое значение для разработки и внедрения эффективной технологии обогащения высокозольного бурого угля.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Навоийского государственного горно-технологического университета на тему: 08/2023 – «Исследования и изучения возможности получения глинозема из местного сырья».

Целью исследования является разработка эффективной технологии обогащения высокозольного бурого угля из Ангренского разреза с применением комбинированного (флотационно-гравитационного) метода для повышения горючей части угля.

Задачи исследования:

изучение химического и минералогического состава высокозольного бурого угля;

исследование теплотворности исходного и конечных продуктов обогащения высокозольного бурого угля с использованием термических методов (дифференциальная сканирующая калориметрия ДСК);

исследование процесса гравитационного обогащения с изучением различных режимов обогатимости высокозольного угля на отсадочной машине, концентрационном столе и воздушной сепарации, с целью получения низкозольного угля;

исследование флотационного обогащения высокозольного бурого угля для определения оптимальных параметров обогащения и реагентного режима; разработка комбинированной (флотационно-гравитационной) технологии обогащения высокозольного бурого угля;

Объектом исследования являются высокозольный бурый уголь «Ангренского разреза».

Предметом исследования является разработка технологии обогащения высокозольного бурого угля комбинированным способом.

Методы исследований. При выполнении диссертационной работы широко применены современные комплексные методы исследований, включающие рентгенофазный метод анализа, также был использован термогравиметрический метод анализа для определения теплотворности исходных и конечных продуктов обогащения, лабораторные эксперименты, опытно-промышленные испытания, электронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ, химический анализ, и обработка результатов лабораторных испытаний.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

обосновано, что наиболее оптимальным способом для гравитационного обогащения является обогащение на отсадочных машинах, с отделением угля в легкий продукт;

определено, что впервые применен новый реагент для флотационного обогащения высокозольного Ангренского бурого угля, с удалением негорючих примесей;

определено класс крупности технологических показателей гравитационно-флотационного способа обогащения, расход реагента и влияния продолжительности процесса высокозольного Ангренского бурого угля;

при использовании гравитационно-флотационной схемы впервые разработана технологическая схема получения продукта с зольностью 10-12% и при этом сквозное извлечение угля составило 88-90%;

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

определен химический и минералогический состав высокозольного бурого угля;

определены оптимальные параметры обогащения на отсадочной машине: амплитуда - 15 мм, частота пульсации – 175^{-мин}, соотношение Т:Ж = 1:5, - при которых извлечение угля составило 73,4 %;

доказано, что в результате обогащения содержание углерода в исходном продукте с 47% увеличилось до 88-90% углерода в концентрате и снизилось

количество серы с 1,2% до 0,2%, а также разработана комбинированная технология обогащения высокозольного бурого угля Ангреноского разреза;

впервые в Республике разработан новый комбинированный (флотационно-гравитационный) метод обогащения, с применением импортозамещающего реагента вспенивателя отхода масложирового комбината, позволяющий снизить зольность угля от 53% до 10-12%, а также повысить теплотворность угля от 1650 kkal/kg до 4260 kkal/kg, при этом сокращается транспортировка угля на 2 055 300 тонн/год и снижается содержание серы в угле на 33466 тонн/год;

Достоверность результатов исследования обоснована значительным объемом лабораторных и полупромышленных испытаний, удовлетворительной сходимостью и количественным подтверждением основной идеи работы по повышению извлечения угля и результатами применения разработанных технологий и режимов флотационно-гравитационного обогащения, значительными положительными результатами, подтверждающих повышение теплотворности обогащенного угля, а также положительными актами лабораторных и укрупленно-лабораторных испытаний.

Научно-практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования обусловливается выявлением факторов, влияющих на повышение извлечения угля из высокозольного бурого угля Ангреноского разреза, теоретическим обоснованием целесообразности применения новой экологически и экономически эффективной технологической схемы обогащения высокозольного бурого угля и определены параметры процессов флотационно-гравитационном обогащения с повышением сквозного извлечения бурого угля.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке комбинированной технологии обогащения высокозольного бурого угля Ангреноского разреза, позволяющая повышение качества бурого угля в концентрате 88-90 %, снижение количества серы с 1,2 % до 0,2 %, а также зольности до 10-12 %, получение 4260 kkal/kg тепловой энергии.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по разработки технологии обогащения высокозольного бурого угля из Ангреноского разреза:

разработана новая технология обогащения высокозольного бурого угля из Ангреноского разреза, с применением комбинированного (флотационно-гравитационного) метода внедрена в АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» (справка АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» №23/01-01-07/638 от 29 ноября 2023 г В результате при использовании разработанной технологии количество золы снизилось с 50-53% до 10-12%.

технологическая схема обогащения высокозольного бурого угля из Ангреноского разреза, включающая основную флотацию, I-перечистку и контрольную, обогащение на отсадочной машине. внедрена в практику в АО

«Навоийский горно-металлургический комбинат» (справка АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» №23/01-01-07/638 от 29 ноября 2023 г). В результате был возможным повышение теплотворности бурого угля в 3 раза, при этом сквозное извлечения угля из высокозольной массы составило 88 - 90%.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования были обсуждены и прошли апробацию на 3 международной и 2 республиканских научно-практических и научно-технических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы всего 10 научных работ, из них в научных изданиях, рекомендованных для издания основных научных результатов диссертаций Высшей аттестационной комиссией при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан, изданы 4 статей, в том числе 2 из которых в республиканском и 2 в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 116 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и востребованность проведенного исследования, цель и задачи исследования, характеризуются объект и предмет, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, излагается научная новизна и практические результаты исследования, раскрывается научная и практическая значимость полученных результатов, внедрение в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Перспективы и современные состояние обогащения угля в угольной индустрии»** анализируются сырьевая база и перспективы угольной промышленности Узбекистана, а также изучено современное состояние и уровень развития обогащения и переработки высокозольного угля в мировой практике. В результате изучения мирового опыта выявлено, что все работы посвящены теоретическому анализу обогащения низкосортного каменного угля и бурого угля и изучению новых технологий методов обогащения низкосортного угля.

Во второй главе диссертации **«Объекты и методы исследования продуктов бурого угля»** изучен вещественный состав бурого угля марки «2 БР. БОМСШ» из Ангренского угольного разреза, выбранного как объект исследования, а также приведены методики проведения исследований и описание проведения лабораторных экспериментов.

Химический анализ породной части проводился на золе исходной пробы бурого угля с использованием силикатного метода разложения и измерением содержанием компонентов. Химический анализ показал, что кроме угля в материале в основном содержатся легкие и черные металлы, а также нерудные

примеси. Содержание элементов в исходном материале определено в следующих количествах: алюминий 6,7%, железо 1,2%, титан 0,2%, натрий 0,2%, магний 0,3%, кремний 10,8%, кальций 1,2%, сера 1,2%, углерод 54,5% и другие (таблица 1).

Таблица 1.

Химический состав исходного бурого угля, %

Содержание элементов, %										
Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Ti	Fe	C _{общ}	A ^d
0,2	0,34	6,7	10,8	1,2	0,8	1,2	0,2	1,2	54,5	45,5

На исходном материале была проведена рентгенофазовая дифрактометрия на дифрактометре Empyrean (Panalytical, Нидерланды) для определения минеральных фаз и их количества.

Дифракционные данные собирали в диапазоне углов от 5 до 90 ± 2 тета. Порошковые дифрактограммы 6 образцов были уточнены с использованием метода Рейтвельда.

Результаты показали, что основные минералы, представленные в пробе: кварц (13%), каолинит (22%) и углистое вещество (43%). Также были обнаружены пирит (FeS_2) мусковит ($\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{F,OH})_2$), накрит ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$), доломит ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), кальцит (CaCO_3), рутил (TiO_2), альбит ($\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$).

Таблица 2.

Результаты рентгенофазового анализа по содержанию минералов

Минерал	Кварц	Пирит	Каолинит	Мусковит	Накрит	Углистое вещество	Доломит	Кальцит	Рутил	Альбит
Содержание, %	13	1,1	22	10	6	43	0,5	0,6	0,5	3,3

Также на исходном материале проводились лабораторные испытания по определению теплотворности исходной пробы высокозольного угля выполнено в соответствии с межгосударственным стандартам ГОСТ ISO 1171-2012 и ГОСТ 147-2013, ГОСТ 27314-91. При проведении лабораторных испытаний использованы различные лабораторные оборудования: сушильный шкаф марки SLN 180 SMART, весы QUENTIX224-10RU, термометр, калориметр XRY-1A. Результаты проведения испытаний приведены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты проведенных испытаний на теплотворность

№	Материал	Зольность A ^d , %	Массовая доля общей влаги в рабочем состоянии топлива, W ^r ,	Нижшая теплотосгорания в рабочем состоянии топлива Q ^r _j kkal/kg.
1	Бурый уголь	45,5	4,45	1650

В третьей главе диссертации под названием «**Исследование способов обогащения и возможности извлечения угля из высокозольного бурого угля Ангреноского разреза**» исследованы возможные методы по

обогащаемости высокозольного угля Агрненского разреза и технологические режимы предлагаемых процессов.

Также проведено исследование по определению гранулометрического состава угля, определили по ситовому анализу с помощью аналитической просеивающей машины марки Retsch AS 450 control.

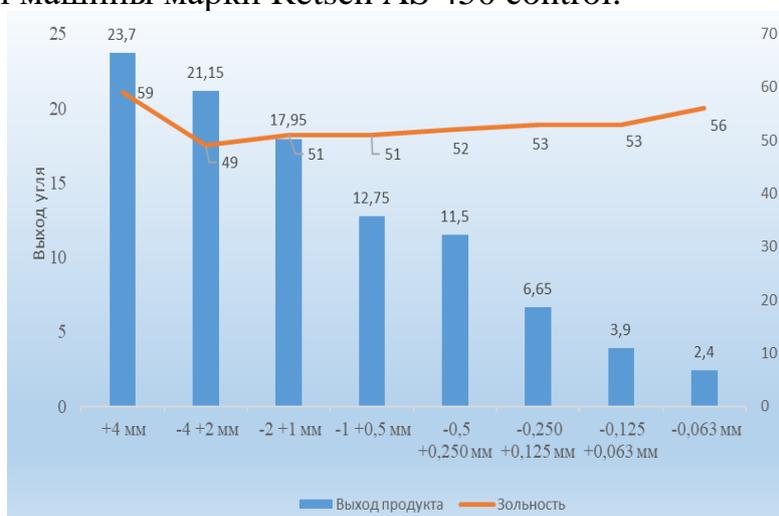


Рис. 1. Зависимость распределения зольности от выхода класса крупности дробленного материала высокозольных углей.

Также при помощи сканирующего электронного микроскопа «EVO MA 10» проведено полуколичественное определение химического состава материала пробы исходного угля. Результаты химического анализа приведены в таблице 4, а спектрограмма области приведена на рисунки 2.

Таблица 4

Результаты химического анализа

Исходный проб	Химический состав, %										
	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Ti	Fe	C	O
Бурого угля	0,2	0,34	6,7	10,8	1,2	0,8	1,2	0,2	1,2	33,8	43,6

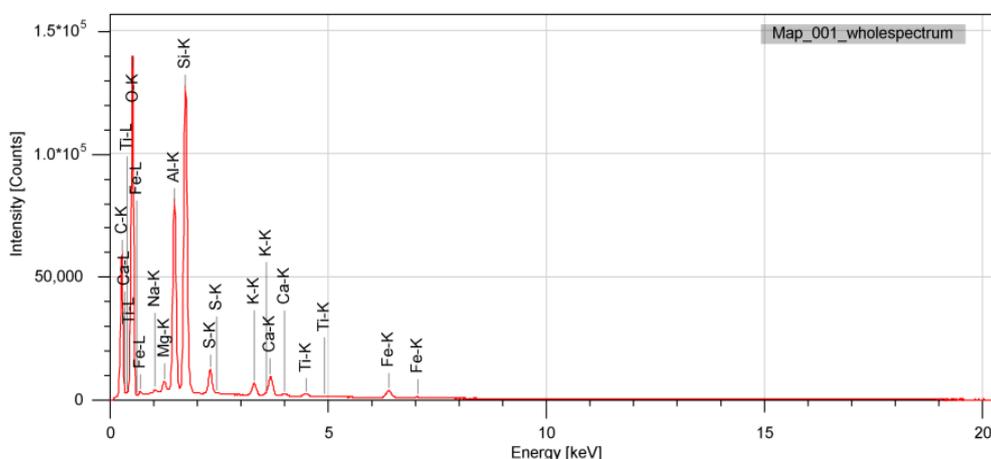


Рис. 2. Спектрограмма химического анализа исходной пробы.

Лабораторные опыты по применению гравитационного обогащения высокозольного угля проводились на лабораторной отсадочной машине МОД-0,02 СКЛ Для проведения опытов использовался усредненные исходные

пробы высокозольного угля Было получено по 3 кг, 8 классов крупности: +4мм; -4+2 мм; -2+1 мм; -1+0,5 мм; -0,5+0,250 мм; -0,250+0,125 мм; -0,125+0,063 мм; -0,063 мм.

Опыты проводились при следующих параметрах частоты колебаний 125, 150, 175. При амплитуда 15 мм. Соотношение Т:Ж=1:5.

Технологическая схема обогащения высокозольного угля на отсадочной машине представлена на рис. 3.

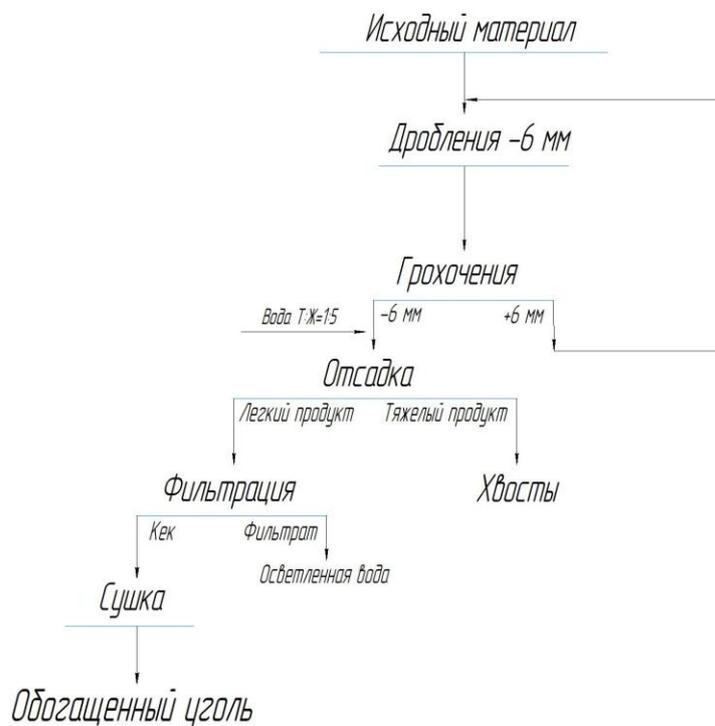


Рис. 3. Технологическая схема обогащения высокозольного угля на отсадочной машине.

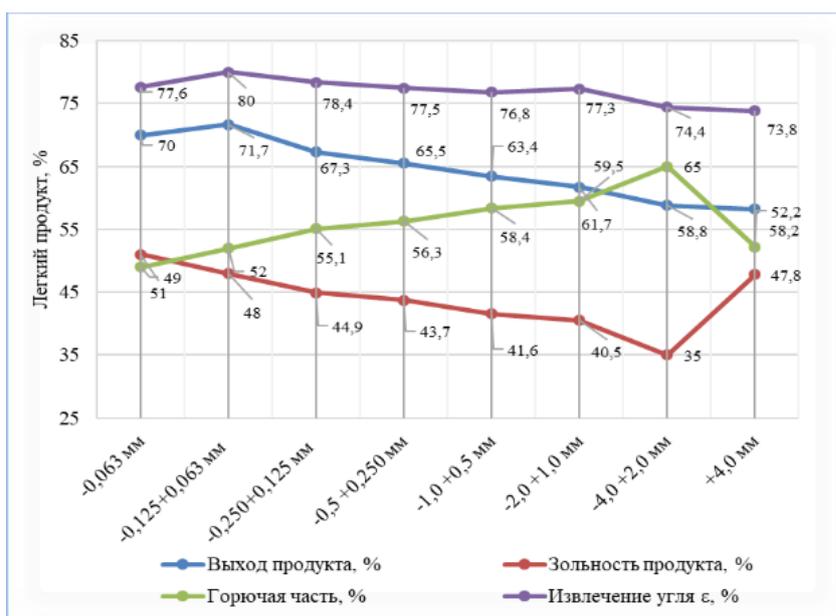


Рис. 4. Зависимость изменения технологических показателей обогащения от гранулометрического состава исходного угля при частоте колебания 125^{мин}.

Из рисунки 4 видно, что наилучших результатов обогащения на отсадочных машинах было достигнуто при классе крупности $-4,0 +2,0$ мм, извлечение легкой продукте угля составило 74,4%, горючая часть продукта составило 65,0%.

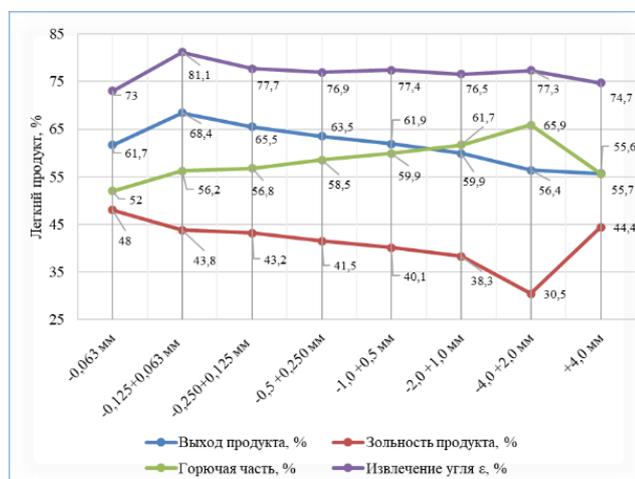


Рис. 5. Зависимость изменения технологических показателей обогащения от гранулометрического состава исходного угля при частоте колебания 150^{мин}.

Из рисунки 5 видно, что наилучших результатов обогащения на отсадочных машинах было достигнуто при классе крупности $-4,0 +2,0$ мм, извлечение легкой продукте угля составило 77,3 %, горючая часть продукта составило 65,9%.

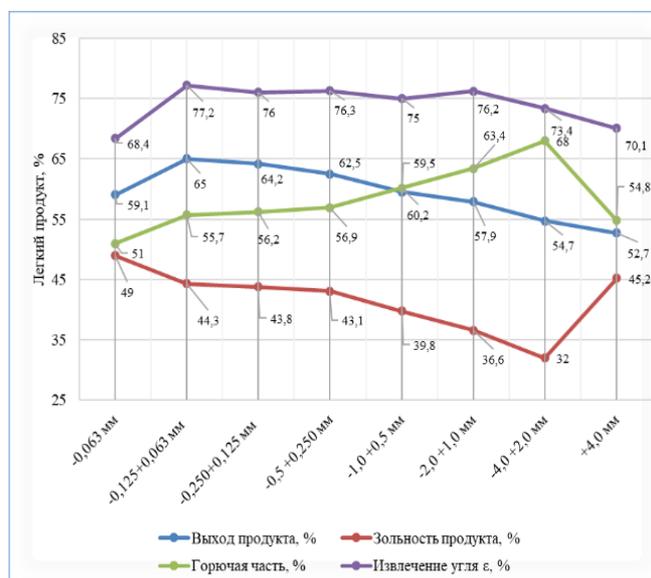


Рис. 6. Зависимость изменения технологических показателей обогащения от гранулометрического состава исходного угля при частоте колебания 175^{мин}.

Из рисунки 6 видно, что наилучших результатов обогащения на отсадочных машинах было достигнуто при классе крупности $-4,0 +1,0$ мм, извлечение легкой продукте угля составило 73,4%, горючая часть продукта составило 68,0%.

Также были проведены исследования обогатимости высокозольного бурого угля методом пневматической сепарации. Для проведения опытов использовался усредненный материал пробы высокозольного бурого угля. В начале исходная проба бурого угля предварительно дробилась, усреднялась перемешиванием методом кольца-конуса и сокращалась квартованием до 5 кг. На воздушном сепараторе с помощью частотного преобразователя электродвигателя задавалась различная скорость движения воздуха (15 м/с; 20 м/с; 25 м/с; 30 м/с; 35 м/с) в воздушном канале. Результаты предварительных опытов пневматическая сепарация приведена в рисунки 7.

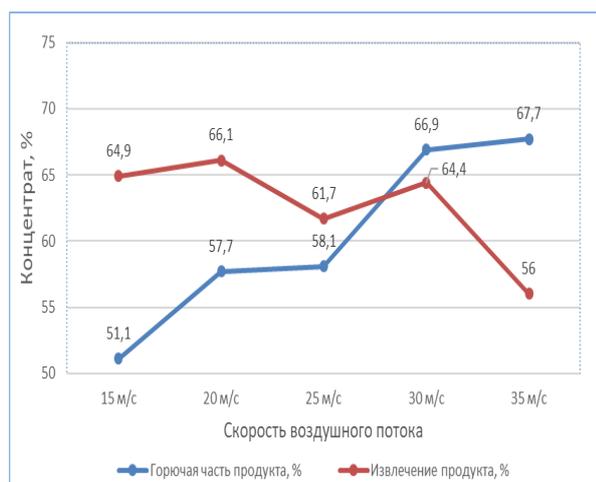


Рис. 7. Зависимость изменения извлечения угля от скорости воздушного потока.

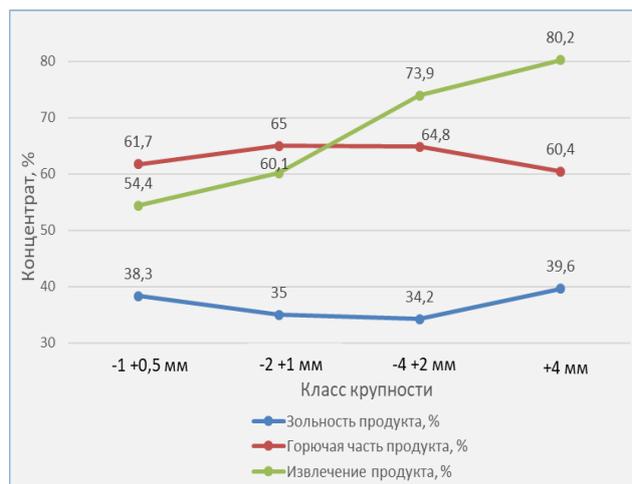


Рис. 8. Зависимость изменения извлечения угля пневматической сепараторе при скорости воздуха 30 м/с.

Из рисунки 7 видно, что предварительный опыт по пневматической сепарации при различном значении скорости воздушного потока наилучшие результаты показал при скорости потока воздуха в 30 м/с, выход концентрата составил 46,0%, при зольности 33,1% извлечение угля составило 64,4%, горючая часть продукта составило 66,9%.

Исходя из результатов предварительного обогащения угля методом воздушной сепарации было решено провести более глубокое исследование. Была проведена ситовка дробленного материала и было 4 класса крупности: +4мм; -4+2 мм; -2+1 мм; -1+0,5 мм. Класс менее 0,5 мм обогащению не подвергался. При скорости воздушного потока 30 м/с.

Из рисунка 8 видно, что при скорости воздуха 30 м/с получены наилучшие следующие результаты: - при классе крупности -4+2 мм при зольности в 34,2%, извлечение продукта составило 73,9%, горючая часть продукта составило 64,8%.

Лабораторные опыты по флотационному обогащению высокозольного угля производились на лабораторной флотомашине ESSE FTM 101 с емкостью камеры 3 л. Для проведения опытов использовался усредненный материал пробы высокозольного угля 7 классов крупности: -4+2 мм; -2+1 мм; -1+0,5 мм;

-0,5+0,250 мм; -0,250+0,125 мм; -0,125+0,063 мм; -0,063 мм. В качестве реагента собирателя и пенообразователя проверялась эффективности при различных дозировки следующих 3-х реагентов: соапсток (отход масложирного комбината), олеиновая кислота, трансформаторное масло с керосином. Результаты опыта флотации по различному классу крупности с реагентом соапсток, олеиновая кислота, Т-80 приведена в рисунках 9, 10, 11.

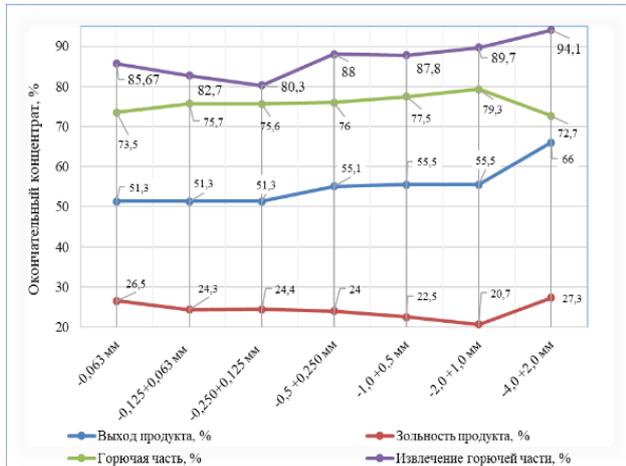


Рис. 9. Зависимость изменения технологических показателей обогащения от класса крупности исходного угля при применении реагента соапсток.

Из рисунки 9 видно, что обратной флотацией (обогащенным по полезному компоненту является камерный продукт флотации, а не пена) при применении реагента соапстока получены наилучшие

следующие результаты:- при классе крупности -2 +1,0 мм в II- перечистки флотации выход камерного продукта составил 55,5% с конечной зольностью равной 20,7%. Сквозное извлечение горючей части угля составило 89,7%.

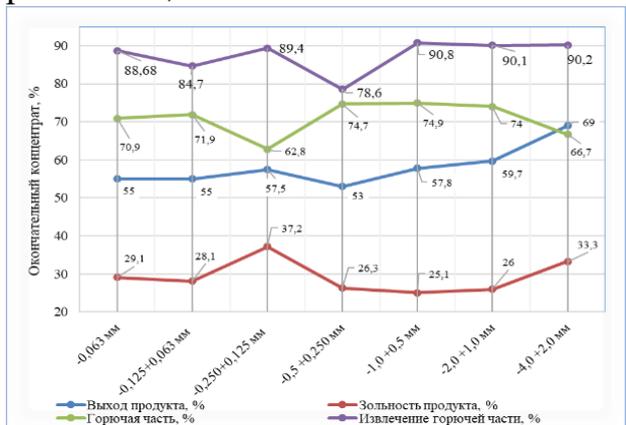


Рис. 10. Зависимость изменения технологических показателей обогащения от класса крупности исходного угля при применении реагента олеиновой кислоты.

Из рисунки 10 видно, что при применении реагента олеиновой кислоты получены наилучшие следующие результаты: при классе крупности -1 +0,5 мм в II- перечистки флотации выход камерного продукта составил 57,8% с конечной зольностью

равной 25,1%. Сквозное извлечение горючей части угля составило 90,1%.

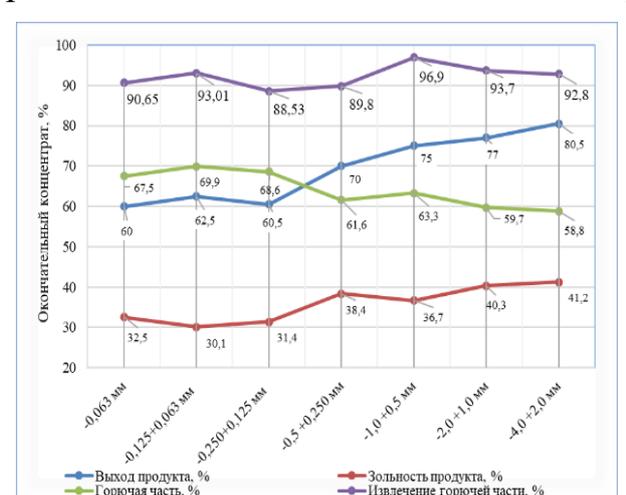


Рис. 11. Зависимость изменения технологических показателей обогащения от класса крупности исходного угля при применении реагента Т-80.

Из рисунки 11 видно, что при применении реагента олеиновой кислоты получены наилучшие следующие результаты: при классе крупности -0,125 +0,063 мм в II-перечистки флотации выход камерного продукта составил 62,5% с

конечной зольностью равной 30,1%. Сквозное извлечение горючей части угля составило 93,01%.

Далее провели лабораторные опыты по флотационно-гравитационному (комбинированному) способу обогащения высокозольного угля на лабораторной флотомашине и концентрационном столе СКЛ 2. В качестве оптимального пенообразователя был выбран соапсток. Так как при применении данного реагента процесс флотации угля обратный то для дополнительного эффекта был применен реагент депрессора угля – «Р2».

Во всех опытах по флотации скорость вращения импеллера составила 500 об/мин, а расход воздуха 10 л/мин, время основной флотации – 20, 15, 10 мин, а перечистой – 15, 10, 5 мин. Параметры обогащения в 3-х различных режимах по флотационно-гравитационной схеме приведена в таблице 5.

Таблица 5

Параметры обогащения в 3-х различных режимах по флотационно-гравитационной схеме.

Параметры	Расход реагентов, г/т				Параметры обогащения на концентрационном столе		
	Основная флотация		Перечистная флотация		Угол наклона деки, град	Частота деки, мин ⁻¹	Амплитуда деки, мм
	Соапсток	Р-2	Соапсток	Р-2			
1	600	8	300	5	3	300	20
2	700	10	400	7	5	285	15
3	900	12	500	9	6	260	10

Результаты исследование по флотационно-гравитационному способу обогащения по различному классу крупности приведена в рисунках 12, 13, 14.

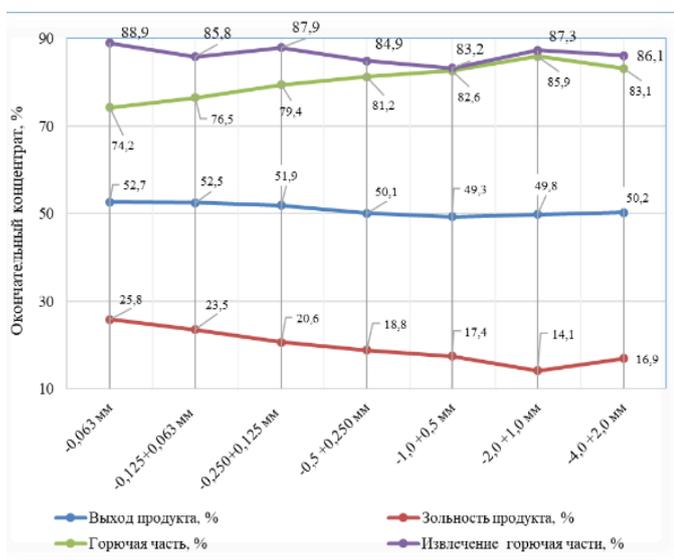


Рис. 12. Зависимость изменения извлечения конечного продукта по разным классам крупности для 1 го опыта.

Из рисунки 12 видно, что обогащении флотационно-гравитационные методами при расхода реагенты пенообразователя 900 г/т и депрессора 13 г/т, получены наилучшие следующие результаты:- при класса крупности -2 +1 мм сквозное извлечение составило 87,3%, при выходе в 49,8% и зольности данного продукта равной 14,1%;

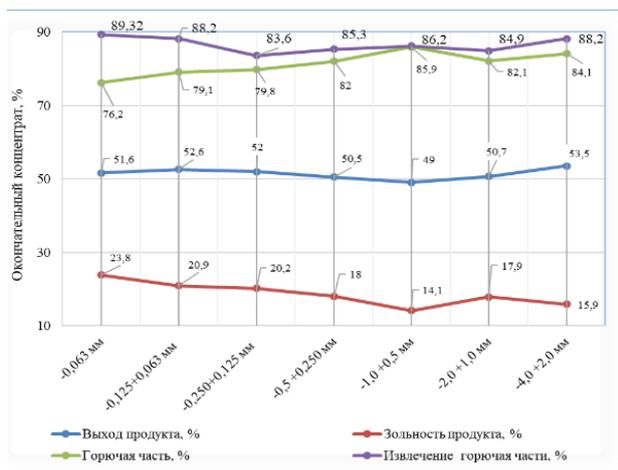


Рис. 13. Зависимость изменения извлечения конечного продукта по разным классам крупности для 2 го опыта

Из рисунки 13 видно, что обогащении флотационно-гравитационные методами при расхода реагенты пенообразователя 1100 г/т и депрессора 17 г/т, получены наилучшие следующие результаты:- при класса крупности -1 +0,5 мм

сквозное извлечение составило 86,2%, при выходе в 49,0% и зольности данного продукта равной 14,1%;

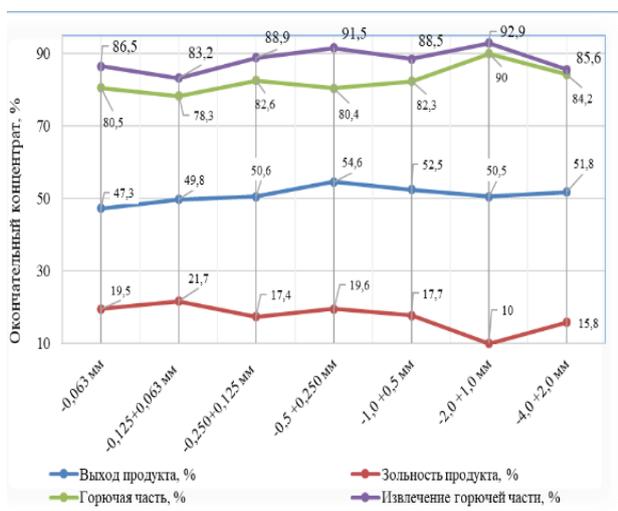


Рис. 14. Зависимость изменения извлечения конечного продукта по разным классам крупности для 3 го опыта.

Из рисунки 14 видно, что обогащении флотационно-гравитационные методами при расхода реагенты пенообразователя 1400 г/т и депрессора 21 г/т, получены наилучшие следующие результаты: - при класса крупности -2 +1 мм сквозное извлечение составило 92,9%,

при выходе в 50,5% и зольности данного продукта равной 10,0%;

А также в опытном цеху гидрометаллургического завода № 1 были произведены лабораторные испытания по обогащению Ангреноского бурого угля по гравитационной схеме.

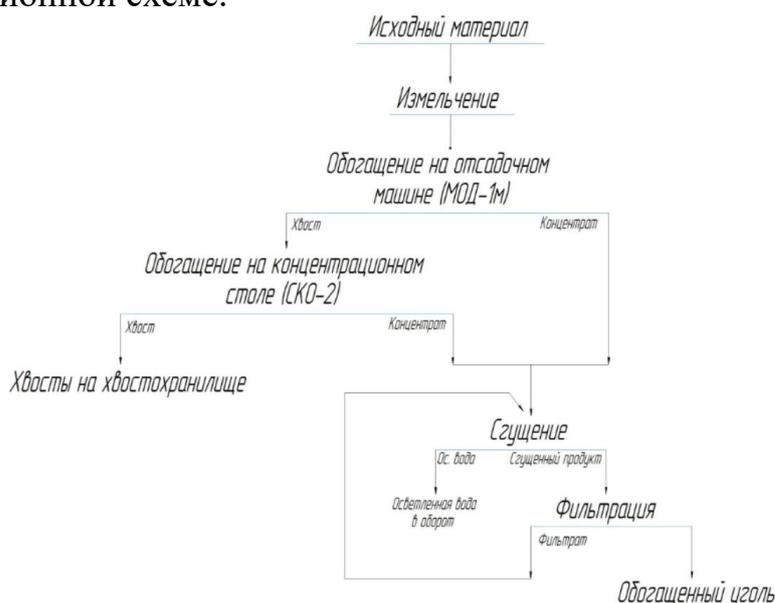


Рис. 15. Технологическая схема обогащения Ангреноского бурого угля

Таблица №6

Показатели обогащения Ангренского бурого угля

№	Название продуктов	Выход продукта, γ, %.	Содержание угля β.	Извлечение угля ε, %.
1	2	3	5	6
1	Исходный продукт	100,0	41,5	100
Измельчение				
Поступает				
1	Исходный продукт	100,0	41,5	100
Выходит				
2	Измельченная руда	100,0	41,5	100
Обогащение на отсадочной машине МОД-1М				
1	2	3	5	6
Поступает				
3	Измельченная руда	100,0	41,5	100
Выходит				
4	Хвост	79,7	21,0	60,14
5	Концентрат	20,3	79,0	38,6
Обогащения на концентрационном столе СКО 2				
Поступает				
4	Хвосты МОД-1М	79,7	21,0	60,14
Выходит				
6	Хвост	60,0	13,9	20,0
7	Концентрат	19,7	87,1	41,4
Общий выход хвоста				
6	Хвосты	60,0	13,9	20,0
Общий выход концентрата				
9	Концентрат	40,0	83,0	80,0

Таблица 7

Содержание основных минералов по результатам рентгеновской дифрактометрии

Минерал и его формула	Содержание основных минералов, %.				
	исх. угля	Хвосты ос. Флот.	Хвосты I перечистки.	Хвосты СКМ	Концентрат СКМ
Кварц (SiO ₂)	13.0	25.0	24.1	74.9	0.5
Пирит (FeS ₂)	1.1	0.6	0.4	3.7	0.9
Каолинит	22.0	46.0	46.2	7.3	2.1
Углистое вещество	43.0	5.8	1.1	3.1	90.0
Мусковит (KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(F,OH) ₂)	10.0	12.2	14.6	4.0	-
Накрит (Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄)	6.0	9.2	7.0	-	3.5
Доломит (CaCO ₃ ·MgCO ₃)	0.5	-	-	-	3.0
Кальцит (CaCO ₃)	0.6	-	-	2.6	-
Рутил (TiO ₂)	0.5	1.2	-	0.3	-
Албит (Na[AlSi ₃ O ₈]).	3.3	-	6.6	3.9	-
Сумма	100.0	100.0	100.0	99.9	100.0

А также изучен минеральный состав (рудных и нерудных минералов) всех продуктов обогащения высокозольного угля: с использованием рентгеновской дифрактометрии. Содержание основных минералов по результатам рентгеновской дифрактометрии представлено в табл. 7.

В четвертой главе диссертации под названием «**Разработка и обоснование рекомендуемой технологической схемы обогащения высокозольного угля из Ангренского разреза**» представлена разработанная технологическая схема обогащения высокозольного угля из Ангренского разреза и результаты укрупненных испытаний.

На основе проведенных исследований, была разработана и рекомендованы комбинированный технологическая схема обогащения высокозольного бурого угля. В разработанной технологической схеме извлечение угля в концентрат составило 90 %, а также повышено теплотворность концентрата на 4260 kkal/kg. Полученный концентрат соответствует междунароной стандарта ISO 2950.

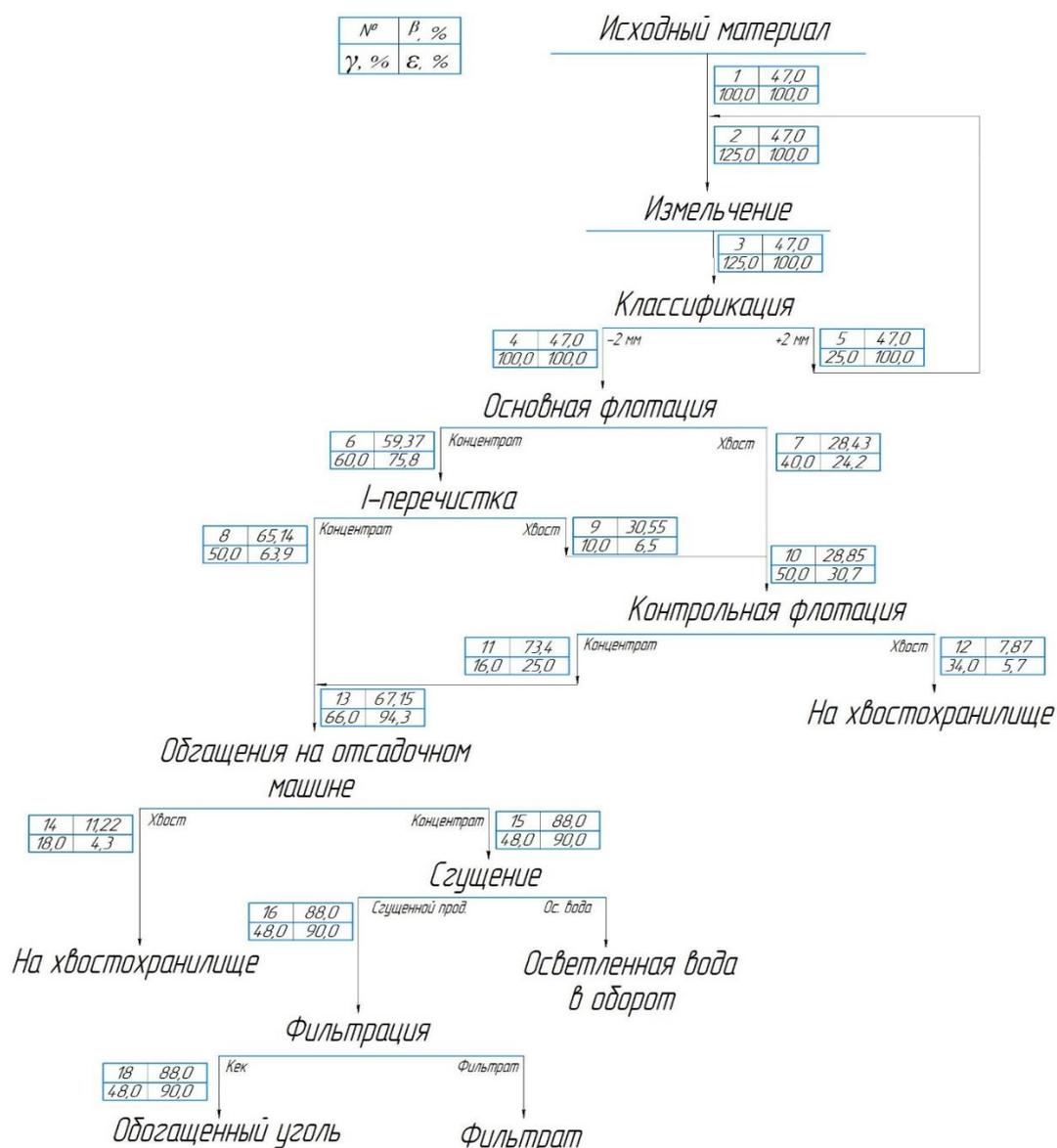


Рис. 16. Качественно-количественная схема обогащения высокозольного бурого угля из Ангренского разреза

Оценка экономической эффективности разработанной комбинированной технологической схеме обогащения высокозольного бурого угля из Ангренского разреза составило 2 415 450 \$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований по диссертационной работе доктора философии (PhD) на тему «Разработка технологии обогащения высокозольного бурого угля из Ангренского разреза» сделаны следующие заключения, имеющие теоретическую и практическую значимость:

1. При проведении научно-исследовательских работ был определен химический и минералогический состав исходного бурого угля, который показал, в составе кроме угля содержатся еще и фосфорит, каолинит, кальцит, кварц, албит, доломит, мусковит и другие.

2. При проведении термогравиметрического анализа, включая дифференциальную термогравиметрическую калориметрию определена теплотворность исходного высокозольного бурого угля, у которого теплотворность составила 1650 kkal/kg.

3. При исследовании гравитационного обогащения наиболее эффективные показатели были получены при частоте пульсации 175^{-мин} класса крупности -4,0 +2,0 мм выход продукта легкой фракции составил - 54,7%, зольность данного продукта - 32,0% горючая часть продукта составила - 68,0%, сквозное извлечения составило - 73,4%.

4. При исследовании флотационного обогащения бурого угля в качестве флотационного реагента пенообразователя и собирателя применяли импортозамещающий местный реагент соапсток, а также выявлено влияние его на флотируемость минералов кальцита, фосфата и алюмосиликатов.

5. Разработана технология обогащения высокозольного бурого угля с применением комбинированного (флотационно-гравитационного) обогащения.

6. При исследовании флотационно-гравитационного обогащения бурого угля эффективные результаты показала схема обогащения класса крупности - 2,0 +1,0 мм, с суммарным расходом реагента 1400 г/т вспенивателя и 21 г/т депрессора, сквозное извлечение которого составило 92,9%, при выходе в 50,5% и зольности данного продукта равной 10,0%.

7. На основе проведенных исследований, была разработана и рекомендована комбинированная технологическая схема обогащения высокозольного бурого угля, в которой можно получить 90 % угольный концентрат, а также повышена теплотворность продукта на 4260 kkal/kg. Полученный концентрат соответствует международному стандарту ISO 2950.

8. Оценка экономической эффективности разработанной комбинированной технологической схемы обогащения высокозольного бурого угля из Ангренского разреза составила 2 415 450 \$.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.17/04.06.2021.T.06.01 AT NAVOI STATE UNIVERSITY OF MINING
AND TECHNOLOGIES**

NAVOI STATE UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGIES

NAMAZOV SUNNAT ZOKIROVICH

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR ENRICHMENT OF HIGH-
ASH BROWN COAL FROM THE ANGREN OPENCAST MINE**

04.00.14 - Mineral processing

**DISSERTATION ABSTRACT
for the Doctor of Philosophy (PhD) of TECHNICAL SCIENCES**

Navoi –2024

The theme of the dissertation of the Doctor of Philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of higher education, science and innovations of the Republic of Uzbekistan under № B2021.4.PhD/T2473.

The dissertation was completed at the Navoi State University of Mining and Technologies.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume) on the website of the Scientific Council (www.nsumt.uz) and on the information and educational portal «ZiyoNet» (www.ziyo.net).

Scientific supervisor:	Doniyarov Nodirjon Abdixakimovich Doctor of Technical Sciences, professor
Official opponents:	Mukhiddinov Bakhodir Fakhriddinovich Doctor of Chemical Sciences, Professor Xudayarov Suleyman Rashidovich Candidate of technical sciences, Associate Professor
Leading organization:	Tashkent State Technical University named after I. Karimov

The defense of the dissertation will be held on «10» 08. 2024 at 10⁰⁰ at the meeting of the Scientific Council DSc.17/04.06.2021.T.06.01 at the Navoi State University of Mining and Technologies. (Address: 210100, Navoi, Galaba Avenue, 76v. Conference Hall of the Navoi State University of Mining and Technologies Phone: (79) 223-23-32; fax: (79) 223-49-66; e-mail: info@nsumt.uz, www.nsumt.uz.)

The doctoral dissertation has been registered at the Information Resource Centre of the Navoi State University of Mining and technologies under No 159 (Adress: 210100, Navoi, 76V Galaba Avenue Phone: (79) 223-23-32; fax: (79) 223-49-66).

The abstract of the dissertation is distributed on «29» 08. 2024.
(Protocol at the register No 15 dated «29» 08. 2024.)



K. Sanakulov

Chairman of the Scientific Council
for awarding the scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

O.U. Fuzaylov

Scientific Secretary of the Scientific Council
for awarding the scientific degrees,
Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences

A.U. Samadov

Chairman of the Scientific Seminar under the Scientific
Council for awarding scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of the dissertation of Doctor of Philosophy (PhD))

The aim of the research is to develop an effective technology of enrichment of high-ash brown coal from Angren opencast mine using a combined (flotation-gravity) method to increase the combustible part of the coal.

The object of the research are high-ash brown coal from the Angren opencast mine.

The scientific novelty of the research lies in the followings:

it was substantiated that the most optimal method for gravity enrichment is enrichment on stripping machines, with separation of coal into a light product;

it was determined that for the first time a new reagent for flotation enrichment of high-ash Angren brown coal with removal of non-combustible impurities was applied;

the class of size class of technological indicators of gravity-flotation method of beneficiation, consumption of reagent and influence of duration of the process of high-ash Angren brown coal were determined;

at use of flotation-gravity scheme for the first time the technological scheme of obtaining the product with ash content of 10-12% and at that the through recovery was 88-90%;

Implementation of the research results. Based on the scientific results obtained on the development of technology for the enrichment of high-ash brown coal from the Angren opencast mine:

a new technology of enrichment of high ash brown coal from Angren opencast mine, using combined (flotation-gravity) method was developed and implemented in JSC Navoi Mining and Metallurgical Company (certificate of JSC Navoi Mining and Metallurgical Company No. 23/01-01-07/638 dated 29 November 2023). As a result of enrichment, the amount of ash decreased from 50-53% to 10-12%.

technological scheme of enrichment of high-ash brown coal from Angren opencast mine, including main flotation, I-refining and control, enrichment on a jigging machine. introduced into practice in JSC Navoi Mining and Metallurgical Company (certificate of JSC Navoi Mining and Metallurgical Company № 23/01-01-07/638 dated 29 November 2023). As a result, calorific value of brown coal was increased by 3 times, while through recovery of coal from high ash mass was 88-90%.

The structure and volume of the dissertation: The dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusion, bibliography and appendices. The volume of the dissertation is 116 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I часть, part I)

1. Донияров Н.А., Намазов С.З., Жумаев М.К. Изучение возможности обогащения высокозольного угля из разреза “Ангренский” методом гравитации. // Научный журнал UNIVERSUM: Технические науки. 12(69) декабрь 2019. № 12 (69), с. 32-36. (02.00.00; №1).

2. Донияров Н.А., Азимов О.А., Бойхонова М.Ю., Намазов С.З. Изменение основных свойств ангреноского бурого угля при пиролизной обработке // Научно – технический и производственный ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА №12, 2020. с 46-49. (04.00.00; №35)

3. Намазов С.З., Туробов Ш.Н., Абдуллаев З.О. Исследование обогатимости высокозольного бурого угля методом пневмотической сепарации// Journal of Advances in Engineering Technology №12, 2023. с 17-21. (ОАК №12, 14.)

4. Н.А. Донияров, Ш.Н. Туробов, С.З. Намазов Результаты исследования обогащения высокозольного бурого угля из “Ангренского разреза” на отсадочном машине //Композицион материаллар - Ташкент, 2023. №4 С. 132-138 (05.00.00; №13)

II bo'lim (II часть, part II)

5. Намазов С.З., Жумаев М.К. Изучение возможности обогащения высокозольного угля из разреза “ангреноский”. // Zarafshon vohasini kompleks innovatsion rivojlantirish yutuqlari, muammolari va istiqbollari”, mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjumani 27-28 noyabr, 2019. Navoiy

6. Донияров Н.А., Намазов С.З. История и развития угольная промышленности узбекистана на примере «разреза ангреноский». // Илм-фан ва таълимнинг ривожланиш истикболлари, mavzusidagi respublika ilmiy anjumani 27-апрель 2020 й

7. Донияров Н.А., Азимов О.А., Намазов С.З. Действующие технологии по обогащению угля в узбекистане и за рубежом // Science and education Scientific journal ISSN 2181-0842 volume 1, issue 3 june, 2020

8. Tagaev I.A., Namazov S.Z. Development of methods of enrichment of angrenian local coal and prospects for extraction of metals from ash. // XVI international forum-contest of students and young researchers topical issues of rational use of natural resources”. Scientific conference abstracts volume 1. Saint-petersburg 17-19 june 2020 pp 251-252.

9. Тагаев И.А., Бойхонова М.Ю., Намазов С.З. Отличительные особенности Ангреноского бурого угля при морфологическом и деривотографическом анализе. // Материалы республиканской научно-практической конференции с международным участием ученых на тему Актуальные проблемы химической технологии. Тошкент-2021. 10-11 март с.

615-617.

10. Doniyarov N.A., Asrorov A.A., Namazov S.Z. Physical-mechanical properties and chemistry study of brown coal /Zarafshon vohasini kompleks innovatsion rivojlantirish yutuqlari, muammolari va istiqbollari IV-Xalqaro ilmiy-amaliy anjumani. 16-17 noyabr, 2023. Navoiy, O‘zbekiston. b. 257-258.

Avtoreferat “O‘zbekiston konchilik xabarnomasi” jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazilib, o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlar o‘zaro muvofiqlashtirildi.

Bichimi 60x84_{1/16}. Ofis qog‘ozi. Raqamli bosma usulida chop etildi. Times New Roman garniturasida. Shartli bosma tabog‘i: 2,7. Adadi 60. Buyurtma № 42. Guvohnoma № 021683 “SARMISH NASHR” MCHJ bosmaxonasida chop etilgan. Bosmaxona manzili: Navoiy sh., G‘alaba shox ko‘chasi, 84a-uy