



UDK: 622.765/622.023/666.171

Sanjar XALILOV,

O'zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti tayanch doktoranti,

E-mail: bobur3697171@gmail.com

Azizbek KO'CHAROV,

O'zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti kichik ilmiy xodimi

E-mail: azizbek.kucharov94@mail.ru

Suxrob YUSUPOV,

O'zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti tayanch doktoranti

Normuhammad YODGOROV,

O'zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti professori, kimyo fanlar doktori

O'zbekiston Milliy universiteti katta o'qituvchisi, kimyo fanlari falsafa doktori, L. Azimov taqrizi asosida

USE OF COMPOSITE REAGENTS FOR THE SEPARATION OF NON-FERROUS METALS FROM COALS BY THE FLOTATION METHOD

Annotation

First of all, this research paper presents brief information on the preparation of SFKM-1 and SFKM-2 surfactants based on local raw materials. Information is provided on the optimal ratio of SFKM-2 branded composition, which contains SFKM-1 flotation reagent with sulfanol. When analyzing the physical and chemical properties of Angren lignite of 2BR-B2 and 2BOMSSh-B2 brands, the optimal volume was determined. The surfactant used in coal beneficiation was selected and its efficiency was studied. The positive results of gravity and flotation enrichment of coal using Oxalya T-66 foaming reagent are presented. The quantitative and qualitative composition of the groups of the obtained SFKM-2 composite material was studied using IR-spectroscopy analysis. Information about the analysis of the received IR spectrum is presented.

Key words: Lignite, fuel, peat, amino acids, earth and non-ferrous metals, ore, pulp, flotation reagents, chelators, surfactants.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ ОТ УГЛЕЙ ФЛОТАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Аннотация

Прежде всего, в данной научной работе представлены краткие сведения о получении ПАВ СФКМ-1 и СФКМ-2 на основе местного сырья. Приведены сведения об оптимальном соотношении фирменного состава СФКМ-2, содержащего флотореагент СФКМ-1, с сульфанолам. При анализе физико-химических свойств ангреновского бурого угля марок 2БР-Б2 и 2БОМСШ-Б2 определен оптимальный объем. Подобрано ПАВ, используемое при обогащении угля, и изучена его эффективность. Представлены положительные результаты гравитационного и флотационного обогащения угля с использованием пенообразователя Оксалия Т-66. Количественный и качественный состав групп полученного композиционного материала СФКМ-2 изучали методом ИК-спектроскопического анализа. Представлена информация об анализе полученного ИК-спектра.

Ключевые слова: Бурый уголь, топливо, торф, аминокислоты, земляные и цветные металлы, руда, пульпа, флотореагенты, энтеросорбенты, поверхностно-активные вещества.

FLOTATSIYA USULI BILAN KO'MIRLARDAN RANGLI METALLARNI AJRATIB OLISH UCHUN KOMPOZITSION REAGENTLARDAN FOYDALANISH

Annotatsiya

Ushbu tadqiqot ishida birinchi navbatda mahalliy xomashyo asosida SFKM-1 va SFKM-2 markali sirt faol moddaning tayyorlanishi to'g'risida qisqacha ma'lumotlar keltirilgan. SFKM-1 flotoreagentini sulfanol bilan hosil qilgan SFKM-2 markali kompozitsiyasi maqbul nisbati to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan. 2BR-B2 va 2BOMSSh-B2 markali Angren qo'ng'ir ko'mirining fizik kimyoviy xususiyatlari tahlil qilinganda, eng maqbul hajm aniqlangan. Ko'mirni boyitishda ishlatiladigan sirt faol modda tanlanib uning unimdorligi o'rganilgan. Oksalya T-66 markali ko'pik xosil qiluvchi reagentdan foydalanib ko'mir gravitatsion va flotatsion boyitilganda ijobiy ko'rsatkichli natijalari keltirilgan. Olingan SFKM-2 kompozit moddasi guruhlarining miqdoriy va sifat tarkibi IQ-spektroskopiya tahlili yordamida o'rganilgan. Olingan IK spektri tahlili haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Kalit so'zlar: Qo'ng'ir ko'mir, yonilg'i, torf, aminokislotalar, tuproq va rangli metallar, ruda, pulpa, flotatsiya reagentlari, kompleksonlar, sirt faol moddalar.

Kirish. Dunyoda texnogen chiqindilar tarkibidan nodir va kamyob metallarni ajratib olish texnologiyasini yaratish va takomillashtirishga oid ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. O'zbekiston Respublikasida kon-metallurgiya sanoatini rivojlantirishga, mineral xomashyoni, xususan, polimetall rudalaridan barcha qimmatbaho metallarni kompleks ajratib olish maqsadida qayta ishlashning takomillashtirilgan texnologiyalarni ishlab chiqishga e'tibor qaratilmoqda. Hozirgi kunda O'zbekiston Respublikasida ko'mir va sanoat chiqindisi tarkibini o'rganish asosida kamyob va rangli metallar miqdori aniqlash hamda ajratib olish usullarini ishlab chiqish uchun sorbent texnologiyasini yaratish nazariy ilmiy ahamiyatga ega bo'lgan dolzarb muammo hisoblanadi.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. O'zbekistonda hozirda aniqlangan ko'mir zaxirasi 1537,0 mln. tonna qo'ng'ir ko'mir va 45,9 mln. tonn toshko'mir ulushiga to'g'ri keladi. "O'zbekko'mir" AJ yiliga taxminan 4 mln.tonna ko'mir qazib chiqaradi [1].

Konlar atrofidagi tuproqlar tarkibi, jumladan tuproq tarkibidagi gumus, NPK, mexanik tarkib mikroagregatlar, tuproqdagi fermentlar, mikroorganizmlar faolyati yetarlicha o'rganilmagan [2].

Respublika yoqilg'i energetika sohasida 97% neft va gaz, 2,3% — ko'mir, 0,7%- gidroenergetika ulushini tashkil qiladi. Xalq xo'jaligida qo'llash maqsadida ko'mirni qayta ishlash, uni sanoatga joriy etish, kam neftga ega bo'lgan mamlakatlarda strategik yo'nalish etib belgilangan [3]. Ko'mir sintetik gazsimon, suyuq va qattiq yoqilg'ilar ishlab chiqarish uchun eng istiqbolli manbaa, shuningdek, turli kimyoviy moddalar va kompozitsion materiallar olish uchun eng muhim xomashyo hisoblanadi. O'zbekistondagi Angren ko'mir konida ham ko'mir ochiq usulda qazib olinadi. O'zbekistonda qazib olinadigan ko'mirning 85 foizi ushbu konga to'g'ri keladi, hozir konda qazib olish jarayoni 250 metr chuqurlikda olib borilmoqda va bir kunda 10-12 ming tonnagacha ko'mir qazib olinmoqda[4].

Ko'mir va ko'mir chiqindilari (tutun va kul qatlam) mishyak, qo'rg'oshin, simob, nikel, vanadiy, berilliy, kadmiy, bariy, xrom, mis, molibden, rux, selen, radiy kabi 20 ga yaqin toksik moddalarni chiqaradi. Ular atrof-muhitga chiqarilganda xavfli hisoblanadi. Ushbu moddalar aralashma tarkibida mikro element holatida bo'lsada, ko'p miqdorda ko'mir yoqilganda bu moddalarning ham katta miqdori chiqariladi. Agar 100 tonna 2BR-B2 va 2BOMSSh-B2 markali Angren qo'ng'ir ko'miri yoqilsa, 60 tonnasigacha chiqindi ko'mir kuli sifatida qoladi.

Material va metodlar. Tadqiqot uchun materiallar sifatida mahalliy ko'mir namunalari (Sharq'un va Angren konlarining turli xil ko'mir markalari), sulfanol, SFKM-1, SFKM-2, ko'mirni boyitishdan chiqqan chiqindilar olingan.

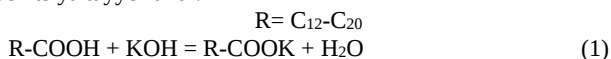
Bitumning sifatini o'rganishda quyidagi usullardan foydalanildi:

IQ Furiye spektroskopiyasi (FTIR) tahlili. IQ spektrlarining tahlili BRUKER VERTEX70 FT-IR qurilmasi yordamida bajarildi. Bunda 1 mg namunani 100 mg namuna bilan aralashtirish orqali KBr reagentidan foydalangan holda 400 dan 4000 sm⁻¹, 8 sm⁻¹ o'lchamdagi to'lqin soni diapazoni va 16 skanerlash vaqti bilan amalga oshirilgan [5].

Potentsiometrik titrlash usuli. Potentsiometrik titrlash usuli qo'ng'ir ko'mirning 2BR-B2 va 2BOMSSh-B2 markalari ko'mirlarining kulidan SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO mineral tarkibini tekshirilgan. Potentsiometrik titrlash - oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi asosida bajariladigan titrlash usuli bo'lib, bu eritmalarini tavsiflash usuli hisoblanadi. Bunda hech qanday ko'rsatkich ishlatilmaydi, balki potentsial tahlil qiluvchi modda, odatda elektrolit eritmasi bo'ylab o'lchanishi bilan foydali va aniqlik darajasi yuqori hisoblanadi [6].

PFP-7 Olovli fotometr. Olovli fotometriya usuli yordamida natriy va kaliy oksidlari (Na₂O, K₂O) aniqlangan. Buning uchun PFP-7 markali fotometrda foydalanilgan. 0,1 g maydalangan kulning alikvoti ISO 26427-85 talablariga muvofiq tayyorlanadi, fotometr (ISO 26148) orqali joylashtiriladi va har bir oksid uchun alohida tekshiriladi [7]. PFP 7 natriy, kaliy, kaltsiy, bariy va litiy konsentratsiyasini muntazam aniqlash uchun mo'ljallangan, past haroratli, bitta kanalli olovli fotometr hisoblanadi. 0,10 g miqdorida ko'mir kuli olinadi va olingan massa xlorid kislotada hamda sulfat kislotada eritilgan. Eritma 250 ml li kolbada tayyorlanadi. 10 ml eritma olinadi, parallel ravishda 2 marta tekshirilgan va xatolik 0,5% gacha bo'lishi ta'minlanadi [8].

Natijalar va ularning tahlili. Sulfanol moddasini sirt faollik qobiliyatini oshirish maqsadida yog'-moy zavodlari chiqindilari yordamida kompozitsiyalar olindi. Bunda dastlab sulfanol moddasi, yog'-moy zavodi chiqindisi (soapstock) va kaliy ishqori suv aralashmasidan kompozitsiya tayyorlandi.



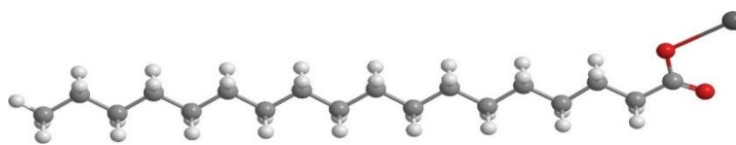
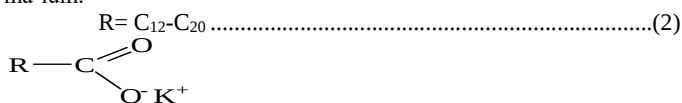
Reaksiya asosida sirt faol modda tayyorlab olinadi. Buning uchun reaksiya to'liq ketishini formula asosida hisoblanadi yani KOH ning 1 mol modda miqdori to'liq reaksiyaga kirishishi uchun 284 gr stearat kislotasi reaksiyaga kirishadi. Mavjud soapstockda 30-75% stearat kislotasi borligi uchun quyidagicha hisoblanadi (1-jadval).

1- jadval

SFKM-1 markali sirt faol moddaning tayyorlanishi

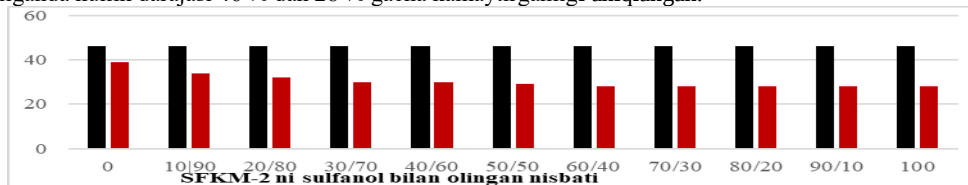
	Tayyorlanilgan SFM xajmi			
	5 l	10 l	20 l	50 l
Soapstock yog'i; l	0.9-1.9	2.5-3.5	5.0-6.0	15-20
KOH; kg	0.10-0.20	0.2-0.4	0.5-0.6	1.2-2.0
KOH eritmasini tayyorlash uchun kerakli suv; l	0.10-0.20	0.30-0.4	0.4-0.6	2.0-3.0
Tayyorlangan SFMni suyuqlashtirish uchun kerakli texnik suv; l	3.0-4.0	6.0-7.0	12-14	25-30

1-jadvaldan ma'lumki, 50 l sirt faol moddani tayyorlash uchun dastlab kamida 70 litrli reaktorda 1,6 kg KOH ni 2 litr suvda eritildi, va 6 soat davomida xona haroratida qo'yildi. Bu vaqt davomida KOH to'liq chin eritma hosil qiladi. So'ngra 18 litr soapstock moddasidan solindi. Soapstock tarkibida 30-70 % orasida yog' kislotalari mavjudligi tufayli doimo sirt faol modda tayyorlanishdan oldin soapstockni kimyoviy tahlil olib boriladi. Tahlil natijasiga ko'ra, ishqor eritmasidan hisoblab solinadi, so'ngra 2 soat davomida reaktorda har minutiga 90-120 marta tezlik bilan aralashtirildi. Aralashma 5-7 sutka davomida xona haroratida ya'ni 15-40 °S haroratda qoldiriladi. Bu vaqt davomida KOH stearat va boshqa yog' kislotalari bilan reaksiyaga kirishib sirt faol modda hosil qiladi. Hosil bo'lgan sirt faol moddani 40 litr suv bilan suyultiriladi. So'ngra esa 2 soat davomida 80-100 marta tezlik bilan meshalka yordamida aralashtiriladi natijada SFKM-1 markali sirt faol modda olishga erishiladi. SFKM-1 markali sirt faol moddaning Avagadro dasturi orqali tayyorlangan 3D modeli (1-rasm) da anion sirt faol modda mavjudligi ma'lum.



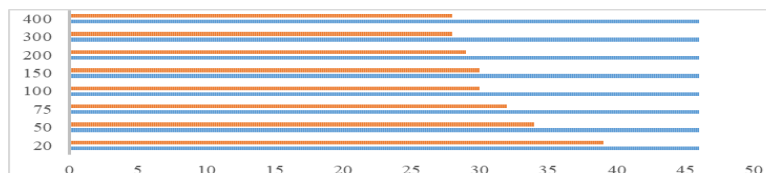
1-rasm. SFKM-1 ning Avagadro dasturida tayyorlangan 3D tasviri

Bunda SFKM-1 markali sirt faol modda sulfanol moddasi bilan modifikatsiya qilinadi va SFKM-2 markali flotoreagent olinadi. Bunda SFKM-1 ning karboksil guruhidagi yoki sulfanol tarkibidagi kislorod va radikal tarkibidagi vodorodlar orasida vujudga keladigan vodorod bog'lanishlar natijasida turli xil kompozitsiyalar hosil bo'lgan. Olingan kompozitsiyaning fizik kimyoviy xususiyatlari o'rganilgan. Natijada, sirt faollik xususiyati va flotoreagentlik xossalari kelib chiqib 2BR-B2 va 2BOMSSh-B2 markali Angren qo'ng'ir ko'mirlarini flotatsion boyitish jarayoni uchun tadqiq qilingan. Olingan natijalarga ko'ra SFKM-1 flotoreagentini sulfanol bilan hosil qilgan SFKM-2 markali kompozitsiyasi maqbul nisbati 50/50 ekanligi aniqlandi (2-rasm). Olingan kompozitsiyaning sirt faollik xususiyati tufayli 2BR-B2 va 2BOMSSh-B2 markali Angren qo'ng'ir ko'miri boyitilganda kullik darajasi 46 % dan 28 % gacha kamaytirilganligi aniqlangan.



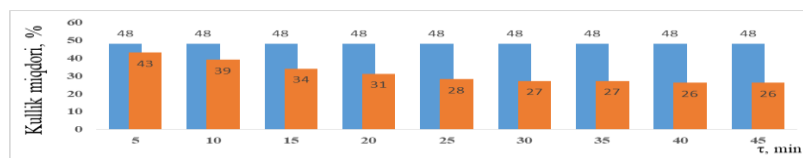
2-rasm. SFKM-1 ni sulfanol bilan xosil qilgan SFKM-2 markali kompozitsiyasini kullik darajasini kamaytirishga ta'siri

Bundan ko'rinib turibdiki 50/50 nisbatda olingan kompozitsiyada sirt faolligi kuchli va flotoreagent sifatida ishlatilishi maqsadga muvofiq deb topilgan. SFKM-2 markali flotoreagentni sarfini aniqlash uchun 100 l suspenziyaga bir xil vaqt davomida turli xil hajmdagi flotoreagentlar solingan. O'zgarma vaqt birligi sifatida 15 min tanlangan. Natijada boyitilgan 2BR-B2 va 2BOMSSh-B2 markali Angren qo'ng'ir ko'mirining fizik kimyoviy xususiyatlari tahlil qilinganda, eng maqbul hajm 50 ml ekanligi aniqlangan (3 rasm). Bunda 50 ml reagent qo'shilganda yuqori iqtisodiy samarali va energiya tejamkorlikka erishilishi kuzatildi.



3-rasm. SFKM-2 moddasini 100 l suspenziyaga qo'shiladigan miqdori

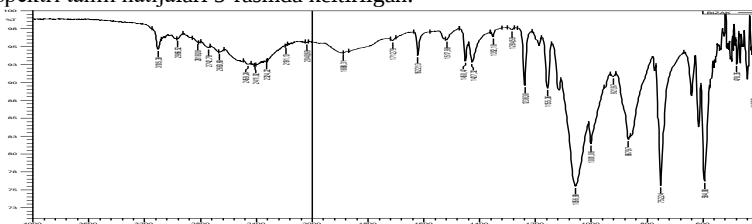
SFKM-2 moddasini 100 l suspenziyaga vaqt davomida qo'shilishi bo'yicha yuqori natijaga erishish natijasini kuzatish uchun 50 ml reagentga turlicha vaqt davomida reaksiyalar olib borildi, bunda sifat va miqdorini tekshirib turilganda 20 minut vaqt hisobi eng maqbul variant sifatida tanlandi. Bunda 20 minut davomida reaksiya olib borilganda iqtisodiy samarali ya'ni energiya tejamkorlikka Angren ko'mirini O'zDSt talabiga ko'ra kullik darajasini 34% gacha kamaytirish orqali erishildi (4-rasm). Tajribada ko'mirni boyitishda ishlatiladigan sirt faol modda tanlanib uning unimidorligi o'rganilgan. Buning uchun sifatli va flotatsiya jarayonida ishlatiladigan ko'pik hosil qiluvchi reagent sifatida SFKM-2 tanlab olinib bir xil vaqt va bir xil miqdorda qo'shiladi.



4-rasm. SFKM-2 moddasini 100 l suspenziyaga qo'shiladigan vaqti

Olingan natijalardan ko'rinib turibdiki, Oksalya T-66 markali ko'pik hosil qiluvchi reagentdan foydalanib ko'mir gravitatsion va flotatsion boyitilganda ijobiy ko'rsatgichli natijaga erishilgan. Ammo bu reagent qimmatligi hamda import qilinuvchi mahsulot hisoblanganligi sababli maxalliy xom ashyolardan tayyorlangan SFKM-2 moddasi maqbul variant hisoblanadi. Chunki asosiy xomashyo hisoblanadigan va boyitish jarayonida detergent sifatida foydalanish mumkin bo'lgan sulfanol moddasi O'zDSt talablariga javob beradigan mahalliy xom ashyo hisoblanadi. Bu modda asosida olingan SFKM-2 yordamida gravitatsion va flotatsion boyitilganda O'zDSt talablariga mos ko'mir namunalari olindi (3.9-rasm). 2BR-B2 va 2BOMSSh-B2 markali Angren qo'ng'ir ko'mir namunalari ishlab chiqilgan tajriba qurilmasida boyitilgan. Flotatsion reaktorda ko'mir namunalari mazkur usulda mineral qismlardan tozalanadi. Flotatsiya jarayonini tezlashtirish va sifatini yaxshilash uchun ko'mirli suspenziya meshalka yordamida (meshalkaning aylanish tezligi bir minut uchun 150-220) aralashtirib turiladi yoki bosim bilan barbotaj orqali havo yuboriladi. Flotatsion reaktorda har ikki usulni qo'llashning imkoni mavjud. Flotatsiya natijasida qurilmaning pastki qismida mineral qism ya'ni qum, kaltsiy va alyuminiy birikmalari cho'kib tushadi. Ko'mir esa suspenziya bilan tindirish bosqichiga o'tkazilib, tindirish bosqichida filtrlanadi. Mazkur suvni ajratib olib, qayta ishlatishi iqtisodiy va ekologik jihatdan muhim hisoblanadi.

Olingan SFKM-2 kompozit moddasi guruhlarining miqdoriy va sifat tarkibi IQ-spektroskopiya tahlili yordamida o'rganilgan. Olingan IK spektri tahlil natijalari 5-rasmda keltirilgan.



5-rasm. SFKM-2 kompozit moddasi IK-spektri tasviri

Hosil qilingan SFKM-2 kompozit moddasining IK-spektri tahlilidan ma'lumki, 600-800 cm⁻¹ oralig'ida cho'qqining bo'lishi organik metall yoki C-galogenid borligini bildiradi. 900-1200 cm⁻¹ oralig'ida cho'qqi esa bo'lishi C-O-C bog'larining mavjudligini ko'rsatadi. 1400-1600 cm⁻¹ da cho'qqining ko'zatilishi $\text{C}\equiv\text{N}$, $\text{N}=\text{O}$, R-NO_2 $\text{C}=\text{O}$ guruhlarini ko'rsatadi. 3200-3500 cm⁻¹ dagi cho'qqining bo'lishi modda tarkibida ON guruhi borligini ko'rsatadi.

Xulosa. Ushbu maqolada Angren qo'ng'ir ko'miri va tuproqlarda mikroelementlarning (As, Cd, Cu, Ti, Cr, Hg, Mn, Ni, Pb va Zn) umumiy kontsentratsiyasi ko'rib chiqiladi. Ushbu yelementlarning o'rtacha kontsentratsiyasi juda katta farq qiladi, ammo bu qiymatlarning aksariyati dunyo fon tuproqlaridagi tegishli qiymatlaridan yuqori ekanligini ilmiy izohlash mumkin. Demak, tadqiqot ishida ko'mirni boyitishda ishlatiladigan sirt faol modda tanlanib, uning unumdorligi o'rganilgan. Sifatli va flotatsiya jarayonida ishlatiladigan ko'pik xosil qiluvchi reagentlar tanlanib, ularning xossalari o'rganilgan. Import sifatida ishlatiladigan ko'pik hosil qiluvchi reagentlar bilan solishtirilganda ijobiy natijaga erishilgan. Bundan tashqari flotatsiya jarayoni borishi uchun flotatsion reaktor ishlash mexanizmi va yuboriladigan havo bosimining normalari ham o'rganildi.

ADABIYOTLAR

1. Халилов Санжар, and Азизбек Кўчаров. "кўмир таркибидаги рангли ва қора металлларни экологияга таъсирини илмий тадқиқи натижалари." *Journal of Experimental Studies* 1.3 (2023): 8-12.
2. Юсупов, Фарход Махкамович, et al. "Свойства сферических гранул на основе оксида алюминия." *Universum: химия и биология* 3-1 (69) (2020): 59-63.
3. Kucharov, Azizbek, et al. "Development of technology for water concentration of brown coal without use and use of red waste in this process as a raw material for colored glass in the glass industry." *E3S Web of Conferences*. Vol. 264. EDP Sciences, 2021.
4. САИДМУРОДОВ, Рашид, and Фарход ЮСУПОВ. "ишлатилган цеолитларни термик ишлаш орқали табиий газни куриштириш жараёнига боғлиқлигини таҳлили натижалари." *Journal of Experimental Studies* 1.4 (2023): 1-9.
5. Юсупов, Фарход Махкамович, et al. "Улучшение качества бурых углей марки 2бр-в2 и 2бмсш-б2 с помощью химической обработки." *Universum: технические науки* 3-2 (72) (2020): 43-46.
6. Хурсанов, Бобомурод Шухратович, Азизбек Алишер ўғли Кўчаров, and Фарход Махкамович Юсупов. "исследование свойств сернистого битума, полученного на основе модифицированной полимерной серы." *Universum: технические науки* 12-6 (105) (2022): 21-25.
7. Zhang L, Tao YJ, Yang L, et al. Spatial distribution of fine high-sulfur lean coal in enhanced gravity field. *Energ Source Part A* 2017;39:2098–104. <https://doi.org/10.1080/15567036.2017.1403513>
8. Soong Y, Schoffstall MR, Link TA. Triboelectrostatic beneficiation of fly ash. *Fuel* 2001;80:879–84. [https://doi.org/10.1016/S0016-2361\(00\)00150-2](https://doi.org/10.1016/S0016-2361(00)00150-2)