

NAMANGAN DAVLAT
UNIVERSITETI
ILMIY AXBOROTNOMASI, [2026-9]
ISSN:2181-1458
ISSN:2181-0427



02.00.00-KIMYO FANLARI
journal.namdu.uz
CHEMICAL SCIENCES

KO' MIR-BENTONIT KOMPOZITSION ADSORBENTLARINI OLIISH UCHUN XOMASHYOLARNING FIZIK-KIMYOVIY XUSUSIYATLARINING AHAMIYATI

¹N.M. G' aniyeva, ²M.I. Payg' amova, ²G' .M. Ochilov, ²R.A. Payg' amov

¹Namangan davlat texnika universiteti Namangan, 160123, O'zbekiston.

E-mail: muradullayevanazokat@gmail.com

¹ORCID: 0009-0004-3199-7664

²Qo' qon davlat universiteti

Annotatsiya: Maqolada Angren ko' miri hamda Log' on va Sho' rsuv bentonitlari asosida kompozitsion adsorbent olish imkoniyatlari o'rganildi. Bentonitlarning kimyoviy tarkibi, ko' mirning fizik-kimyoviy va kul tarkibi aniqlandi hamda xomashyolarni dastlabki tozalash va tayyorlash jarayonlari tadqiq etildi. Natijalar mahalliy ko' mir va bentonit asosida samarali sorbsion xususiyatlarga ega kompozitsion material olish mumkinligini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: ko' mir, bentonit, adsorbent, montmorillonit, sorbsiya, Angren ko' miri, Log' on bentoniti, Sho' rsuv bentoniti.

ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ УГОЛЬНО-БЕНТОНИТОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ АДСОРБЕНТОВ

Аннотация: В статье исследованы возможности получения композиционного адсорбента на основе ангренского угля, а также Логонского и Шурсувского бентонитов. Определены химический состав бентонитов, физико-химические характеристики и зольный состав угля, а также исследованы процессы предварительной очистки и подготовки исходного сырья. Полученные результаты показали возможность получения композиционного материала с эффективными сорбционными свойствами на основе местного угля и бентонита.

Ключевые слова: уголь, бентонит, адсорбент, монтмориллонит, сорбция, ангренский уголь, Логонский бентонит, Шурсувский бентонит.

THE IMPORTANCE OF THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF RAW MATERIALS FOR OBTAINING COAL-BENTONITE COMPOSITE ADSORBENTS

Abstract: The article investigates the possibility of obtaining a composite adsorbent based on Angren coal, as well as Logon and Shursuv bentonites. The chemical composition of the bentonites, the physicochemical characteristics and ash composition of the coal were determined, and the processes of preliminary purification and preparation of the raw materials were investigated. The results demonstrated the possibility of obtaining a composite material with effective sorption properties based on locally sourced coal and bentonite.

Keywords: coal, bentonite, adsorbent, montmorillonite, sorption, Angren coal, Logon bentonite, Shursuv bentonite.

KIRISH. Hozirgi vaqtda mahalliy mineral xomashyolardan foydalanish, ular asosida yangi funksional xususiyatlarga ega kompozitsion materiallar yaratish, olingan materiallarning fizik-kimyoviy va sorbsion xususiyatlarini o'rganish va amaliyotga tadbiq etish muhim ilmiy-amaliy yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Shu nuqtayi nazardan, ko' mir va bentonit asosidagi kompozitsiyalar alohida qiziqish uyg'otadi. Ko' mirning uglerodga boy tarkibi, g' ovak tuzilishi va rivojlangan sirt xususiyatlari uni sorbent va kompozitsion materiallar olish uchun istiqbolli komponentga aylantiradi [1]. O'zbekistonda ko' mirning asosiy resurs bazasini Angren, Sharg' un va Boysun konlari tashkil etadi. Xususan, Angren konida qo'ng'ir ko' mir qazib olinadi. Bentonitlar esa asosan montmorillonitdan tashkil topgan bo'lib, yuqori disperslik, shishish, ion almashinish, bog'lovchilik va sorbsion xususiyatlari bilan ajralib turadi. O'zbekiston hududida Navbahor, Kattaqo'rg'on, Tamditau, Sardara, Sho'rsuv, Log'on, Guzan, Xavdak va boshqa bentonit konlari mavjud bo'lib, mamlakat bentonit xomashyosi bo'yicha sezilarli mineral-resurs salohiyatiga ega [2].

Ko' mir va bentonitni birgalikda qo'llash orqali komponentlarning funksional xususiyatlarini o'zaro to'ldiruvchi kompozitsion tizim hosil qilish mumkin. Bunda bentonitning bog'lovchilik va ion-almashinish xususiyatlari ko' mirning g' ovak uglerodli strukturasi bilan uyg'unlashib, kompozitsiyaning mexanik, strukturaviy va sorbsion xossalari

yaxshilashi mumkin. Adabiyotlarda bentonit asosidagi kompozitlarda montmorillonit qatlamlarining strukturaviy o'zgarishi, mikro- va mezog' ovaklikning rivojlanishi hamda solishtirma sirt yuzasining ortishi ularning adsorbsion xususiyatlari bilan bevosita bog'liqligi ko'rsatilgan [2]. Shuningdek, O'zbekistonda Navbahor bentoniti va Angren ko'miri asosida g'ovak materiallar olish imkoniyati tadqiq etilgan bo'lib, bu mahalliy ko'mir-bentonit xomashyolarini kompleks qayta ishlashning ilmiy asoslari mavjudligini ko'rsatadi [3]. Shu sababli ko'mir va bentonitning optimal nisbatini aniqlash, ularni aralashtirish va ishlov berish sharoitlarini tanlash hamda olingan kompozitsiyaning fizik-kimyoviy va sorbsion xususiyatlarini baholash dolzarb masala hisoblanadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR. Tadqiqotining obyekti sifatida tanlab olingan Log' on va Sho'rsuv bentonitlari adsorbent materiallar olish uchun istiqbolli tabiiy mineral xomashyo hisoblanadi. Mazkur bentonitlarning adsorbentlik xususiyatlari, avvalo, ularning mineralogik tarkibi, disperslik darajasi, solishtirma sirt yuzasi, g'ovaklik tuzilishi hamda kation almashinish sig'imining nisbatan yuqoriligi bilan belgilanadi. Ayniqsa, bentonit tarkibida montmorillonit mineralining mavjudligi uning sirtida ion almashinish va adsorbsiya jarayonlarining faol kechishiga zamin yaratadi.

Log' on bentoniti Farg'ona viloyatining Farg'ona tumanidagi Log' on qishlog'i hududida joylashgan konlardan qazib olinadi. Sho'rsuv bentoniti esa Farg'ona viloyatining O'zbekiston tumanida joylashgan bentonit konlari bilan bog'liq bo'lib, o'zining fizik-kimyoviy va mineralogik xususiyatlari bilan boshqa gil minerallaridan farqlanadi [5,6].

Mahalliy ko'mirning hududiy jihatdan qulayligi hamda ularni texnologik tayyorlash jarayonlarining (qazib olish, maydalash va elash) nisbatan soddaligi qo'ng'ir va toshko'mirni «narx-sifat» nisbati bo'yicha istiqbolli va ustuvor xomashyo sifatida baholash imkonini beradi. Kul miqdori, uchuvchan moddalar chiqishi hamda mineral qo'shimchalarning tarkibiy xususiyatlarini hisobga olgan holda, Angren konidan olingan ko'mir namunalari orasidan kul miqdori va qiyin eruvchan mineral komponentlarning eng past ko'rsatkichlariga ega bo'lgan «BSSH» markasi tanlab olindi [7].

Ko'mir namunalari fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari GOST 8302-87 va GOST 8298-89 talablariga muvofiq aniqlandi. Uglerod va kul miqdorini aniqlash GOST 2408.1-95 talablariga muvofiq quvurli pechda tezlashtirilgan mutlaq kuydirish usuli yordamida amalga oshirildi. Ko'mir namunasining kullik tarkibidagi oksidlar sifat va miqdor jihatdan GOST 10538-87 talablariga muvofiq aniqlandi.

NATIJALAR VA MUHOKAMALAR. Dastavval ko'mir va bentonit asosida kompozitsion adsorbent olish uchun Log' on va Sho'rsuv bentonitlarining mineralogik hamda kimyoviy tarkibini aniqlash va ularda mavjud bo'lgan begona komponentlarni imkon qadar ajratib olish maqsadga muvofiqdir. Tabiiy bentonit tarkibida kaolinit, kvars, dala shpati, karbonatli minerallar, turli metallarning mineral birikmalari va tuzlari, qum zarrachalari, shuningdek, organik tabiatga ega bo'lgan moddalar hamda boshqa mexanik va mineral qo'shimchalar mavjud bo'lishi mumkin. Ularning miqdori va tabiati konning geologik sharoiti, mineralogik shakllanish jarayoni hamda xomashyoning qazib olinadigan qatlamiga qarab o'zgarib turadi.

1-jadval.

Log' on va Sho'rsuv bentonitlarining kimyoviy tarkibi

Minerallar nomi	Birikmalarning miqdori, quruq moddasining %	
	Log' on bentoniti	Sho'rsuv bentoniti
SiO ₂	55,05	58,75
TiO ₂	0,71	0,91
Al ₂ O ₃	16,67	18,09
Fe ₂ O ₃	5,60	-
MgO	1,71	5,70
CaO	2,52	2,97
Na ₂ O	1,74	0,39
K ₂ O	4,28	2,05
P ₂ O ₃	-	0,52
SO ₃	0,31	0,05
Fe ₂ O	-	8,95
Kuydirishdagi massa yo'qotilishi	10,86	15,72
Jami	99,45	99,83

Log' on va Sho'rsuv konlaridan olingan bentonit namunalari kimyoviy tarkibi ularning mineralogik xususiyatlari, termik barqarorligi hamda amaliy qo'llanish imkoniyatlarini baholashda muhim ko'rsatkichlardan biri hisoblanadi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, har ikkala bentonit namunasining asosiy tarkibiy komponentlari kremniy(IV)-oksid, alyuminiy oksid, magniy oksid, temir oksidlari, kalsiy oksid, ishqoriy metall oksidlari hamda titan(IV)-oksiddan

iborat. Ushbu oksidlarning miqdoriy nisbati bentonitlarning mineral tarkibi va strukturaviy xususiyatlari bilan bevosita bog'liq.

Tahlil natijalariga ko'ra, har ikkala bentonit namunasining asosiy komponentlari SiO_2 va Al_2O_3 bo'lib, Log' on bentonitida ularning miqdori mos ravishda 55,05 va 16,67 %, Sho' rsuv bentonitida esa 58,75 va 18,09 % ni tashkil etadi. Bu ko' rsatkichlar ikkala namunada ham alyumosilikatli mineral komponentlarning ustunligini ko' rsatadi.

Sho' rsuv bentonitida SiO_2 va Al_2O_3 miqdorining Log' on bentonitiga nisbatan yuqoriligi uning alyumosilikatli komponentlar bilan nisbatan boyligini ko' rsatadi. Shuningdek, Sho' rsuv namunasida MgO miqdori 5,70 % bo'lib, Log' on bentonitidagi 1,71 % ga nisbatan sezilarli darajada yuqori. Mazkur farq tarkibda magniy saqlovchi mineral fazalarning mavjudligi bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Temir oksidlarining miqdori va shakli bo'yicha ham namunalar o'rtasida farq kuzatiladi. Log' on bentonitida Fe_2O_3 – 5,60 % miqdorda aniqlangan bo'lsa, Sho' rsuv bentonitida FeO – 8,95 % ni tashkil etadi. Bu holat temirning turli oksidlanish darajalarida mavjudligini ko' rsatadi. CaO miqdori esa Log' on va Sho' rsuv bentonitlarida mos ravishda 2,52 va 2,97 % bo'lib, bir-biriga yaqin qiymatlarni namoyon qiladi.

Ishqoriy metall oksidlarining miqdori Log' on bentonitida yuqoriroq: Na_2O – 1,74 % va K_2O – 4,28 %, Sho' rsuv bentonitida esa mos ravishda 0,39 va 2,05 %. Bu ko' rsatkichlar Log' on bentoniti tarkibida natriy va kaliy saqlovchi mineral komponentlarning nisbatan ko' proq ekanligini ko' rsatadi. TiO_2 miqdori ikkala namunada ham kam bo'lib, Log' on bentonitida 0,71 %, Sho' rsuv bentonitida 0,91 % ni tashkil etadi.

Bentonitlarning qizdirishdagi massa yo' qotilishi ham sezilarli farq qiladi: Log' on namunasida 10,86 %, Sho' rsuv namunasida esa 15,72 %. Sho' rsuv bentonitidagi yuqori massa yo' qotilishi tarkibda fizik adsorbsiyalangan va strukturaviy bog'langan suv miqdorining ko' proq ekanligini ko' rsatishi mumkin.

Keltirilgan kimyoviy tahlil natijalari Log' on va Sho' rsuv bentonitlarining tarkibida asosiy alyumosilikat komponentlar bilan bir qatorda Ca , Mg , Na , K va Fe saqlovchi mineral fazalar mavjudligini ko' rsatadi. Sho' rsuv bentonitida SiO_2 va Al_2O_3 miqdorining yuqoriligi, MgO ning sezilarli darajada ko' pligi hamda qizdirishdagi massa yo' qotilishining yuqori qiymati ushbu namunaning gidratlangan va smektitli mineral komponentlar bilan boy bo'lishi mumkinligini ko' rsatadi. Log' on bentonitida esa K_2O va Na_2O miqdorlarining nisbatan yuqoriligi ishqoriy metallarga boy mineral fazalarning mavjudligini ko' rsatadi.

Yuqoridagi fikrlarni inobatga olgan holda, Log' on va Sho' rsuv bentonitlarini dastlabki xomashyo sifatida tayyorlash maqsadida ularning tarkibidagi yirik mexanik, karbonatli, organik va erkin temir birikmalarini kamaytirishga qaratilgan kompleks tozalash jarayoni o'tkazildi. Tajribalar har bir bentonit namunasining 100 g quruq massasiga nisbatan olib borildi.

Dastlab bentonit namunalari 70 ± 5 °C haroratda doimiy massagacha quritildi, maydalanib, 0,25 mm li elakdan o'tkazildi. 100 g tayyorlangan bentonitga 2000 ml distillangan suv qo'shib, 500 ayl/min tezlikda 2 soat davomida mexanik aralashtirildi. Hosil bo'lgan suspenziya 24 soat davomida tindirildi. Tindirish natijasida qum, yirik kvarslar va boshqa mexanik qo'shimchalardan iborat og'ir fraksiya ajratildi. Montmorillonitga boy dispers fraksiya dekantatsiya qilindi.

Bentonit tarkibidagi karbonatli minerallarni kamaytirish uchun 0,05 M konsentratsiyali xlorid kislotasi eritmasidan foydalanildi. Buning uchun bentonit suspenziyasiga 1000 ml 0,05 M HCl eritmasi qo'shib, xona haroratida, 400 ayl/min aralashtirish tezligida 2 soat davomida ishlov berildi. Jarayon davomida muhit pH qiymati 3–4 oralig'ida nazorat qilindi. Karbonatli komponentlarning kislota bilan reaksiyasi natijasida suvda eruvchan xloridlar va karbonat angidrid hosil bo'ldi:



Kislotali ishlovdan so'ng suspenziya sentrifugalandi va qattiq faza distillangan suv bilan 3–5 marta yuvildi.

Bentonit tarkibidagi erkin temir oksidlari va gidroksidlarini kamaytirish uchun ditionit–sitrat–bikarbonat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$, $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ va NaHCO_3) tizimidan foydalanildi. 100 g bentonit uchun 1000 ml ditionit–sitrat–bikarbonat eritmasi tayyorlandi. Eritma tarkibida 0,3 M natriy sitrat va 0,1 M natriy gidrokarbonat konsentratsiyalari hosil qilindi. Buning uchun 1 L eritmaga 88,2 g $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ va 8,4 g $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ olindi. Bentonit suspenziyasi 75 °C gacha qizdirilib, doimiy aralashtirish sharoitida unga 25 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ asta-sekin qo'shildi. Aralashma 75 °C haroratda 30 minut davomida qizdirildi. Mazkur jarayonlar natijasida bentonitning mineral zarrachalari yuzasida yoki ular bilan bog'langan erkin temir oksid-gidroksidlarining miqdorini kamaytirish imkoniyati yaratiladi.

Kimyoviy tozalashning barcha bosqichlaridan so'ng bentonit namunasi distillangan suv bilan 5–7 marta yuvildi. Bu bosqich bentonit tarkibida qolishi mumkin bo'lgan eruvchan tuzlar, asetatlar, sitratlar va ditionitning parchalanish mahsulotlarini chiqarish uchun amalga oshirildi.

Yakuniy bosqichda tozalangan bentonit 70 ± 5 °C haroratda doimiy massaga kelguncha quritildi. Quritilgan namuna maydalanib, 0,1–0,3 mm granulometrik fraksiyaga keltirildi va keyingi ko'mir bilan kompozitsion adsorbent olish uchun faollashtirish tajribalarigacha quruq, germetik yopiq idishda saqlandi.

Adsorbentlar olish uchun xomashyo sifatida tabiiy qo'ng'ir va toshko' mirlardan foydalanishda rivojlangan mikro- va mezog' ovakli tuzilishga, yuqori solishtirma sirt maydoniga ega bo'lishi, shuningdek, qiyin ajratib olinadigan mineral qo' shimchalar miqdorining minimal darajada bo'lishi kabi kompleks talablar qo'yiladi.

2-jadval.

Angren ko' miri ko' rsatkichlari

Namuna	Namlik (shu jumladan, 105 °C gacha bo'lgan boshqa uchuvchan moddalar), %	Kullik miqdori, %	600 °C gacha qizdirilganda uchuvchan moddalar, %
BSSH	12,1	24,2	28,4

Angren konidan olingan ko' mir namunasining fizik xususiyatlari tahlili ko' mirlarning kompozitsion adsorbentlar olish uchun boshlang'ich xomashyo sifatidagi foydalanish uchun bevosita ta'sir ko'rsatadi. Namuna tarkibida uchuvchan komponentlarning nisbatan yuqori miqdori (28,4 %) bilan tavsiflanadi. Bu holat uning tarkibida termik ishlov berish jarayonida rivojlangan mikro- ovakli tuzilma hosil qilishi mumkin bo'lgan organik fraksiyalarning sezilarli ulushi mavjudligini ko'rsatadi. Shu bilan birga, namunaning kul miqdori 24,2 % darajasida bo'lishi mineral qo' shimchalarning, xususan, silikatlar va karbonatlarning sezilarli miqdorda mavjudligidan dalolat beradi. Bunday qo' shimchalar faollashtirish jarayonida g'ovaklarni berkitib, metall ionlarining sorbsiyasi uchun faol markazlarning mavjudligini kamaytirishi mumkin. BSSH namunasining namligi 12,1 % ni tashkil etib, qo'ng'ir ko' mirlar uchun xos bo'lgan o'rtacha ko'rsatkichlarga mos keladi va faollashtirishdan oldin oz miqdorda dastlabki quritishni talab etadi.

3-jadval.

Tabiiy ko' mirning (BSSH) kulining sifat va miqdor tarkibi

No	Oksidlar	Ko' mir kuli tarkibidagi massa miqdori, %
1	SiO ₂	45,5
2	Al ₂ O ₃	35,63
3	Fe ₂ O ₃	4,85
4	CaO	3,4
5	MgO	2,8
6	K ₂ O	0,66
7	Na ₂ O	0,31
8	TiO ₂	0,53
9	SO ₃	1,22
10	Erimaydigan uglerod	5,1

Ko' mir kulining oksid tarkibi ko' mir-bentonit kompozitini olish uchun xomashyoning mineral tarkibi bo'yicha muhim ahamiyatga ega. Tahlil natijalariga ko'ra, kulning asosiy qismini SiO₂ (45,50 %) va Al₂O₃ (35,63 %) tashkil etib, ularning umumiy miqdori 81,13 % ga teng. Bu holat kul tarkibida silikat va alyumosilikatli mineral fazalarning ustunligini ko'rsatadi. Shuningdek, tarkibda Fe₂O₃ – 4,85 %, CaO – 3,40 %, MgO – 2,80 %, K₂O – 0,66 %, Na₂O – 0,31 %, TiO₂ – 0,53 % va SO₃ – 1,22 % mavjudligi aniqlangan. Bunday tarkib ko' mir kulining mineral komponentlarga boy xomashyo ekanligini ko'rsatadi.

XULOSA. Ko' mir kulida 5,10 % erimaydigan uglerod mavjudligi uni bentonit bilan kompozit adsorbent olish uchun ayniqsa istiqbolli xomashyo sifatida tavsiflaydi. Uglerodli komponent adsorbentning g'ovak tuzilmasi va sorbsion faolligini shakllantirishda, bentonit tarkibidagi alyumosilikat minerallari esa ion almashinish va sirt sorbsiyasi jarayonlarida ishtirok etishi mumkin. Shu jihatdan, SiO₂ va Al₂O₃ ga boy mineral fazalar hamda uglerodli komponentlarning birikishi natijasida yuqori sorbsion xususiyatlarga ega ko' mir-bentonit kompozit materialini olish imkoniyati mavjud. Olingan natijalar ko' mir-bentonit kompozitsiyalarini mahalliy mineral xomashyolarni kompleks qayta ishlash asosida istiqbolli ekanligini ko'rsatadi. Bunday materiallardan adsorbentlar, ekologik tozalash vositalari, qurilish va texnologik jarayonlarda yordamchi materiallar sifatida foydalanish imkoniyatlari mavjud. Kelgusida kompozitsiyaning optimal tarkibini aniqlash, termik ishlov berish haroratining ta'sirini o'rganish hamda uning solishtirma sirt yuzasi, g'ovaklik, adsorbsion sig'im va mexanik mustahkamligini chuqur tadqiq etish maqsadga muvofiqdir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Nykiel, M., Furtos, G., Oliwa, K., Łach, M., & Korniejeko, K. (2026). Review of the Application of Zeolites as Sorption Materials in Water Treatment. *Sustainability*, 18(10), 5045. <https://doi.org/10.3390/su18105045>
2. Ashurov Sh.M., Bozorov O.N., Quyboqarov O.E. Bentonit va mahalliy mineral xomashyolar asosida adsorbentlar olish imkoniyatlari Development of science Ilmiy jurnal May 2026 Issue - 5, Volume – 4, 64-76 betlar.
3. Камилов Х.Х., Шакиров Т.Т., Муминова Н.А., Абдазов Д.Р. Пористый наполнитель, разработанный с использованием углесодержащей глины Ангренского месторождения // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2024. - Т. 335. - №11. - С. 87-103. doi:10.18799/24131830/2024/11/4476
4. M.S. Randelović, M.M. Purenović, B.Z. Matović, A.R. Zarubica, M.Z. Momčilović, J.M. Purenović, Structural, textural and adsorption characteristics of bentonite-based composite, *Microporous and Mesoporous Materials*, Volume 195, 2014, Pages 67-74, ISSN 1387-1811, <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2014.03.031>.
5. Кадыров А.А., Алиханов Б.Б., Кадыров Н.А. Приготовление буровых растворов на основе монтмориллонитовых и гидрослюдистых глин узбекистана // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2023. 12(117). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/16550>.
6. Сабилов Б.Т. [и др.]. Комплексное исследование бентонитовых глин перспективных месторождений Узбекистана // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2020. № 8(77). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10621>
7. Mehmonhonov, M., Paygamov, R., Rahmonaliev, N., Ochilov, G., & Bahronov, H. (2023). Investigation of Processes of Thermal Activation of Coal Materials. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, 10(6), 20814-20818.