

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK VA TEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.17/04.06.2021.T.06.02 RAQAMLI ILMIY KENGASH
ASOSIDAGI BIR MARTALIK ILMIY KENGASH**

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
FANLAR AKADEMIYASI NAVOIY BO‘LIMI**

ALLAYAROV RAVSHAN MUZAFFAROVICH

**URAN TARKIBLI IKKILAMCHI RUDALARDAN URANNI
AJRATIB OLISHNING SAMARALI TEXNOLOGIYASINI
ISHLAB CHIQISH VA ASOSLASH**

**04.00.10 – Geotexnologiya (ochiq, yer osti va qurilish);
11.00.05 - Atrof-muhitni muxofaza qilish va tabiiy resurslardan oqilona foydalanish**

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI**

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati
mundarijasi**

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

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

Allayarov Ravshan Muzaffarovich

Uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olishning samarali
texnologiyasini ishlab chiqish va asoslash.....3

Аллаяров Равшан Музаффарович

Разработка и обоснование эффективной технологии извлечения
урана из урансодержащих вторичных руд.....21

Allayarov Ravshan Muzaffarovich

Development and justification of an effective technology for extracting
uranium from uranium-containing secondary ores.....39

E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati

Список опубликованных работ
List of published works.....43

**NAVOIY DAVLAT KONCHILIK VA TEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.17/04.06.2021.T.06.02 RAQAMLI ILMIY KENGASH
ASOSIDAGI BIR MARTALIK ILMIY KENGASH**

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
FANLAR AKADEMIYASI NAVOIY BO‘LIMI**

ALLAYAROV RAVSHAN MUZAFFAROVICH

**URAN TARKIBLI IKKILAMCHI RUDALARDAN URANNI
AJRATIB OLISHNING SAMARALI TEXNOLOGIYASINI
ISHLAB CHIQISH VA ASOSLASH**

**04.00.10 – Geotexnologiya (ochiq, yer osti va qurilish);
11.00.05 - Atrof-muhitni muxofaza qilish va tabiiy resurslardan oqilona foydalanish**

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI**

Falsafa doktori (PhD) dissertasiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2023.4.PhD/T4151 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Doktorlik dissertasiyasi O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Navoiy bo'limida bajarilgan. Dissertatsiya avtoreferati uchta tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume) Ilmiy kengashning web-sahifasida (www.ndki.uz) va «ZiyoNet» Axborot ta'lim portalida (www.ziyo.net) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:	Muzafarov Amrullo Mustafoyevich kimyo fanlari doktori, dotsent
Rasmiy opponentlar:	Alikulov Shuhrat Sharofovich texnika fanlari doktori, professor Igitov Farrux Baxtiyorovich texnika fanlari bo'yicha falasafa doktori, dotsent
Yetakchi tashkilot:	Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti

Dissertatsiya himoyasi Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti huzuridagi DSc.17/04.06.2021.T.06.02 raqamli Ilmiy kengash asosidagi bir martalik ilmiy kengashning 2024-yil 28-iyun soat 10⁰⁰ dagi majlisida bo'lib o'tadi. Manzil: 210100, Navoiy shahri, Maxmud Tarobiy 72. Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti majlislar zali. Tel.: 0(436) 223-23-32; faks: 0(436) 223-49-66; e-mail: info@ndki.uz, nsmi@gmail.com.

Dissertatsiya bilan Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (157-raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 210100, Navoiy shahri, Maxmud Tarobiy 72-uy, Tel.: 0 (436) 223-56-90; faks: 0 (436) 223-00-55.

Dissertatsiya avtoreferati 2024 yil «11» iyun kuni tarqatildi.

(2024 yil «11» 06 №149 raqamli reestr batonnomasi).



I.T. Mislibayev

Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik
ilmiy kengash raisi, t.f.d., professor

R.U. Djarayev

Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik
ilmiy kengash ilmiy kotibi, t.f.d., professor

N.A. Abduazizov

Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik ilmiy kengash
qoshidagi bir martalik ilmiy seminar raisi, t.f.d., professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda resurslarini iste'mol qilish ortib bormoqda, bu esa dunyodagi ham mamlakatning ishlab chiqarish quvvatlarini oshirish bilan bog'liq iqtisodiy rivojlanishining o'sishini oldindan belgilab beradi. Jahon amaliyotida elektr energiyasi ishlab chiqarishning asosiy strategik energiya manbalaridan biri uran hisoblanadi. Ishlab chiqariladigan uran miqdorini oshirish uchun uni qayta ishlashning samarali texnologiyalarini ishlab chiqish va uran tarkibli ikkilamchi rudalarni qayta ishlash zarur. Bugungi kunda uranga boy bo'lgan konlar sezilarli darajada qisqargan va radioaktiv tarkibli ikkilamchi rudalarning atrof-muhitga ta'sirini kamaytirish talablari oshgan. Natijada, uran tarkibli ikkilamchi rudalardan qo'shimcha holda uran va boshqa elementlarni ajratib olish hamda hududning radioekologik holatini yaxshilashga alohida e'tibor qaratish muhim ahamiyatga ega.

Bugungi kunda dunyoda geotexnologiya fanining rivojlanishi bo'yicha ayniqsa uranni qazib olishning kamxarj geotexnologik usullari, uran tarkibli ikkilamchi rudalardan ratsional foydalanish, ular tarkibidagi uran va boshqa kimyoviy elementlarning tarqalishini o'rganish hamda asosiy va boshqa metallar zaxiralarini hisoblash bo'yicha ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu borada, radioaktiv metallarni o'z ichiga olgan uran tarkibli ikkilamchi rudalarni geotexnologik usulda qazib olish, ulardan qo'shimcha holda uran ajratib olish usullarini topish, uran tarkibli ikkilamchi rudalarni qayta ishlashning samarali texnologiyalarini ishlab chiqish, qo'shimcha holda uranni ajratib olish hisobiga uning tannarxini pasaytirish va uran tarkibli ikkilamchi rudalarning atrof-muhitga radioaktiv ta'sirini kamaytirishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Respublikamizda uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uran ajratib olishning samarali texnologiyasini ishlab chiqish, uran tarkibli ikkilamchi rudalar joylashgan maydonlarning ekologik holatini yaxshilash, uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni fizik-kimyoviy geotexnologik usulda ajratib olish va rekultivatsiya qilingan uran tarkibli ikkilamchi rudalarning radiatsion ko'rsatkichlarini aniqlash bo'yicha bir qator ilmiy-amaliy natijalarga erishilmoqda. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmonida «Respublikada ekologik vaziyatni tubdan yaxshilash, inson hayotiga ta'sir o'tkazuvchi ekologik muammolarni bartaraf etish...»¹ kabi muhim vazifalar belgilangan. Ushbu vazifalardan kelib chiqqan holda, uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olishning samarali fizik-kimyoviy geotexnologik usulini hamda uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olishning samarali texnologiyasini ishlab chiqishga qaratilgan tadqiqotlar katta ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi «2022-2026 yillarda Yangi O'zbekistonni yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida»gi PF-60-son Farmoni va 2019-yil 4-oktabrdagi «2019-2030-yillarda O'zbekiston Respublikasining «yashil» iqtisodiyotga o'tish strategiyasini tasdiqlash

¹ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentyabrdagi «O'zbekiston – 2030» strategiyasi haqida»gi PF-158-son Farmoni

to'g'risida»gi PQ-4477-son Qarori hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning Respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga muvofiqligi. Mazkur tadqiqot Respublika fan va texnologiyalarni rivojlantirishning III. «Energetika, qurilish, ekologiya va tabiiy resurslardan oqilona foydalanish (foydali qazilmalar va yer qarini o'rganish, chiqindilardan foydalanish, zararsizlantirish va ularni to'plash texnikasi va texnologiyasi sohasi)» ustuvor yo'nalishi doirasida bajarilgan.

Mummoning o'rganilganlik darajasi. Turli geotexnologik usullar va texnologik sxemalar bilan uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olish va bu rudalar joylashgan hududlarning radioekologik holatini o'rganish sohasi bo'yicha ilm-fanni rivojlantirishga chet ellik olimlar - Arens V.J., Grobovnikov V.A., Gridin O.M., Baxurov V.G., Vecherkin S.G., Lusenko P.K., Zefirov A.P., Rudneva I.K., Jerin I.I., Desyatnkova D.T., Lobanov D.P., Lunev L.I., Maluxin N.G., Mamilov V.A., Markelov S.V., Nebera V.N., Nesterov Yu.V., Novak-Kachan V.P., Osmalovskiy I.S., Tolstov Y.A., Ayepbax C.U., Bleylok G.V., Shvarts S.S., Anderson J.M., Riklifs R., Alfoldi L., Sparrow A.H., Kundler A.P., Sanakulov K.S., Sattarov G.S., Sharipov X.T., Muminov T.M., Kist A.A., Kulmatov R.A., Artyomov S.V., Turabdjanov S.M., Sadikov I.I., Kurbanov B.I. va boshqalar o'zlarining katta hissalarini qo'shganlar.

Adabiyotlarni tahlil qilish shuni ko'rsatdiki, hozirgi kungacha uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olishning fizik-kimyoviy geotexnologik usullari, bu rudalardan uran ajratib olishning samarali texnologiyasini ishlab chiqish va asoslash hamda texnogen uran tarkibli ikkilamchi rudalari joylashgan hududlarning radioekologik holatini yaxshilashga qaratilgan masalalar yetarlicha hal qilinmagan va kam o'rganilgan.

Shu bilan birga uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni alternativ geotexnologik usul bilan ajratib olish usulini ishlab chiqish, uranni tanlab eritishning samarali texnologik sxemasini ishlab chiqish, bu sxemaning tarkibiy qismlarini o'rganish, uranni tanlab eritish uchun qo'llaniladigan ishchi ertmadagi kislotaning turli konsentratsiyalaridan foydalanish, uran va boshqa kimyoviy elementlarning konsentratsiyasini, uran tarkibli ikkilamchi rudalardagi kimyoviy elementlarning geokimyoviy parametrlarini, uran tarkibli ikkilamchi rudalarining radiasion fon ko'rsatkichlarini (namunalarning solishtirma faollik qiymatlari) aniqlash geotexnologiya fani va kon-metallurgiya sanoati uchun muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejaları bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Navoiy bo'limi va Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universitetining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalarining FA-Atex-2018-233 – «Radonning hajmiy faolligi va muhitdagi radiy miqdorini o'lchash uchun katta diametrli kremniy sirt-to'siq detektorli radiometrni ishlab chiqarish va asoslash» va BA-A-13-015 – «Mahalliy reagentlardan foydalangan

holda uranni yer osti tanlab eritishning texnologik rejimini ishlab chiqish» mavzularidagi amaliy loyihalar doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olishning samarali texnologiyasini ishlab chiqish hamda ularning atrof-muhitga radioaktiv ta'sirini kamaytirishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni fizik-kimyoviy geotexnologik usulda ajratib olish va shu obyektни rekultivatsiya qilish bo'yicha adabiyotlar sharhini o'tkazish;

uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni fizik-kimyoviy geotexnologik usulda ajratib olish va shu obyektни rekultivatsiya qilish jarayonining prinsipial sxemasini yaratish;

uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni fizik-kimyoviy geotexnologik usulda ajratish sxemasini tarkibiy qismlarini aniqlash va bu sxemani rekultivatsiya qilish jarayoniga qo'llash;

uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olish koeffitsiyentini ruda tarkibidagi uranning dastlabki miqdoriga va ishchi eritma tarkibidagi sulfat kislotasi konsentratsiyasiga bog'liqligini tadqiq qilish;

rekultivatsiya qilingan uran tarkibli ikkilamchi rudalarning radiatsion ko'rsatkichlarni aniqlash.

Tadqiqotning obyekti sifatida Uchquduq sanoat hududidagi uran tarkibli ikkilamchi rudalar, uran ajratib olishning fizik-kimyoviy geotexnologik usuli va uranning mahsuldor eritmaları tanlangan.

Tadqiqotning predmetini uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olishning muqobil fizik-kimyoviy geotexnologik usulini ishlab chiqish va asoslash tashkil etadi.

Tadqiqot usullari. Dissertatsiya ishini bajarishda uran tarkibli ikkilamchi rudalar namunalarini fizik-kimyoviy tahlil usullari, uranni tanlab eritishning nazariy asoslari va amaliyoti, instrumental neytron faollashtirish, rentgenofluoressent va radiometrik tahlil usullari, laboratoriya-tajriba sinovlari natijalarini umumlashtirish, qayta ishlash, matematik hisoblash usullari va formulalaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

fizik-kimyoviy geotexnologik usulga asoslangan prinsipial sxema ishlab chiqilib, uning yordamida uran tarkibli ikkilamchi rudalardagi uranning dastlabki miqdorini 75% ga ya'ni 136,8 g/t dan 34,4 g/t gacha kamaytirish yo'li ishlab chiqilgan;

uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olish jarayonida ishchi eritmani besh martagacha takroriy qo'llash natijasida suv sarfini 65% gacha va sulfat kislota sarfini 25% gacha kamaytirish usuli ishlab chiqilgan;

uran tarkibli ikkilamchi rudalardagi uranni ajratib olishning ishlab chiqilgan fizik-kimyoviy geotexnologik usulidan foydalanganda rudalarning radiatsion fon qiymatini o'rtacha~70% ga ya'ni 4360 Bq/kg dan 1090 Bq/kg gacha kamayganligi va qiymatlarning amaldagi 0193-06-son SanQvaM meyoriy hujjatida belgilangan talablarga mos ekanligi aniqlangan;

uran tarkibli ikkilamchi rudalarda aniqlangan elementlar tarkibining indikator xususiyatlari – ularning tarqalishi, migratsiyasi, tabiiy parchalanishi va radionuklidlar o‘rtasidagi muvozanat qiymatlari asoslangan hamda rudalarni fizik-kimyoviy geotexnologik usul bilan qayta ishlash va hududdagi dolzarb ijtimoiy ahamiyatdagi atrof-muhit masalalarini hal qilish usuli ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

rudalar tarkibidagi birlamchi uran miqdorini kamaytirish va qushimcha uran ajratib olishning prinsipial sxemasi hamda uran tarkibli ikkilamchi ruda namunalari tarkibida dastlabki uran miqdorini va geotexnologik usulda qayta ishlashdan keyingi uran miqdorini aniqlash usuli ishlab chiqilgan;

mahsuldor eritma tarkibidagi uran miqdorini aniqlash hamda suv va sulfat kislota sarfini kamaytirish maqsadida uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uran ajratib olish uchun ishchi eritmani besh martagacha qayta ishlatish usullari ishlab chiqilgan;

uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uran ajratib olish asosida rudalarning solishtirma effektiv faolligini kamaytirishning geotexnologik prinsipial sxemasi ishlab chiqilgan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi keng qamrovli laboratoriya tadqiqotlari, tajriba-sinovlari natijalari, uranni tanlab eritishning ishlab chiqilgan samarali texnologiyasi natijasida uranni ajratib olish bo‘yicha tadqiqotning asosiy g‘oyasi tasdiqlanadi, shuningdek, tajriba-laboratoriya sinovlari asosida olingan natijalarni tasdiqlovchi ijobiy dalolatnoma berilganligi hamda ishlab chiqilgan texnologiya va usullarni «NKMK» AJ obyektlariga joriy etilganli bilan asoslangan.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati uran tarkibli ikkilamchi rudalarining fizik-kimyoviy xususiyatlarini o‘rganish, ilmiy-tadqiqotlar asosida uran tarkibli ikkilamchi rudalar tarkibidagi kimyoviy elementlarning indikator xususiyatlari - ularning tarqalishi, migratsiyasi, tabiiy parchalanishi va radionuklidlar muvozanati natijalarini olish va bu rudalardan uranni fizik-kimyoviy geotexnologik usulda ajratib olish jarayonlari bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olishning fizik-kimyoviy geotexnologik prinsipial sxemasi yordamida rudalar tarkibini ^{234}U , ^{230}Th , ^{226}Ra , ^{222}Rn va h.k. uran tabiiy parchalanish zanjiri radionuklidlaridan tozalash asosida ularning radiatsion fon qiymatlarini kamaytirishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olish va samarali texnologiyasini ishlab chiqish bo‘yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

uran tarkibli ikkilamchi rudalardan olingan namunalardagi uranning dastlabki miqdorini va rudalarni ishchi eritma bilan qayta ishlashdan hosil bo‘lgan mahsuldor eritmadagi uranning miqdorini aniqlash usullari «Navoiy kon-metallaurgiya kombinati» AJ Markaziy ilmiy-tadqiqot laboratoriyasida amaliyotga joriy etilgan («Navoiy kon-metallaurgiya kombinati» AJning 2024-yil 17-yanvardagi 23/01-01-07/57-son ma’lumotnomasi). Natijada, uran tarkibli ikkilamchi rudalar tarkibidagi urannig o‘rtacha 75% miqdorini mahsuldor eritma tarkibiga o‘tkazish va

qattiq namunalar tarkibidagi dastlabki uran miqdorini 25% gacha kamaytirish imkonini bergan;

uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olishda qo‘llaniladigan ishchi eritmani takroriy besh martagacha qo‘llash usuli «Navoiy kon-metallaurgiya kombinati» AJning Markaziy ilmiy-tadqiqot laboratoriyasida amaliyotga joriy etilgan («Navoiy kon-metallaurgiya kombinati» AJning 2024-yil 17-yanvardagi 23/01-01-07/57-son ma’lumotnomasi). Natijada, uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olishning an’anaviy usuliga qaraganda ishchi eritma tayyorlashda sarflanadigan suv miqdorini 65% gacha va sulfat kislota miqdorini 25% gacha kamaytirish imkonini bergan;

uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olishning fizik-kimyoviy geotexnologik prinsiplial sxemasi «Navoiy kon-metallaurgiya kombinati» AJning Markaziy ilmiy-tadqiqot laboratoriyasida amaliyotga joriy etilgan («Navoiy kon-metallaurgiya kombinati» AJning 2024-yil 17-yanvardagi 23/01-01-07/57-son ma’lumotnomasi). Natijada, uran tarkibli ikkilamchi rudalar namunalarining solishtirma effektiv aktivligi – A_{eff} qiymatini dastlabki 4360 Bq/kg dan 1090 Bq/kg gacha kamaytirish imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarining aprobeiyasi. Mazkur tadqiqotlarning natijalari 9 ta xalqaro va 2 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarda aprobeiya qilingan.

Tadqiqot natijalarining e’lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo’yicha jami 17 ta ilmiy ish, jumladan O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasi dissertatsiyalarining asosiy ilmiy natijalarini nashr etish uchun tavsiya qilingan ilmiy nashrlarda 5 ta maqola, shundan 3 ta Respublika va 2 ta xorijiy jurnallarda chop etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to’rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro’yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 108 betni tashkil etgan.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

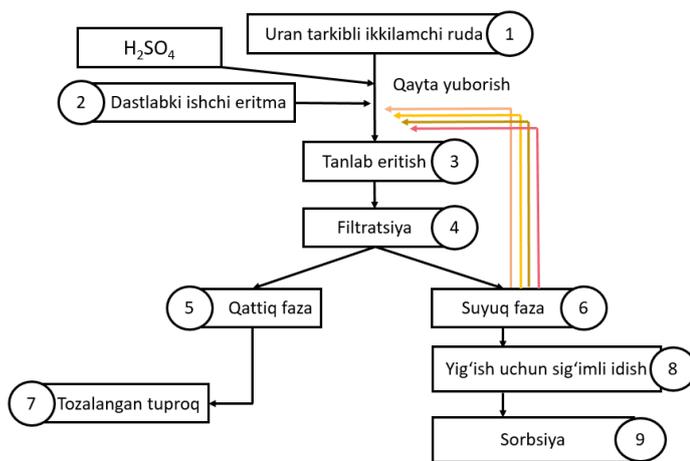
Kirish qismida olib borilgan tadqiqotning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari, obykti va predmeti aniqlangan, tadqiqotning respublikada fan va texnologiyalarni rivojlantirishning ustuvor yo‘nalishlariga mosligi ko‘rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari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

Dissertatsiyaning «**Uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni fizik-kimyoviy geotexnologik usulda ajratib olish va ularni rekultivatsiya qilishning zamonaviy holati**» deb nomlangan birinchi bobida uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uran ajratib olishning mavjud geotexnologik usullarining hozirgi holati, dunyoda uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olishda foydalaniladigan texnologik sxemalar va murakkab qurilmalar har tomonlama o‘rganildi. Ularning ijobiy va salbiy tomonlari baholanadi. Qattiq uran tarkibli ikkilamchi rudalaridan uranni tanlab eritish usullari, uran chiqindilarining fizik-kimyoviy tarkibini o‘rganish usullari va uran tarkibli ikkilamchi rudalari namunalarining radiatsion foni

qiymatini kamaytirish bo'yicha o'tkazilgan tadqiqotlar natijalari tahlil qilingan. Dissertatsiya ishi doirasida yechilishi kerak bo'lgan muammolar asoslangan.

Dissertatsiyaning «**Uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olishda taklif qilingan texnologik sxemasi va undan foydalanish imkoniyatlarini o'rganish**» deb nomlangan ikkinchi bobida taklif qilingan uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olishning prinsipial texnologik sxemasi, uning ishlash prinsipi, bu sxemaning tarkibiy qismlari va ushbu sxemadan foydalanib uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olish samaradorligini baholash imkoniyati keltirilgan.

Quyidagi 1-rasmda uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olish jarayoni uchun taklif qilingan texnologik sxema va uning ishlash prinsipi ko'rsatilgan.



1-rasm. Uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olishning taklif qilingan fizik-kimyoviy geotexnologik prinsipial sxemasi

Uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olishning taklif etilgan fizik-kimyoviy geotexnologik prinsipial sxemasi va uning ishlash prinsipi quyidagi ketma – ketlikda amalga oshadi: (1) - uran tarkibli ikkilamchi ruda, (2) - ishchi eritma ($H_2O+H_2SO_4$) bilan birgalikda (3) - pachukka yuklanadi, bu pachukdagi ishchi eritma tarkibidagi sulfat kislotasi konsentratsiyalari - 10 g/l (20 g/l, 30 g/l va 40 g/l) ga teng, qattiq va suyuqlik nisbati Q:S=1:3 nisbatda bo'lgan aralashma (3) pachukda hosil qilinadi va bu aralashmani 1 soat davomida aralashtirish jarayonida olingan pulpa filtrlashga yuboriladi - (4). Filtrlash jarayonida hosil bo'lgan qattiq faza - (5) kislotaliligi pasaytirish uchun suv bilan yuviladi, uranga to'yinmagan ishchi eritma - (6) yig'ish idishga yuboriladi. Filtr yuzasidagi qattiq faza suv bilan yuviladi va radionuklidlardan tozalangan qattiq faza - (7) karyerga tashlanadi. Uran tarkibli ikkilamchi rudalarni qayta ishlash jarayonida hosil bo'lgan ishchi eritmadan 5-chi marta qayta foydalanilgandan so'ng, mahsuldor eritmani yig'ish uchun mo'ljallangan idishda - (8) yig'iladi va undan keyin (9) - idishda sorbsiya jarayoniga yuborish uchun yig'iladi. Uran tarkibli ikkilamchi rudalarning ikkinchi partiyasi va keyingi partiyalari ham shu tartibdagi ketma-ketlikda qayta ishlanadi.

Uran tarkibli ikkilamchi rudalardan har biri 1 kg dan beshta parallel namuna jlindi. Hosil bo'lgan 20 ta namunalardan har birining og'irligi 15 g bo'lgan beshta parallel namuna tahlil uchun olinadi. Namunalar tubi tekis kyuvetaga solinadi.

Ushbu kyuvetalar ARF-7 markali rentgenofluoessent analizatorining o'lchash kamerasiga joylashtiriladi va bu namunalarda uranning dastlabki miqdori aniqlanadi.

1-rasmda ko'rsatilgan sxema bo'yicha qayta ishlangan uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uran ajratib olingandan so'ng namunalari quritiladi va ular tarkibidagi uran miqdori yuqoridagi tartibda yana qaytadan aniqlanadi. Bu tartibda uran tarkibli ikkilamchi rudalarda uran miqdorini tahlil qilishning oldingi tahlillardan yagona farqi shundaki, olingan namunalari filtrlashdan keyin quritiladi.

1-jadvalda taklif etilgan yangi texnologik sxema bo'yicha uran tarkibli ikkilamchi rudalardan beshta parallel namunalardagi uranning dastlabki va uranni ajratib olish jarayonidan keyingi miqdorlari aniqlangan. Bu natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Uran tarkibli ikkilamchi rudalardan beshta parallel namunalardagi uranning dastlabki va uranni ajratib olish jarayonidan keyingi miqdorlari natijalari

№	U – tarkibi, g/t				№	U – tarkibi, g/t			
	Dastlabki namuna	O'rtacha	Tanlab eritishdan keyin	Tanlab eritishdan keyingi o'rtacha		Dastlabki namunada	O'rta-chasi	Tanlab eritishdan keyin	Tanlab eritishdan keyingi o'rtacha
1	136,4	136,8	34,3	34,2	3	237,1	237,2	59	59,3
	136,7		34,8			236,9		58,8	
	137,3		34,4			237,1		59,2	
	136,1		34,1			237,6		58,5	
	137,4		34,6			237,4		59,5	
2	164,3	164,5	40,8	41,1	4	243,2	243,5	60	60,8
	164,5		40,3			243,5		61,2	
	164,7		41,6			243		60,5	
	164,8		40,6			243,9		61,1	
	164,1		40,9			243,7		60,3	

Bu olingan to'rtta namuna tahlili o'rtacha natijalaridan ko'rinib turibdiki, uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olish uchun tanlangan fizik-kimyoviy geotexnologik sxema bu rudalarni qayta ishlash uchun yaroqli va samarali ekan.

Yuqoridagi 1-jadvalda keltirilgan to'rtta namuna tahlili natijalaridan shuni ko'rish mumkinki, uran tarkibli ikkilamchi rudal namunalari uranning dastlabki miqdori 136,8 g/t dan 243,5 g/t gacha bo'lgan va bu rudalarni qayta ishlashdan so'ng esa ulardagi uran miqdori 34,2 g/t dan 60,8 g/t gacha kamaygan. O'tkazilgan tadqiqotlar jarayonida o'rganilgan barcha namunalardagi uran miqdori o'rtacha 75% gacha kamaygan.

Yuqorida olingan natijalarning to'g'riligini tekshirish uchun uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olish jarayonida hosil bo'lgan mahsuldor eritma tarkibida va rudani qayta ishlangandan keyingi qattiq namunalari tarkibida aniqlangan uran miqdorlari tahlil qilindi. Bu tahlil natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

Mahsuldor eritma va rudani qayta ishlangandan keyingi qattiq namunalarda aniqlangan uran miqdori

Namunalar	Dastlabki namunadagi uran miqdori, g/t	Suyuq namunadagi uranning miqdori, mg/l	Qayta ishlangandan keying qattiq namunadagi uran miqdori, g/t
1	136,8	32,9	34,7
2	164,5	53,8	42,1
3	219,2	72,3	53,9
4	192,5	63,5	47,9
5	182,6	61	46,2
6	159,2	52,8	38,9
7	237,2	78,6	60,1
8	243,5	82,1	61,3
9	233,1	76,9	57,9
10	229,1	75,9	58,1
11	212,3	69,8	53,2
12	257,3	84,7	65,1

2-jadvalda keltirilgan natijalardan ko‘rinib turibdiki, tavsiya etilgan fizik-kimyoviy geotexnologik usulda ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olishda uning miqdori o‘rtacha 75% gacha suyuq fazaga o‘tadi ya’ni ularning ishchi eritmadagi o‘rtacha miqdori 32,9 mg/l dan 84,7 mg/l gacha o‘zgaradi. Ikkilamchi rudalar qayta ishlangandan keyin qattiq namunalardagi qoldiq uranning o‘rtacha miqdori 34,7 g/t dan 65,1 g/t gachani o‘zgaradi.

Yuqoridagi tagqiqotlardan tashqari ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olish jarayonida ishchi eritmaning to‘yinib borish jaroyoni ham o‘rganildi. Bu taqiqotlarning natijalari 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadvaldagi tagqiqotlarning natijalaridan ko‘rinib turibdiki, ishchi eritma besh marta qayta ishlatilganda uning uranga to‘yinib borishi oralig‘i 1-namuna uchun 32,9 mg/l dan 154,5 mg/l gacha o‘zgaradi. Uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olish jarayonida avval 2,0 m³ hajmli idish (pachukka)ga 0,6 m³ qattiq holdagi uran tarkibli ikkilamchi ruda va konsentratsiyasi 10 g/l bo‘lgan 1200 l ishchi eritma solinadi.

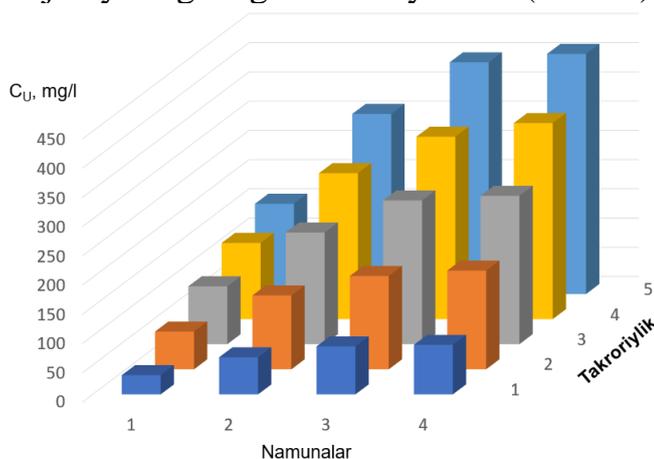
Ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olish jarayonida ishchi eritmaning to‘yinib borish natijalari

Namunalar	Ishchi eritmada uran konsentratsiyasining o‘zgarishi, g/l					Dastlabki namunadagi uranning tarkibi, (g/t)
	1	2	3	4	5	
1	0,0329	0,0646	0,0991	0,1304	0,1545	136,8
2	0,0538	0,1068	0,1608	0,2143	0,2544	164,5
3	0,0723	0,1409	0,2153	0,2796	0,3509	219,2
4	0,0635	0,1264	0,1911	0,2497	0,3082	192,5
5	0,0610	0,1219	0,1829	0,2412	0,2991	182,6

6	0,0528	0,1048	0,1879	0,2102	0,2461	159,2
7	0,0786	0,1564	0,2352	0,3097	0,3812	237,2
8	0,0821	0,1597	0,2459	0,0821	0,3965	243,5
9	0,0769	0,1498	0,2198	0,3198	0,3737	233,1
10	0,0759	0,1509	0,2273	0,3008	0,3625	229,1
11	0,0698	0,1385	0,2092	0,2763	0,3226	212,3
12	0,0847	0,1689	0,2539	0,3354	0,4109	257,3

3-jadvalda keltirilgan natijalardan ko'rinib turibdiki. ishchi eritmani qayta-qayta besh marta jarayonga ishlatsa, uning uranga to'yinganlik diapazoni 1-namuna uchun 32,9 mg/l dan 154,5 mg/l gacha oshadi. 0,6 m³ hajmli uran tarkibli ikkilamchi ruda va 10 g/l konsentratsiyali 1200 l ishchi eritma 2,0 m³ hajmli idishga joylashtiriladi. Qattiq namuna eritma bilan bir soat davomida aralashiriladi va uran olish jarayoni amalga oshiriladi. Hosil bo'lgan pulpa filtrdan o'tkaziladi. Va keyingi jarayonlarda ham ishchi eritma shu ketma-ketlikda uran bilan to'yinib boradi. Ishchi eritma ikkinchi martada - 0,0646 g/lga, uchinchi martada - 0,0991 g/lga, to'rtinchi martada - 0,1304 g/lga, beshinchi martada - 0,1545 g/lga uran bilan to'yinadi. Qolgan 11 ta namuna ham yuqorida tavsiflangan usul yordamida qayta ishlanadi va har safar uran bilan to'yintiriladi.

Bundan tashqari, tadqiqotlar natijalarini grafik ko'rishda ham ifoda qilish asosli ekanligini hisobga olib, uranni tanlab eritish jarayonida hosil bo'lgan ishchi eritmani to'yinib borish jarayoni gistogrammasi yasaldi (2-rasm).

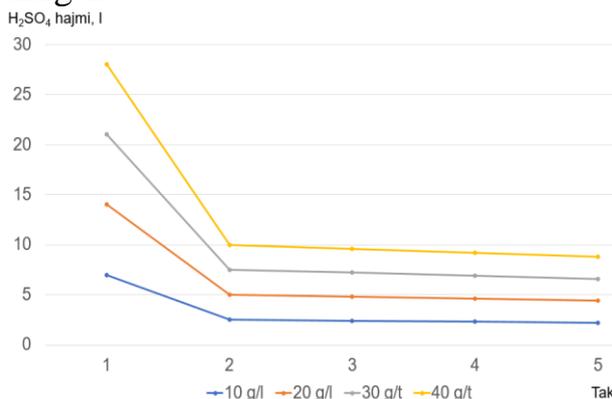


2-rasm. Ishchi eritmaning uranga to'yinib borish jarayoni gistogrammasi

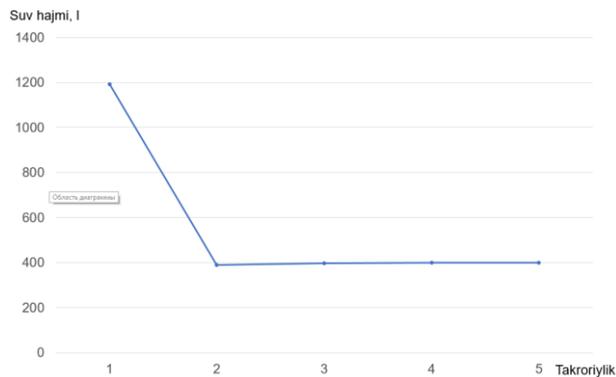
Bu 2-rasmdan ko'rinadiki ishchi eritmadagi uran miqdori har bir tsiklda o'zgarib, uranga to'yinib boradi. Bu to'yinib borish jarayoni qattiq namunadagi uranning dastlabki miqdoriga to'g'ridan-to'g'ri bog'liq. Ya'ni uran miqdori qattiq namuna tarkibida qancha ko'p bo'lsa ishchi eritmaning uranga to'yinib borish jarayoni shuncha intensiv kechadi.

Ikkilamichi uran tarkibli rudalardan uranni ajratib olish jarayonida qo'llaniladigan ishchi eritma tarkibidagi suv va sulfat kislota sarfini kamaytirish bo'yicha o'tkazilgan tajribalar natijalari asosida har xil konsentratsiyali ishchi eritma yordamida bu rudalardan uranni ajratib olishga sarf qilinadigan suv va sulfat kislotasi miqdorini tejash grafigi chizildi. Quyidagi 3 va 4-rasmlarda ishchi eritma

tarkibidagi sulfat kislota va suv sarfining har bir tsikldagi o'zgarish grafiklari keltirilgan.



3-rasm. Sulfat kislota sarfi kamayishi grafigi



4-rasm. Suv sarfi kamayishi grafigi

Jarayonni besh marta takrorlash uchun 140 litr sulfat kislotasi sarfi talab etilar edi. Lekin dissertasiya ishi doirasida o'tkazilgan tadqiqotlar natijasida 1 tonna qattiq uran tarkibli namunaga bir marta ishlov berish uchun 1200 litr ishchi eritma kerakligi hisob-kitoblar yordamida topildi. Shu 1200 litr ishchi eritmani filtrlash jarayonida, uning 390 litri qattiq namunani ho'llashga sarf bo'lib ketadi va qolgan 810 litri suyuq faza sifatida jarayonga qaytariladi. 5 marta 810 litrdan jarayonga qaytarilgan suyuq faza hajmi 4050 litrni tashkil qiladi. Ikkinchi jarayonni qaytadan boshlash uchun talab etiladigan 1200 litr ishchi eritmaning 810 litrli birinchi jarayondagi suyuq faza sifatida qaytariladi va 390 litr yangi ishchi eritma qo'shiladi. Xuddi shu tartibda besh marta ishlatiluvchi ishchi eritma 1200 litrdan 5 martada 6000 litrni tashkil qilish kerak edi. Lekin uning o'rniga 390 litrdan 5 martada 1950 litr ishchi eritma ishlatiladi. Bu jarayonda iqtisod qilingan ishchi eritma tarkibidagi 4050 litr suv iqtisod qilinadi. Bu 810 litrdan 5 marta jaryonga takroriy foydalanishdan iqtisod qilingan 4050 litr ishchi eritmani sulfat kislota bilan to'yintirish uchun 56,7 kg sarflanadi, aslida 75,6 kg sarflamish talab etilgan. Butun jarayonni amalga oshirish davomida o'rtacha 65% suv va 25% sulfat kislota iqtisod qilinadi.

Dissertatsiyaning «**Uran tarkibli ikkilamchi rudalarni rekultivatsiya qilishning taklif etilgan geotexnologik usuli imkoniyatlarini va rudalar joylashgan hududlarda radiatsion holatni o'rganish**» deb nomlangan uchinchi bobida taklif etilgan texnologiya qo'llanilgandan so'ng uran tarkibli ikkilamchi rudalaridagi radiatsiya ko'rsatkichlari, radionuklidlardan tozalash, olingan namunalarning solishtirma effektiv aktivligi natijalari va bu mahalliy hududning radioekologik holatlari baholandi.

XX asrning oxirigacha dunyoning ko'plab uran qazib oluvchi korxonalarida, jumladan, O'zbekiston Respublikasida ham yer osti usulida uran qazib olingan. Ushbu jarayonlarda radioaktiv bo'lgan va atrof-muhitga radiasiyaviy ta'sir ko'rsatadigan ko'p miqdorda uran tarkibli ikkilamchi rudalar hosil bo'lgan. Bu ikkilamchi rudalarda ma'lum miqdorda asosiy radioaktiv elementy uran va yo'ldosh metallar mavjud. Uran tarkibli ikkilamchi rudalardan asosiy radioaktiv va yo'ldosh metallar texnogen konidan qo'shimcha metall olish mumkin. Bundan tashqari,

Xalqaro (XRXQ va XAEA tavsiyalari) va Respublika me'yoriy hujjatlari (0193-06-sonli SanQvaM, 0079-08-sonli SanQvaM va boshqalar) ma'lumotlari talablariga muvofiq mintaqaning mahalliy hududlarida radiyasiyaviy vaziyatni yaxshilash uchun uran tarkibli ikkilamchi rudalar rukultivasiya qilinadi.

0193-06-sonli SanQvaM talablariga ko'ra, radionuklidni maksimal darajada ajratib olish va ikkilamchi ruda namunalarning solishtirma effektiv aktivligini belgilangan me'yorgacha (1200 Bq/kg) kamaytirish uchun ishlab chiqilgan geotexnologik sxemaning turli xil geotexnologik parametrlari va namunalarning radiasiya ko'rsatkichlari baholandi.

Dastlabki va uranni tanlab eritishdan keyingi namunalarda - ^{238}U , ^{230}Th , ^{226}Ra radionuklidlarning solishtirma faollik qiymatlari 4-jadvalda keltirilgan.

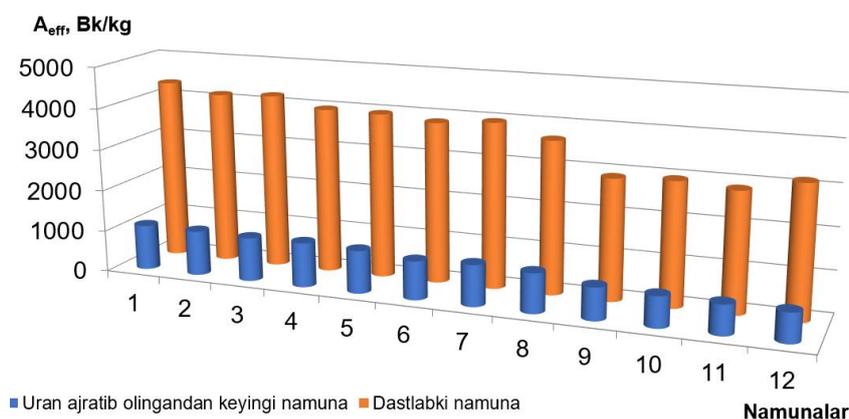
4-jadval

Dastlabki va uranni tanlab eritishdan keyingi namunalarda - ^{238}U , ^{230}Th , ^{226}Ra radionuklidlarning solishtirma faollik qiymatlari

№	Dastlabki uran namunasidagi solishtirma aktivligi, Bq/kg			Uranni tanlab eritishdan keyingi solishtirma aktivligi, Bq/kg		
	U	$^{230}\text{Th} \cdot 10^{-4}$	$^{226}\text{Ra} \cdot 10^{-6}$	U	$^{230}\text{Th} \cdot 10^{-4}$	$^{226}\text{Ra} \cdot 10^{-6}$
1	4360	33	1494	1090	21	1470
2	4156	36	1014	1081	24	992
3	4216	26	2422	1054	15	2402
4	3980	34	3847	1075	12	3820
5	3968	38	2625	1032	26	2605
6	3864	65	2097	928	56	2077
7	3970	56	1480	993	45	1467
8	3660	62	3402	952	50	3380
9	2900	79	2589	783	68	2562
10	2965	46	2416	741	35	2392
11	2870	67	2730	718	56	2705
12	3166	64	2987	706	52	2960

Uran tarkibli ikkilamchi rudalarini radionuklidlardan tozalash bo'yicha tavsiya etilgan texnologiya qo'llanilgandan so'ng, dastlabki namunalarda va ulardan uranni tanlab eritishdan keyingi namunalarda ^{238}U , ^{230}Th , ^{226}Ra ning solishtirma effektiv aktivligi aniqlandi. Dastlabki namunalarda va uranni tanlab eritishdan keyingi namunalarda ^{238}U , ^{230}Th , ^{226}Ra ning solishtirma effektiv aktivligini aniqlash orqali olingan natijalar 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadvalda keltirilgan natijalardan ko'rinib turibdiki, dastlabki namunalarda solishtirma effektiv aktivligi o'zgaradi - uran uchun 2870 Bk/kgdan 4360 Bk/kg oralig'ida, - ^{230}Th uchun 79 Bk/kgdan 26 Bk/kg oralig'ida va - ^{226}Ra uchun 3847 Bk/kg 1014 Bk/kg oralig'ida o'zgaradi. Taklif etilgan texnologiya bo'yicha ushbu namunalarni qayta ishlagandan so'ng, solishtirma effektiv aktivlik qiymatlari pasaygan, ya'ni - U uchun - 706 Bk/kg dan 1090 Bk/kg, ^{230}Th uchun - 12 Bk/kg dan 68 Bk/kg va ^{226}Ra uchun 992 Bk/kg dan 3380 Bk/kg oralig'ida o'zgaradi. Bu o'zgarishlarni grafik ko'rinishi 5-rasmda keltirilgan.

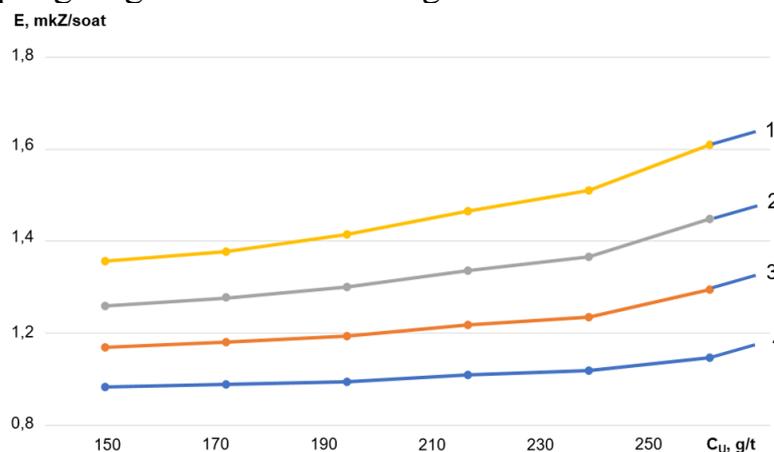


5-rasm. Dastlabki va uranni tanlab eritishdan keyingi namunalarda radionuklidlarning solishtirma faollik qiymatlari

5-rasmdan ko'rinib turibdiki, ushbu namunalarni tavsiya etilgan texnologiya yordamida qayta ishlangandan so'ng, solishtirma effektiv faollik qiymatlari kamaydi, ya'ni U uchun 1090 Bq/kg dan 706 Bq/kg ga, ^{230}Th uchun 68 Bq/kg dan 12 Bq/kg ga va ^{226}Ra uchun 3380 Bq/kg dan 992 Bq/kg ga.

Uran tarkibli ikkilamchi rudalar radioaktiv obyektlar hisoblanib, radionuklidlarning solishtirma effektiv faolligidan tashqari ular samarali doza quvvatiga ham ega. Bu samarali doza quvvati qiymatlarining uran tarkibli ikkilamchi rudalardagi uran miqdoriga bog'liqlik grafigi 6- rasmda keltirilgan.

Samarali doza quvvati qiymatlarining uran tarkibli ikkilamchi rudalardagi uran miqdoriga bog'liqlik grafigi 6- rasmda keltirilgan.



6-rasm. Uran tarkibli ikkilamchi ruda namunalariidagi uran miqdoringing ekspozitsion doza quvvatiga bog'liqlik grafigi

6-rasmdan ko'rinib turibdiki, samarali doza quvvati qiymatlari uran tarkibli ikkilamchi rudalardagi uran miqdoriga chiziqli bog'liqlik ekan. Tahlil qilinayotgan namunalardagi uran miqdori 136,7 g/t dan 254,7 g/t gacha bo'lgan oraliqda o'zgaradi va bu namunalarning samarali doza quvvati qiymatlari ularga parallel ravishda ortadi. Uran tarkibli ikkilamchi rudalarini geotexnologik qayta ishlashdan so'ng ulardagi uran miqdori o'rtacha 70% ga kamayadi va samarali doza quvvati qiymatlari ham parallel ravishda o'rtacha 60-70% ga kamayadi. Bu fakt uran tarkibli ikkilamchi rudalarni o'rganish bo'yicha olib borilayotgan tadqiqotlar rekultivasiya

holatini yaxshilash uchun taklif etilgan geotexnologik usulning afzalligini belgilaydi. Uran tarkibli ikkilamchi rudalarida rekultivasiya jarayonlari o'tkazilgandan so'ng bu chiqindilar joylashgan hududlarda radiasion fonning qiymatlari belgilangan darajagacha tushgani aniqlandi.

Dissertatsiyaning «**Uran tarkibli ikkilamchi rudalardagi fizik jarayonlarni va parametrlarini nazorat qilish**» deb nomlangan to'rtinchi bobida uran tarkibli ikkilamchi rudalarining fizik-texnik parametrlari va uranni ajratib olish uchun geotexnologik jarayonlarga jalb qilish masalalari har tomonlama o'rganilgan.

Uran tarkibli ikkilamchi rudalarining har bir lokal uchastkasida uran tarqalishi, unga yo'ldosh elementlarning miqdori va fizik-kimyoviy parametrlar rentgenofluoressent va instrumental neytron faollashtirish tahlil usullari yordamida baholangan.

Uran tarkibli ikkilamchi rudalar tarkibida uran, noyob va radioaktiv metallar mavjud. Bulardan tashqari uran tarkibli ikkilamchi rudalarda ko'plab qimmatbaho kimyoviy elementlar ham mavjud. 5-jadvalda uran tarkibli ikkilamchi rudalarning to'rtta namunasidagi sakkizta qimmatli kimyoviy elementning rentgenofluoresans tahlili natijalari, ularning Klark va o'rtacha qiymatlari keltirilgan. Tahlil natijalaridan ko'rinib turibdiki, barcha elementlarning Klark miqdori shu namunalardagi ushbu elementlarning o'rtacha miqdoridan katta farq qiladi.

5-jadval

Uran tarkibli ikkilamchi rudalar namunalari tarkibida aniqlangan kimyoviy elementlar miqdori

Element	Tarkibli, g/t		Namunalar raqami			
	Klark, C_k	O'rtachasi, $C_{o'rt}$	1	2	3	4
As	1,7	15,3	14,3	15,8	14,9	16,2
Se	0,5	4,3	4,0	4,6	4,1	4,5
Mo	0,34	15	15,3	14,9	14,8	15,2
Yb	0,34	2,6	2,2	3,0	1,8	3,4
Au	0,00047	0,011	0,009	0,012	0,015	0,008
W	0,16	0,82	0,92	0,85	0,78	0,73
Br	0,16	4,1	3,9	4,5	5,2	2,8
U	2,5	110	112	108	106	114

5-jadvaldagi natijalardan ko'rish mumkinki, uran tarkibli ikkilamchi rudalar texnogen faoliyat jarayonidan hosil bo'lgan va o'z tarkibida radioaktiv, qimmatbaho va noyob yer elementlari zahiralari jamlagan. Bu 5-jadvaldagi natijalarga asoslanib, As, Se, Mo, Yb, Au, W, Br, U kabi kimyoviy elementlarning o'ziga xos indikator xususiyatlarga ega ekanligi haqida ilmiy xulosa qilish mumkin. Bu kimyoviy elementlarning aniqlangan miqdorining uran tarkibli ikkilamchi rudalar tarkibidagi Klark miqdoridan ko'pligi ularni fizik-kimyoviy geotexnologik usulda ajratib olish imkoniyati mavjudligini asoslaydi.

Uran tarkibli ikkilamchi rudalarining indikator xususiyatlarini o'rganish uchun aniqlik va sezgirlik talablariga javob beradigan ko'p elementli, instrumental, ekspress va informative usullar talab qilinadi. Bu rudalar namunalari kimyoviy elementlarning konsentrasiyasini aniqlash uchun yuqorida keltirilgan talablarga javob beruvchi instrumental neytron - aktivlashtirish tahlil usuli tanlandi.

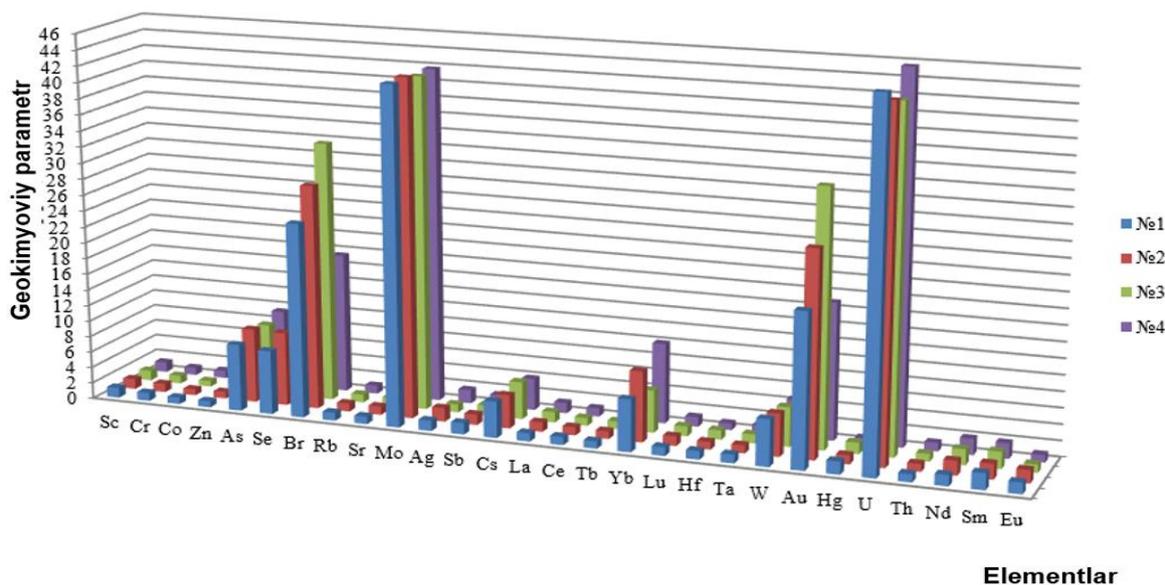
Uran tarkibli ikkilamchi rudalar namunalarida kimyoviy elementlarning konsentrasiyasini aniqlashda ularni nurlantirish uchun O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Yadro fizikasi institutining VVR-SM reaktoridan tezlatkich sifatida foydalanildi va uning neytronlar oqimi $5 \cdot 10^{12}$ neytron/s \cdot sm² ga teng. Elementlarning konsentrasiyasini aniqlashning to‘g‘riligini tekshirish uchun ma‘lum tarkibga ega bo‘lgan standart namunalardan foydalanildi.

Urann tarkibli ikkilamchi rudalar namunalarida kimyoviy elementlarni aniqlash bo'yicha olingan natijalarga asoslanib, geokimyoviy parametrlar taqsimotining gistogrammasi yasaldi 7-rasm.

Uran tarkibli ikkilamchi rudalardagi 35 ta kimyoviy elementlar konsentrasiyasini aniqlash uchun 4 ta qattiq namuna olindi. Olingan namunalar 105 °C haroratda quritilgan. 5-jadvaldagi natijalar shuni ko‘rsatadiki, INFT usuli ko‘p elementli usul bo‘lib, boshqa mavjud usullarga nisbatan ustunlikka ega. INFT usulidan foydalanib, kimyoviy elementlar konsentrasiyasini aniqlashning pastki chegarasi 10^{-6} % ga teng.

7-rasmda instrumental neytron aktivlashtirish tahlil - INAT usuli bilan uran tarkibli ikkilamchi rudalardan olinga 4 ta namunalarda - 30 dan ortiq kimyoviy elementlarning tarqalish gistogrammasi keltirilgan.

Bu gistogrammadan to‘rtta kimyoviy element - Mo-129,7 g/t, U-17,6 g/t, Au-49787,0 g/t, Br-160,2 g/t Klark miqdoriga nisbatan bir necha o‘n barobar yuqori qiymatga ega ekanligi ko‘rinib turibdi. Bu fakt shuni ko‘rsatadiki, foydali qazilma konlarida radioaktiv elementlar bilan birgalikda bo‘shqa qimmatbaho va noyob yer elementlari ham lokallashgan.



7-rasm. Uran tarkibli ikkilamchi rudalarda kimyoviy elementlarning tarqalish gistogrammasi

7-rasmdagi gistogrammadan ko‘rinib turibdiki, to‘rtta kimyoviy element - Mo-129.7, U-17.6, Au-49787.0, Br-160.2 o‘rtacha miqdori Klark miqdoridan bir necha marta yuqori qiymatlarga ega. Bu fakt foydali qazilmalar konlarida radioaktiv

elementlar bilan bir qatorda boshqa qimmatbaho va nodir yer elementlari ham lokallashganligini ko'rsatadi.

Uran tarkibli ikkilamchi rudalardan olingan barcha namunalardagi kimyoviy elementlarning indikator xususiyatlari bir xil qonuniyatga bo'ysunadi va ularning kelib chiqishi texnogen yoki tabiiy bo'lishini tasdiqlaydi.

XULOSA

«Uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uran olishning samarali texnologiyasini ishlab chiqish va asoslash» mavzusidagi texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar asosida nazariy va amaliy ahamiyatga ega bo'lgan quyidagi xulosalar taqdim etildi:

1. Uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olishning fizik-kimyoviy geotexnologik usuliga asoslangan prinsipial sxemasi ishlab chiqildi va bu sxemada ishchi eritmani besh marta qayta ishlatish asosida suv sarfini 65% ga va sulfat kislota sarfini 25% gacha tejash imkoniyati topildi. Hosil qilingan mahsuldor eritmada 180 mg/l gacha uran olishning samarali geotexnologik sxemasi yaratildi. Bularga asoslanib, geotexnologiya fani muammolaridan biri hisoblangan uran tarkibli ikkilamchi rudalardan to'g'ridan-to'g'ri uran olishning samarali texnologiyasi yaratildi.

2. Taklif etilayotgan fizik-kimyoviy geotexnologik usuliga asoslangan sxemani qo'llash asosida uran tarkibli ikkilamchi rudalar tarkibidagi uranning dastlabki miqdorini o'rtacha 75% gacha kamaytirishga erishildi. Buning asosida uran tarkibli ikkilamchi rudaning ishchi eritma bilan o'zaro ta'sir mexanizmi o'rganildi.

3. Uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olishning ishlab chiqilgan fizik-kimyoviy geotexnologik sxemasi asosida, uran ajratib olish koeffisienti bilan sulfat kislota konsentratsiyasining 10 g/l dan 40 g/l gacha bo'lgan diapazonida to'g'ri chiziqli bog'liqligi topildi. Buning asosida fizik-kimyoviy geotexnologik jarayonlarni boshqarish samaradorligini va selektivligini takomillashtirishga erishildi.

4. Uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olishning taklif etilayotgan texnologik sxemasi asosida bu rudalarni uran va radionuklidlardan tozalash imkoniyati yaratildi. Bu rudalar radiatsion fonini o'rtacha 70% gacha (solishtirma effektiv aktivlik - A_{eff} qiymatini 4360 Bk/kg dan 1090 Bk/kg) kamaytirishga erishildi. Bu jarayonda uran tarkibli ikkilamchi rudalarni rekultivasiya qilish texnologiyasi takomillashtirildi.

5. Uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olish sxemasining tarkibiy qismlarini o'rganish va ulardan foydalanish asosida ikkilamchi rudalar joylashgan hududlarda radioekologik holatini yaxshilash imkoniyatiga erishildi. Buning asosida bu rudalar joylashgan hududlardagi atrof-muhitni muhofaza qilish radioekologik masalalari hal etildi.

6. Uran tarkibli ikkilamchi rudalarda uran va 30 dan ortiq kimyoviy elementlarni identifikatsiyalash asosida ularni fizik-kimyoviy geotexnologik usulda

ajratib olish imkoniyati mavjudligi isbotlandi. Buning asosida uran tarkibli ikkilamchi rudalardan uranni ajratib olish texnologiyasi yaratildi.

7. Uran tarkibli ikkilamchi ruda namunalarida U, Au, Br, Mo, Na, Yb, Cs, As, Se, W kimyoviy elementlarning va ularning indikator ko'rsatkichlarining aniqlanishi ularni fizik-kimyoviy geotexnologik usulda ajratib olish imkoniyati mavjudligini belgilaydi. Buning asosida uran tarkibli ikkilamchi rudalarning fizik-kimyoviy xususiyatlari batafsil tadqiq qilindi.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ НА ОСНОВЕ НАУЧНОГО СОВЕТА
DSc.17/04.06.2021.Т.06.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ
ПРИ НАВОИЙСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**НАВОИЙСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

АЛЛАЯРОВ РАВШАН МУЗАФФАРОВИЧ

**РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ
ИЗВЛЕЧЕНИЯ УРАНА ИЗ УРАНСОДЕРЖАЩИХ ВТОРИЧНЫХ РУД**

**04.00.10 – Геотехнология (открытая, подземная и строительная);
11.00.05 – Охрана окружающей среды и рациональное использование
природных ресурсов**

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

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за № В2023.4.PhD/Т4151.

Диссертация выполнена в Навоийском отделении Академии наук Республики Узбекистан. Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице научного совета (www.ndki.uz) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net).

Научный руководитель:	Музафаров Амрулло Мустафоевич доктор химических наук, доцент
Официальные оппоненты:	Аликулов Шухрат Шарофович доктор технических наук, профессор Игитов Фаррух Бахтиярович кандидат технических наук, доцент
Ведущая организация:	Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова

Защита диссертации состоится «28» июня 2024 года в 10⁰⁰ часов на заседании разового Научного совета на основе Научного совета DSc.17/04.06.2021.Т.06.02. (Адрес: 210100, г. Навои, ул. Махмуда Таробий, 72. Зал заседаний Навоийского государственного горно-технологического университета). Тел.: (79) 223-23-32; факс: (79) 223-49-66; e-mail: info@ndki.uz, nsmi@gmail.com).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Навоийского государственного горно-технологического университета (зарегистрирован за №157). Адрес: 210100, г. Навои, ул. Махмуда Таробий, 72. Тел.: (79) 223-23-32; факс: (79) 223-49-66.

Автореферат диссертации разослан «11» июня 2024 г.

(реестр протокола рассылки №149 от «11» 06 2024 г.).



И.Т. Мыслибаев
Председатель разового Научного совета
по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

Р.У. Джураев
Ученый секретарь разового Научного совета
по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

Н.А. Абдуазизов
Председатель разового научного семинара
при разовом Научном совете
по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире увеличивается потребление энергоресурсов, что предсказывает рост экономического развития любой страны мира за счет увеличения производственных мощностей. Уран является одним из основных стратегических источников энергии для производства электроэнергии в мировой практике. Для увеличения количества добываемого урана необходимо разработать эффективные технологии его переработки и перерабатывать урансодержащие вторичные руды. Сегодня богатые ураном месторождения значительно сократились, а требования по снижению воздействия на окружающую среду радиоактивных вторичных руд возросли. В связи с этим важно уделять особое внимание добыче урана и других элементов из вторичных урансодержащих руд, а также улучшению радиоэкологического состояния территории.

На сегодняшний день в мире проводятся научные исследования по развитию геотехнологической науки, особенно малозатратным геотехнологическим методам добычи урана, рациональному использованию урансодержащих вторичных руд, изучению распределения в них урана и других химических элементов. В связи с этим уделяется особое внимание разработке эффективных технологий добычи урана из урансодержащих вторичных руд, содержащих полезные металлы, геотехнологическим способом, изучению возможностей переработки данных руд с целью извлечения из них дополнительного урана, снижению его себестоимости и радиоактивному воздействию урансодержащих вторичных руд на окружающую среду.

В Республике выполняется ряд научно-практических работ по разработке эффективной технологии извлечения урана из урансодержащих вторичных руд, улучшению экологического состояния территорий размещения урансодержащих вторичных руд, извлечению урана из урансодержащих вторичных руд физико-химическим геотехнологическим методом и рекультивации данного объекта, определению радиационных показателей рекультивированных урансодержащих вторичных руд. В Указе Президента Республики Узбекистан определены важные задачи по «кардинальному улучшению экологической обстановки в Республике и устранению экологических проблем, влияющих на жизнь человека...»¹. В связи с этим важно выполнять задачи по разработке и обоснованию эффективного физико-химического геотехнологического метода извлечения урана из урансодержащих вторичных руд, разработке эффективной технологии извлечения урана из вторичных техногенных урансодержащих руд и снижению радиоактивного воздействия этих руд на окружающую среду.

¹ Указ Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 г. «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы».

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан №УП-60 от 28 января 2022 г. «О стратегии действий по дальнейшему развитию Нового Узбекистана на 2022-2026 гг.» и Постановлении Президента Республики Узбекистан №ПП-4477 от 4 октября 2019 г. «Об утверждении стратегии по переходу Республики Узбекистан на «зеленую» экономику на период 2019-2030 гг.» 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 III. «Энергетика, строительство, экология и рациональное природопользование (полезные ископаемые и изучение недр, техника и технологии в сфере сбора, обезвреживания и использования отходов)».

Степень изученности проблемы. Значительный вклад в области добычи урана из урансодержащих вторичных руд с использованием различных геотехнологических методов и технологических схем и изучения радиоэкологического состояния районов расположения этих руд внесли следующие ведущие зарубежные и отечественные ученые: Арэнс В.Ж., Грабовников В.А., Гридин О.М., Бахуров В.Г., Вечеркин С.Г., Луценко П.К., Зефирова А.П., Руднева И.К., Жерин И.И., Десятникова Д.Т., Лобанов Д.П., Лунев Л.И., Малухин Н.Г., Мамилов В.А., Маркелов С.В., Небера В.Н., Нестеров Ю.В., Новик-Качан В.П., Осмоловский И.С., Толстов Е.А., Авербах С.У., Bleylok G.V., Shvarts S.S., Anderson J.M., Riklifs R., Alfoldi L., Sparrow A.H., Kundler A.P., Санакулов К.С., Сагтаров Г.С., Шарипов Х.Т., Муминов Т.М., Кист А.А., Кулматов Р.А., Артёмов С.В., Турабджанов С.М., Садиков И.И., Курбанов Б.И. и др.

Анализ литературных данных показал, что к настоящему времени физико-химические геотехнологические методы извлечения урана из урансодержащих вторичных руд, эффективные технологии извлечения урана из этих руд, улучшение радиоэкологического состояния районов размещения техногенных урансодержащих вторичных руд малоизучены и требуют дальнейших исследований.

В связи с этим разработка способа извлечения урана из урансодержащих вторичных руд альтернативным геотехнологическим методом, разработка эффективной технологической схемы выщелачивания урана, исследование составных частей этой схемы, использование рабочего раствора различной концентрацией кислот, используемой для выщелачивания урана, определение концентрации урана и других химических элементов, геохимических параметров химических элементов в урансодержащих вторичных рудах, показателей радиационного фона урансодержащих вторичных руд имеет важное научное и практическое значение для горно-металлургической промышленности.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где

выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Навоийского отделения Академии наук Республики Узбекистан и Навоийского государственного горно-технологического университета на темы: ФА-Атех-2018-233 – «Разработка и изготовление радиометра на основе кремниевых поверхностно-барьерных детекторов большого диаметра для измерения объёмной активности радона и содержания радия в исследуемой среде» и БА-А-13-015 – «Разработка технологического режима подземного выщелачивания урана с применением местных реагентов».

Целью исследования является разработка эффективной технологии извлечения урана из вторичных техногенных урансодержащих руд и снижение радиоактивного воздействия данных руд на окружающую среду.

Задачи исследования:

обзор литературных данных по извлечению урана из урансодержащих вторичных руд физико-химическим геотехнологическим методом и рекультивации объектов;

разработка принципиальной технологической схемы по извлечению урана из урансодержащих вторичных руд физико-химическим геотехнологическим методом и проведение рекультивации объекта;

определение составных частей принципиальной технологической схемы по извлечению урана из урансодержащих вторичных руд физико-химическим геотехнологическим методом и применение его в процессе рекультивации;

исследование зависимости коэффициента извлечения урана из урансодержащих вторичных руд от исходного содержания урана в руде и концентрации серной кислоты в рабочем растворе;

определение радиационных показателей рекультивированных урансодержащих вторичных руд.

Объектом исследования являются урансодержащие вторичные руды, физико-химические геотехнологические методы извлечения урана и продуктивные растворы урана в промышленной зоне Учкудук.

Предмет исследования – разработка и обоснование физико-химического геотехнологического метода извлечения урана из урансодержащих вторичных руд.

Методы исследований. При выполнении диссертационной работы использованы физико-химические методы анализа урансодержащих вторичных руд, теория и практика выщелачивания урана из урансодержащих вторичных руд, инструментальный нейтронно-активационный, рентгенофлуоресцентный и радиометрический методы анализа, а также методы математической обработки результатов лабораторных и опытно-промышленных испытаний.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработана принципиальная схема, основанная на физико-химическом геотехнологическом методе и с его помощью достигнуто снижение исходного содержания урана в урансодержащих вторичных рудах в среднем на 75%, т.е. с 136,8 до 34,4 г/т;

разработан способ снижения расхода воды до 65% и расхода серной кислоты до 25% с пятикратным повторным использованием рабочего раствора в процессе извлечения урана из урансодержащих вторичных руд физико-химическим геотехнологическим методом;

установлено, что при использовании разработанного физико-химического геотехнологического метода извлечения урана из урансодержащих вторичных руд снижается значение радиационного фона в среднем на ~70%, т.е. с 4360 до 1090 Бк/кг и определено, что данные значения соответствуют установленным требованиям СанПиН №0193-06;

разработаны пути переработки урансодержащих вторичных руд физико-химическим геотехнологическим методом на основании индикаторных особенностей элементного состава – их распределения, миграции, естественного распада и значений радиоактивного равновесия между радионуклидами и решены проблемы актуального экологическо-социального характера для региона их местонахождения.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана принципиальная схема извлечения урана из урансодержащих вторичных руд для уменьшения первичных содержаний урана и способ определения исходных содержаний урана в твердых пробах вторичных урансодержащих руд после переработки геотехнологическим методом;

разработаны способы определения содержания урана в продуктивном растворе в различных режимах выщелачивания урана и до пятикратного повторного использования рабочего раствора для извлечения урана из урансодержащих вторичных руд с целью уменьшения расхода воды и серной кислоты;

разработана геотехнологическая принципиальная схема извлечения урана из урансодержащих вторичных руд для уменьшения эффективной удельной активности данных руд.

Достоверность полученных результатов обоснована значительным объемом лабораторных исследований, опытно-промышленными результатами испытаний, подтверждением основной идеи работы по разработке схемы эффективной технологии выщелачивания урана, а также положительным актом опытно-лабораторных испытаний и внедрения разработанной эффективной технологии выщелачивания урана на объектах АО «Навоийский горно-металлургический комбинат».

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования обосновывается изучением физико-химических свойств урансодержащих вторичных руд, определением индикаторных свойств химических элементов – их распределение, миграция, естественный распад и результатов радиоактивного равновесия между радионуклидами во вторичных урансодержащих рудах и процессов извлечения урана из данных руд, служащих для научно-теоретического изучения физико-химического геотехнологического метода.

Практическая значимость результатов исследования заключается в использовании физико-химической геотехнологической принципиальной

схемы извлечения урана из урансодержащих вторичных руд, которая служит для снижения значений их радиационного фона на основе очистки состава руд от ^{234}U , ^{230}Th , ^{226}Ra , ^{222}Rn и других радионуклидов естественной цепи разложения урана.

Внедрение результатов исследования. На основе исследований и разработке эффективной технологии извлечения урана из урансодержащих вторичных руд:

методы определения исходного содержания урана в пробах, отобранных из вторичных урансодержащих руд, и содержания урана в продуктивном растворе, образующейся при переработке этих руд в рабочий раствор, внедрены в Центральной научно-исследовательской лаборатории АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» (справка АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» №23/01-01-07/57 от 17 января 2024 г.). В результате удалось перевести в продуктивный раствор в среднем 75% урана, содержащегося во вторичных урансодержащих рудах, и снизить исходное содержание урана в твердых пробах до 25%;

способ многократного (до пяти раз) повторного использования рабочего раствора при извлечениях урана из урансодержащих вторичных руд в Центральной научно-исследовательской лаборатории АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» (справка АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» №23/01-01-07/57 от 17 января 2024 г.). В результате сокращено количество воды, используемой при приготовлении рабочего раствора, до 65%, а количество серной кислоты – до 25% по сравнению с традиционным способом извлечения урана из урансодержащих вторичных руд;

физико-химическая геотехнологическая принципиальная схема извлечения урана из урансодержащих вторичных руд внедрена в Центральной научно-исследовательской лаборатории АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» (справка АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» №23/01-01-07/57 от 17 января 2024 г.). В результате снижена эффективная удельная активность – $A_{\text{эфф}}$ проб урансодержащих вторичных руд с исходных 4360 до 1090 Бк/кг и подтверждено соответствие данной величины требованиям норм СанПиН №0193-06.

Апробация результатов исследования. Апробация результатов данного исследования произведена на 9 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликованы всего 17 научных работ, из них в научных изданиях, рекомендованных для опубликования основных научных результатов диссертаций Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, изданы 5 статей, в том числе 3 из которых в республиканских 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 108 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, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов, рекомендации по внедрению в практику результатов исследования, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Обзор современного состояния добычи урана из вторичных урансодержащих руд физико-химическими геотехнологическими методами и их рекультивации**» всесторонне изучено современное состояние существующих геотехнологических способов, технологических схем и комплекс установки во всем мире, применяемых для извлечения урана из урансодержащих вторичных руд. Анализированы методы выщелачивания урана из урансодержащих вторичных руд, методы изучения физико-химического состава урановых отходов и результаты проведенных исследований по уменьшению радиационного фона проб урансодержащих вторичных руд. Обоснованы решаемые геотехнологические проблемы в рамках диссертационной работы.

Во второй главе диссертации «**Предлагаемая геотехнологическая схема извлечения урана и изучение возможности её применения для извлечения урана из урансодержащих вторичных руд**» приведена предлагаемая технологическая схема извлечения урана из урансодержащих вторичных руд, её принцип работ, составные части данной схемы и возможности оценить эффективности извлечение урана из этих урансодержащих вторичных руд.

На рис. 1 приведена предлагаемая технологическая схема извлечения урана из урансодержащих вторичных руд и её составные части.

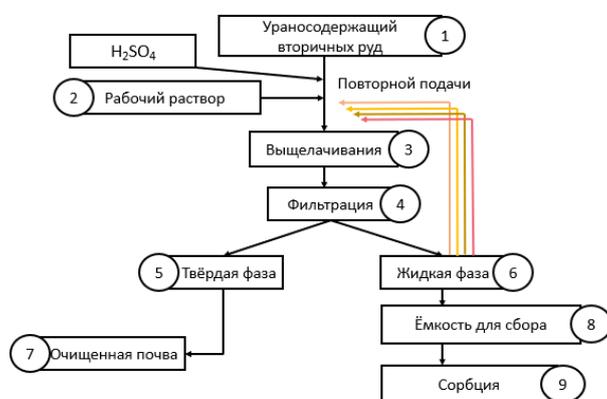


Рис. 1. Принципиальная физико-химическая геотехнологическая схема извлечения урана из урансодержащих вторичных руд

Предлагаемая физико-химическая геотехнологическая принципиальная схема извлечения урана из вторичных урансодержащих руд и принцип ее работы выполняются в следующей последовательности: урановый отвал – (1) с рабочим раствором ($H_2O+H_2SO_4$) – (2) в смеси загружается в пачук – (3), концентрация серной кислоты в пачуке - H_2SO_4 равно - 10 г/л (20 г/л, 30 г/л и 40 г/л), соотношения Т:Ж составляет 1:3, загруженное в пачуке – (3) данная смесь в течение 1 часа перемешивается, пульпа, полученная при перемешивании направляют на фильтрацию – (4). Твёрдую фазу – (5) полученную при фильтрации промывают водой для снижения кислотности, рабочей растворе не насыщенный урану направляет в ёмкость – (8) для сбора ураносодержащего раствора. Твёрдая фаза – (5) на фильтре промывают водой и очищенная от радионуклидов (6) - твердая фаза сбрасываются в карьер. Жидкую фазу, образованная при промывке твёрдой фазы – (5) водой собирают в ёмкость – (8) для сбора ураносодержащего раствора. После 5- кратного повторного использования рабочий раствор, образующийся при переработке урансодержащих вторичных руд, собирается в емкость - (8) предназначенную для сбора продуктивного раствора и далее направляется в емкость - (9) для привлечения к процессу сорбции. Вторая партия и последующие партии урансодержащие вторичные руды перерабатываются в такой же последовательности.

Отобраны пять параллельных проб навеской по 1 кг каждый, из 4 урансодержащих вторичных руд. Из этих 20 проб отбирается пять параллельных, навеской по 15 г каждый. Пробы затаривают в плоскодонную кювету. Данные кюветы устанавливаются в измерительную камеру рентгенофлуоресцентного анализатора марки АРФ-7 и в этих исходных пробах определяется количество урана.

После выщелачивания урана из проб урансодержащих вторичных руд, переработанные по схеме, приведённой на рис. 1 высушивают и в вышеприведённом порядке, и в них определяют содержание урана. Единственное отличие анализа содержания урана во вторичных урансодержащих рудах в этом порядке от предыдущих анализов состоит в том, что после фильтрации пробы высушиваются.

В таб. 1. приведены результаты определения урана в исходных пробах пяти параллельностей и в пробах пяти параллельностей после выщелачивания урана проведённые по предлагаемой новой.

Как видно из средних результатов анализа четырех проб видно рис. 1, выбранная физико-химическая геотехнологическая схема извлечения урана из урансодержащих вторичных руд пригодна и эффективна для переработки этих руд.

Из результатов анализа четырех проб, представленных в табл. 1 видно, что исходное содержание урана в пробах урансодержащих вторичных рудах было от 136,8 г/т до 243,5 г/т, а после переработки этих руд количество урана в них снизилось с 34,2 г/т до 60,8 г/т. В среднем содержания урана во всех отработанных пробах уменьшается приблизительно на 75%.

Таблица 1

Результаты по определению урана в исходных пробах
и в пробах после выщелачивания

	Содержание U, г/т				№	Содержание U, г/т			
	в исходных пробах	средняя в исходных	после выщ-ния	средняя, после выщ- -ния		в исходных пробах	средняя в исходных	после выщ-ния	средняя, после выщ-ния
1	136,4	136,8	34,3	34,2	3	237,1	237,2	59	59,3
	136,7		34,8			236,9		58,8	
	137,3		34,4			237,1		59,2	
	136,1		34,1			237,6		58,5	
	137,4		34,6			237,4		59,5	
2	164,3	164,5	40,8	41,1	4	243,2	243,5	60	60,8
	164,5		40,3			243,5		61,2	
	164,7		41,6			243		60,5	
	164,8		40,6			243,9		61,1	
	164,1		40,9			243,7		60,3	

С целью утверждения правильности полученных выше результатов были определены значения содержания урана в пробах продуктивного раствора, образовавшегося в процессе извлечения урана из ураносодержащих вторичных руд и в твердых пробах после переработки. Результаты данного анализа представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты определения содержания урана в продуктивном растворе
и в твердых пробах после переработки

Пробы	Первичное содержание урана, г/т	Содержание урана в жидких пробах, мг/л	Содержание урана в твердых пробах после переработки, г/т
1	136,8	32,9	34,7
2	164,5	53,8	42,1
3	219,2	72,3	53,9
4	192,5	63,5	47,9
5	182,6	61,0	46,2
6	159,2	52,8	38,9
7	237,2	78,6	60,1
8	243,5	82,1	61,3
9	233,1	76,9	57,9
10	229,1	75,9	58,1
11	212,3	69,8	53,2
12	257,3	84,7	65,1

Как видно из результатов, представленных в табл. 2, при извлечении урана из ураносодержащих вторичных руд по предлагаемому методу физико-химической геотехнологии его количество в среднем до 75% переходит в жидкую фазу, т.е. их среднее количество в рабочем растворе изменится от 32,9

до 84,7 мг/л. Среднее количество остаточного урана в твердых пробах после переработки изменится от 34,7 до 65,1 г/т.

Помимо вышеуказанных исследований, был изучен также процесс насыщения продуктивного раствора, образующегося в процессе извлечения урана из урансодержащих вторичных руд. Результаты этих исследований представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты насыщения продуктивного раствора в процессе извлечение урана из урансодержащих вторичных руд

Пробы	Изменение концентрации урана в рабочем растворе, г/л					Содержание урана в исходной пробе, г/т
	1	2	3	4	5	
1	0,0329	0,0646	0,0991	0,1304	0,1545	136,8
2	0,0538	0,1068	0,1608	0,2143	0,2544	164,5
3	0,0723	0,1409	0,2153	0,2796	0,3509	219,2
4	0,0635	0,1264	0,1911	0,2497	0,3082	192,5
5	0,0610	0,1219	0,1829	0,2412	0,2991	182,6
6	0,0528	0,1048	0,1879	0,2102	0,2461	159,2
7	0,0786	0,1564	0,2352	0,3097	0,3812	237,2
8	0,0821	0,1597	0,2459	0,0821	0,3965	243,5
9	0,0769	0,1498	0,2198	0,3198	0,3737	233,1
10	0,0759	0,1509	0,2273	0,3008	0,3625	229,1
11	0,0698	0,1385	0,2092	0,2763	0,3226	212,3
12	0,0847	0,1689	0,2539	0,3354	0,4109	257,3

Как видно из результатов, приведённых в табл. 3, при пятикратном повторном использовании рабочего раствора диапазон его насыщения ураном увеличивается с 32,9 до 154,5 мг/л для 1-й пробы. Урансодержащую вторичную руду, объёмом 0,6 м³ и 1200 л рабочего раствора концентрацией 10 г/л, помещают в емкость объемом 2,0 м³. Твердую пробу перемешивают с раствором в течение часа и проводят процесс извлечение урана. Полученную пульпу пропускают через фильтр. И в последующих процессах рабочий раствор продолжает насыщаться ураном в этой последовательности. Во второй раз - 0,0646 г/л, в третий раз - 0,0991 г/л, в четвертый раз - 0,1304 г/л, в пятый раз - 0,1545 г/л, рабочий раствор насыщен ураном. Остальные 11 образцов также обрабатываются описанным выше методом и каждый раз насыщаются ураном.

Кроме этого, учитывая, что результаты исследований целесообразно выразить в графической форме, была построена гистограмма процесса рис. 2., насыщения рабочего раствора в процессе выщелачивание урана.

Из рис. 2 видно, что количество урана в рабочем растворе меняется в каждом цикле и насыщается ураном. Скорость насыщения напрямую связана с исходным количеством урана в твердой пробе. То есть, чем больше количество урана в твердой пробе, тем интенсивнее насыщение ураном рабочего раствора.

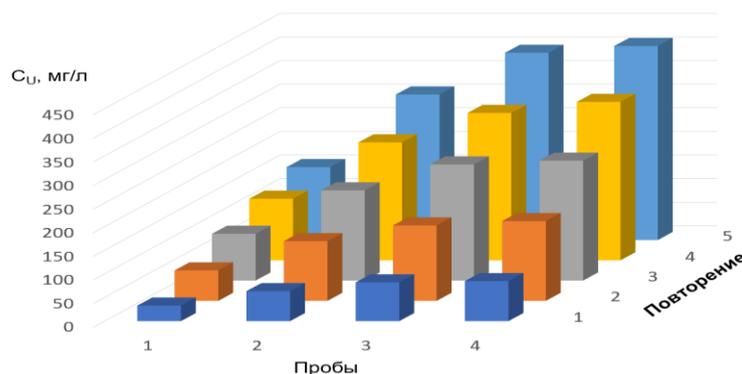


Рис. 2. Гистограмма процесса насыщения рабочего раствора на уран

По результатам экспериментов по снижению расхода воды и серной кислоты в рабочем растворе, в процессе извлечения урана из вторичных урансодержащих руд с использованием рабочего раствора различной концентрации, построен график экономии количества воды и серной кислоты, в процессе извлечения урана из вторичных урансодержащих руд.

В ниже приведенных рисунках 3 и 4 показаны графики изменение расхода серной кислоты и расхода воды в составе рабочего раствора для каждого цикла.

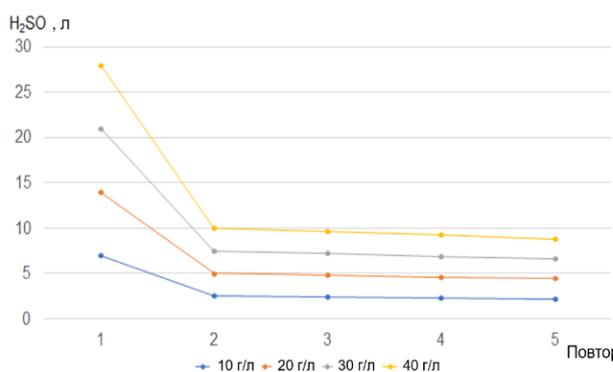


Рис. 3. График снижения расхода серной кислоты

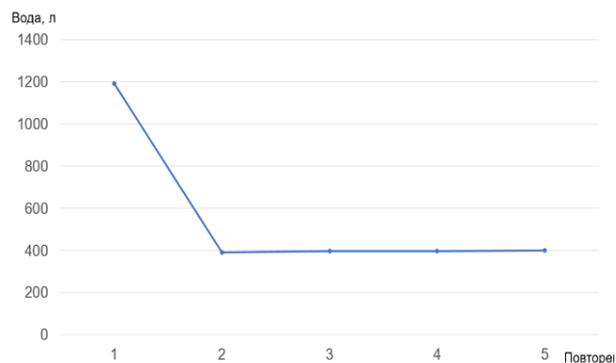


Рис. 4. График снижения потребления воды

На рис. 3 представлен график снижения расхода серной кислоты, а 1-желтой кривой показывают изменение расхода серной кислоты на извлечение урана из вторичной урановой руды с использованием рабочего раствора с концентрацией 40 г/л. Для приготовления рабочего раствора концентрацией 40 г/л в 1200 литр воды смешиваются 28 л серной кислоты.

Для повторения процесса пять раз потребовалось 140 литров серной кислоты. Однако в результате исследований, проведенных в рамках диссертации, с помощью расчетов установлено, что на одну обработку 1 тонны твердого образца урана необходимо 1200 литров рабочего раствора. В процессе фильтрации этого 1200 литра рабочего раствора, 390 литров расходуется на замачивание твердой пробы, а 810 литров возвращается в процесс как жидкая фаза. Объем жидкой фазы, возвращенной в процесс 5 раз по 810 литров, составляет 4050 литров. Из 1200 литров рабочего раствора, необходимых для возобновления второго процесса, 810 литров возвращаются

в виде жидкой фазы из первого процесса и добавляются 390 литров нового рабочего раствора. В том же порядке пятикратно использованный рабочий раствор должен составлять 6000 литров за 5 раз по 1200 литров. Но вместо 6000 литров используется 1950 литров нового рабочего раствора, то есть по 390 литров каждый раз. При этом экономится 4050 литров воды, содержащейся в рабочем растворе. На насыщение рабочего раствора, сэкономленного объемом 4050 литров, расходуется 56,7 кг серной кислоты в место 75,6 кг, сэкономленное за счет 5-кратного использования по 810 литра рабочего раствора. В течение всего процесса экономится в среднем 65% воды и 25% серной кислоты.

В третьей главе диссертации **«Исследование возможности предлагаемого геотехнологического метода рекультивации вторичных урансодержащих руд и радиационной обстановки в регионе размещения этих руд»** оценены радиационные показатели в урансодержащих вторичных рудах, процессы очистки их от радионуклидов, результаты удельной эффективной активности проб и радиоэкологические обстановки данного локального участка, радиационные показатели в урановых отвалах после применения предложенной технологии очищения от радионуклидов, результаты удельной эффективной активности отобранных проб и радиоэкологическая обстановка на локальном участке размещения урановых отвалов.

В уранодобывающих предприятиях мира, и в том числе в Республике Узбекистан до конца XX века уран добывали открытым карьерным и подземным шахтным способом. В ходе этих процессов образовались техногенные месторождения вторичных руд, содержащих большое количество урана, радиоактивных и оказывающих радиационное воздействие на окружающую среду. Эти вторичные руды содержат определенное количество основного радиоактивного элемента урана и металлов спутников. Из этих техногенных урансодержащих вторичных рудах можно дополнительно получить основного металла.

Кроме этого, в соответствии с требованиями Международных (рекомендаций МКРЗ и МАГАТЭ) и Республиканских нормативных документов (СанПиН №0193-06, СанПиН №0079-08 и т.д.) данные урансодержащие вторичные руды подлежат к рекультивации для улучшения радиационной обстановки в локальных участках данного региона.

Согласно требованиям, СанПиН №193-06 были оценены различные геотехнологические параметры разработанной геотехнологической схемы и радиационные показатели проб с целью максимального извлечения радионуклида и снижения удельной эффективной активности проб вторичных руд, до установленной нормы (1200 Бк/кг).

В табл. 4., приведены значения удельной активности радионуклидов ^{238}U , ^{230}Th , ^{226}Ra в исходных пробах и пробах после выщелачивания урана из них.

Таблица 4

Значения удельной активности радионуклидов ^{238}U , ^{230}Th , ^{226}Ra в исходных пробах и пробах после выщелачивания урана

№ проб	Удельная активность в исходных пробах урана, Бк /кг			Удельная активность в пробах после выщелачивания урана, Бк /кг		
	U	$^{230}\text{Th} \cdot 10^{-4}$	$^{226}\text{Ra} \cdot 10^{-6}$	U	$^{230}\text{Th} \cdot 10^{-4}$	$^{226}\text{Ra} \cdot 10^{-6}$
1	4360	33	1494	1090	21	1470
2	4156	36	1014	1081	24	992
3	4216	26	2422	1054	15	2402
4	3980	34	3847	1075	12	3820
5	3968	38	2625	1032	26	2605
6	3864	65	2097	928	56	2077
7	3970	56	1480	993	45	1467
8	3660	62	3402	952	50	3380
9	2900	79	2589	783	68	2562
10	2965	46	2416	741	35	2392
11	2870	67	2730	718	56	2705
12	3166	64	2987	706	52	2960

После применения предложенной технологии очищение от радионуклидов ураносодержащих вторичных руд определены удельные активности радионуклидов - ^{238}U , ^{230}Th , ^{226}Ra в исходных пробах и в пробах после выщелачивания урана. Полученные результаты по определению удельных активностей радионуклидов - ^{238}U , ^{230}Th , ^{226}Ra в исходных пробах и в пробах после выщелачивания урана приведены в табл. 4.

Как видно из результатов приведённых в табл. 4, значения удельных активностей в исходных пробах изменяться, то есть для - U в диапазоне от 2870 Бк/кг до 4360 Бк/кг, для - ^{230}Th в диапазоне от 26 Бк/кг до 79 Бк/кг и для - ^{226}Ra в диапазоне от 1014 Бк/кг до 3847 Бк/кг. После переработки данных проб по предложенной технологии значения удельной активности уменьшается, то есть для - U изменяться в диапазоне от 1090 Бк/кг до 706 Бк/кг, для - ^{230}Th изменяться в диапазоне от 68 Бк/кг до 12 Бк/кг и для - ^{226}Ra изменяться в диапазоне от 3380 Бк/кг до 992 Бк/кг. Графический вид данных изменений приведен на рис. 5.

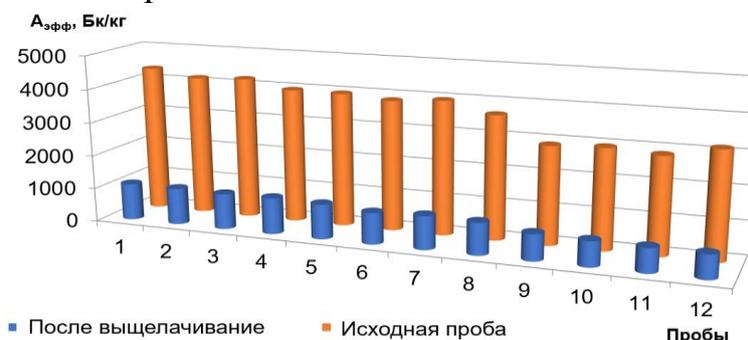


Рис. 5. Значения удельной активности радионуклидов в исходных пробах и в пробах после процесса переработки выщелачивания урана

Как видно из рис. 5, после обработки этих проб по предлагаемой технологии значения удельной эффективной активности снизились, то есть для U - с 1090 Бк/кг на 706 Бк/кг, для ^{230}Th - с 68 Бк/кг на 12 Бк/кг и для ^{226}Ra с 3380 Бк/кг на 992 Бк/кг.

Урансодержащие вторичные руды является радиоактивным объектом, них кроме значений удельной эффективной активности радионуклидов и имеется мощности эффективной дозы. Зависимости этих значений мощности эффективной дозы от количества урана во урансодержащих вторичных рудах представлена на рис. 6.

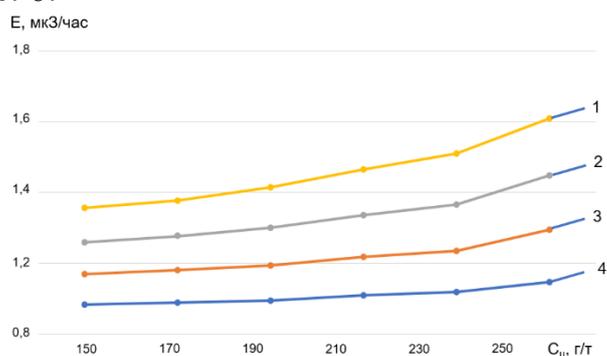


Рис. 6. График зависимости значений мощности эффективной дозы от количества урана в урансодержащих вторичных рудах

Как видно из рис. 6, между значением мощности эффективной дозы – МЭД имеет прямолинейную зависимость от содержания урана в урансодержащих вторичных рудах. Содержания урана в анализированных пробах изменятся в диапазоне от 136,7 г/т до 254,7 г/т и к ним параллельно увеличивается значение мощности эффективной дозы этих проб. После переработки урансодержащих вторичных руд геотехнологическим методом в них содержания урана уменьшаются в среднем 70% и значение мощности эффективной дозы тоже уменьшается параллельно в среднем на 60-70%. Данный факт определяет предпочтительность предложенного геотехнологического метода улучшения состояния рекультивации урансодержащих вторичных руд. И на основе рекультивации урансодержащих вторичных руд значения радиационного фона уменьшается до фонового показателя на участках размещения данных руд урановых отвалов.

В четвертой главе «**Контроль физических процессов и параметров урансодержащих вторичных руд**» всесторонне изучены физико-технические параметры урансодержащих вторичных руд и вопросы участия в геотехнологических процессах добычи урана.

Распределение урана, количество сопутствующих элементов и физико-химические параметры в каждом локальном участке урансодержащих вторичных руд оценены методами рентгенофлуоресцентного и инструментального нейтронно-активационного анализа.

Урансодержащие вторичные руды содержат уран, редкие и радиоактивные металлы. Кроме этого, в урансодержащих вторичных рудах содержится много ценных химических элементов. В таб. 5 представлены

результаты рентгенофлуоресцентного анализа восьми ценных химических элементов, их Кларковое и среднее содержание в четырёх пробах ураносодержащих вторичных руд.

Таблица 5

Результаты рентгенофлуоресцентного анализа химических элементов в пробах ураносодержащих вторичных рудах их кларковые и средние значения

Элемент	Состав, г/т		Номера проб			
	Кларк, C _к	Средняя, C _{ср}	1	2	3	4
As	1,7	15,3	14,3	15,8	14,9	16,2
Se	0,5	4,3	4,0	4,6	4,1	4,5
Mo	0,34	15	15,3	14,9	14,8	15,2
Yb	0,34	2,6	2,2	3,0	1,8	3,4
Au	0,00047	0,011	0,009	0,012	0,015	0,008
W	0,16	0,82	0,92	0,85	0,78	0,73
Br	0,16	4,1	3,9	4,5	5,2	2,8
U	2,5	110	112	108	106	114

Из результатов таб. 5 видно, что ураносодержащие вторичные руды образовались в результате техногенной деятельности и содержат запасы радиоактивных, драгоценных и редкоземельных элементов. По результатам таб. 5 можно сделать научно-практический вывод, что такие химические элементы, как: As, Se, Mo, Yb, Au, W, Br, U, обладают своеобразными индикаторными свойствами. Тот факт, что определенное количество этих химических элементов во ураносодержащих вторичных рудах превышает количество Кларка, подтверждает возможность их разделения физико-химическим геотехнологическим методом.

Как видно из результатов анализа, Кларковое содержание всех элементов сильно отличается от средних содержаний данных элементов в этих пробах. Из результатов таб. 5 видно, что ураносодержащие вторичные руды образовались в процессе техногенных действие и содержат запасы радиоактивных, драгоценных и редкоземельных элементов.

Для изучения индикаторные свойства ураносодержащих вторичных руд, необходимы многоэлементные, инструментальные, экспрессные и информативные методы, отвечающие требованиям точности и чувствительности. Для определения содержания химических элементов в пробах ураносодержащих вторичных рудах был выбран метод инструментального нейтронно-активационного анализа, отвечающий вышеуказанным требованиям.

При определении концентрации химических элементов в пробах ураносодержащих вторичных руд, в качестве ускорителя использовался реактор ВВР-СМ Института ядерной физики АН РУз, поток нейтронов которого равен $5 \cdot 10^{12}$ нейтронов/см²•с. Для оценки правильности определения концентрации химических элементов использовались стандартные образцы с известным содержанием. На основании полученных результатов по определению химических элементов в пробах ураносодержащих вторичных

рудах построена гистограмма распределения геохимических параметров рис. 7.

Для определения содержания 35 химических элементов во ураносодержащих вторичных рудах отобрано 4 твердых пробы. Полученные образцы сушили при температуре 105 °С. Результаты таблицы 5 показывают, что метод INFT является многоэлементным методом и имеет преимущества перед другими существующими методами. При использовании метода ИНАА нижний предел определения концентрации химических элементов составляет 10^{-6} %.

На рис. 7 представлена гистограмма распределения более 30 химических элементов методом инструментального нейтронно-активационного анализа – ИНАА, в 4 пробах, отобранных из ураносодержащих вторичных руд

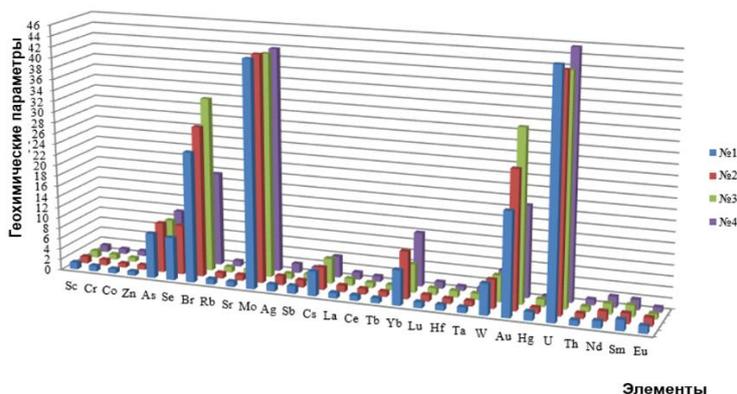


Рис. 7. Гистограмма распределения химических элементов в ураносодержащих вторичных рудах

Из данной гистограммы видно, что четыре химических элемента - Mo-129,7, U-17,6, Au-49787,0, Br-160,2 имеют значения в несколько десятков раз превышающие Кларковского содержания. Этот факт показывает, что наряду с радиоактивными элементами в месторождениях полезных ископаемых локализуются и другие ценные и редкоземельные элементы.

Индикаторные свойства химических элементов во всех пробах, отобранных из вторичных ураносодержащих руд, подчиняются одному и тому же закону и подтверждают техногенное или природное их происхождение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований по диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по техническим наукам на тему «Разработка и обоснование эффективной технологии извлечения урана из ураносодержащих вторичных руд» сделаны следующие заключения, имеющие теоретическую и практическую значимость:

1. Разработана принципиальная схема извлечения урана из ураносодержащих вторичных руд на основе физико-химического геотехнологического метода, при этом на основе пятикратного повторного использования рабочего раствора удалось сэкономить расход воды на 65%. и серной кислоты на 25%. Создана эффективная геотехнологическая схема

получения до 180 мг/л урана в продуктивном растворе. На их основе создана эффективная технология прямого извлечения урана из урансодержащих вторичных руд, считающаяся одной из проблем геотехнологической науки.

2. За счет применения схемы на основе предлагаемого физико-химического геотехнологического метода достигнуто снижение исходного количества урана во вторичных урансодержащих рудах в среднем на 75%. На основе этого изучен механизм взаимодействия урансодержащей вторичной руды с рабочим раствором.

3. На основе разработанной физико-химической геотехнологической схемы извлечения урана из урансодержащих вторичных руд установлена линейная зависимость между коэффициентом извлечения урана и концентрацией серной кислоты в диапазоне от 10 г/л до 40 г/л. На основе этого достигнуто повышение эффективности и избирательности управления физико-химическими геотехнологическими процессами.

4. На основе применения предложенной геотехнологической схемы извлечения урана из урансодержащих вторичных руд создана возможность очистки этих руд от урана и радионуклидов. Радиационный фон этих руд снизился в среднем на 70% (относительная эффективная активность - величина $A_{эфф}$ от 4360 Бк/кг до 1090 Бк/кг). Таким образом, в этом процессе усовершенствована технология рекультивации урансодержащих вторичных руд.

5. На основании изучения составных частей схемы и её использования для извлечения урана из урансодержащих вторичных руд удалось улучшить радиоэкологическую обстановку в районах расположения вторичных руд. На основе этого решены радиоэкологические вопросы охраны окружающей среды в районах расположения этих руд.

6. На основе идентификации урана и более 30 химических элементов в урансодержащих вторичных рудах доказана возможность их извлечения физико-химическим геотехнологическим методом. На основе этого была создана технология извлечения урана из урансодержащих вторичных руд.

7. Определение химических элементов U, Au, Br, Mo, Na, Yb, Cs, As, Se, W и их индикаторных показателей в пробах урансодержащих вторичных руд предопределяет возможность их извлечения методом физико-химической геотехнологии. На основе этого детально изучены физико-химические свойства урансодержащих вторичных руд.

**SINGLE SCIENTIFIC COUNCIL BASED ON SCIENTIFIC COUNCIL ON
AWARDING SCIENTIFIC DEGREES DSc. 17/04.06.2021.T.06.02 AT THE
NAVOI STATE MINING AND TECHNOLOGICAL UNIVERSITY**

**ACADEMY OF SCIENCES REPUBLIC OF UZBEKISTAN
NAVOI BRANCH**

ALLAYAROV RAVSHAN MUZAFFAROVICH

**DEVELOPMENT AND JUSTIFICATION OF AN EFFECTIVE
TECHNOLOGY FOR EXTRACTING URANIUM FROM
URANIUM-CONTAINING SECONDARY ORES**

**04.00.10 – Geotechnology (open, underground and construction);
11.00.05 - Environmental protection and rational use of natural resources**

**DISSERTATION ABSTRACT
for the Doctor of Philosophy (PhD) of Technical Sciences**

Navoi – 2024

The topic of the dissertation of a Doctor of Philosophy (PhD) registered at the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under No. B2023.4.PhD/T4151.

The doctoral dissertation completed at the Navoi Department of the Academy of Sciences.

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

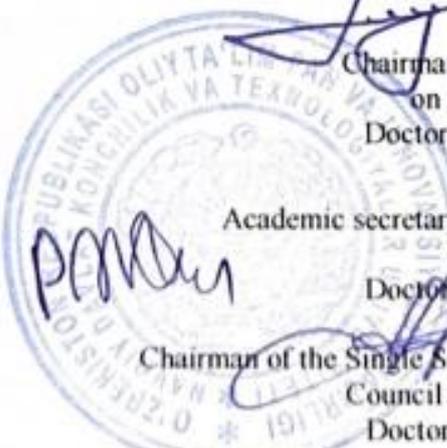
Scientific supervisor:	Muzafarov Amrullo Mustafoevich Doctor of Chemical Sciences, Associate Professor
Official opponents:	Alikulov Shuhrat Sharofovich Doctor of Technical Sciences, Professor Igitov Farrux Baxtiyarovich Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Leading organization:	Tashkent state technical university named after Islam Karimov

The defence of the dissertation will be hold on June 28 2024 at 10⁰⁰ at the meeting of the single scientific council based on scientific council on awarding scientific degrees DSc.17/04.06.2021.T.06.02 at the Navoi State Mining and Technology University. Address. 210100, Navoi, Makhmud Tarobiy Street, 72. Conference Hall of the Navoi State Mining and Technology University. Phone: (79) 223-23-32; fax: (79) 223-49-66; e-mail: info@ndki.uz, nsmi@gmail.com.

The doctoral dissertation has been registered at the Information Resource Center of the Navoi State Mining and Technology University under No157. Address. 210100, Navoi, Makhmud Tarobiy Street, 72. Phone: (79) 223-56-90; fax: (79) 223-00-55.

The abstract of the dissertation distributed on June 11 2024 y.

(Protocol at the register No 149 dated 11.06 2024 y.)



I.T. Mislibaev
Chairman of the Single Scientific Council
on Awarding the Scientific Degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

R.U. Djurayev
Academic secretary of the Single Scientific Council
on Awarding Academic Degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

N.A. Abduazizov
Chairman of the Single Scientific Seminar at the Scientific
Council on Awarding Academic Degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor

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

The aim of the study the goal is to develop an effective technology for extracting uranium from secondary technogenic uranium-containing ores and reducing the radioactive impact of these ores on the environment.

The object of research is uranium-containing secondary ores, physic-chemical geotechnological methods of uranium extraction and productive solutions of uranium in the Uchkuduk industrial zone.

The scientific novelty of the research is as follows:

A schematic diagram based on the physic-chemical geotechnological method has been developed and with its help a decrease in the initial uranium content in uranium-containing secondary ores by an average of 75%, that is, from 136.8 g/t to 34.4 g/t has been achieved;

A method has been found to reduce water consumption to 65% and sulfuric acid consumption to 25% with a five-fold reuse of the working solution in the process of extracting uranium from uranium-containing secondary ores by a physic-chemical geotechnological method compared to the heap leaching method;

It was determined that using the developed physic-chemical geotechnological method for extracting uranium from uranium-containing secondary ores, the values of the radiation background were reduced by an average of ~70%, i.e. from 4360 Bq/kg to 1090 Bq/kg and it was determined that these values meet the established requirements in SanRandS No. 0193-06;

the ways of processing uranium-containing secondary ores by the physic-chemical geotechnological method have been developed, based on the indicator features of the elemental composition - their distribution, migration, natural decay and values of the radioactive equilibrium between radionuclides and solving the problem of an actual ecological and social nature for the region of their location.

Implementation of the research results. Based on research and development of effective technology for extracting uranium from uranium-containing secondary ores:

methods for determining the initial uranium content in samples taken from secondary uranium-containing ores, and the uranium content in the productive solution formed during the processing of these ores into a working solution, have been introduced at the Central Research Laboratory of Navoi Mining and Metallurgical Combine JSC (reference from Navoi Mining and Metallurgical Combine JSC Mining and Metallurgical Combine" No. 23/01-01-07/57 dated January 17, 2024). As a result, it was possible to convert an average of 75% of the uranium contained in secondary uranium-containing ores into a productive solution and reduce the initial uranium content in solid samples to 25%;

a method for repeated (up to five times) reuse of the working solution when extracting uranium from uranium-containing secondary ores in the Central Research Laboratory of Navoi Mining and Metallurgical Combine JSC (certificate of Navoi Mining and Metallurgical Combine JSC No. 23/01-01-07 /57 dated January 17, 2024). As a result, the amount of water used in preparing the working solution has been reduced to 65%, and the amount of sulfuric acid has been reduced to 25%

compared to the traditional method of extracting uranium from uranium-containing secondary ores;

physic-chemical geotechnological principle scheme for the extraction of uranium from uranium-containing secondary ores was introduced at the Central Research Laboratory of Navoi Mining and Metallurgical Combine JSC (certificate of Navoi Mining and Metallurgical Combine JSC No. 23/01-01-07/57 dated January 17 2024). As a result, the effective specific activity – A_{eff} of samples of uranium-containing secondary ores was reduced from the initial 4360 to 1090 Bq/kg and the compliance of this value with the requirements of SanPiN No. 0193-06 was confirmed.

The structure and content of the thesis. The structure of the dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the thesis is 108 pages.

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

I bo'lim (I часть; part I)

1. Аллаяров Р.М., Музафаров А.М., Аллаберганова Г.М., Турабджанов С.М. Новый способ рекультивации загрязненных радионуклидами почв участков подземного выщелачивания урана // *Universum: технические науки*. – Москва. Вып. 6 (75), июнь, 2020. – Ч. 2. – С. 91-96 (02.00.00; №1).

2. Аллаяров Р.М., Кулматов Р.А. Музафаров А.М. Исследование нарушения коэффициента радиоактивного равновесия между $^{226}\text{Ra}/^{238}\text{U}$ в пробах урановых объектов // *Горный вестник Узбекистана*. – Навои, 2020. – №4 (83). – С. 53-55 (05.00.00; №7).

3. Аллаяров Р.М., Музафаров А.М., Аллаберганова Г.М. Инструментальные методы количественного определения урана и сопутствующих элементов в пробах забалансовых урановых отвалов // *Горный вестник Узбекистана*. – Навои, 2022. – №1 (88). – С. 92-94 (05.00.00; №7).

4. Аллаяров Р.М., Назаров Ж.Т., Аллаберганова Г.М., Музафаров А.М. Разработка и внедрения эффективной технологии выщелачивание урана из урановых отвалов // *Universum: технические науки*. – Москва. Вып. 10 (103), октябрь, 2022. – Ч. 11. – С. 5-10 (02.00.00; №1).

5. Аллаяров Р.М., Назаров Ж.Т., Аллаберганова Г.М., Музафаров А.М. Исследование коэффициентов обогащения химических элементов в урановых отвалах методом инструментального нейтронно-активационного анализа // *Горный вестник Узбекистана*. – Навои, 2022. – №4 (91). – С. 102-109 (05.00.00; №7).

II bo'lim (part II; II часть)

6. Аллаяров Р.М., Музафаров А.М., Аллаберганова Г.М., Уринов Ш.Р. Расчёт параметров распределения урана и сопутствующих элементов в пробах забалансовых урановых отвалов // Свидетельство Агентства интеллектуальной собственности Государственного патентного ведомства РУз об официальной регистрации программы для ЭВМ №DGU 15483 от 11.04.2022 года.

7. Аллаяров Р.М., Музафаров А.М. Методика проведения радиометрического обследования вторично-техногенных образований // «O'zbekistonda ilmiy-amaliy tadqiqotlar» mavzusidagi konferensiya materiallari to'plami. – Toshkent, 30 aprel 2020 y. – №15. – 52-53 b.

8. Аллаяров Р.М., Музафаров А.М. Изучение величин влияний техногенных образований на окружающую среду // *Материалы Международной конференции молодых ученых на тему: «Проблемы и перспективы инновационной техники и технологий в сфере охраны окружающей среды»*. – Ташкент, 17-19 сентября 2020 г. – С. 151-153.

9. Алляяров Р.М., Кулматов Р.А., Музафаров А.М. Изотопы урана и их поведение в продуктах уранового производства // Сборник научных трудов Международной конференции молодых ученых на тему: «Наука и инновации». – Ташкент, 2020. – С. 217-219.

10. Алляяров Р.М., Туйгунова Х.М., Музафаров А.М. Рентгенофлуоресцентный метод определения урана и химических элементов в пробах забалансовых урановых отвалов // Материалы X Международной научно-практической конференции на тему: «Современные тенденции и инновации в науке и производстве». – Междуреченск, 22 апреля 2021 г. – С. 217-219.

11. Allayarov R.M., Muzafarov A.M., Allaberganova G.M. Radiometrik tahlil usullari bilan balanslangan uran tarkibli ikkilamchi rudalari holatini baholash // Xalqaro ilmiy anjuman: Ilmiy maqolalar to‘plami. – Toshkent, 2021. 242-244 b.

12. Allayarov R.M., Soliev T.I., Muzafarov A.M. Mustafaev M.A., Allaberganova G.M. Study of radioactive equilibrium between $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ and $^{226}\text{Ra}/^{238}\text{U}$ in uranium products and industrial objects // International conference modern problems of nuclear energetics and nuclear technologies. – Tashkent, November 23-25, 2021. – pp. 254-256.

13. Алляяров Р.М., Аллаберганова Г.М., Музафаров А.М. Применение мобильной установки для проведения рекультивации урановых отвалов и изучение химизма процесса // Материалы Республиканской научно-практической онлайн-конференции на тему: «Проблемы использования природных ресурсов и их инновационные решения на основе интеграции науки и образования». – Ташкент, 2021. – С. 36-38.

14. Алляяров Р.М., Музафаров А.М. Подбор оптимальных условий выщелачивания урана из техногенных отвалов // I Евразийский горный конгресс. – Навои, 6-7 ноября 2021 г. – С. 510-514.

15. Алляяров Р.М., Аллаберганова Г.М., Музафаров А.М. Методы анализов радиоактивных, драгоценных и редкоземельных элементов и проведение расчёта их запасов в пробах урановых отвалов // Материалы Международной научно-практической конференции на тему: «Интеграция науки, образования и производства – залог прогресса и процветания». – Навои, – 2022. – Том I. – С. 57-60.

16. Алляяров Р.М., Аллаберганова Г.М., Музафаров А.М. Нейтронно-активационный метод анализа химических элементов в урановых отвалах // Материалы Международной научно-практической конференции на тему: «Интеграция науки, образования и производства – залог прогресса и процветания». – Навои, 2022. – Том I. – С. 60-63.

17. Алляяров Р.М., Аллаберганова Г.М., Музафаров А.М. Проведение определения плотности потока радона в техногенных урановых объектах // Материалы Международной научно-практической конференции на тему: «Актуальные вопросы геологии, инновационные методы прогнозирования, добычи и технологии обогащения полезных ископаемых». – Ташкент, 28 июня 2022 г. – С.290-292.

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

Bichimi 60x841/16, «Times New Roman»
garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog‘i: 3. Adadi 50. Buyurtma № 7.
Tel (93) 955-25-25.
Guvohnoma № 021683
«Qo‘ldovli yangi obod» MCHJ bosmaxonasida chop etildi.
Bosmaxona manzili: Navoiy sh. Guliston - 3 massivi

