

YOSH TADQIQOTCHI MINBARI

ТРИБУНА МОЛОДЫХ
ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ

YOUNG RESEARCHERS
ROSTRUM

QADIMGI METALL BUYUMLAR VA TAQINCHOQLARINING RENTGEN FLUORESENT (XRF) TAHLILI

© 2025. Akbar Alibekov^{1,2}, Zamira Koraeva¹, Bekzod Avazgeldiyev¹

¹*Yahyo G'ulomov nomidagi Samarqand arxeologiya instituti*

²*Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti*

Kalit so'zlar: arxeologik artefaktlar, mis qotishmalari, taqinchoqlar, rentgen-fluoresent tahlili, energiya dispersli XRF spektrometri, namuna tayyorlash.

Taqdim etilayotgan ishda Samarqand arxeologiya institutining Axsikent arxeologik ekspeditsiyasi tomonidan 1987-1989 yillarda Namangan viloyati Pop tumanida joylashgan qadimgi Bob (Pop) shahri qoldiqlari hisoblangan Balandtepa va Munchoqtepa yodgorliklarida olib borilgan qazishmalarda topilgan arxeologik artefaktlar rentgen-fluoresent tahlil usulidan foydalanib tadqiq qilindi. Tadqiqot jarayonida element tarkibi noma'lum bo'lgan 28 ta metall buyumlar (taqinchoqlar, kosmetik idishlar va boshqa zargarlik buyumlari) tekshirilgan namunalarda 17 tagacha kimyoviy elementlar aniqlangan - Al, Bi, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, P, Pb, S, Sb, Si, Sr, Sn, Ti, Zn, Zr. Aniqlanishicha, tekshirilgan metall buyumlar tarkibida mis miqdori ~ 54% dan ~ 95% gacha bo'lgan turli xil mis qotishmalarida qo'rg'oshin (22,7% gacha), qalay (43,3,9% gacha) va rux (14,2% gacha) aralashmalari aniqlangan. Bronza uzugi tarkibida 18,9% temir borligi aniqlandi. Namunalarning element tarkibi Samarqand arxeologiya institutida mavjud portativ rentgen-fluoresent spektrometrida aniqlandi.

РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ДРЕВНИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ И УКРАШЕНИЙ

© 2025. Акбар Алибеков^{1,2}, Замира Кораева¹, Бекзод Авазгелдиев¹

¹*Самаркандский институт археологии имени Я. Г. Гулямова*

²*Самаркандский государственный университет имени Ш. Р. Рашидова*

Ключевые слова: археологические артефакты, медные сплавы, украшения, рентгенофлуоресцентный анализ, энергодисперсионный XRF-спектрометр, подготовка образцов.

В представленной работе с помощью метода рентгенофлуоресцентного анализа исследованы археологические артефакты, найденные при раскопках, проведённых Ахсикентской археологической экспедицией Самаркандского Института археологии имени Я. Гулямова в 1987–1989 годах на памятниках Бalandтепа и Мунчактепа, являющихся остатками древнего города Баб (Пап), расположенного в Папском районе Наманганской области. В ходе исследования в анализируемых образцах 28 металлических предметов (бижутерия, косметическая посуда и другие украшения) с неизвестным элементным составом было выявлено до 17 химических элементов (украшения, косметические ёмкости и другие ювелирные предметы) — Al, Bi, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, P, Pb, S, Sb, Si, Sr, Sn, Ti, Zn, Zr. Установлено, что в различных медных сплавах содержание меди в пределах от ~54 % до ~95 %. Кроме того, выявлены добавки свинца (до 22,7 %), олова (до 43,3 %) и цинка (до 14,2 %). В составе одного бронзового кольца обнаружено 18,9 % железа. Элементный состав образцов был определён с помощью портативного энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного спектрометра Vanta Element в Самаркандском Институте археологии.

Kirish

Hozirgi O'zbekiston hududida arxeologik qazishmalar jarayonida arxeologlar ko'plab qadimiy artefaktlarni — metall buyumlar, shisha, sopol buyumlar, devoriy suratlar, metallurgiya shlaklari va boshqalarni ham topmoqdalar. Ushbu topilmalarning aksariyati asrlar davomida turli omillar ta'sirida shikastlanganligi sababli, ularni tavsiflash va aniqlash murakkablashadi. Ba'zan esa bu umuman imkonsiz bo'lib qoladi (masalan, obyektlarning parchalanish holati, tuproqning qalin qatlamlari yoki yuzadagi oksidlar sababli). Hozirgi kunda O'zbekistonda turli institut va muzeylar qoshida ko'plab arxeologik ekspeditsiyalar faoliyat yuritmoqda. Har bir arxeologik dala tadqiqotlari natijasida ko'plab moddiy madaniyat namunalari qo'lga kiritiladi. Ular orasida yuzlab qadimgi kulolchilik buyumlari, o'nlab metall buyumlar, qadimgi devoriy surat parchalari, ganch haykallar, shishadan yasalgan munchoqlar va boshqa artefaktlar bo'lishi mumkin. Ushbu arxeologik topilmalarni o'rganish arxeologlarga ularning yasalishi, texnologiyasi, tarqalish yo'llari, qo'llanilgan qadimiy usullar darajasi, shuningdek, qadimgi davlatlar o'rtasidagi savdo va madaniy aloqalar haqida xulosa chiqarish imkonini beradi.

O'zbekistonda arxeologik obyektlarni o'rganishda tabiiy fanlar usullaridan foydalanish tobora kengayib bormoqda. Jahon amaliyotida arxeologik topilmalarni o'rganishda ularning tarkibi va tuzilishini aniqlashga imkon beruvchi fizik-kimyoviy tahlil usullaridan — neytron faollashuvi, rentgen-fluoresent tahlili, rentgen fazali tahlili, Roman spektroskopiyasi, skanerlovchi elektron mikroskopiya, emissiya spektral tahlili, neytronografiya, rentgenografiya va boshqa metodlardan keng foydalanilmoqda. Bunday arxeologik artefaktlarni o'rganish bilan bog'liq tadqiqotlar yuzlab ilmiy nashrlarda o'z aksini topgan (Lutz, Pernicka 1996: 314–318; Mantler 2000: 5–7; Karydas 2007: 420–428; Ruzanova 2010: 431–435; Trentelman 2010: 159–165; Shackley 2011: 5–8; Bottaini 2012: 144–146; Charalambous 2014: 197–203; Mahnke 2014: 571–587; Tur, 2016: 740–745; Xramchenkova 2017: 97–103; Kumar 2017: 11; Bita Sodaei 2017: 137–142; Shayxutdinova 2017: 69–72; Daly 2018: 1662–1671; Clodoaldo 2018: 2–8; Sabirova 2019: 180–191; Mokrushin 2020: 14–23; Beysenov 2022: 175; Young 2023: 2–12). Shuni alohida ta'kidlash joizki, arxeologik topilmalarni o'rganishda zamonaviy tahliliy usullardan foydalanishning ahamiyati xalqaro darajada e'tirof etilgan, masalan: xalqaro atom energiyasi agentligi hujjatlarida bu borada ko'plab tavsiyalar keltirilgan (IAEA 2008: 175; 2011; 2017: 241; Olivera 2011).

Hozirgi vaqtda O'zbekistonda arxeologik artefaktlarni fizik-kimyoviy tahlil usullaridan foydalanilgan holda o'rganish bilan bog'liq tadqiqotlarga oid ilmiy nashrlar soni kamchilikni tashkil etadi (Buryakov 1974: 140; Ruzanov 2006: 79–80; Inoyatov 2008: 220–222; Ruzanov, 2013: 204–208; 2021: 12–22; Ruzanova 2016: 20–31; Sharonov 2022: 120–130; Alibekov 2023: 1883–1885). O'zbekiston Fanlar akademiyasi Yadro fizikasi institutida VVR SM reaktori negizida olib borilgan neytron tahlil usullarini (radiografiya, tomografiya va boshqalar) qo'llash bilan bog'liq keyingi yillarda olib borilgan tadqiqotlarni alohida ta'kidlab o'tish joiz (Abdurakhimov et al 2021a: 1–6; Abdurakhimov 2021b: 1233). Biroq, arxeologlar uchun fizik-kimyoviy tahlil usullaridan foydalanilgan holda arxeologik artefaktlar bo'yicha tadqiqotlar olib borish muammosi mavjud — bu arxeologlarning zamonaviy tahliliy uskunalar bilan texnik jihozlanishining yetarli emasligi bilan bog'liq.

Hozirgi vaqtda sohada keng qo'llanilayotgan rentgen-fluoresent tahlili (RFT) usuliga alohida to'xtalib o'tamiz. U yetarlicha yuqori aniqlik bilan turli xil materiallarni xarakterli rentgen nurlar(XRN) asosida sifat va miqdoriy elementlar tahlil qilish imkonini beradi. Xarakterli rentgen nurlarining asosiy afzalliklaridan biri bu o'rganilayotgan obyektlarga zarar yetkazmasdan tahlil qilish imkonini berishdir. Bu, ayniqsa, arxeologik artefaktlar va turli madaniy meros obyektlarini o'rganishda muhim ahamiyatga ega hisoblanadi. RFT ning metodologik jihatlari, turli amaliy muammolarni, shu jumladan arxeologik muammolarni hal qilish bo'yicha birinchi tadqiqotlar nati-

jalari ko'plab ilmiy ishlarda ko'rib chiqilgan (Young 1957: 1–21; Matson 1960: 38; Bernard 1970: 62–68; Tite 1972: 1348). Bir necha o'n yillar oldin rentgen-fluoresent tahlillari faqat atom og'irligi Ca atom og'irligidan kattaroq bo'lgan kimyoviy elementlar haqida ma'lumot olish imkonini berdi (Young 1957: 18). Bunday holda esa arxeologik topilmalarning kimyoviy tarkibini o'rganishda juda muhim bo'lgan K, S, P, Si, Al, Mg, Na elementlari hisobga olinmay qolgan. Bugungi kunda natriydan boshlab, materiallardagi boshqa elementlarni ham aniqlaydigan zamonaviy qurilmalar mavjud. Masalan, SHIMADZU energiya dispersli rentgen-fluoresent spektrometrlari hamda EDX –7000, RIGAKU (11Na – 92U) va boshqalarni misol keltirish mumkin.

Portativ XRN spektrometrlari (Vanta, Brucker, Skyray Explorer va boshqalar) 12Mg bo'lgan elementlarni aniqlashga qodir bo'lib, bu portativ spektrometrlar dastlab sanoatning turli sohalarida (geologik qidiruv, konchilik, metallurgiya va atrof-muhit monitoring) uchun mo'ljallangan bo'lishiga qaramay, hozirgi kunda ular arxeologlar tomonidan ham keng qo'llanila boshlandi. Buning sababi shundaki, arxeologik artefaktlarni o'rganishda nafaqat laboratoriya sharoitida, balki buzilmaydigan tahlil usullaridan dala sharoitida ham foydalanish juda muhimdir.

Xususan, fizik va arxeolog olimlar hamkorligida olib borilayotgan tadqiqot ishining maqsadi arxeologik topilmalarni o'rganishda RFT usuli imkoniyatlar-

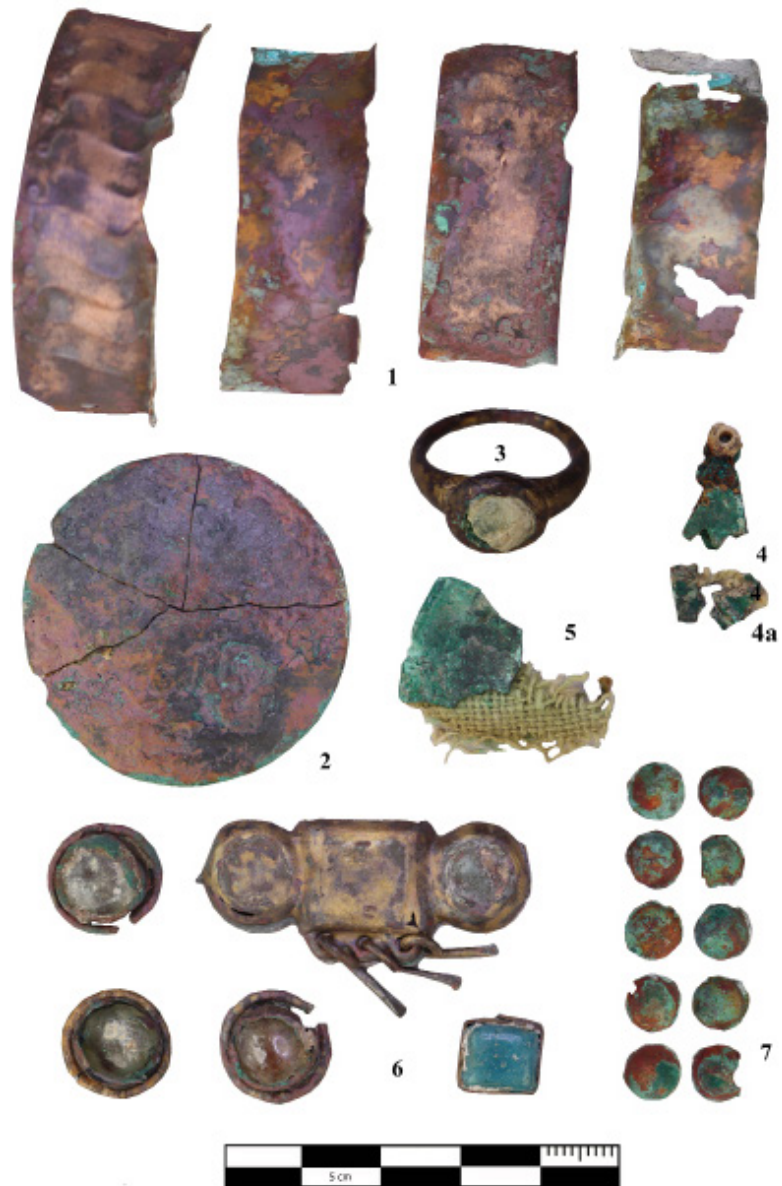


Рис. 1. 1 – Бронзовые пластинчатые стенки пиксиды. (P1); 2 – миниатюрные бронзовые крышки пиксиды. (P2); 3 – бронзовое кольцо со стеклянным глазком. (BZ1); 4, 4а – кулоны (бронзовые нагрудные украшения). (KT2); 5 – бронзовые пластины. Пластинчатые детали украшения. (KT1); 6 – кулон (бронзовые нагрудные украшения). (KT1); 7 – бронзовые полусферические предметы (кнопки, бляшки). (KT2)

Fig. 1. 1 – Bronze plate walls of pyxides. (P1); 2 – Miniature bronze pixy caps. (P2); 3 – A bronze ring with a glass eye. (BZ1); 4, 4а – Pendants (Bronze breast jewelry). (KT2); 5 – Bronze plates. Plate jewelry details. (KT1); 6 – The pendant. (Bronze breast jewelry). (KT1); 7 – Bronze semi-spherical domes (buttons, plaques). (KT2)

ini ko'rsatishdan iborat. Shu bois, taqdim etilgan maqolada biz rentgen-fluoresent tahlillari haqida ba'zi asosiy ma'lumotlarni qisqacha taqdim etishga harakat qilamiz.

Materiallar va tadqiqot usullari

Materiallar

Munchoqtepa nekropolida ko'plab metall buyumlar, shu jumladan zargarlik buyumlari topilgan (Анарбаев, Матбабаев 1998: 77–95). Ular orasida bronza zeb-ziynat va kosmetika buyumlari ayniqsa ajralib turadi. Bronza kosmetik qutilar (piksida), belbog', bronza to'qima zanjirli taqinchoqlar, bronza uzuk, kiyim taqinchoqlari va osma taqinchoqlarni o'rganish bizga mazkur davr aholisi kundalik hayoti, ularning estetik qarashlari va e'tiqodlari haqida ma'lumot beradi. Har bir bezak, har bir tafsilot o'z davrining an'analari, hunarmandchiligi va ma'naviy amaliyotlari haqida xulosa chiqarishga yordam beradi. Ushbu maqolada bronza buyumlari va ularning funksiyalari, ramziy mazmuni, madaniy kontekstdagi o'rni hamda fizik xususiyatlari tahlil qilinadi (Анарбаев 1990: 57–61; Анарбаев 1994: 12–13; Матбабаев 1987: 115–134; Матбабаев 1999: 124–140).

Farg'ona vodiysi tabiiy minerallar va metallarga boy hudud hisoblanadi. Ilk o'rta asr Farg'ona aholisi qadimiy davrlarda zeb-ziynat buyumlarini yaratishda ushbu resurslardan foydalanishni o'zlashtirgan. Munchoqtepa nekropolida bronza va temirdan yasalgan zeb-ziynat buyumlari topilgan bo'lib, ular uzuklar, belbog' to'plamlari, kiyim taqinchoqlari, osma taqinchoqlar va bronza kosmetik qutilardan iboratdir (Массон 1953: 27–28; Рахманов 2021: 4–8).

Osma taqinchoqlar (Bronzadan yasalgan ko'krak taqinchoq). (K1)

Bronzadan yasalgan ko'krak taqinchoq parchasi. Taqinchoq Munchoqtepa II nekropolning 2-qabrdan aniqlangan. Mahsulot ikkita lavhadan iborat: orqa qismi silliq, old qismi qolip yordamida quyilgan. Markazda to'rtburchak bezak firuza toshli ko'z joylashgan (balandligi 0,6 mm, uzunligi 1,1 sm, kengligi 1 sm, vazni 0,50 gr.). Ikki yon tomonida yumaloq elementlar mavjud. Uzunligi 4,3 sm, qalinligi 0,4 mm, kengligi 1,9 sm, vazni 1,93 gr. Shuningdek, bizning mahsulotimizga birlashtirilgan shaffof oq rangli shisha qo'shimchalari bo'lgan uchta dumaloq topilma bo'lagi mavjud (diametri 1,4–1,5 sm, balandligi 0,5–0,6 mm, vazni 1,94 gr). Parchalar korroziyaga uchragan. Faqat 5 ta parcha saqlangan. Analogiyalar noma'lum (1-rasm: 6).

Osma taqinchoqlar (K2)

Bronzadan yasalgan ko'krak taqinchoq parchasi; (K2) bronza ko'krak taqinchoqqa tegishli bir element parchasi; Munchoqtepa II nekropolining 1-sag'ananing 6-qabridan topilgan taqinchoq; Paxta ipiga o'tkazilgan osma taqinchoqning ikkita bo'lagi; O'lchamlari: uzunligi 0,8–1 sm, kengligi 0,4–0,7 mm, qalinligi 0,4 mm (1-rasm: 4a).

Osma taqinchoqlar (K3). Osma taqinchoq Munchoqtepa II, 8-qabridan topilgan. 4 ta bronzadan yasalgan yuqqa lavhadan iborat lolasimon osma taqinchoq. Hajmi: uzunligi 1,6 sm, qalinligi 0,4 mm, kengligi 0,9 mm, vazni 0,58 g. Parchalar korroziyaga uchragan, ba'zi joylarda temir qoldiqlari bor (1-rasm: 4).

Bronza kosmetik qutilar "piksida". Munchoqtepa nekropolida topilgan kosmetika saqlash qutilari bronzadan tayyorlangan bo'lib, silindrsimon shaklga ega. Munchoqtepa II nekropolining yer osti qabrlaridan jami 8 dona piksida aniqlangan (1-sag'ananing 1-qabridan; 9-sag'anadan; 5-sag'ananing B, B-4, B-5, B-8, G-6p qabrlar qatorlaridan), yakka qabrlarda esa 7 dona (1,2,5,6-qabrlarda) (1-rasm: 1). Bu qutilarning 9 ta namunasi past silindrsimon shaklda bo'lib, gumbazsimon qopqoq va devorlarida teshiklar mavjud. Ular ingichka, ikki qavatli bronza yassi lavhalaridan tayyorlangan (1-rasm: 2) bo'lib, tashish va kundalik foydalanish uchun qulay hisoblangan.

Piksidalarni devorlari yuqori badiiy mahoratda ishlangan bo'lib, donachali bezak usuli (zern) bilan bezatilgan — bu qadimiy zargarlikda keng qo'llanilgan texnikada bajarilgan ish hisoblanadi. S shakildagi naqshlar, tarqoq donachalar va zigzagsimon bezaklar ularning estetik qimmatini oshiradi. Ayrim qutilar teri va matodan tikil-

gan maxsus g'iloqlarga joylashtirilgan bo'lib, bu ularning qadrlanganligini ko'rsatadi.

Kosmetika saqlash qutilari kukunlar, yog'lar va hidli moddalarni saqlash uchun xizmat qilgan. Ularning funkcionalligi estetika bilan uyg'unlashib, bunday buyumlarni nafaqat amaliy, balki san'at obyektiga aylantirgan. Bronza piksidalar donachali bezak (inkrustatsiya) yoki emal bilan bezatilgan bo'lib, ularga qo'shimcha joziba bag'ishlagan.

Piksidalar (yunon. samshit) – bu dumaloq yoki tuxum shaklidagi quti bo'lib, bronza, yog'och, fil suyagi, metall yoki loydan tayyorlangan. Ular ko'pincha relyefli, o'ymakorlik bezaklari yoki rasmlar bilan bezatilgan. Piksidalar zargarlik buyumlari, oq va qizil kukunlar, malhamlar va ziravorlarni saqlashda ishlatilgan.

Bronza to'qima zanjir: (ZT1), (ZT3), (ZT4), (ZT5).

Bronza to'qima zanjir taqinchoqlar Munchoqtepa II nekropolining 2-qabridan topilgan. Bu zanjir parchalari to'qima, yassi oval shakldagi bo'g'inlardan tashkil topgan bo'lib, bronzadan yasalgan taqinchoq fragmentlaridir. Halqalar o'lchami 0,5–0,3 mm. Ba'zilarida mato parchalari saqlanib qolgan. Ko'rinishidan, ular marhumani tashqi kiyimiga bezak sifatida tikilgan. Umumiy og'irligi 16,44 g. Topilgan 8 ta zanjir bo'lagi: 1) 1,3 sm, 2) 2 sm, 3) 2,3 sm, 4) 3,2 sm, 5) 4 sm, 6) 5,1 sm, 7) 5,2 sm, 8) 9,6 sm. Zanjir fragmentlari shikastlangan, singan va korroziya bilan qoplangan.

Zanjirlarga analogiyalar asosiy Kavkaz tizmasining etagidagi Dombay qishlog'ida joylashgan qabrda aniqlangan. Topilmalari Stavropol muzeyida saqlanayotgan ushbu qabrdan yarim metr chuqurlikda, bizdagi zanjirlarga o'xshash, bronza zarhal halqalardan yasalgan 0,65 m kattalikdagi zanjir topilgan.

Bronza shisha ko'zli uzuk

Bronza uzuk Munchoqtepa II nekropolining 2-qabridan topilgan. Tasnifi: ustida oq shishadan yasalgan ko'z mavjud. Uzuk to'rtburchak shaklda bo'lib, burchaklari biroz yumaloqlashtirilgan. Shuningdek, yumaloq shaklga ega bo'lgan, och oq rangdagi shisha ko'zli dumaloq qalqon bilan bezatilgan. Uzukning o'lchamlari: diametri 2,3 sm, balandligi 2,6 sm, qalqon diametri 1,3 sm, qalqon balandligi 0,7 mm, vazni 5,64 g. Uzuk to'liq quyma shaklda yasalgan, shikastlanmagan. Qalqon va ko'z uyasi alohida tayyorlanib, keyinchalik payvandlangan. Uzuk aylanasi yumaloq yarim doira shaklida, kesmi – yumaloq. Tuzilishi: halqaga yopishtirilgan.

Uzuk asosi:

- Umumiy shakli — aylana oval.
- Tuzilish — mustahkam, bir butun.
- Chekka shakli — biroz deformatsiyalangan.
- Qalqon joylashgan joy — halqa.
- Qalqonning halqa bilan aloqasi — harakatsiz, bir tekislikda.
- Halqa burchagi — to'g'ri burchak ostida.
- Ko'z uchun mo'ljallangan oq shisha singan, yumaloq doira shaklida (1-rasm: 3).

Belbog' to'plami. O'lchamlari: uzunligi 2,1 sm, qalinligi 0,3 mm, kengligi 0,7-0,9 mm, vazni 2,10 g. Topilma bo'laklari korroziyaga uchragan. Faqat 2 ta topilma bo'lagi mavjud. Ikkala uchi ham Munchoqtepa II qabristonidan D-1 qatoridagi joylashgan D qabrdan, bel suyak yaqinidan topilgan. Yaqinida ikkita temir pichoq, xanjar va kamar qismi aniqlangan.

Kiyim taqinchoqlari (bezaklari).

Bronza lavhalar — lavhali bezak topilma bo'lagi (KT1)

Bronza lavhalar Munchoqtepa II nekropolining 5-sag'adan D-12-qabridan topilgan. O'lchami: Uzunligi 2,6 sm, kengligi 0,1 mm, qalinligi 0,4–2,1 sm, og'irligi 1,13 gr. Bezak bo'lagi mato qoldiqlari mavjud (1-rasm: 5).

Yana bir bronza lavha mato parchasi bilan 5-sag'adan D-3-qabridan topilgan. O'lchami: uzunligi 0,9–1,7 sm, kengligi 0,4–1,6 sm, qalinligi 0,1 mm, og'irligi 1,0 g. Bezak bo'lagi mato

qoldig'i mavjud, korroziyaga uchragan. Jami 11 fragment, ulardan birida mato parchasi aniqlangan.

To'liqsimon qirralari yassi yumaloq bezak lavhacha (KT2)

Munchoqtepa II nekropolining 2-qabridan topilgan. Yassi yumaloq bezak lavhacha shaklidagi bronza parcha bo'rttirma usulda ishlangan. O'lchami : diametri 2,8 sm, qalinligi 0,05 mm. Ustiga kichik yarim sharli yumaloq bronza gumbazchalar joylashtirilgan. Yassi yumaloq bezak lavhacha yuqa bronzadan yasalgan bo'lib, ikkita bo'lakdan iborat. Orqa tomonida yopishtirilgan mato bo'lagi saqlanib qolgan. Uning ustida bitta yarim sharli gumbazcha (diametri 6,5 mm, qalinligi 0,05 mm) mavjud. Bronza yassi yumaloq bezak lavhachaning ikkita bo'lagi (uzunligi 4 sm, qalinligi 2,1 sm, umumiy og'irligi 1,88 g.). To'liqsimon qirralari yassi yumaloq bezak lavhachaning devorlari qisman buzilgan. Bir lavhachada faqat bitta yarim sharli gumbaz, boshqa lavhachada esa uchta to'liqsimon qirra va bitta yarim sharli gumbaz saqlanib qolgan. Bronza lavhachalarning jami 5 ta bo'lagi aniqlangan.

Bronzadan yasalgan yarim sharsimon gumbazchalar (knopkalar, blyashkalar). (KT3)

Bronzadan yasalgan yarim sharsimon gumbazchalar (knopkalar, blyashkalar) Munchoqtepa II nekropolining 2-qabridan topilgan. Bu rozetkaning yarim sharsimon gumbazcha fragmentlari bo'lib saqlanish sifati yomon — kuchli oksidlangan, ba'zilar singan. Gumbazchalar silliq, yumaloq, sharsimon shaklda. O'lchamlari: diametri 0,7–0,8 mm, qalinligi 0,1 mm, vazni 0,68 g. Fragmentlar korroziyaga uchragan. Jami 16 ta parcha aniqlangan (1-rasm: 7).

Temir pichoqning bir bo'lagi Munchoqtepa II, 2-qabridan topilgan. Yog'och tutqichi temirni tozalash jarayonida juda yomon saqlanib qolganligi sababli yo'q qilingan.

2.2. Rentgen-fluoresent tahlil (RFT) usuli

Rentgen nurlarini tahlil qilish usullarining zaruriy sharti 1895 yilda nemis fizigi Rentgen (Wilhelm Conrad Röntgen) tomonidan yangi turdagi nurlanishning kashf etilishi bo'lib, uni rentgen nurlari deb nomlangan (Röntgen 1985: 132; Röntgen 1998: 9). 1913 yilda ingliz fizigi Mozili (Henry Gwyn Jeffreys Moseley) barcha kimyoviy elementlarning rentgen spektrlari bir xil xarakterli chiziqlar guruhini tashkil etishini aniqladi. Bu har bir chiziq uchun belgini kiritish imkonini beradi. Bunday holda, ikkilamchi nurlanishning rentgen spektridagi chiziqlarning o'tishlari atom raqamining bittaga ko'payishi bilan bir xil miqdorda siljiydi (Moseley 1913a: 1028; Moseley 1913b: 709). Nurlanish energiyasi va elementning atom raqami o'rtasidagi bog'liqlikni o'rnatish orqali Moseley rentgen spektroskopiyasida elementlarni aniqlash uchun asos yaratdi. Bu esa materiallarni tadqiq qilishning bir qator yo'nalishlarini keltirib chiqardi.

Modda rentgen nurlari bilan nurlantirganda, moddani tashkil etuvchi atomlar ionlanadi, bu yadroga eng yaqin atom K-orbitalidan (eng kam energiyaga ega energiya darajasi) elektronni urib chiqarishdan iborat. Olingan bo'sh joy darhol yuqori darajadagi elektron bilan to'ldiriladi (L-, M-, N- va hokazo, orbitallar). Elektronlarning quyi energiya darajalariga o'tishi nurlanish bilan birga keladi, uning energiyasi (to'lqin uzunligi) kimyoviy elementning atom raqamiga bog'liq bo'lgan tegishli atom orbitallarining energiyalariga bog'liq. Shuning uchun bunday elektron o'tishlar bilan birga keladigan rentgen-fluoresent nurlanishining energiyalari har bir element uchun individualdir va K-, L-, M — chiziqlar to'plamidan iborat xarakterli energiya spektrini hosil qiladi. Yengil elementlar faqat K-chiziqlarni, o'rta elementlar K- va L-chiziqlarni, og'ir elementlar K-, L-, M-chiziqlarni hosil qiladi.

RFT spektrometrida tadqiqotlarni o'tkazishda spektrometrning detektori o'rganilayotgan moddaning atomlaridan chiqadigan ma'lum energiya bilan rentgen nurlanishini aniqlaydi. Ushbu nurlanishning energiya spektri ko'p kanalli analizator spektrometrining mos keladigan energiya kanallari o'rtasida taqsimlanadi. Zamonaviy RFT spektrometrlarining dasturiy ta'minoti spektral ma'lumotlar kutubxonasini o'z ichiga oladi, unda kimyoviy elementlarning xarakterli spektral chiziqlari energiyalari va elementlarni aniqlash uchun zarur bo'lgan boshqa xususiyatlar to'g'risidagi ma'lumotlar mavjud. Spektrometr dasturi o'lchangan spektrdagi spektral cho'qqilarning energiyalarini ushbu kutubxonadagi kimyoviy elementlarning xarakterli spektral chiziqlari bilan taqqoslaydi.

Agar nurlanish cho'qqilari kutubxona ma'lumotlariga to'g'ri kelsa, o'rganilayotgan moddada u yoki bu elementning atomlari borligini aytish mumkin. Bu sifat elementar tahlilning asosidir.

Faqat energiyalarni emas, balki xarakterli spektral chiziqlarning intensivligini ham o'lchash o'rganilayotgan namunadagi har bir kimyoviy elementning miqdoriy tarkibi haqida gapirishga imkon beradi (miqdoriy element tahlil). Miqdoriy RFT kalibrlash grafigi usuli yordamida amalga oshiriladi. Elementlar tarkibi noma'lum bo'lgan namunani o'rganishda zaruriy taqqoslash namunalari tayyorlashda qiyinchiliklar muqarrar ravishda yuzaga keladi. Taqqoslash namunalari kerakli soni bo'lmasa, asosiy parametrlar usuli (APU) deb ataladigan standart bo'lmagan RFT usuli qulayroq hisoblanadi. Asosiy parametrlar usuli noma'lum tarkibga ega ko'p elementli namunalardagi kimyoviy elementlar tarkibini miqdoriy tahlil qilishda muvaffaqiyatli qo'llaniladi, shuning uchun biz uni o'z tadqiqotlarimizda qo'lladik.

Rentgen-fluoresent tahlilning nazariy asoslari, uni sanoatning turli sohalarida qo'llash, atrof-muhitni tahlil qilish, sud-tibbiyot ekspertizasi va boshqalar IAEA texnik hujjatlarida, asbob-uskunalar ishlab chiqaruvchilarning o'quv materiallarida va boshqalarda batafsil bayon etilgan (IAEA-TECDOC-950: 55; IAEA-TECDOC-1456: 251; Van Grieken, Markowicz 1993: 718; Ron Jenkin 2000: 13274; Beckhoff 2006: 898).

Tadqiqotimizni o'tkazish uchun Samarqand arxeologiya instituti-da mavjud portativ rentgen-fluoresent spektrometridan foydalandik.

2.3. Tahlil uchun namuna tayyorlash

Artefaktlarni tashqi begona qoplamalardan mexanik tozalash uchun Cordless Combtool FERM qurilmasidan foydalanildi. Maxsus qo'shimchalar yordamida ob'ektlar yuzasidan toshlangan tuproq va oksidlarning qattiq qatlamlari olib tashlandi. Mexanik tozalash operatsiyasi tozalanayotgan qatlamlar ostida joylashgan bo'lishi mumkin bo'lgan artefaktlarning dizayn elementlariga (tasvirlar, yozuvlar, badiiy o'yma va boshqalar) zarar bermaslik uchun juda ehtiyotkorlik bilan amalga oshirildi.

Artefaktlarni kimyoviy tozalash uchun biz Trilon B (EDTA, EDTA-2Na) preparatidan foydalandik. Trilon B etilendiamintetraasetik kislotaning (Dinatrii aethylendiamintetraacetat) disodiy tuzi bo'lib, kompleks hosil qiluvchi moddalar guruhiga kiradi. Kimyoviy formula – $C_{10}H_{18}N_2Na_2O_{10}$. Preparat bronza va boshqa rangli metall buyumlarni korroziya mahsulotlaridan, yomon eriydigan oksid-tuz va karbonat-kaltsiy qotishmalaridan tozalash uchun muvaffaqiyatli qo'llaniladi. (Пршибил 1975: 533; Шемаханская 1989: 156; Никитин 1990: 236; Степина 2020: 62). Uning ishlashi suvda erimaydigan metall tuzlaridan metall ionlarini deyarli barcha tuzlari suvda eriydigan natriy ionlari bilan almashtirishga asoslangan. Trilon B yordamida deyarli barcha suvda erimaydigan korroziya mahsulotlarini, masalan, oksidlar, gidroksidlar, karbonatlar, fosfatlar, sulfatlar va eng muhimi, juda yuqori qattiqlikka ega bo'lgan va juda qiyinchilik bilan olib tashlanadigan yomon eriydigan mis oksidi (kuprit) eritish mumkin.

Trilon B suvda va ishqorlarda yaxshi eriydi, spirtida juda oz eriydi. Issiq suvda eritilganda preparatning samaradorligi oshadi. Suvda eruvchanligi $20^{\circ}C$ haroratda 108 g/l , $80^{\circ}C$ haroratda esa 236 g/l . Korroziya mahsulotlari Trilon B ning 10% issiq eritmasida (maksimal eritma to'yinganligida) eng samarali tarzda chiqariladi, shuning uchun tahlil qilingan namunalarni qayta ishlash qizdirilgan issiqlikka bardoshli shisha idishda amalga oshirildi. Bir xil oqimni ta'minlash va kimyoviy reaksiyani tezlashtirish uchun eritma vaqti-vaqti bilan shisha tayoq bilan aralashtiriladi. Tozalanayotgan artefaktlar vaqti-vaqti bilan eritmadan chiqariladi, oqadigan suv bilan yuviladi, reaksiya mahsulotlarini olib tashlash uchun cho'tka bilan tozalanadi va kerak bo'lganda yana eritma ichiga joylashtiriladi.

Trilon B eritmasida namunalarni tozalash nazorat ostida amalga oshirildi. Buning sababi, arxeologik mis ob'ektlari ko'pincha kristallararo korroziyaga ta'sir qiladi, shuning uchun Trilon B ga uzoq vaqt ta'sir qilish metallning bo'linib ketishiga olib kelishi mumkin. Bundan tashqari,

eritmada erigan mis tuzlari to'planishi sababli ko'k rangga aylanganda, namuna yuzasini keraksiz mis qoplamasi bilan yopilib qolishining oldini olish uchun eritma yangisi bilan almashtirildi.

Har bir namuna boshqa namunalardan alohida ishlangan. Bunday holda, bitta ob'ektni tozalash uchun ishlatiladigan preparatning eritmasi hech qanday holatda boshqa narsalarni tozalash uchun ishlatilmasligi kerak, chunki bitta namunadagi erigan korroziya mahsulotlarining kimyoviy elementlari boshqa namunaning yuzasiga joylashtirilmasligi kerak.

Kimyoviy tozalashdan so'ng namunalar suv bilan yaxshilab yuvilgan, quritilgan va keyingi rentgen-fluoresent tahlili uchun etiketli polietilen paketlarga qadoqlangan.

Natijalar va munozaralar

Namunalarning element tarkibi Samarqand arxeologiya institutida mavjud portativ rentgen-fluoresent spektrometri yordamida amalga oshirildi. Namunalar havo atmosferasida nurlangan. Asosiy parametrlar usuli ishlatilgan.

Materiallarning tadqiqot jarayonida kodlanishi

Piskidalar

Bronzadan yasalgan lavhali piksidani devorlari. (P1)

Bronzadan yasalgan miniatyurali piksidaning qopqog'i. (P2)

Bronza piksidaning devor fragmentlari. (P3)

Bronzadan yasalgan miniatyurali piksidaning qopqog'i. (P4)

Bronza piksidaning devor fragmentlari. (P5)

Bronzadan yasalgan miniatyurali piksidaning qopqog'i. (P6)

Bronzadan yasalgan miniatyurali piksidaning qopqog'i. (P7)

Bronzadan yasalgan piksidani devorlari. (P8)

Bronzadan yasalgan piksidani devorlari. (P9)

Bronza piksidaning devor fragmentlari. (P10)

Bronza piksidaning devor fragmentlari. (P11)

Bronza piksidaning devor fragmentlari. (P12)

Bronza piksidaning devor fragmentlari. (P13)

Taqinchoqlar va bezaklar

Kiyim taqinchoqlari

Bronza lavhachalar. Yassi bezak detallar.(KT1)

To'liqsimon chekkali yumaloq bezak lavhacha. (KT2)

Bronzadan yasalgan yarim sharsimon gumbazchalar (knopkalar, blyashkalar). (KT3)

Osma taqinchoqlar.

Osma taqinchoqlar (Bronzadan yasal ko'krak taqinchoq). (K1)

3.2 Bronzadan yasal ko'krak taqinchoq parchasi. K2 bronza ko'krak taqinchoqqa tegishli bir element parchasi. (K2)

Osma taqinchoqlar (Bronzadan yasal ko'krak taqinchoq). (K3)

Zanjirli taqinchoqlar.

Bronza to'qima zanjir. (ZT1)

Bronza to'qima zanjir. (ZT2)

Bronza to'qima zanjir. (ZT3)

Bronza to'qima zanjir. (ZT4)

Bronza to'qima zanjir. (ZT5)

Bronza uzuk

Bronza shisha ko'zli uzuk.(BZ1)

Belbog' taqinchoqlari

Belbog' to'plami.(BT1)

Belbog' to'plami. (BT2)

Temir pichoq

Temir parchasi.(TP1)

Tahlil qilish uchun taqdim etilgan metall artefaktlarning xarakterli rangi ular mis qotishmalaridan tayyorlanganligini aytishga imkon beradi (istisno bitta temir bo'lagi). Hatto qadimgi davrlarda ham bronza va latun kabi mis qotishmalari ma'lum bo'lgan. Birinchi bronza qotishmalarining asosi mis va qalay edi, qotishmadagi qalay miqdori 10-12 % ga yetdi. Metallurgiya texnologiyalarining rivojlanishi bilan qalaysiz bronzalar paydo bo'la boshladi, ularda qalay boshqa komponentlar (qo'rg'oshin, temir, berilliy, mishyak va boshqalar) bilan almashtirildi. Latunda asosiy komponent ham mis, ammo qalay o'rniga rux ishlatiladi, uning qotishma tarkibidagi miqdori 30-35% ga etishi mumkin.

O'rta Osiyo, Qozog'iston, Janubiy Ural qadimiy yodgorliklaridan (qadimgi Sharq tipidagi metall, dasht qabilalarining metalli va boshqalar) mis va bronza buyumlarini o'rganuvchi tadqiqotchilar buyumlar metallini bir necha metallurgiya guruhlariga ajratadilar. Asarlarda, masalan, (Рузанов 2013: 347, Епимахов 2019: 432) bu guruhlar: "sof" mis; mis mishyak (As 0,1–1,0%); kumush mis (Ag 0,1–1,0%); qalay bronza (Sn 0,8–7%); qo'rg'oshin bronza (Pb 1–4%); qo'rg'oshin-qalay bronza (Sn 0,8-7%, Pb 1–5%); mishyak bronza (1-4%); qo'rg'oshin-mishyak bronza (Pb va As – 10–12% gacha); qalay-surma-mishyak bronza (Sn >10%, Sb >1% va As >1%); nikel bronza (Ni 1,0–5,0%). Shuni ta'kidlash kerakki, arxeologlar tomonidan kiritilgan "sof mis" tushunchasi va undan ham ko'proq "kimyoviy toza mis" (Шубин 2015: 79), juda shartli, chunki mis miqdori yuqori bo'lgan deyarli barcha mahsulotlar boshqa elementlarning aralashmalarini o'z ichiga olishi mumkin, masalan: As (3% gacha), Pb (3% gacha), Sn (2% 0 ga qadar) va boshqalar (Tylecote 2002: 205; Рузанов 2013: 347; Шубин 2015: 79; Епимахов 2019: 432). Misol uchun Eron, Rodeziya, SSSR va Turkiyadagi turli konlardan olingan mahalliy mis ko'rinishidagi dastlabki metall xomashyosida Ag 0,6% gacha, 1,0% gacha, Pb 0,3% gacha, Sb 0,4 % gacha, Ni 0,5% gacha bo'lgan aralashmalar topilgan (Tylecote 2002: 205). Keng tarqalgan kulrang mis rudalarida kimyoviy elementlarning o'rtacha miqdori quyidagicha bo'lishi mumkin: Cu 13,5%, S 23,1%, Fe 19,7%, Sb 5,7%, As 0,9% (0,8% dan 5% gacha), Zn 1,1% (Tylecote 2002: 205). Eritilgan birlamchi misda kimyoviy elementlarning tarkibi quyidagicha bo'lishi mumkin: Cu 90-96%, Fe 2,4%, S 0,6%, Pb + Sn 0,5%. Hatto Cu tarkibi 99,8% bo'lgan tozalangan misda ham Fe 0,05%, Sn 0,05%, Pb 0,04%, Pb 0,05% aralashmalari kuzatiladi (Tylecote 2002: 205).

Elementar tarkibi noma'lum bo'lgan namunalarda 17 tagacha kimyoviy elementlar aniqlangan - Al, Bi, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, P, Pb, S, Sb, Si, Sr, Sn, Ti, Zn, Zr.

Piksidalar.

Tekshirilayotgan piksidalarning rentgen-fluoresens tahlili natijalari 1-jadvalda keltirilgan. Tahlil piksidalarning har birida uchtadan nuqtasida tekshirilib o'rtachasi foizlarda keltirilgan.

1-jadval piksidalar element tarkibi. (natijalar % hisobida keltirilgan)

№	Na-muna	Al	Si	S	Fe	Ni	Cu	Zn	Sn	Pb
1	P1	0.41	0.522		0.044	0.024	93.67	0.053	3.380	1.774
2	P2				0.291		69.06		30.60	0.049
3	P3	0.60	0.656	0.042	0.238	0.025	95.22	0.152	1.943	0.582
4	P4		0.572	0.417	0.761	0.083	54.52	0.003	43.30	0.042
5	P5	0.56	0.92	0.595	0.164	0.020	92.87	0.547	3.474	0.616

6	P6	0.94	1.090		0.127		74.54		23.19	0.065
7	P7	0.75	0.657	0.107	0.252		75.49		22.62	0.071
8	P8				0.341	0.017	80.91	0.059	8.87	9.61
9	P9	0.74	1.635	0.289	0.275	0.033	88.44	0.480	3.958	4.020
10	P10		0.673	1.074	0.262	0.023	94.52	0.168	2.268	1.004
11	P11		0.305			0.021	95.33	0.175	2.777	1.388
12	P12	0.77	0.974	0.047	0.232	0.027	94.18	1.852	1.606	0.207
13	P13	0.71	0.629		0.215	0.027	94.70	1.611	1.790	0.262

Namunalar tashqi ko'rinish va tarkibi bo'yicha ham bir-biridan farq qiladi. P1.3, P1.10, P1.11, P1.12, P1.13 piksidalarda mis miqdori yuqori (94.18%-95.33%) qolgan tashkil etuvchilar umumiy 5% atrofida (1-jadval). Asosan bronzani tashkil etuvchilari hisoblangan rux, qalay, qo'rg'oshinlar miqdori talab etiladigan darajaga yetmaydi shuning uchun klassifikatsiya bo'yicha (Рузанов 2013: 347; Епимахов 2019: 432) P3, P10, P11, P12, P13 piksidalarning metallini "sof" mis deb tasniflash mumkin.

Qolgan piksidalar tarkibi bo'yicha asosiy tashkil etuvchisi mis 54.52%–93.67% ni tashkil qiladi. Bronzaning keyingi tashkil etuvchilari bo'lgan rux, qalay va qo'rg'oshinlar miqdor jihatdan qalayning miqdori yuqori. Qalay miqdori 3.38% dan 43.3% gacha tashkil qilmoqda (1-jadval). Faqatgina P8 va P9 piksidalarda qo'rg'oshinning miqdori qalayga nisbatan qisman yuqori.

Tahlil natijalariga ko'ra, piksidalar asosan qalay bronzadan yasalgan, ayrimlarida esa qalay miqdori ~ 22-43% gacha yetgan. Qalayning 25% gacha qo'shilishi qotishmaning maksimal qattiqligi va mustahkamligini ta'minlaydi. Kontsentratsiyasining yanada oshishi bronza mustahkamligining pasayishiga olib keladi va u mo'rt bo'lib qoladi (Tylecote 2002: 205; Осинцев 2004: 297–315; Адаскин 2009: 282).

Taqinchoq va bezaklar.

Taqinchoq va bezaklarning rentgen-fluoresent tahlili natijalari 2-jadvalda keltirilgan. Eslatib o'tamiz, taqinchoq va bezaklar hech biri butun saqlanmagan, shu sababli ularning har biri bitta namuna hisobida olinib, namunalar bir necha marta tahlil qilingan: ularning yuza qismidan kamida uch martadan tahlillar o'tkazilgan va jadvalda tahlil natijalarining o'rtachasi keltirilgan. Tahlil natijalarida bir turdagi namunalar ham butunlay farq qilishi, bizning taxminlarimizni tasdiqladi. Misol tariqasida kiyim taqinchoqlarining natijalarini keltirishimiz mumkin.

Kiyim taqinchoqlarining ikkitasi qalayli bronzadan tayyorlangan. Ularda qalayning miqdori 17.9% (KT2) va 27.8% (KT1) ni tashkil qiladi. Faqat bittasida qo'rg'oshin 9.7%, rux 7.82% va qalay 6.99%ni tashkil qiladi va bu yuqoridagi ikkitasidan butunlay boshqacha tayyorlangan, ya'ni bu o'zi alohida ekanligidan darak beradi (2-jadval).

Tadqiq qilingan uchta kulon bo'laklari tahlil natijalari taqinchoqlar latundan tayyorlanganligini ko'rsatmoqda. Lekin miqdor jihatdan bir biridan farq qiladi. K1 kulonda rux miqdori 13.4%, qalay 3.04% qo'rg'oshin 1.5%ni tashkil qilsa K2 osma taqinchoq rux 8.11%, qalay 2.89% qo'rg'oshin 2.08%, K3 osma taqinchoqda rux 11.7%, qalay 3.37%, qo'rg'oshin 1.24% tashkil qilmoqda. K2 osma taqinchoq qolgan ikkitasidan tarkibida temir (12.5%) mavjudligi bilan farq qiladi (2-jadval). Bu esa K2 osma taqinchoq qadimda istemoldan chiqib qolgan metal (taqinchoqlar, uy ro'zg'or buyumlari yoki qurol yaroqlar) buyumlaridan qayta eritish natijasida tayyorlangan bo'lishi mumkinligi bilan tushuntirish mumkin.

Tadqiqotlarda bir dona bronza uzugi BZ1 ko'rilgan bo'lib tahlil natijalariga ko'ra ruxning miqdori (11.1%) yuqoriligi sababli buni latun deb sinflash mumkin. Lekin tarkibida temir miqdorining yuqoriligi uzuk metal buyumlarni qayta ishlash natijasida tayyorlangan deyishimiz mumkin. Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki mis rudalarida eritilib olingan birlamchi mis metalida temir miqdori 2.4% dan

oshmaydi. (Tylecote 2002: 205).

Qadim zamonlarda metall juda katta qiymatga ega edi, shuning uchun qadimgi temirchilar eritish va zarb ishlab chiqarishdan metall chiqindilarini, istemoldan chiqib qolgan mahsulotlarni, asboblar va qurollarning parchalarini, singan zargarlik buyumlarini va boshqa chiqindi metallarni yig'ishgan. Bu metallarning barchasi turli metall iste'mol tovarlarini ishlab chiqarishda qayta ishlatilgan. Bu ko'plab qadimiy metall artefaktlarning murakkab element tarkibini tushuntiradi, bu ko'pincha metallni ma'lum metallurgiya guruhlariga aniq belgilashga imkon bermaydi. Shuning uchun biz tahlil qilgan iste'mol buyumlari (iste'mol tovarlari) ana shunday parchalar yordamida tayyorlangan deb taxmin qilamiz.

Zanjirli taqinchoqlardan 5tasi (ZT1-5) tahlil qilindi. Natijalarga ko'ra qalayning miqdoriga nisbatan olinganda barcha namunalarda bir xillikka juda yaqin. Lekin namunalarning uchtasi ZT1, ZT2, ZT3 ruxning qiymatiga (11.5%, 10.8%, 11.1%) nisbatan bir biriga juda yaqin va buni latun deb sinflash mumkin (2-jadval). Qolgan ikkitasi ruxga nisbatan qo'rg'oshin miqdori (ZT4-12.4%, ZT5-20.5%) yuqori va tarkibida qalayning ham mavjudligini hisobga olsak, bu ikkita namunani ilmiy adabiyotlarda keltirilgan klassifikatsiya bo'yicha (Рузанов 2013: 347, Епимахов 2019: 432) qo'rg'oshin-rux-qalay bronza deb sinflash mumkin.

Belbog' taqinchoqlari tahlilida bronza tashkil etuvchi qo'rg'oshin BT1da 22.7% BT2da 16.3%ni tashkil qilmoqda. Shundan kelib chiqib qo'rg'oshinli bronza deb sinflash mumkin. Rux va qalayning miqdori qo'rg'oshinga nisbatan juda kam.

2-jadval. Taqinchoq va bezaklar (natijalar % hisobida keltirilgan)

№	Namuna	Al	Si	P	S	Fe	Ni	Cu	Zn	Sn	Sb	Pb
1	KT1		2.019		0.51	0.26	0.03	69.07		27.8		0.24
2	KT2	2.48	3.49	0.17	0.78	0.21		74.50		17.9		0.40
3	KT3	1.14	1.78	0.20		0.5	0.08	71.73	7.82	6.99	0.1	9.7
4	K1	0.31	0.5	0.02		0.22	0.14	80.80	13.4	3.04	0.04	1.5
5	K2	1.75	2.08	0.11	2.29	12.5	0.04	68.13	8.11	2.89	0.06	2.08
6	K3		1.04	0.06		0.23	0.12	82.24	11.7	3.37		1.24
7	BZ1	1.09	1.98	0.32	0.03	18.9	0.16	62.73	11.1	1.74	0.17	1.54
8	ZT1	0.57	1.01	0.16		0.36	0.14	81.56	11.5	3.21		1.47
9	ZT2	0.47	0.96	0.14		0.29	0.14	82.62	10.8	3.29		1.27
10	ZT3	0.85	1.00	0.14		0.33	0.14	80.25	11.1	3.75	0.05	2.31
11	ZT4	0.74	1.37	0.15	0.04	0.26	0.16	80.32	12.4	3.26		12.4
12	ZT5	0.82	1.23	0.09		0.33	0.18	77.11	14.1	3.98		20.5
13	BT1	0.70	0.79	0.18		0.14	0.07	71.78	1.11	2.22	0.19	22.7
14	BT2	0.52	0.78	0.35		0.13	0.08	78.76	0.84	2.01	0.13	16.3

Temir pichoq

Bir dona pichoq bo'lagi tadqiq qilindi. Tarkibida 97.16% temir mavjud bo'lib, qolgan elementlar 3% ga yaqin. Pichoq juda ko'p tashqi tasirda uchrashiga qaramasdan laboratoriya tozalashlaridan keyingi natijalar shuni ko'rsatdiki yillar davomida yer ostida saqlanishiga qaramasdan diffuziya hodisasiga kam uchragan (3-jadval).

3-jadval. Taqinchoq va bezaklar (natijalar % hisobida keltirilgan)

№	Namuna	Si	S	Fe	Ni	Pb
1	TP1	1.190	0.572	97.16	0.501	0.197

Xulosa.

Taqinchoq va bezaklarning hech biri butun saqlanmagan, shu sababli ularning har biri alohida namuna sifatida olinib, rentgen-fluoresent tahlili natijalari asosida xulosalar qilindi. Tahlil natijalari bir turdagi namunalar ham butunlay farq qilishi, mumkinligini tasdiqladi. Misol tariqasida, kiyim taqinchoqlarining natijalarini keltirishimiz mumkin.

Tadqiq etilgan piksidalardan P3, P10, P11, P12 va P13 namunalarida mis miqdori yuqori (94.18-95.33%) bo'lib, qolgan tarkibiy qismlar umumiy 5% atrofida. Shu sababli, ushbu piksidalar metallini "sof" mis deb tasniflash mumkin.

Qolgan piksidalarning asosiy tarkibiy qismi mis bo'lib, miqdori 54.52%-93.67% ni tashkil qiladi. Bronzaning asosiy tarkibiy qismlari bo'lgan rux, qalay va qo'rg'oshinlar orasida qalay miqdori yuqoriroq (3,38%–43,3%). Faqatgina P8 va P9 piksidalarda qo'rg'oshin miqdori qalayga nisbatan qisman yuqori. Yuqoridagilarga asoslanib, piksidalarni quyidagicha tasniflash mumkin:

-P1,P2 ,P4, P5, P6, P7 — qalay tarkibli bronza piksidalar.

-P8, P9- qo'rg'oshin-qalay tarkibli bronzala piksidalar.

Kiyim taqinchoqlarining ikkitasi qalayli bronzadan tayyorlangan bo'lib, ularda qalay miqdori mos ravishda 17,9% (KT2) va 27,8% (KT1) ni tashkil qiladi. Faqat bittasida esa qo'rg'oshin 9,7%, rux 7,82% va qalay 6,99% bo'lib, bu namunani boshqalardan farqlantiradi.

Tadqiq qilingan uchta osma taqinchoq bo'laklari tahlil natijalariga ko'ra latundan tayyorlangan, lekin miqdoriy tarkibi bir-biridan farq qiladi.

osma taqinchoq qolgan ikkitasidan tarkibida temir (12.5%) mavjudligi bilan ajralib turadi. Bu esa K2 osma taqinchoqining qadimda ishlatilgan taqinchoqlar, uy ro'zg'or buyumlari yoki qurol-yarog'lar metallidan qayta eritish yo'li bilan tayyorlangan bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi.

Tadqiqotlarda bir dona bronza uzugi (BZ1) ko'rib chiqildi.

Tahlil natijalariga ko'ra, uni latun deb sinflash mumkin. Lekin tarkibida temir miqdorining yuqoriligi uzuk metall buyumlarni qayta ishlash natijasida tayyorlanganini ko'rsatadi.

Zanjirli taqinchoqlardan 5 tasi (ZT1-5) tahlil qilindi. Natijalarga ko'ra, qalay miqdoriga nisbatan barcha namunalarda bir xillik kuzatiladi. Lekin namunalarining uchasi (ZT1, ZT2, ZT3) rux miqdoriga ko'ra latun deb tasniflanadi.

Qolgan ikkitasi esa ruxga nisbatan qo'rg'oshin miqdori (ZT4-12.4%, ZT5-20.5%) yuqori bo'lib, tarkibida qalay ham mavjud. Bu ikki namunani qo'rg'oshin-rux-qalay bronza deb tasniflash mumkin.

Belbog' taqinchoqlari tahlilida bronza tarkibidagi qo'rg'oshin BT1da 22.7% BT2da esa 16.3%ni tashkil qilmoqda. Shundan kelib chiqib qo'rg'oshinli bronza deb sinflash mumkin.

Bir dona pichoq bo'lagi tadqiq qilindi. Tarkibida 97.16% temir mavjud bo'lib, qolgan elementlar 3% ga yaqin. Pichoq ko'plab tashqi tasirlarga uchragan bo'lsa-da, diffuziya hodisasi kam kuzatilgan.

Maqolani tahrir qilishda va ilmiy ma'lumotlarni yig'ishda yaqindan yordam bergan professor A. Anorboyevga hamda katta ilmiy xodim I. Sharonovga mualliflar o'z minnatdorchiligini bildiradi.

Ushbu maqola O'zbekiston Fanlar akademiyasi akademigi Tolib Musayevich Mo'minovning yorqin xotirasiga bag'ishlanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- Адаскин А. М.* Материаловедение (металлообработка): учебное пособие / А. М. Адаскин, В. М. Зуев. 6 изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2009. 288 с.
- Анарбаев А. А.* Бусы из раннесредневекового городского некрополя северной Ферганы // Города центральной Азии на Великом Шёлковом пути. Самарканд, 1994. С. 12–13. *Анарбаев А. А.* Древний некрополь ферганцев // Природа, № 4. М., 1990. С. 57–61.
- Анарбаев А. А., Матбабаев Б. Х.* Раннесредневековый городской некрополь ферганцев // ИМКУ № 29 / Под ред. д.и.н. Т. Ш. Ширинов. Самарканд: Сугдиён, 1998. С. 77–95.
- Бейсенов А. З., Тишкин А. А.* Бронзовый наконечник стрелы из позвонка мужчины, погребённого в Тасмолинском кургане Койтас // Теория и практика археологических исследований. Том 34. № 2. Барнаул: Алтайского государственного университета, 2022. С. 172–185.
- Буряков Ю. Ф.* Горное дело и металлургия средневекового Илака. V — начало XIII века. М.: Наука, 1974. 140 с.
- Епимахов А. В.* Южный Урал в начале эпохи металлов. Бронзовый век / А. В. Епимахов и др. // История Южного Урала: в 8 т. Т. 2. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. 432 с.
- Массон М. Е.* К истории горного дела на территории Узбекистана. Ташкент, 1953. 45 с.
- Мокрушин И. Г., Красновских М. П., Подосенова Ю. А., Саранулов А. Н.* Физико-химические методы анализа в археологических исследованиях // Труды Камской археолого-этнографической экспедиции Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета, вып. XVII. РФ, Пермь, 2020. С. 14–26. DOI: 10.24412/2658–7637–2020–17–14–26
- Матбабаев Б. Х.* Отчёт Ахсикентского отряда о работах в 1987. Руководитель А. Анарбаев. Самарканд, 1987. С. 115–134.
- Матбабаев Б. Х.* Могильник Мунчактепа в северной Фергане // Российская археология №3. М., 1999. С. 124–140.
- Никитин К., Мельникова Е. П.* Химия в реставрации. Справочное издание. Химия. Л., 1990. 304 с.
- Осинцев О. Е., Федоров В. Н.* Медь и медные сплавы. Отечественные и зарубежные марки. Справочник. М.: Машиностроение, 2004. 336 с.
- Пришибил Р.* Аналитические применения этилендиаминтетрауксусной кислоты и родственных соединений / Перевод с английского А.И. Волкова. М.: Мир, 1975. 533 с.
- Рахманов З. О.* Место и роль минеральных и рудных ресурсов Ферганской долины в сложении и развитии на её территории // «CHRONOS: Общественные науки»; 1 (21). Научный журнал. М., 2021. С. 4–8.
- Рузанов В. Д.* Металлообработка на юге Средней Азии в эпоху бронзы / Отв. ред: А. А. Абдуразаков. Самарканд: Институт археологии АН РУз., 2013. 347 с.
- Рузанова С. А.* Металлопроизводство на территории Северной Бактрии (результаты исследования материалов с поселения Кампыртепа) // Проблемы истории, филологии, культуры. 2016. С. 20–33.
- Рузанова С. А., Рощина И. А.* Химический состав металла наконечников стрел из могильника Южный Тагискен // Археология и палеоантропология евразийских степей и сопредельных территорий. М., 2010. С. 431–437.
- Степина И. В., Земскова О. В., Козлова И. В., Корытин А. А.* Химия в реставрации. Учеб. пособие. М.: МИСИ-МГСУ, 2020. 62 с.
- Храмченкова Р. Х., Шайхутдинова Е. Ф., Бугарчев А. И., Петров П. Н., Ситдииков А. Г.* Сравнительный анализ химического состава и структуры пореформенных серебряных монет Джучидов (по материалам раскопа CLXXIX Болгарского городища) // Нумизматические чтения Государственного исторического музея 2017 года. Москва, 23 и 24 ноября 2017 г. Материалы докладов и сообщений. М.: РИА Внешторгиздат, 2017. С. 97–104.
- Шайхутдинова Е. Ф., Храмченкова Р. Х., Хасанов Р. Р., Мухаметшин Д. Г., Ситдииков А. Г.* Серебро-висмутовая монета X в. эмиров Андарабы // Нумизматические чтения Государственного исторического музея 2017 года. Москва, 23 и 24 ноября 2017 г. Материалы докладов и сообщений. Москва: РИА Внешторгиздат, 2017. С. 69–74.
- Шаронов И. А., Алибеков А. С., Ахмедов Я. А., Салимов М. И., Сандибоев А. Н., Холматов А.* Нейтронно-активационный и гамма-спектроскопический анализ при исследовании некоторых объектов археометаллургии // Научный вестник Самаркандского Государственного Университета. Серия по точным и естественным наукам. 2022. 3 (133). С. 120–132.
- Шемаханская М. С.* Реставрация металла. Методические рекомендации / Всесоюзный научно-исследовательский институт реставрации. М., 1989. 156 с.
- Шубин Ю. П.* К вопросу о химическом составе металлических изделий эпохи энеолита-бронзы Днепро-Донского региона // Сборник научных трудов ДонГТУ. 2015. № 1 (44). С. 76–81.
- Applications of Nuclear Analytical Techniques to Investigate the Authenticity of Art Objects // IAEA Radiation Technology Series. Report of the Final Research Coordination Meeting. Coordinated Research Project. 3–7 November. Peru, 2008. 175 p.
- Abdurakhimov B. A., Kichanov S. E., Talmaçhi C., Kozlenko D. P., Talmaçhi G., Belozeroва N. M., Balaşoiu M., Belc M. C.* Studies of ancient pottery fragments from Dobrudja region of Romania using neutron diffraction,

- tomography and Raman spectroscopy // Journal of Archaeological Science: Reports. Elsevier (Netherlands), 2021a. Vol. 35. P. 1–7.
- Abdurakhimov B. A., Tashmetov M. Yu., Bakirov B. A., Yuldashev B. S., Kichanov S. E., Kozlenko D. P., Ismatov N. B.* Structural studies of the Qarakhanid dirham using X-ray diffraction and neutron tomography methods // Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques. 15 – Pleiades Publishing, Ltd. (British Virgin Islands), vol. 15. 2021b. P. 1232–1237.
- Alibekov A., Ivanov A., Mukhamedov A., Rakhimov K., Khasanov Sh., Akhmedov Y., Sharonov I.* Neutron activation analysis of archaeometallurgical ancient artifacts found in Uzbekistan // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry (2023). P. 1883–1891. <https://doi.org/10.1007/s10967-023-08909-1>.
- Bernard J. D., Fleuzence A.*, 1970. Dosage par fluorescence de Fe, Mn, Ti, K, Si, Al dans les compases ceramiques a base de silice et d alumine // Bulletin de la societe francaise de ceramiques. V. 89. P. 61–70.
- Bitá Sodaei, Poorya Kashani.* Analytical Assessment of Chaltasian Slag: Evidence of Early Copper Production in the Central Plateau of Iran // Interdisciplinaria Archaeologica. Natural Sciences in Archaeology. 2017. Vol. VIII. Iss. 2. P. 137–144.
- Bottaini C. E., Silva A. L. M., Covita D. S., Moutinhob L.M. and Veloso J. F. C. A.* Energy dispersive X-ray fluorescence analysis of archeological metal artifacts from the Final Bronze Age // X-Ray Spectrometry. Published online in Wiley Online Library, wileyonlinelibrary.com. DOI 10.1002/xrs.2368. 2012, 41. P. 144–149.
- Clodoaldo Roldan Garcia, Jaime Vives Ferrandiz Sanchez.* A compositional analysis by energy dispersive X-ray fluorescence of Iberian copper-alloy votive figurines from southern Spain (fourth–third centuries BC) / X-Ray Spectrometry. 2018; 1–9. Published online in Wiley Online Library, wileyonlinelibrary.com, DOI: 10.1002/xrs.2972
- Charalambous A. and V. Kassianidou.* Appendix V. Chemical analyses of copper alloy artefacts from Pyla-Kokkinokremos using portable X-Ray Fluorescence / In V. Karageorghis and A. Kanta, Pyla-Kokkinokremos: A Late 13th Century BC Fortified Settlement in Cyprus, Excavations 2010–2011. Studies in Mediterranean Archaeology. Vol 141. Uppsala: Astroms Forlag, 2014. XXV, 260. P. 197–204.
- Daly K., Fenelon A.* Application of Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometry to the Determination of Copper, Manganese, Zinc, and Sulfur in Grass (*Lolium perenne*) in Grazed Agricultural Systems // Applied Spectroscopy, 2018, Vol. 72, No. 11. P. 1661–1673.
- Günter Zschornack.* Handbook of X-Ray Data / Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007. 969 p.
- Handbook of X-ray spectrometry: Methods and techniques / (ed. Van Grieken, R.E., Markowicz, A.A.) Marcel Dekker, Inc; New York, 1993. 718 p.
- Handbook of Practical X-Ray Fluorescence Analysis / Eds. B. Beckhoff, B. Kanngiesser, N. Langhoff, R. Wedell, H. Wolff. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006. 898 p.
- Inoyatov A. K., Muminov I.T., Rashidova D. S., et al* (2008) Radioactivity and elemental composition of slag from ancient metallurgical production. At Energy P. 105, 220–224. <https://doi.org/10.1007/s10512-008-9088-8>.
- In situ applications of X ray fluorescence techniques. Final report of a coordinated research project 2000–2003 // IAEA-TECDOC-1456. IAEA, Vienna, 2005. 251 p.
- Lutz J., Pernicka E.* Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Analysis of Ancient Copper Alloys: Empirical Values For Precision And Accuracy // Archaeometry 38, 2 (1996). P. 313–323.
- Karydas A.G.* Application of a Portable XRF Spectrometer for the Non-Invasive Analysis of Museum Metal Artefacts // Annali di Chimica, 97, 2007, by Societa Chimica Italiana. P. 419–432.
- Kumar Vimal.* Significance of X-ray Fluorescence Spectrometry in Archaeological Sciences: an Overview // Advance Research Journal of Multidisciplinary Discoveries. 16.0, C 1 (2017):01–11, ISSN-2456-1045.
- Mantler Michael and Manfred Schreiner.* X-Ray Fluorescence Spectrometry in Art and Archaeology // X-Ray Spectrometry. Vol. 29. № 1. Copyright 2000 John Wiley & Sons, Ltd. 2000. P. 3–17.
- Mahnke Heinz-Eberhard.* Nuclear physics methods in cultural heritage research - accelerators for art // Acta Physica Polonica B (2014) №2. Vol. 45. P. 571–588. DOI:10.5506/APhysPolB.45.571.
- Matson Fr. R.,* The Quantitative studies of ceramic Materials. The Application of Quantitative Methods in Archaeology. New York, 1960. P. 34–60.
- Moseley, H. G. J.* High frequency spectra of the elements // The philosophers magazine (1913/1914). Vol. 26. P. 1024–1034.
- Moseley, H. G. J.* High frequency spectra of the elements. The philosophers magazine (1913/1914). Vol. 27. P. 703–713.
- Nuclear Techniques for Cultural Heritage Research // IAEA Radiation Technology Series No. 2, International Atomic Energy Agency, 2011.
- Olivera P, Lopez A, Bedregal P, Santiago J., Petrick S., Bravo J., Javier I., Isla J., Vetter L., Baca E.,* Applications of Nuclear Analytical Techniques to Investigate the Authenticity of Art Objects Chapter 11. IAEA, International Atomic Energy Agency. Vienna 2011. 191-202 p. <https://www.researchgate.net/publication/283719580>
- Ron Jenkin.* X-ray Techniques: Overview / Encyclopedia of Analytical Chemistry. Ed. R.A. Meyers. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 2000. P. 13269–13288.

- Röntgen. Ueber eine neue Art von Strahlen (Vorläufige Mittheilung) // Sonderabdruck aus den Sitzungsberichten der Würzburger Physik.-medic. Gesellschaft. - 1895. 132 p.
- Röntgen, W. K. On a new kind of rays: second communication // *Annals of Physical Chemistry* (1898), 64. P. 1–11.
- Ruzanov V. D., Anarbaev A. A., Reutova M. A. Chemical and metallurgical characteristics of the metal of the Brichmulla treasure. *Hist Mater Cult Uzb* 35. 2006. P. 79–82.
- Ruzanov V. D. Chemical and metallurgical features of products from non-ferrous metals of nomadic tribes in Northern Bactria in the Kushan time. *Archeol Uzb* 24. 2021 P. 12–24.
- Sabirova T. M. Composition of Metal Fibulae from the Middle Kama Region (based on the materials of the Udmurt State University collection) // *Povolzhskaya Arkheologiya (Volga River Region Archaeology)*. № 1 (27). 2019. P. 180–193.
- Sampling, storage and sample preparation procedures for X ray fluorescence analysis of environmental materials // IAEA-TECDOC-950. IAEA, Vienna, 1997. 55 p.
- Shackley M. Steven. An Introduction to X-Ray Fluorescence (XRF) Analysis in Archaeology / M. S. Shackley (ed.), X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) in Geoarchaeology, DOI 10.1007/978-1-4419-6886-9_2, Springer Science+Business Media, LLC 2011.
- Trentelman Karen, Michel Bouchard, Monica Ganio, Carole Namowicz, Catherine Schmidt Patterson and Marc Walton. The examination of works of art using in situ XRF line and area scans // *X-Ray Spectrometry*. T. 39, № 3. 2010. P. 159–166.
- Tur, S. S., Svyatko, S. V., Beisenov, A. Z., & Tishkin, A. A. An Exceptional Case of Healed Vertebral Wound with Trapped Bronze Arrowhead: Analysis of a 7th–6th c. bc Individual from Central Kazakhstan // *International Journal of Osteoarchaeology*, (2016) 26(4). P. 740–746. <https://doi.org/10.1002/oa.2470>
- Tite M., *Methods of Physical Examination in Archaeology*. London and New York, 1972. 319 p.
- Tylecote R. F. *A history of metallurgy*. Second Edition / Maney Publishing for the Institute of Materials. London, 2002. 205 p.
- Uses of Ionizing Radiation for Tangible Cultural Heritage Conservation // IAEA Radiation Technology Series No. 6, IAEA, Vienna, 2017. 241 p.
- Young S. G., J. Valdez, M. Espy, Edgar A., Brett J., Pettes M. T., Mathers C., Barbour M., Patterson B. Analysis of Coronado State Historic Site artifacts using X-rays // *X-Ray Spectrometry M.*, 2023, 1–14. <https://doi.org/10.1002/xrs.3350>
- Young W. Y., Whitmore F. E. Analysis of oriental ceramic Wares by non Destructive x-ray Methods // *Far Eastern ceramic Bulletin*. № 9. 1957. P. 1–27.

REFERENCES:

- Adaskin A. M. 2009. *Materials science (metalworking): textbook / A. M. Adaskin, V. M. Zuev – 6th ed., ster.* Moscow: Academy Publ., 288. (In Russian).
- Anarbaev A. A. 1990. *Drevniy nekropol' fergantsev (Antient necropolis of ferganites)*. In *Priroda*, № 4. Moscow, 57–61. (In Russian).
- Anarbaev A. A. 1994. *Busi iz rennesrednevekovogo gorodskogo nekropolya severnoy Fergani (Beads from the early medieval urban necropolis of northern Ferghana)* In *Cities of Central Asia on the Great Silk Road*. Samarkand, 12–13. (In Russian).
- Anarbaev A. A. Matbabaev B. X. 1998. Shirinov T. Sh. (ed.) *Rennesrednevekoviy gorodskoy nekropol' fergantsev (Early Medieval urban necropolis of Ferghana)*. In *IMKU (The History of Material Culture of Uzbekistan)*. Issue 29. Sug'diyon. Samarkand, 77–95. (In Russian).
- Beisenov A. Z., Tishkin A. A. 2022. *Bronze Arrowhead from a Man's Spine, Buried in Tasmola Kurgan Koytas*. In *Theory and Practice of Archaeological Research*. 34(2). 172–185. <https://doi.org/10.14258/tpai> (2022) № 34 (2). -10. <http://journal.asu.ru/tpai/index> (In Russian).
- Buryakov Yu. F. 1974. *Gornoye delo i metallurgiya srednevekovogo Ilaka. V — nachalo XIII veka (Mining and metallurgy of medieval Ilak. V - beginning of the XIII century)*. Moscow: Science Publ., 140 (In Russian).
- Epimakhov A. V. 2019. *Yuzhnyy Ural v nachale epokhi metallov. Bronzovyy vek (Southern Urals at the beginning of the metal era. Bronze Age)*. A. V. Epimakhov and others. In *History of the Southern Urals: in 8 volumes*. T. 2. Chelyabinsk: SUSU Publ. Center, 432. (In Russian).
- Masson M. E. 1953. *K istorii gornogo dela na territorii Uzbekistana (Towards the history of mining in Uzbekistan)*. Tashkent, 45. (In Russian).
- Matbabaev B. X. 1987. *Otchyot Akhsikentskogo otryada o rabotax v 1987 godax (The report of the Akhsikent detachment on the work in 1987)*. The head is A. Anarbaev. Samarkand, 115–134. (In Russian).
- Matbabaev B. X. 1999. *Mogol'nik Munchaktepa v Severnoy Fergane (Munchaktepa burial ground in northern Ferghana)*. In *Russian Archeology* №. 3. Moscow: 124–140. (In Russian).

- Mokrushin I. G., Krasnovskikh M. P., Podosenova Yu. A., Sarapulov A. N. 2020. *Fiziko-khimicheskiye metody analiza v arkhologicheskikh issledovaniyakh (Physicochemical methods of analysis in archaeological research)*. In *Works of the Kama archaeological and ethnographic expedition of the Perm State Humanitarian and Pedagogical University*. Issue XVII. RF, Perm, 14-26. DOI: 10.24412/2658-7637-2020-17-14 (In Russian).
- Nikitin K., Melnikova E. P. 1990. *Chemistry in restoration. Reference edition. Leningrad: Khimiya, 304.* (In Russian).
- Osintsev O. E., Fedorov V. N. 2004. *Med'i mednyye splavy. Otechestvennyye i zarubezhnyye marki (Copper and copper alloys. Domestic and foreign brands). Handbook.* Moscow: Mashinostroenie Publ., 336. (In Russian).
- Rakhmanov Z. O. 2012. *Mesto i rol' mineral'nykh i rudnykh resursov Ferganskoy doliny v slozhenii i razvitii na yeyo territorii (The place and role of the Fergana Valley's mineral and ore resources in the formation and development of its territory)*. In *CHRONOS: Obshestvennie nauki. 1 (2)*. Moscow: Nauchniy jur. nal. 4–8. (In Russian).
- Ruzanov V. D. 2013. In Abdurazakov A. A. (Editor-in-Chief) *Metalloobrabotka na yuge Sredney Azii v epokhu bronzy (Metalworking in the South of Central Asia in the Bronze Age)*. Samarkand: Institute of Archeology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan Publ., 347. (In Russian).
- Ruzanova S. A. 2016. *Metalloproduktivnost na territorii Severnoy Baktrii (rezul'taty issledovaniya materialov s poseleniya Kampyrtepa) (Metal production in the territory of Northern Bactria (results of the study of materials from the settlement of Kampyrtepa))*. In *Problems of history, philology, culture.* 20–33. (In Russian).
- Ruzanova S. A., Roshchina I. A. 2010. *Khimicheskiy sostav metalla nakonechnikov strel iz mogil'nika Yuzhnyy Tagisken (Chemical composition of the metal of arrowheads from the burial ground of South Tagisken)*. In *Archaeology and paleoanthropology of the Eurasian steppes and adjacent territories*. Moscow: 431–437. (In Russian).
- Sabirova T. M. 2019. *Composition of Metal Fibulae from the Middle Kama Region (based on the materials of the Udmurt State University collection)*. In *Povolzhskaya Arkheologiya (Volga River Region Archaeology)*. № 1 (27). 180–193 (In Russian).
- Przybyl R. 1972. In A. I. Volkov (transl.). *Analiticheskiye primeneniya etilendiamintetrauksusnoy kisloty i rodstvennykh soyedineniy (Analytical applications of ethylenediaminetetraacetic acid and related compounds)*. Moscow: Mir Publ., 533. (In Russian).
- Stepina I. V., Zemskova O. V., Kozlova I. V., Korytin A. A. 2020. *Khimiya v restavratsii (Chemistry in restoration). Textbook. Manual.* Moscow: MISI-MGSU Publ., 62. (In Russian).
- Khramchenkova R. Kh., Shaikhutdinova E. F., Bugarchev A. I., Petrov P. N., Sitdikov A. G. 2017. *Sravnitel'nyy analiz khimicheskogo sostava i struktury poreformennykh serebryanykh monet Dzhuchidov (po materialam raskopa CLXXIX Bolgarskogo gorodishcha) (Comparative analysis of the chemical composition and structure of post-reform silver coins of the Jochids (based on the excavation materials of the CLXXIX Bolgar settlement))*. In *Numismatic readings of the State Historical Museum*. Moscow, November 23 and 24, 2017. Materials of reports and messages. Moscow: RIA Vneshtorgizdat Publ., 97–104. (In Russian).
- Shaikhutdinova E. F., Khramchenkova R. Kh., Khasanov R. R., Mukhametshin D. G., Sitdikov A.G. 2017. *Serebrovismutovaya moneta X v. emirov Andaraby (Silver-bismuth coin of the 10th century. emirs of Andaraba)*. In *Numismatic readings of the State Historical Museum 2017*. Moscow, November 23 and 24, 2017. Materials of reports and messages. Moscow, RIA Vneshtorgizdat Publ., 69–74. (In Russian).
- Sharonov I. A., Alibekov A. S., Akhmedov Ya. A., Salimov M. I., Sandiboev A. N., Kholmatov A. 2022. *Neutron activation and gamma spectroscopic analysis in the study of some objects of archaeometallurgy. In Scientific Bulletin of Samarkand State University*. Series on exact and natural sciences. 3 (133). 120-132. (In Russian).
- Shemakhanskaya M. S. 1989. *Restavratsiya metalla. Metodicheskiye rekomendatsii (Metal restoration. Methodical recommendations)*. All-USSR Research Institute of Restoration. Moscow: 156. (In Russian).
- Shubin Yu. P. 2015. *K voprosu o khimicheskoy sostave metallicheskiykh izdeliy epokhi eneolita-bronzy Dnepro-Donskogo regiona (On the issue of the chemical composition of metal products of the Eneolithic-Bronze Age of the Dnieper-Don region)*. In *Collection of scientific papers of DonSTU*. № 1 (44). 76–81. (In Russian).
- Zadneprovskiy Yu. A. 1962. In Masson V. M. (ed.) *Drevnezemledel' cheskaya kul'tura Fergani (The ancient agricultural culture of Fergana)*. In *MIA (Materials and research on the archeology of the USSR) № 118*. Moscow-Leningrad, 328. (In Russian).
- Applications of Nuclear Analytical Techniques to Investigate the Authenticity of Art Objects*. In *IAEA Radiation Technology Series. Report of the Final Research Coordination Meeting. Coordinated Research Project.* 3–7 November. Cuzco, Peru, 2008. 175. (In English).
- Abdurakhimov B. A., Kichanov S. E., Talmaçhi C., Kozlenko D. P., Talmaçhi G., Belozerova N.M., Balaşoiu M., Belc M. C. 2021. *Studies of ancient pottery fragments from Dobrudja region of Romania using neutron diffraction, tomography and Raman spectroscopy. In Journal of Archaeological Science: Reports*. Elsevier (Netherlands). Vol. 35. 102755. (In English).
- Abdurakhimov B. A., Tashmetov M. Yu., Bakirov B. A., Yuldashev B. S., Kichanov S. E., Kozlenko D. P., Ismatov N. B. 2021. *Structural studies of the Qarakhanid dirham using X-ray diffraction and neutron tomography methods*.

- In *Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques*. 15 – Pleiades Publishing, Ltd. (British Virgin Islands), Vol. 15. 1232–1237. (In English).
- Alibekov A., Ivanov A., Mukhamedov A., Rakhimov K., Khasanov Sh., Akhmedov Y., Sharonov I. 2023. *Neutron activation analysis of archaeometallurgical ancient artifacts found in Uzbekistan*. In *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 332:1883–1891. <https://doi.org/10.1007/s10967-023-08909-1>. (In English).
- Bernard J. D., Fleuzence A. 1970. *Dosage par fluorescence de Fe, Mn, Ti, K, Si, Al dans les compases ceramiques a base de silice et d alumine*. In *Bulletin de la societe francaise de ceramiques*. V. 89. 61–70. (In French).
- Beckhoff B., B. Kanngiesser, N. Langhoff, R. Wedell, H. Wolff. *Handbook of Practical X-Ray Fluorescence Analysis*. Eds. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006. 898. (In English).
- Bitá Sodaei, Poorya Kashani. 2017. *Analytical Assessment of Chaltasian Slag: Evidence of Early Copper Production in the Central Plateau of Iran*. In *Interdisciplinaria Archaeologica. Natural Sciences in Archaeology*. Vol. VIII. Iss. 2. 137–144. (In English).
- Bottaini C.E., Silva A. L. M., Covita D. S., Moutinhob L. M. and Veloso J. F. C. A. 2012. *Energy dispersive X-ray fluorescence analysis of archeological metal artifacts from the Final Bronze Age*. In *X-Ray Spectrometry*. Published online in Wiley Online Library, wileyonlinelibrary.com. DOI 10.1002/xrs.2368. 41. 144–149. (In English).
- Clodoaldo Roldan Garcia, Jaime Vives-Ferrandiz Sanchez. 2018. *A compositional analysis by energy dispersive X-ray fluorescence of Iberian copper-alloy votive figurines from southern Spain (fourth–third centuries BC)*. In *X-Ray Spectrometry*. 1–9. Published online in Wiley Online Library, wileyonlinelibrary.com, DOI: 10.1002/xrs.2972. (In English).
- Charalambous A. and V. Kassianidou. Appendix V. 2014. *Chemical analyses of copper alloy artefacts from Pyla-Kokkinokremos using portable X-Ray Fluorescence*. In V. Karageorghis and A. Kanta, *Pyla-Kokkinokremos: A Late 13th Century BC Fortified Settlement in Cyprus, Excavations 2010-2011*. Studies in Mediterranean archaeology. Vol 141. Uppsala: Astroms Forlag. XXV, 260. 197–204. (In English).
- Daly K., Fenelon A. 2018. *Application of Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometry to the Determination of Copper, Manganese, Zinc, and Sulfur in Grass (Lolium perenne) in Grazed Agricultural Systems*. In *Applied Spectroscopy*. Vol. 72, № 11. 1661–1673. (In English).
- Günter Zschornack. 2007. *Handbook of X-Ray Data*. In *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*. 969. (In English).
- Ron Jenkin. 2000. In Meyers R. A. (ed). *X-ray Techniques: Overview*. In *Encyclopedia of Analytical Chemistry*. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 13269–13288. (In English).
- Inoyatov A. K., Muminov I.T., Rashidova D. S., et al. 2008. *Radioactivity and elemental composition of slag from ancient metallurgical production*. *At Energy* 105. 220–224. <https://doi.org/10.1007/s10512-008-9088-8> (In English).
- In situ applications of X ray fluorescence techniques. Final report of a coordinated research project 2000–2003. In IAEA-TECDOC-1456. IAEA, Vienna, 2005. 251. (In English).
- Lutz J., Pernicka E. 1996. *Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Analysis of Ancient Copper Alloys: Empirical Values for Precision and Accuracy*. In *Archaeometry* 38, 2. 313–323. (In English).
- Karydas A. G. 2007. *Application of a Portable XRF Spectrometer for the Non-Invasive Analysis of Museum Metal Artefacts*. In *Annali di Chimica*, 97. by Societa Chimica Italiana. 419–432. (In English).
- Kumar Vimal. 2017. *Significance of X-ray Fluorescence Spectrometry in Archaeological Sciences: an Overview*. In *Advance Research Journal of Multidisciplinary Discoveries*. 16.0. C 1 :01-11, ISSN-2456-1045. (In English).
- Mantler Michael and Manfred Schreiner. 2000. *X-Ray Fluorescence Spectrometry in Art and Archaeology*. In *X-Ray Spectrometry*. 29. 3–17. Copyright John Wiley & Sons, Ltd. (In English).
- Mahnke Heinz-Eberhard. 2014. *Nuclear physics methods in cultural heritage research - accelerators for art*. In *Acta Physica Polonica B*. No.2, Vol. 45. 571-588. DOI:10.5506/APhysPolB.45.571. (In English).
- Matson Fr. R., 1960. *The Quantitative studies of ceramic Materials. The Application of Quantitative Methods in Archaeology*. New York, 34–60. (In English).
- Moseley, H. G. J. 1913/1914. *High frequency spectra of the elements*. In *The philosophers magazine*. 26. 1024–1034. (In English).
- Moseley, H. G. J. 1913/1914. *High frequency spectra of the elements*. In *The philosophers magazine*. 27. 703–713. (In English).
- Nuclear Techniques for Cultural Heritage Research. 2011. In *IAEA Radiation Technology Series No. 2, International Atomic Energy Agency* (In English).
- Olivera P, Lopez A, Bedregal P, Santiago J., Petrick S., Bravo J., Javier I., Isla J., Vetter L., Baca E., Applications of Nuclear Analytical Techniques to Investigate the Authenticity of Art Objects Chapter 11. IAEA, International Atomic Energy Agency. Vienna 2011. 191-202 p. <https://www.researchgate.net/publication/283719580> (In English).
- Röntgen Ueber eine neue Art von Strahlen (Vorläufige Mittheilung). In *Sonderabdruck aus den Sitzungsberichten der Würzburger Physik.-medic. Gesellschaft*. 1895. P.132. (In English).

- Röntgen, W.K. 1898. *On a new kind of rays: second communication*. In *Annals of Physical Chemistry*. 64. 1–11. (In English).
- Ruzanov V. D., Anarbaev A. A., Reutova M. A. 2006. *Chemical and metallurgical characteristics of the metal of the Brichmulla treasure*. *Hist Mater Cult Uzb* 35,79–82. (In English).
- Ruzanov V. D. 2021. *Chemical and metallurgical features of products from non-ferrous metals of nomadic tribes in Northern Bactria in the Kushan time*. *Archeol Uzb* 24: 12–24. (In English).
- Shackley M. Steven. 2011. In M. S. Shackley (ed.) *An Introduction to X-Ray Fluorescence (XRF) Analysis in Archaeology. X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) in Geoarchaeology*, DOI 10.1007/978-1-4419-6886-9_2, Springer Science+Business Media, LLC. (In English).
- Sampling, storage and sample preparation procedures for X ray fluorescence analysis of environmental materials. 1997. In IAEA-TECDOC-950. IAEA, Vienna. 55. (In English).
- Trentelman Karen, Michel Bouchard, Monica Ganio, Carole Namowicz, Catherine Schmidt Patterson and Marc Walton. 2010. *The examination of works of art using in situ XRF line and area scans*. In *X-Ray Spectrometry*, 39. 159–166. (In English).
- Tur, S. S., Svyatko, S. V., Beisenov, A. Z., & Tishkin, A. A. 2016. *An Exceptional Case of Healed Vertebral Wound with Trapped Bronze Arrowhead: Analysis of a 7th–6th c. bc Individual from Central Kazakhstan*. In *International Journal of Osteoarchaeology*, 26 (4). 740–746. <https://doi.org/10.1002/oa.2470>. (In English).
- Tite M. 1972. *Methods of Physical Examination in Archaeology*. London and New York, 319. (In English).
- Tylecote R. F. 2002. *A history of metallurgy. Second Edition*. Maney Publishing for the Institute of Materials. London, 205. (In English).
- Uses of Ionizing Radiation for Tangible Cultural Heritage Conservation. 2017 In *IAEA Radiation Technology Series* №. 6, IAEA. Vienna. 241. (In English).
- Van Grieken, R. E., Markowicz, A. A. *Handbook of X-ray spectrometry: Methods and techniques* / Marcel Dekker, Inc; New York. 718. (In English).
- Young S. G., J. Valdez, M. Espy, Edgar A., Brett J, Pettes M. T., Mathers C., Barbour M., Patterson B. M. 2023. *Analysis of Coronado State Historic Site artifacts using X-rays*. In *X-Ray Spectrometry*. 1–14. <https://doi.org/10.1002/xrs.3350>. (In English).
- Young W. Y., Whitmore F. E. 1957. *Analysis of oriental ceramic Wares by non-Destructive x-ray Methods*. In *Far Eastern Ceramic Bulletin*, № 9. 1–27. (In English).

X-RAY FLUORESCENCE ANALYSIS OF ANCIENT METAL ARTIFACTS AND JEWELRY

© 2025. Akbar Alibekov^{1,2}, Zamira Korayeva¹, Bekzod Avazgeldiyev¹

¹*Samarkand Institute of Archaeology named after Y.G. Gulyamov*

²*Samarkand State University named after Sh.R. Rashidov*

Keywords: archaeological artifacts, copper alloys, jewelry, X-ray fluorescence analysis, energy-dispersive XRF spectrometer, sample preparation

This study examines archaeological artifacts recovered during excavations at the Balandtepa and Munchoqtepa sites—remains of the ancient city of Bob (Pop) in the Pop district of Namangan region—using X-ray fluorescence (XRF) analysis. The excavations were conducted by the Ahsikent Archaeological Expedition of the Samarkand Archaeology Institute in 1987–1989. In this article, a total of 28 metal objects, including jewelry, cosmetic containers, and other goldsmith items, whose elemental compositions were previously unknown, have been analyzed.

The XRF analysis has identified up to 17 chemical elements in the samples, including Al, Bi, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, P, Pb, S, Sb, Si, Sr, Sn, Ti, Zn, and Zr. The examined objects have been found to consist of various copper alloys, with copper content ranging from approximately 54% to 95%. Mixtures of lead (up to 22.7%), tin (up to 43.3%), and zinc (up to 14.2%) have also been detected. Notably, one bronze ring contained 18.9% iron. Elemental compositions have been determined using a portable X-ray fluorescence spectrometer available at the Samarkand Archaeology Institute.

YUBILYARIMIZ

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

HONOREES HONOREES

ASQAROV AHMADALI ASQAROVICH 90 YOSHDA



O'zbekistonda... arxeologiya... va... tarix ilmini... rivojlantirish,... tariximizning... eng dolzarb... masalalarini... tadqiq... etish... orqali davlatchiligimiz... va... xalqimiz... tarixiga... oid asosli... g'oyalarni... ilgari... surgan... olim,... tarix fanlari... doktori, professor, O'zbekiston Fanlar Akademiyasining akademigi, O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan fan arbobi, Abu Rayhon Beruniy... nomidagi... Davlat... mukofotining sovrindori, "EL-YURT HURMATI" ordeni, "O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan yoshlar murabbiysi", "Buyuk xizmatlari uchun" ordeni,

"Oliy ta'lim a'lochisi" ko'krak nishoni sohibi Ahmadali Asqarovich Asqarov 90 yoshga to'ldi.

Ahmadali Asqarov 1935-yil 25-sentyabrda Namangan viloyati Norin tumani Uchtepa qishlog'ida oddiy dehqon oilasida tavallud topgan. Namangan viloyati, Norin tumanidagi o'rta maktabni 1952-yili tamomlagach, Nizomiy nomidagi Toshkent davlat pedagogika institutining Tarix fakultetiga 1953-yilda o'qishga kirib, uni to'liq kursini imtiyozli diplom bilan 1957-yilda tamomlagan. Talabalik yillaridayoq o'zbek arxeologiyasining otasi, ustoz taniqli akademik olim Yahyo Gulomovning ilmiy ma'ruzalarini eshitib, arxeologiya faniga bo'lgan qiziqishi uyg'ondi va u kishi bilan bo'lgan muloqotlar yosh Ahmadali Asqarovning keyingi hayot yo'lini belgilab berdi.

Ahmadali Asqarov 1957-yili pedagogika institutida o'qishni tugatib, maktabda bir yil tarixdan o'qituvchilik qilgandan so'ng, ilmga bo'lgan chanqoqlik uni Respublika Fanlar akademiyasining tarix va arxeologiya institutiga yetakladi. Aspiranturani uzoq Neva sohili... Leningradda, hozirgi Sankt-Peterburg shahrida SSSR FA Arxeologiya institutining Leningrad bo'limida taniqli arxeolog olim M.P. Gryaznov rahbarligida muvaffaqiyatli yakunladi. 1963-yili 9-yanvarda "Zarafshon daryosi etaklari bronza davrida" mavzusida nomzodlik dissertatsiyasini muvaffaqiyatli himoya qilgach, O'zbekiston FA Tarix va Arxeologiya ilmiy-tadqiqot institutida dastlab kichik ilmiy xodim (1961-1963-yillar), so'ng katta ilmiy xodim (1963-1966-yillar), keyinroq arxeologiya yo'nalishi bo'yicha direktor o'rinbosari (1966-1970-yillar) lavozimlarida faoliyat olib borgan.

Yosh mutaxassis Ahmadali Asqarovning tashkilotchilik qobiliyati, arxeologiya faniga bo'lgan yuksak mehri va fidoiyligi, o'z shaxsi hamda atrofida qilargana nisbatan talabchanligi, hayotda va ilmiy faoliyatdagi qat'iy prinsipialligi, halolligi va pokligi o'sha davrdayoq O'zbekiston Fanlar akademiyasi rahbariyatining diqqat-e'tiborini o'ziga jalb etdi. Shu fazilatlar uni nafaqat yosh olim sifatida, balki kelajakdagi yirik tashkilotchi va ilmiy rahbar sifatida ham namoyon etar edi. Nihoyat, uning salohiyati va tashabbuskorligini inobatga olgan holda, 1970-yili Ahmadali Asqarov yangi tashkil etilgan O'zbekiston Fanlar akademiyasi Arxeologiya institutining ilk direktori etib tayinlandi.

Ahmadali Asqarov zimmasida O'zbekiston FA Arxeologiya ilmiy-tadqiqot institutining ilmiy va tashkiliy jihatdan uyushtirishdek og'ir va mas'uliyatli vazifa turardi. Samarqandda ochilgan Arxeologiya institutini shakllantirishda Ahmadali Asqarovning ilmiy tashkilotchilik xizmatini

alohida qayd etish zarur. Uning bevosita rahbarligida birdam, ahil arxeolog-olimlar jamoasi shakllandi, o'ziga xos "Samarqand arxeologiya ilmiy maktabi" tashkil topdi. Ahmadali Asqarov yangi tashkil etilgan Arxeologiya institutida ilmiy-tashkiliy vazifalarni bajarish bilan cheklanmadi, balki butun vujudi bilan ilm qilishga intildi, har yili bir necha oylab dala arxeologik qazishmalarida faol qatnashdi. Ana shunday mashaqqatli, tinimsiz mehnat evaziga 1976-yilda "Janubiy O'zbekistonda bronza asri" mavzusida doktorlik ishini yakunlab, 1977-yil 15-aprelda Moskvada SSSR FA Arxeologiya instituti qoshida tashkil etilgan ixtisoslashgan Ilmiy kengashda himoya qildi.

A. Asqarovning ilmiy-tashkilotchilik qobiliyati va arxeologiya fanida erishgan yutuqlari uni avval (1984-yil) O'z. FA muxbir a'zosi, keyin (1987-yil) esa akademiyaning haqiqiy a'ziligiga saylandi. Rahbarlik pog'onalariga ko'tarildi. Akademik A. Asqarov 1987-1992-yillarda O'zbekiston Fanlar Akademiyasining "Tarix, tilshunoslik va adabiyotshunoslik bo'limi"ning akademik-kotibi, Akademiya prezidiumi hay'ati a'zosi bo'lib ishladi. 1991-1995-yillarda O'zbekiston Fanlar Akademiyasi Tarix instituti direktori, 1994-1998-yillarda O'zbekiston Fanlar akademiyasi prezidiumi a'zosi, "Tarix, tilshunoslik va adabiyotshunoslik" bo'limining raisi vazifalarida ishladi.

Ahmadali Asqarov nafaqat tashkilotchi rahbar, balki haqiqiy fan zahmatkashlaridan biridir. U Buxoro, Qarshi-Surxon cho'llarida, Toshkent va Farg'ona vohalaridan tortib to uzoq Sibir kengliklarigacha bo'lgan hududlarda ko'plab arxeologik izlanishlar o'tkazgan fidoyi tadqiqotchi hamdir. Shu davr mobaynida olim Boyko'l (Baykal), Krasnoyarsk, Moxandaryo, Janubiy Turkmaniston arxeologik ekspeditsiyalari hamda ilmiy-tadqiqot ishlarida faol qatnashdi. Uning ko'p yillik ilmiy izlanishlari 30 dan ortiq monografik asarlar, 600 dan ortiq ilmiy, ilmiy-ommabop ishlarda o'z aksini topgan. Ularning 50 dan ortig'i xorijiy mamlakatlarda (ingliz, fransuz, nemis, yapon, fors, va xitoy, turk tillarida), 200 dan ortiq ishlar rus tilida chop etilgan. 2 ta darslik, 4 ta o'quv qo'llanmasi, 8 ta o'quv-uslubiy ishlar, 175 ta ilmiy-ommabop maqolalar o'zbek tilida chop etilgan.

A. Asqarov o'z ilmiy faoliyati davomida 60 dan ortiq kitobga, jumladan Arxeologiya institutida chop etiladigan "O'zbekiston moddiy madaniyat tarixi" ilmiy to'plamining 14 ta jildiga bosh muharrirlik qilgan. "O'zbekiston arxeologiyasi" ilmiy jurnalining tahrir hay'at a'zosi, 50 dan ortiq xalqaro simpozium va konferensiyalarda arxeologiyaning dolzarb mavzulari bo'yicha chiqishlar qilgan. Birlashgan Millatlar Tashkilotining YUNESKO bo'limi tomonidan nashr etilayotgan olti jildlik "Markaziy Osiyo sivilizatsiyasi tarixi" mualliflaridan biridir. 1989-1991-yillari YUNESKO tomonidan uyushtirilgan xalqaro ekspeditsiyalar ishida faol qatnashgan. 1991-yili esa "Buyuk Ipak yo'li — muloqotlar yo'li" xalqaro ekspeditsiyasiga pokistonlik taniqli arxeolog olim, professor Ahmad Daniy bilan birgalikda ilmiy rahbar sifatida xizmat qildi. 1986-yilda u Germaniya arxeologiya institutining xorijiy muxbir a'zosi etib saylangan.

A. Asqarov keyingi yillarda Nizomiy nomidagi O'zbekiston milliy pedagogika universiteti professori, ikki muddat "Vatan tarixi" kafedrasining mudiri bo'lib ishladi. Yillar davomida tarix fakulteti talabalari va magistrlar uchun "O'zbek xalqining etnogenezi va etnik tarixi", "O'zbekiston... arxeologiyasining... dolzarb... muammolari", "Arxeologiya... dala... amaliyoti, laboratoriya tadqiqoti va arxeologik materiallarni ilmiy tahlil etish metodikasi", "O'zbekiston etnogeografiyasi" bo'yicha maxsus kursdan leksiya va seminar mashg'ulotlari olib boradi.

Ahmadali Asqarov xalqlar o'rtasidagi do'stlik, qardoshlik va madaniy aloqalarning rivojlanishiga ham ulkan hissa qo'shib kelmoqda. Jumladan, 1991-yil bahor oyida Alma-Ata shahrida bo'lib o'tgan YUNESKOning seminar kengashida amerikalik professor Richard Fray bilan birgalikda Markaziy Osiyo tadqiqotlari institutini tuzish g'oyasini ko'tarib chiqdi. Bu markaz Qozog'iston, Qirg'iziston, Tojikiston, Turkmaniston, O'zbekiston kabi mustaqil yosh davlatlarni jahon sivilizatsiyasidagi tarixiy o'rnini o'rganishda hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi. Bu taklifga Ahmadali Asqarov Alma-Ata, Parij, Tehron, Samarqand shaharlarida bo'lib o'tgan YUNESKO yig'inlarida xalqaro ilmiy jamoatchilik e'tiborini qaratdi, bu g'oyani

himoya qilib chiqdi. Nihoyat, 1995-yil 5-iyulda Samarqandda 12 davlat vakillari ishtirokida boʻlib oʻtgan xalqaro konferensiyada “Markaziy Osiyo tadqiqotlari xalqaro instituti” ochilishi haqida bitim imzolandi. 1995-yil 26-avgustda esa ushbu xalqaro Institutni YUNESKO ni bosh rahbari prof. Federiko Mayor ishtirokida rasman ochilish tantanasi boʻldi. Xuddi shu yilda (1995-yil) A. Asqarov “Oʻzbekistonda xizmat koʻrsatgan fan arbobi” unvoniga sazovor boʻldi.

Ahmadali Asqarovning ilm-fan sohasidagi salohiyati dunyoning koʻpgina olimlari, ilmiy muassasalari va xalqaro tashkilot YUNESKO tomonidan eʼtirof etilgan. Ilmiy xulosalarga asoslangan maʼruzalari koʻp marotaba jahon olimlarining nufuzli minbarlaridan yangragan, tadqiqot ishlarining natijalari koʻpgina xorijiy nufuzli jurnallarda, ilmiy toʻplamlarda nashr etilib, keng jamoatchilik eʼtiboriga tushgan. Akademik Ahmadali Asqarov zabardast olim sifatida hayotda oʻz oʻrnini topgan insondir.

Ahmadali Asqarov nomi jahonda taniqli arxeolog-tadqiqotchi sifatida prof. Kler Smit tashkil etgan 11 jildlik Encyclopedia of Global Archaeology (Jahon arxeologik ensiklopediya) sigʻa kiritilgan va ushbu ensiklopediyada u haqda 2014-yili maqola bosilgan. Bunday nufuzli ensiklopediyaga oʻzbek arxeologlari vakilining birinchi bor kiritilishi mustaqil Oʻzbekiston arxeologiya faniga berilgan yuksak bahodir, deb hisoblaymiz. 2024-yilda “Oʻzbekistonning taniqli olimlari” ensiklopediyasiga kiritilgan. 2025-yilda Oʻzbekiston Shanxay hamkorlik tashkilotining “XALQ DIPLOMATI” faxriy unvoni bilan taqdirlangan.

BOQIJON HOSHIMOVICH MATBABAYEV 70. YOSHDA



Oʻrta Osiyo arxeologiyasi va qadimgi tarixi sohasida taniqli oʻzbek olimlaridan biri, tarix fanlari doktori, professor Boqijon Hoshimovich Matbabayev...1955-yil...25-avgustda...Andijon viloyati Izboskan tumani Toʻrtkoʻl qishlogʻida dehqon...oilasida...tugʻilgan...U...1973-1977-yillarda Andijon davlat universitetining tarix fakulʼtetida tahsil olgan.

1977-yildan...boshlab...Oʻzbekiston...Fanlar akademiyasi...Arxeologiya institutida...faoliyat boshlagan...va...orzusidagi kasb...arxeologiya sirlarini...oʻrgana...boshlagan...1979-yildan...u Leningrad (hozirgi Sankt-Peterburg) shahridagi Rossiya FA Moddiy madaniyat tarixi institutida aspiranturada...oʻqib,...tarix...fanlari...doktori, professor...Y.A...Zadneprovskiy...rahbarligida ilmiy izlanishlar olib bordi. 1985-yilda Sankt-Peterburgda "Fargʻonaning bronza davri Chust madaniyati...mahalliy...variantlari"...mavzusida nomzodlik...dissertatsiyasini...muvaffaqiyatli

himoya qildi. Bu tadqiqot Fargʻonashunoslikda ilk marotaba Chust madaniyatining mahalliy turlarini ajratib koʻrsatdi va vodiyning qadimgi tarixi haqida yangi nazariyalarni ilgari surdi. Keyinchalik, 2009-yilda Oʻzbekiston FA Arxeologiya institutida "Fargʻonaning ilk oʻrta asrlar madaniyati V-VIII asrlar arxeologik manbalarining tarixiy tahlili asosida)" mavzusida doktorlik dissertatsiyasini muvaffaqiyatli himoya qildi.

B.H. Matbabayevning ilmiy faoliyati asosan Fargʻona vodiysi va Oʻrta Osiyoning bronza, ilk temir, antik va ilk oʻrta asr davrlari madaniyatlarini oʻrganishga bagʻishlangan. U mazkur tadqiqotda qadimgi dehqonchilik madaniyati, ilk shaharlar va davlatchilik muammolarini tadqiq etdi. Shuningdek, Sharq va Gʻarb sivilizatsiyalarini bogʻlab turgan xalqaro savdo yoʻllari, ayniqsa Fargʻona orqali oʻtgan karvon yoʻllari masalasida muhim xulosalarga erishdi. Arxeologik maʼlumotlarga tayanib, u qadimgi manbalarda tilga olingan bir qator Fargʻona shaharlarining joylashuvini va mahalliy xalqaro karvon yoʻllarining yoʻnalishini tadqiq qildi. Olim 2008-yildan boshlab olim Xitoy Ipak milliy muzeyi bilan faol hamkorlik qilib kelmoqda. Ushbu hamkorlik doirasida ingliz, xitoy va rus tillarida qoʻshma monografiya nashr etilgan (Shanxay, 2010). U Rossiya (Sankt-Peterburg, 1996, 2010), Germaniya (Berlin, 1996, 1998), Fransiya (Parij, 1996, 2003), Xitoy (Sian, 2011; Pekin, 2013, 2015) kabi mamlakatlarda maʼruzalar qilgan. 2016-yili Shanxay butun dunyo arxeologiya forumi muxbir aʼzosi. Pedagogik sohada ham professor B. Matbabayev katta tajribaga ega. U Samarqand davlat universiteti va Andijon davlat universitetida maʼruza darslari oʻqib, talaba va doktorantlarga ilmiy rahbarlik qilib kelmoqda. U 2024-yildan

buyon.07.00.06. — arxeologiya ixtisosligi bo'yicha Samarqand arxeologiya instituti huzuridagi tarix fanlari doktori (DSc) ilmiy darajasini beruvchi Ilmiy seminar raisi sifatida faoliyat olib bormoqda. Hozirgi kunda B.H. Matbabayev "Bronza va antik davrlarda Markaziy Osiyo va Xitoy o'zaro madaniy-iqtisodiy aloqalari" mavzusida tadqiqot olib bormoqda. Shu bilan birga, 2012-yildan buyon O'zbek–Xitoy va O'zbek–Yapon xalqaro qo'shma ekspeditsiyalari bilan hamkorlikda Mingtepa, Dalvarzin yodgorliklarida arxeologik tadqiqotlari olib borilmoqda. Olim "O'zbekiston moddiy madaniyati tarixi", "O'zbekistonda arxeologik tadqiqotlar", "Al-Buxoriy saboqlari", "Bobur va dunyo" jurnallari tahrir hay'ati a'zosi; 2011-2018-yillarda O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi qoshidagi Oliy Attestatsiya Komissiyasi (OAK) Ekspert kengashi a'zosi bo'lgan. Uning sermahsul ilmiy faoliyati e'tirof etilib, 2013-yilda "Shuhrat" medali, 2016-yilda esa "O'zbekiston Respublikasi mustaqilligining 25 yillik esdalik nishoni" bilan taqdirlangan. Shuningdek olim I. Xiroyama (1995-y.) va Z.M. Bobur (2004-y.) nomidagi Xalqaro fondlari mukofoti laureati bo'lgan.

B.H. Matbabayev 300 dan ortiq ilmiy va ilmiy-ommabop maqolalar hamda 16 dan ziyod monografiya muallifi. Ulardan 30 ga yaqin maqolasi va ikki monografiyasi xorijda. — Berlin, (1998); Shanxay, (2010) kabi nufuzli markazlarda nashr etilgan.

Farg'onashunos olim, tarix fanlari doktori, professor. Boqijon Hoshimovich Matbabayev o'zining sermahsul ilmiy ijodi, iqtidorli shogirdlar tayyorlash yo'lidagi xizmatlari, jamoatchilik ishlaridagi tashabbuskorligi hamda insoniy fazilatlar bilan keng jamoatchilikning yuksak e'tirofiga sazovor bo'lmoqda. Olimning ilmiy izlanishlari Farg'ona vodiysi madaniy merosini chuqur va har tomonlama o'rganishga yo'naltirilgan bo'lib, ular nafaqat mahalliy, balki jahon ilm-fani taraqqiyotida ham muhim ahamiyat kasb etmoqda. Shu bilan birga, Boqijon Hoshimovichning xalqaro hamkorlik sohasidagi sayi harakatlari O'zbekiston arxeologiyasi va tarixshunosligining nufuzini yanada oshirishga xizmat qilmoqda.

АО – Археологические открытия
 АКД – Автореферат кандидатской диссертации.
 АП – Археология Приаралья.
 АРТ – Археологические работы в Таджикистане
 АСГЭ – Археологический сборник Государственного Эрмитажа.
 БКИЧП – Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода
 ВДИ – Вестник древней истории.
 ВККО АН РУз – Вестник Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан.
 ВККФ АН – Вестник Каракалпакского филиала АН УзССР
 ГАИМК – Государственная Академия истории материальной культуры
 ГМВ – Государственный музей Востока
 ЗВОРАО – Записки Восточного отдела Русского археологического общества.
 ЗКВ – Записки коллегии востоковедов.
 ИИАЭ – Институт истории, археологии и этнографии
 ИМКУ – История материальной культуры Узбекистана.
 ИНКВА – Международный союз по изучению четвертичного периода
 ККО АН РУз – Каракалпакское отделение Академии Наук Республики Узбекистан
 КСИА – Краткие сообщения Института археологии АН СССР.
 КСИИМК – Краткие сообщения о докладах и полевых исследованиях Института истории материальной культуры АН СССР .
 МАИКЦА – Информационный бюллетень Международной ассоциации по изучению культур Центральной Азии
 МБАЭ – Материалы Бухарской археологической экспедиции
 МИА – Материалы и исследования по археологии СССР
 МИТТ – Материалы по истории туркмен и Туркмении
 МОН РК – Министерство образования и науки Республики Казахстан
 МПАЭ – Материалы Пенджикенской археологической экспедиции
 НАВ – Нижневолжский археологический вестник
 МХЭ – Материалы Хорезмской экспедиции.
 НАН РК – Национальная Академия наук Республики Казахстан
 НГПИ – Нукусский государственный педагогический институт им. Ажинияза.
 НЭ – Нумизматика и эпиграфика.
 ОНУ – Общественные науки Узбекистана.
 РА – Российская археология
 СА – Советская археология.
 САГУ – Среднеазиатский государственный университет.
 САИ – Свод археологических источников
 СМИЗО – Сборник материалов, относящихся к истории Золотой Орды.
 СЭ – Советская этнография.
 ТД – Тезисы докладов.
 ТИИАЭ АН КазССР – Труды Института истории, археологии и этнографии АН КазССР
 ТКАЭЭ – Труды Киргизской археолого-этнографической экспедиции.
 ТОВЭ – Труды Отдела Востока Государственного Эрмитажа.
 ТХАЭЭ – Труды Хорезмской археолого-этнографической экспедиции.
 ЭВ – Эпиграфика Востока
 ЮТАКЭ – Труды Южно-Туркменистанской археологической комплексной экспедиции

O‘ZBEKISTON ARXEOLIGIYASI

Kompyuter sahifalash va dizayni P. Reyimbetov.

Matnlarni rus. tiliga tarjima qilish va tahrirlash L. X. Abdullayeva.

Matnlarni ingliz tiliga tarjima qilish va tahrirlash A. Begmatov.

Компьютерная вёрстка и дизайн П. Реимбетов

Перевод и редактирование текстов на русский язык Л. X. Абдуллаева

Перевод и редактирование текстов на английский язык А. Бегматов

Computer layout and design P. Reyimbetov.

Translation and editing of texts into Russian L. Kh. Abdullaeva

Translation and editing of texts into English A. Begmatov.

Tahririyat manzili:

140151, Samarqand shahri, V. Abdullayev ko‘chasi, 3. Telefon: (988 66) 232–27–74

O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi huzuridagi Axborot

va ommaviy kommunikatsiyalar agentligida 2022-yil 6-dekabrda

052038 – son guvohnoma bilan ro‘yxatga olingan.

Terishga berildi 15.05.2024-y. Bosishga ruxsat etildi 15.08.2025-y.

Bichimi 60x84 1/8. Shartli bosma tabog‘i 15,75. Adadi 100 nusxa. Buyurtma _____

“Sardor poligraf” OK bosmaxonasida chop etildi.

Manzil: Samarqand viloyati, Samarqand tumani, Xishrav MFY.