



<https://doi.org/10.70728/a.series.tab.v08.i08.077>

BEKOBOD METALLURGIYA KOMBINATI ATROFIDAGI TUPROQLARNING OG‘IR METALLAR BILAN IFLOSLANISHI

Jobborov Baxrom Turg‘unovich

*Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti Biologiya va ekologiya
fakulteti Ekologiya kafedrasi professori,*

Email: baxrom.jobborov@mail.ru

Nosirov Sherzod Nuritdinovich

Xurramov Nodir Norboy o‘g‘li

*Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti Biologiya va ekologiya
fakulteti Ekologiya kafedrasi mustaqil izlanuvchilari.*

Gmail: sherzodnosirov5959@gmail.com

ekologiyannuu.uz@gmail.com

Akmal Akramov

Guliston davlat universiteti

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada Bekobod metallurgiya kombinati (O‘zbekiston metallurgiya kombinati AJ) ta’sir zonasidagi tuproqlarning og‘ir metallar hamda texnogen elementlar bilan ifloslanish darajasi va geoekologik holati tadqiq etildi. Kombinat atrofidan olingan tuproq namunalari temir (32 521.0 g/t), marganets (728.0 g/t), rux (169.0 g/t), xrom (55.9 g/t), nikel (48.4 g/t), mis (41.1 g/t) va qo‘rg‘oshin (37.7 g/t) kabi og‘ir metallarning to‘planish darajasi hamda ularning ekologik xavflilik koeffitsiyentlari hisoblab chiqildi. Tahlil natijalari kombinat tutun-gaz va shlak chiqindilari ta’sirida tuproqda Rux ($K_c=2.60$), Qo‘rg‘oshin ($K_c=2.51$), Mis ($K_c=2.05$) va Vulfram ($K_c=14.6$) bo‘yicha kuchli texnogen anomalialar shakllanganini ko‘rsatdi. Maqolada ifloslangan tuproqlarni biologik va organo-mineral fitoremediatsiya usullari orqali qayta tiklash bo‘yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi.

Kalit so‘zlar: *Bekobod metallurgiya kombinati, tuproq ifloslanishi, og‘ir metallar, to‘planish koeffitsiyenti (K_c), rux, qo‘rg‘oshin, fitoremediatsiya, texnogen anomaliya.*

Аннотация. В данной научной статье исследованы геоэкологическое состояние и степень загрязнения тяжелыми металлами и техногенными элементами почв в зоне влияния Бекабадского металлургического комбината (АО «Узбекский металлургический комбинат»). В образцах почв, отобранных вблизи комбината, рассчитаны уровни накопления таких тяжелых металлов, как железо (32 521,0 г/т), марганец (728,0 г/т), цинк (169,0 г/т), хром (55,9 г/т), никель (48,4 г/т), медь (41,1 г/т) и

свинец (37,7 г/т), а также коэффициенты их экологической опасности. Результаты анализа показали, что под воздействием дымовых газов и шлаковых отходов комбината в почве сформировались сильные техногенные аномалии по цинку ($K_c=2,60$), свинцу ($K_c=2,51$), меди ($K_c=2,05$) и вольфраму ($K_c=14,6$). В статье разработаны научно-практические рекомендации по восстановлению загрязненных почв методами биологической и органо-минеральной фиторемедиации.

Ключевые слова: Бекабадский металлургический комбинат, загрязнение почвы, тяжелые металлы, коэффициент концентрации (K_c), цинк, свинец, фиторемедиация, техногенная аномалия.

Kirish. Qora metallurgiya sanoati O‘zbekiston iqtisodiyotining tayanch tarmoqlaridan biri bo‘lishi bilan birga, atrof-muhit ekotizimlariga, xususan tuproq qatlamiga sezilarli darajada antropogen va texnogen bosim o‘tkazuvchi asosiy manbalardan biri hisoblanadi. Metallurgiya korxonalarida po‘lat va cho‘yan eritish, metallni qayta ishlash hamda prokat ishlab chiqarish jarayonlarida atmosferaga har yili minglab tonna aerazol changlar, tutungazlar hamda og‘ir metall birikmalari tarqaladi. Ushbu chang-gaz emissiyalari shamol va yog‘ingarchiliklar ta’sirida kombinatga tutash hududlar tuproq qatlamiga o‘tirib, u yerda uzoq yillar davomida to‘planib boradi.

Bekobod shahri hududida joylashgan Bekobod metallurgiya kombinati (O‘zbekiston metallurgiya kombinati AJ) respublikamizdagi eng yirik qora metallurgiya sanoat korxonasidir. Uzoq yillar davomida uzluksiz ishlayotgan pechlar, elektroliz va metall eritish sexlarining aerazolari hamda shlak poligonlaridan shamol orqali ko‘tariladigan changlar kombinat atrofidagi serozem (bo‘z) tuproqlarning kimyoviy tarkibini jiddiy o‘zgarishlarga olib keldi. Tuproqdagi og‘ir metallarning to‘planishi tuproq mikrobiotasini izdan chiqaradi, unumdorlikni pasaytiradi hamda qishloq xo‘jaligi mahsulotlari va sizot suvlari orqali inson salomatligiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri xavf tug‘diradi.

Shu sababli, Bekobod metallurgiya kombinati atrofidagi tuproqlarning og‘ir metallar bilan ifloslanish darajasini har taraflama ilmiy tahlil qilish hamda tuproq unumdorligini qayta tiklash choralarini ko‘rish o‘ta dolzarb geoeologik vazifadir.

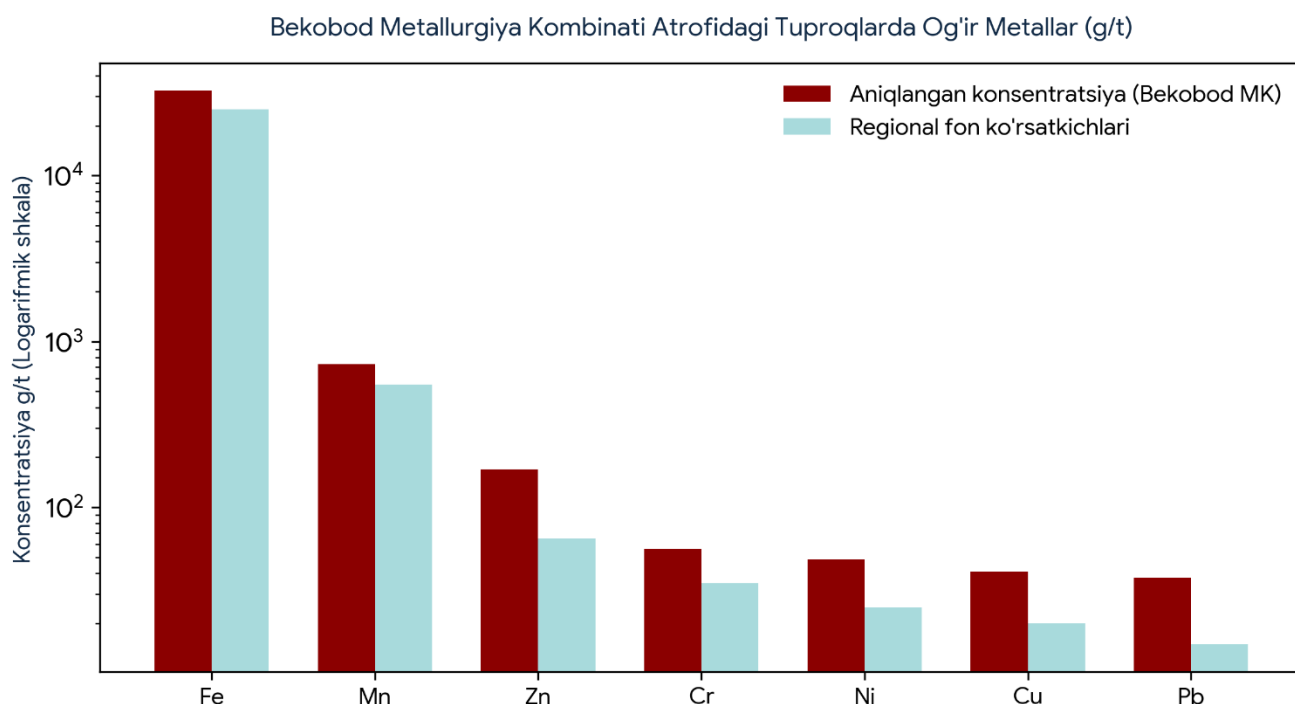
Tadqiqot obyekti va usullari. Tadqiqot obyekti sifatida Bekobod metallurgiya kombinati ishlab chiqarish maydonchalariga tutash 0.5–3.0 km radiusdagi ustki unumdor tuproq qatlamidan olingan tuproq namunalari xizmat qildi. Tuproq namunalari GOST 17.4.4.02-84 va ISO 10381-2 xalqaro standartlari talablariga muvofiq, 0–20 cm chuqurlikdan konvert usulida tanlab olindi.

Namunalarni kimyoviy tahlilga tayyorlash va parchalash ishlari mikrotolqinli avtoklav tizimida $HNO_3 + HCl + HF$ kislotalar aralashmasida amalga oshirildi. Elementlar konsentratsiyasi sertifikatlangan markaziy laboratoriyada analitik kimyoviy va spektrometrik usullarda aniqlandi. Ushbu usul kimyoviy elementlarni g/t (gramm/tonna yoki mg/kg) aniqlikda o‘lchash imkonini berdi. Natijalarning ishonchliligi xalqaro standart namunalari orqali tekshirildi.

Tadqiqot natijalari va ularning muhokamasi. Laboratoriya tahlillari natijasida Bekobod metallurgiya kombinati atrofidagi tuproqlarda barcha asosiy og‘ir va o‘tuvchi metallarning, shuningdek texnogen elementlarning miqdori aniqlandi.

1-jadval. Bekobod metallurgiya kombinati atrofidagi tuproqlarda og‘ir va o‘tuvchi metallar konsentratsiyasi

Kimyoviy Element	Belgisi	Aniqlangan miqdor (g/t)	Regional fon qiymati (g/t)	Analitik diapazon (g/t)
Temir	Fe	32 521.0	25 000.0	60 - 300 000
Marganets	Mn	728.0	550.0	20 - 100 000
Rux	Zn	169.0	65.0	1.0 - 4000
Xrom	Cr	55.9	35.0	1.0 - 4000
Nikel	Ni	48.4	25.0	1.0 - 4000
Mis	Cu	41.1	20.0	1.0 - 4000
Qo‘rg‘oshin	Pb	37.7	15.0	0.1 - 4000
Kobalt	Co	12.9	10.0	0.10 - 4000
Vulfram	W	22.0	1.5	0.04 - 4000



1-rasm. Bekobod metallurgiya kombinati atrofidagi tuproqlarda og‘ir metallar miqdorining regional fon bilan solishtirma grafik ko‘rsatkichi (g/t)

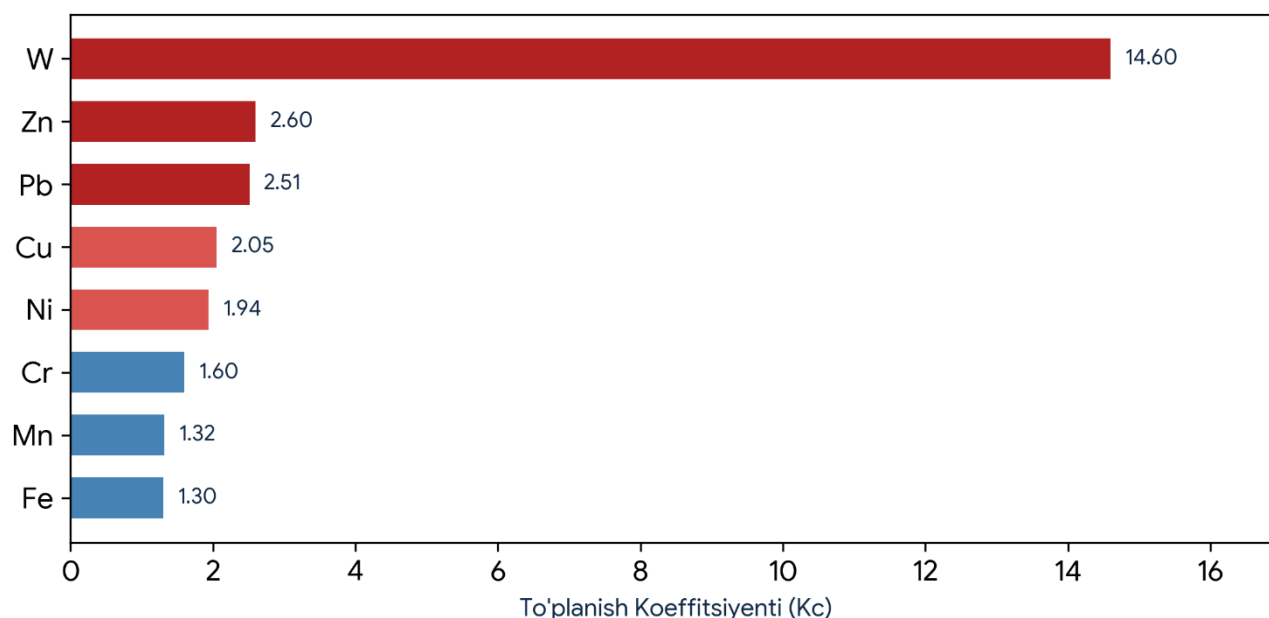
Og‘ir metallarning to‘planish koeffitsiyenti (K_c) va ekologik baholash. Tuproqning ifloslanish darajasini va texnogen anomaliyalarni aniqlash uchun to‘planish koeffitsiyenti (K_c) hisoblandi. Ushbu koeffitsiyent tuproqdagi metall konsentratsiyasining

_____ **Qo‘qon DPI. Ilmiy xabarlar 2026-yil 8-son** _____ **A seriya**
 (C_i) tabiatdagi regional fon ko‘rsatkichiga (C_{fon}) nisbati bo‘lib, quyidagi formula orqali topiladi: $K_c = C_i / C_{\{fon\}}$.

2-jadval. Bekobod metallurgiya kombinati atrofidagi tuproqlarning og‘ir metallar bo‘yicha to‘planish koeffitsiyenti (K_c) va ifloslanish darajasi

Metall nomi	Aniqlangan konsentratsiya (g/t)	To‘planish koeffitsiyenti (K _c)	Ifloslanish va akkumulyatsiya darajasi
Vulfram (W)	22.0	14.67	O‘ta yuqori (Texnogen anomaliya)
Rux (Zn)	169.0	2.60	Kuchli ifloslanish darajasi
Qo‘rg‘oshin (Pb)	37.7	2.51	Kuchli ifloslanish darajasi
Mis (Cu)	41.1	2.05	Yuqori ifloslanish darajasi
Nikel (Ni)	48.4	1.94	O‘rtacha ifloslanish darajasi
Xrom (Cr)	55.9	1.60	O‘rtacha ifloslanish darajasi
Marganets (Mn)	728.0	1.32	Mo‘tadil to‘planish
Temir (Fe)	32 521.0	1.30	Mo‘tadil to‘planish

Metallarning Tuproqda To‘planish Koeffitsiyenti ($K_c = C_i / C_{fon}$)



2-rasm. Bekobod metallurgiya kombinati atrofidagi tuproqlarda og‘ir metallarning to‘planish koeffitsiyenti (K_c) iyerarxiyasi

Natijalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, Bekobod metallurgiya kombinati ta‘sir zonasida eng xavfli va intensiv to‘plangan metallar Rux (Zn, $K_c=2.60$), Qo‘rg‘oshin (Pb, $K_c=2.51$) va Mis (Cu, $K_c=2.05$) hisoblanadi. Shuningdek, legirlangan po‘lat va asbob-sozlik

xomashyosi qoldiqlari hisobiga Vulfram (W) bo‘yicha $K_c=14.67$ ga teng o‘ta yuqori texnogen anomaliya aniqlandi. Temir (Fe, 32 521.0 g/t) va Marganets (Mn, 728.0 g/t) metallurgiya shlaklari va aerzollari tarkibida ustunlik qilsada, ularning karkas foni yuqori bo‘lgani sababli K_c koeffitsiyenti 1.30–1.32 oralig‘ida saqlanmoqda.

Ifloslangan tuproqlarni fitoremediatsiya qilish va rekultivatsiya vazifalari. Bekobod metallurgiya kombinati atrofida rux, qo‘rg‘oshin va mis kabi toksik og‘ir metallarning to‘planishi tuproqning biologik faolligini susaytiradi. Ushbu hududlarni rekultivatsiya qilish uchun biologik usul – fitoremediatsiya va organo-mineral sorbentlardan (zeolit, biochar) foydalanish eng samarali yechimdir.

3-jadval. Bekobod metallurgiya kombinati atrofidagi og‘ir metallar bilan ifloslangan tuproqlarni tozalash uchun tavsiya etiladigan fitomeliorant o‘simliklar

O‘simlik turi	Maqsadli Og‘ir Metallar	Remediatsiya Mexanizmi	Amaliy Samaradorlik
Brassica juncea (Sarepta xanchali)	Rux (Zn), Qo‘rg‘oshin (Pb), Mis (Cu)	Fitoekstraksiya (Ildiz orqali so‘rib bio-massaga o‘tkazish)	Bir mavsumda tuproqdagi aktiv metallarning 20-25% ini o‘zlashtiradi
Populus alba (Oq terak)	Rux (Zn), Xrom (Cr), Nikel (Ni)	Fitostabilizatsiya va changni tutib qolish	Kombinat atrofida 1-2 km ihota yaşıl zonasini barpo etadi
Salix alba (Oq tol)	Qo‘rg‘oshin (Pb), Marganets (Mn)	Fitoekstraksiya va bug‘lantirish	Sizot suvlariga metallar o‘tishining oldini oladi
Helianthus annuus (Oftobparast)	Temir (Fe), Rux (Zn), Qo‘rg‘oshin (Pb)	Fitoekstraksiya	Tez o‘sovchi biomassa va biologik sorbent

XULOSA VA TAVSIYALAR

1. Bekobod metallurgiya kombinati ta’sir zonasidagi tuproqlarning ko‘p elementli tarkibi va og‘ir metallar bilan ifloslanish darajasi har taraflama tahlil qilindi.

2. Kombinat aerzol va shlak emissiyalari natijasida tuproq qatlamida Rux (169.0 g/t, $K_c=2.60$), Qo‘rg‘oshin (37.7 g/t, $K_c=2.51$), Mis (41.1 g/t, $K_c=2.05$) va Vulfram (22.0 g/t, $K_c=14.67$) kabi metallarning sezilarli texnogen akkumulyatsiyasi va ifloslanish anomaliyalari tasdiqlandi.

3. Temir (32 521.0 g/t) va Marganets (728.0 g/t) miqdorining yuqoriligi qora metallurgiya ishlab chiqarishining to‘g‘ridan-to‘g‘ri ta’sirini aks ettiradi va ushbu metallar tuproq karkasining asosiy mineral qismini tashkil etadi.

4. Bekobod metallurgiya kombinati atrofidagi tuproqlar ekologik holatini yaxshilash uchun Brassica juncea va Populus alba kabi giperakkumulyator o‘simliklar yordamida fitoremediatsiya maskanlarini tashkil etish hamda tuproqqa tabiiy zeolitlar kiritish tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasining Qonuni. Tabiatni muhofaza qilish to‘g‘risida. – Toshkent: O‘zbekiston, 1992.
2. Jabborov Z.A., Abduraxmonov N.E., Irisaliyev D.B. Tuproq ekologiyasi va uning ifloslanish monitoringi. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2018. – 184 b.
3. Tursunov X.T., Raximova T.U. Ekologik monitoring va tuproq muhofazasi. – Toshkent: Universitet, 2015. – 210 b.
4. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. 4th Edition. – Boca Raton: CRC Press, 2010. – 548 p.
5. Adriano D.C. Trace Elements in Terrestrial Environments: Biogeochemistry, Bioavailability, and Risks of Metals. – New York: Springer-Verlag, 2001. – 867 p.
6. Hashimov F.H., Tillabekov B.R. Sanoat korxonalari chiqindilarining tuproq va o‘simlik qatlamiga ta’siri // O‘zbekiston biologiya jurnali. – Toshkent, 2020. – №3. – B. 42–46.
7. Baker A.J.M., Brooks R.R. Terrestrial Higher Plants which Accumulate Metallic Elements – A Review of their Distribution, Ecology and Phytoremediation Potential // Biorecovery. – 1989. – Vol. 1. – P. 81–126.
8. Nazarov M.G., Saidova M.S. Metallurgiya sanoati zonasi tuproqlarida og‘ir metallarning tarqalish geokimyosi // O‘zbekiston Geologiya va Mineral Resurslar Jurnal. – Toshkent, 2021. – №4. – B. 55–60.
9. Alloway B.J. Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability. 3rd Edition. – London: Springer, 2013. – 614 p.
10. Ergashev A.E. Umumiy ekologiya. – Toshkent: O‘zbekiston, 2003. – 464 b.