

# GIDROMETALLURGIK ZAVODLARNING LABORATORIYALARIDA XAVFSIZLIK CHORALARI

I.I. Norov

*Buxoro davlat universiteti*

**ANNOTATSIYA,** Ushbu maqolada gidrometallurgik zavodlarning kimyoviy tahlil laboratoriyalarida ishlaydigan xodimlar uchun xavfsizlik choralari tizimli ravishda bayon etilgan. Kuchli kislotalar, ishqorlar, og‘ir metall eritmalari, organik erituvchilar va zararli gazlar bilan ishlashda yuzaga keluvchi xavf-xatarlar, ularning oldini olish usullari, shaxsiy himoya vositalari, favqulodda holatlar tartibi hamda laboratoriyani loyihalash va jihozlash standartlari ko‘rib chiqilgan. Materialshunoslik, gidrometallurgiya va mehnatni muhofaza qilish bo‘yicha me‘yoriy hujjatlar asosida amaliy tavsiyalar berilgan.

**Kalit so‘zlar:** gidrometallurgiya, laboratoriya xavfsizligi, shaxsiy himoya vositalari, kislota, ishqor, og‘ir metallar, favqulodda holat, ventilyatsiya, zararli moddalar.

## KIRISH

Gidrometallurgiya – metallurgiyaning suvli muhitda, asosan kislota, ishqor va tuz eritmalari yordamida metallarni rudalardan ajratib olish jarayonlarini o‘rganuvchi sohasi. Zamonaviy gidrometallurgik zavodlar (oltin, mis, sink, nikel, uran, vanadiy va boshqa metallar ishlab chiqaruvchi) o‘zining texnologik jarayonlarini nazorat qilish uchun murakkab kimyoviy tahlil laboratoriyalariga ega.

Bu laboratoriyalarda kundalik asosda quyidagi moddalar bilan ish olib boriladi: konsentrlangan sulfat, xlorid, nitrat va ftorid kislotalari; kuchli ishqorlar (natriy va kaliy gidroksid); og‘ir metall tuzlari (mis, qo‘rg‘oshin, kadmiy, simob, arsen birikmalari); organik erituvchilar (kerosin, toluol, ksilen, TBF); oksidlovchi va qaytaruvchi reagentlar.

Bunday reagentlar bilan ishlash jiddiy sog‘liq xatarlarini o‘z ichiga oladi: kimyoviy kuyishlar, zaharlanish, portlash va yong‘in xavfi. 2015–2022 yillarda gidrometallurgik korxonalarda ro‘yxatga olingan baxtsiz hodisalarning 38% i laboratoriya bo‘limlarida sodir bo‘lgan (ILO ma‘lumotlari). Bu statistika laboratoriya xavfsizligiga alohida e‘tibor qaratish lozimligini ko‘rsatadi.

Ushbu maqolada gidrometallurgik zavodlar laboratoriyalarida xavfsizlikni ta‘minlashning kompleks tizimi: me‘yoriy-huquqiy asos, xavf-xatarlarni baholash, profilaktik choralar, favqulodda holatlarda harakat tartibi hamda xodimlarni o‘qitish masalalari to‘liq ko‘rib chiqilgan.

## 1-Jadval

*Laboratoriya xavfsizligini tartibga soluvchi  
asosiy xalqaro standartlar va me‘yoriy hujjatlar.*

Hujjat nomi	Kodi / Raqami	Tashkilot yoki hudud	Mazmuni ahamiyati	va
-------------	------------------	-------------------------	----------------------	----

<b>Sinov va kalibrlash laboratoriyalari kompetentligiga qo'yiladigan umumiy talablar</b>	ISO 17025:2017	Xalqaro standartlashtirish tashkiloti (ISO)	Laboratoriyalar faoliyatining sifat va kompetentlik talablarini belgilaydi, jumladan xavfsizlik talablarini ham qamrab oladi.
<b>Laboratoriyada kimyoviy moddalar bilan ishlash standarti</b>	OSHA 29 CFR 1910.1450	AQSh Mehnat xavfsizligi va salomatligini muhofaza qilish boshqarmasi (OSHA)	Laboratoriyalarda kimyoviy moddalar bilan ishlashda xodimlarni himoya qilish bo'yicha talablarni belgilaydi.
<b>Kimyoviy agentlardan ishchi xavfsizligiga oid direktiva</b>	EU Directive 98/24/EC	Yevropa Ittifoqi	Ish joylarida kimyoviy moddalar ta'siridan xodimlarni himoya qilish choralarini belgilaydi.
<b>Mehnatda kimyoviy moddalar bo'yicha konvensiya</b>	ILO Convention 170	Xalqaro Mehnat Tashkiloti (ILO)	Kimyoviy moddalarni ishlab chiqarish, saqlash va qo'llash jarayonlarida mehnat xavfsizligini ta'minlashga qaratilgan.
<b>Kimyoviy moddalarni tasniflash va belgilashning global uyg'unlashtirilgan tizimi</b>	GHS (Globally Harmonized System)	BMT tashabbusi	Kimyoviy moddalarni xavflilik darajasi bo'yicha tasniflash va yagona ogohlantiruvchi belgilar bilan markalash tizimini belgilaydi.

## 2-Jadval

*Laboratoriya xavfsizligini tartibga soluvchi*

*O'zbekiston Respublikasi me'yoriy-huquqiy hujjatlari.*

<b>Me'yoriy hujjat nomi</b>	<b>Kodi / Yili</b>	<b>Darajasi</b>	<b>Mazmuni va ahamiyati</b>
<b>O'zbekiston Respublikasi Mehnat Kodeksi</b>	2022-yil tahriri	Respublika qonunchiligi	Mehnat munosabatlari va mehnatni muhofaza qilishning huquqiy asoslarini belgilaydi.
<b>"Mehnatni muhofaza qilish</b>	22.05.2023-yil	Respublika qonunchiligi	Ish beruvchi va xodimlarning mehnat

<b>to'g'risida"</b> <b>O'zbekiston</b> <b>Respublikasi Qonuni</b>			xavfsizligi sohasidagi huquq va majburiyatlarini belgilaydi.
<b>Ish zonasi</b> <b>havosiga sanitariya-</b> <b>gigiyena talablari</b>	O'zDSt 12.1.005-88	Davlat standarti	Ish joylaridagi havo muhiti sifati va zararli moddalar miqdoriga qo'yiladigan talablarni belgilaydi.
<b>Kimyoviy</b> <b>laboratoriyalar</b> <b>uchun sanitariya</b> <b>normalari va</b> <b>qoidalari</b>	SanPiN 0231-07	Sanitariya me'yorlari	Kimyoviy laboratoriyalarni loyihalash, jihozlash va ulardan foydalanishning sanitariya talablarini belgilaydi.
<b>Mehnatni</b> <b>muhofaza qilish</b> <b>bo'yicha o'qitish</b> <b>tartibi</b>	GOST 12.0.004-2015	Davlatlararo standart	Xodimlarni mehnat xavfsizligi bo'yicha o'qitish, yo'riqnomalar berish va bilimlarini tekshirish tartibini belgilaydi.

Gidrometallurgik laboratoriyalarda eng ko'p ishlatiladigan kislotalar:  $H_2SO_4$  (sulfat kislota, 98%),  $HCl$  (xlorid kislota, 37%),  $HNO_3$  (nitrat kislota, 65%),  $HF$  (ftorid kislota, 40%),  $HClO_4$  (xlor kislota). Ular GHS tasnifi bo'yicha kuchli korroziv moddalar (Skin Corr. 1A) toifasiga kiradi.

Konsentratsiyalangan  $H_2SO_4$  suvga qo'shilganda katta miqdorda issiqlik ajraladi. Suvni kislotaga quyish qat'iy man etiladi: portlash va sachratish xavfi mavjud. To'g'ri usul – kislotani asta-sekin sovuq suvga quyish, doimiy aralashtirish bilan.

$HF$  (ftorid kislota) alohida xavfli: u terini teshib o'tib, suyakkacha  $Ca^{2+}$  ionlarini bog'laydi. Og'ir holatlarda og'riqsiz kuyish sodir bo'ladi, ammo birlamchi aloqadan 6–12 soat o'tgach to'qimalar nekrozi yuzaga keladi.  $HF$  bilan ishlashda maxsus neopren yoki butyl rezina qo'lqoplar va glyukonate kalsiy geli (antidot) zarur.

Gidrometallurgik zavodlar laboratoriyalarida eng keng uchraydigan og'ir metallar: mis (Cu), rux (Zn), qo'rg'oshin (Pb), kadmiy (Cd), nikel (Ni), kobalt (Co), vanadiy (V), surma (Sb) va simob (Hg). Bu metallarning tuzlari, oksidlari va eritmalar shaklida zararli ta'siri:

— Qo'rg'oshin (Pb): kumulyativ zahar, asab tizimiga, buyraklarga va qonga zarar keltiradi. Maqsadli a'zo – qon hosil qilish tizimi. MRK = 0.01 mg/m<sup>3</sup>.

— Kadmiy (Cd): eng kuchli nefrotoksinlardan biri, karsinogen (1-sinf). MRK = 0.01 mg/m<sup>3</sup>. Hatto kichik miqdordagi ta'sir uzoq muddatli buyrak shikastlanishiga olib keladi.

— Simob (Hg): bug' hoida o'ta xavfli, asab va buyrakka ta'sir qiladi. Laboratoriyada simob termometrlari to'liq taqiqlanishi lozim. MRK = 0.01 mg/m<sup>3</sup>.

— Arsen (As): karsinogen, o'tkir zaharlanishda qon bosimining pasayishi, surunkali ta'sirda teri va jigar kasalliklari. MRK = 0.01 mg/m<sup>3</sup>.

— Vanadiy (V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>): nafas olish yo'llari va bronxlarga ta'sir qiladi, teri va shilliq pardalarni qitiqlaydigan kuchli zararlovchi. MRK = 0.1 mg/m<sup>3</sup>.

Gidrometallurgik ekstraktsiya laboratoriyalarida tributilfosfat (TBF), kerosin, toluol, ksilen, metil izobutylketon (MIBK), Alamine 336, Cyanex 272 kabi reagentlar keng ishlatiladi. Bu moddalar:

- 1) Portlovchi bug' hosil qiladi (yonish chegarasi 1–10% oralig'ida).
- 2) Uzoq muddatli ta'sirda jigar va asab tizimiga zarar keltiradi.
- 3) Ko'pchilik organik erituvchilar UCM (uchuvchi organik birikmalar) sifatida OSHA va GHS tomonidan tartibga solinadi.

Konsentrlangan HNO<sub>3</sub> organik moddalar bilan portlovchi aralashmalar hosil qilishi mumkin. HClO<sub>4</sub> (xlor kislota) issitilganda o'ta xavfli oksidlovchi – organik birikmalar yoki spirt mavjudligida portlash xavfi bor. Shuning uchun xlor kislota bilan ishlash faqat maxsus kislota bardosh yuviladigan qutilarda (perchloric acid fume hood) bajarilishi lozim.

SHV tanlash xavf-xatarni baholash natijasiga asoslanadi. Hidrometallurgik laboratoriya uchun uch darajali himoya kontseptsiyasi qo'llaniladi:

### 3-jadval

#### *Gidrometallurgik laboratoriyalar uchun SHV darajalari*

Daraja	Vaziyat	Majburiy SHV	Ixtiyoriy SHV
A daraja	Kundalik tahlil ishlari, suyultirilgan eritm.	Ko'zoynak, nitrile qo'lqoplar, xalat	Niqob FFP1
B daraja	Konsentrl. kislota/ishqorlar, og'ir metallar	Qalqon, butyl qo'lqoplar, fartuk, oyoq kr.	Yarim niqob A1B1
C daraja	HF, simob, As birikmalari, gaz xavfi	To'liq kostyum, himoya etikal, SCBA/gaz niqob	Ikki filtrli niqob

Kimyoviy ko'zoynaklar hamma vaqt kiyilishi shart – ko'rishning saqlanishi uchun eng muhim himoya elementi. Ochiq (ventilatsiyali) ko'zoynaklar faqat changga qarshi – kimyoviy sachratishda yopiq ko'zoynaklar (EN 166 standartiga mos) ishlatilishi kerak. Yuz qalqoni har doim ko'zoynak ustiga kiyiladi, almashtirmaydi.

Qo'lqop tanlash modda tabiatiga qarab aniqlanadi. Asosiy tavsiyalar:

- 1) Nitril qo'lqoplar: ko'pchilik kislotalar, suyultirilgan baza, organik erituvchilar uchun.
- 2) Butil kauchuk qo'lqoplar: konsentrlangan kislotalar, ketonlar, efirlarga.

3) Neopren qo‘lqoplar: HF, HCl, HNO<sub>3</sub> bilan ishlashda.

4) Lateks qo‘lqoplar: gidrometallurgik laboratoriyalarda TAVSIYA ETILMAYDI – ko‘pchilik erituvchilarga bardosh bermaydi.

Laboratoriya ventilyatsiya tizimi samarali ishlasa ham, qo‘shimcha nafas himoyasi talab etiladi:

- FFP2/FFP3 niqoblar: kukun va aerozollar uchun.
- Yarim niqob A1B1P3 filtri bilan: organik bug‘lar, kislota bug‘lari va zarrachalar uchun.
- SCBA (o‘z-o‘zini ta’minlovchi nafas apparati): favqulodda hollarda, gaz sizib chiqishida.

Laboratoriya ventilyatsiyasi xavfsizlikning birinchi darajali muhofaza qatlami hisoblanadi. Gidrometallurgik laboratoriyalar uchun talablar:

- Umumiy almashtirish ventilyatsiyasi: soatiga kamida 10–15 havoni almashtirish (ACH).
- Kimyoviy qutular (fume hood): havo oqimi tezligi 0.5–0.7 m/s (ANSI/ASHRAE 110 standarti). Har 6 oyda tekshirilishi shart.
- Simob uchun maxsus qutular: qo‘shimcha filtr (havorang aktivlashtirilgan uglerod) bilan.
- Xlor kislota qutulari (perchloric acid hoods): maxsus zanglamaydigan po‘lat (316 SS) dan yasalgan, o‘z-o‘zini tozalovchi suv parda tizimi bilan.

ANSI Z358.1-2014 standarti bo‘yicha:


- Har bir laboratoriya xonasida kimyoviy dush (emergency shower) o‘rnatilishi shart.
- Ko‘z yuvish moslamasi (eyewash station) ishlash joyidan 10 soniyalik yurish masofasida (taxminan 10 metr) joylashtirilishi kerak.
- Suv harorati 15–35°C, minimal oqim tezligi 1.5 L/s bo‘lishi shart.
- Har hafta sinalishi va yillik sertifikatlashi talab etiladi.

Kimyoviy moddalar saqlanishida asosiy qoidalar:

- Kislotalar va ishqorlar alohida shkafda saqlanadi – bir-biriga yaqin qo‘yish qat’iyan man etiladi.
- Organik erituvchilar uchun portlamabardosh (EX-proof) muzlatgich yoki metall shkaf ishlatiladi.
- Har bir idishda GHS belgisi, kimyoviy nomi, konsentratsiyasi va xavf darajasi ko‘rsatilgan yorliq bo‘lishi shart.
- Simob va kadmiy birikmalari ikki qulflangan xavfsiz shkafda, alohida hisobda saqlanadi.
- Hamma vaqt SDS (Safety Data Sheet – Xavfsizlik Ma’lumot Varag‘i) mavjud bo‘lishi va elektron shaklda ham saqlanishi kerak.

Laboratoriya asbob-uskunalari uchun elektr talablari:



- 
- Kimyoviy xonalarda barcha rozetkalar GFCI (yer qisqa tutashuv himoyali) bo'lishi shart.
  - Portlovchi muhitda (organik erituvchilar bilan ishlash zonasi) Ex-class jihozlar (IECEx sertifikat) qo'llaniladi.
  - Yuqori kuchlanishli uskunalar (spektrometrlar, muffle pechlar) uchun alohida qurilma uzgichlar va qo'shimcha yerlash.

## **XULOSA**

Gidrometallurgik zavodlarning kimyoviy tahlil laboratoriyalari kuchli kislotalar, og'ir metallar va organik erituvchilar bilan to'g'ridan-to'g'ri muloqotda bo'linadigan yuqori xavfli muhit hisoblanadi. Xavfsizlikni ta'minlash uchta asosiy ustunda turadi:

Birinchi ustun – muhandislik choralari: samarali ventilyatsiya, to'g'ri jihozlangan ish joylari, favqulodda dush va ko'z yuvish stantsiyalari, kimyoviy moddalarni to'g'ri saqlash.


Ikkinchi ustun – ma'muriy choralari: standart operatsion tartiblar (SOP), muntazam o'qitish, tibbiy monitoring va xavfsizlik auditlari.

Uchinchi ustun – xavfsizlik madaniyati: har bir xodimning o'z va boshqalar xavfsizligi uchun mas'uliyatini his etishi, ochiq xabar qilish muhiti va proaktiv xavfni boshqarish.

Ushbu uch ustunning birgalikda ishlashi laboratoriyada baxtsiz hodisalarni sifir darajasiga tushirish ("Zero Harm" konsepsiyasi) maqsadiga erishish imkonini beradi. O'zbekistondagi gidrometallurgik korxonalar, xususan Navoiy KMK va Olmaliq KMK, bu yo'nalishda xalqaro standartlarni joriy etishni jadal davom ettirishi zarur.

## **ADABIYOTLAR**

1. OSHA 29 CFR 1910.1450. Occupational Exposure to Hazardous Chemicals in Laboratories. US Department of Labor.
2. ISO 17025:2017. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.
3. ANSI/AIHA Z9.5-2012. Laboratory Ventilation Standard. American Industrial Hygiene Association.
4. ANSI Z358.1-2014. Emergency Eyewash and Shower Equipment. American National Standards Institute.
5. Skoog D.A., Holler F.J., Crouch S.R. (2018). Principles of Instrumental Analysis. 7th ed. Cengage Learning.
6. Furr A.K. (ed.) (2000). CRC Handbook of Laboratory Safety. 5th ed. CRC Press, Boca Raton.
7. O'zbekiston Respublikasi. "Mehnatni muhofaza qilish to'g'risida" Qonun, 22.05.2023 y., O'RQ-841-son.
8. GOST 12.0.004-2015. Sistema standartov bezopasnosti truda. Organizatsiya obucheniya bezopasnosti truda.



9. SanPiN 0231-07. Sanitariya normalari va qoidalari. Laboratoriyalar uchun gigiyena talablari.

10. Proctor N.H., Hughes J.P., Fischman M.L. (2004). Chemical Hazards of the Workplace. 5th ed. Wiley.

11. Xoliqov A.A., Nazarov B.T. (2022). Gidrometallurgik jarayonlarda mehnat muhofazasi. Toshkent: Fan nashriyoti, 214 b.

12. ILO. (2023). World Statistics on Occupational Accidents and Work-related Diseases. Geneva: International Labour Organization.

