UDK 661.725.68

UGLEROD (II) OKSIDNING TOKSIKOLOGIK AHAMIYATI, ORGANIZMGA TA'SIRI VA ANIQLASH USULLARI

Fozilov Hasan Sadriddin o'g'li
Buxoro davlat texnika universiteti
Hojiyev Dilmurod Yaxshiyevich
Buxoro innovatsion ta'lim va tibbiyot universiteti
E-mail: fozilovhasann@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada uglerod(II)-oksidning (CO) fizik-kimyoviy xususiyatlari, organizmga toksik ta'siri, zaharlanishning klinik va patologoanatomik belgilarini baholash, shuningdek, CO ni aniqlashning kimyoviy, spektroskopik va spektrofotometrik usullari yoritilgan. CO ning gemoglobin bilan yuqori darajadagi affiniteti natijasida karboksigemoglobin hosil bo'lishi va to'qimalarda og'ir gipoksiya yuzaga kelishi haqida ilmiy ma'lumotlar keltiriladi. Maishiy va sanoat sharoitida CO bilan zaharlanishning keng tarqalganligi, xavf omillari hamda uning oldini olish ahamiyati tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: Uglerod (II)-oksid, is gazi, karboksigemoglobin, toksikologiya, spektrofotometriya, spektroskopiya, gemoglobin affiniteti, zaharlanish.

Аннотация. В данной статье рассмотрены физико-химические свойства угарного газа (CO), его токсическое воздействие на организм, клинические и патологоанатомические признаки отравления, а также методы определения карбоксигемоглобина в судебно-медицинской практике. Подробно описаны механизмы связывания CO с гемоглобином, формирование стабильного карбоксигемоглобина и развитие тканевой гипоксии. Особое внимание уделено спектроскопическим, спектрофотометрическим и химическим методам диагностики CO-интоксикации, а также распространённости и источникам угарного газа в бытовых и производственных условиях.

Ключевые слова: Угарный газ, углерод(II)-оксид, карбоксигемоглобин, токсикология, спектрофотометрия, спектроскопия, гипоксия, гемоглобин.

Abstract. This article discusses the physicochemical properties of carbon monoxide (CO), its toxic effects on the human body, clinical and pathological signs of CO poisoning, and the methods used to detect carboxyhemoglobin in forensic medical practice. The mechanisms of CO binding to hemoglobin, formation of stable carboxyhemoglobin, and development of severe tissue hypoxia are described in detail. Special attention is given to spectroscopic, spectrophotometric, and chemical techniques for the detection of CO intoxication, as well as the common sources and prevalence of carbon monoxide exposure in domestic and industrial environments.

ISSN 3030-3907

Keywords: Carbon monoxide, CO, carboxyhemoglobin, toxicology, spectrophotometry, spectroscopy, hypoxia, hemoglobin.

Kirish

Uglerod (II)-oksidi (is gazi) rangsiz, hidsiz, mazasiz, tez ta'sir etuvchi zaharli modda. Suvda juda yomon eriydi, zangori alanga hosil qilib yonadi:

$$2CO + O_2 = 2CO_2$$

Is gazini 16 dan 73% gacha miqdordagi havo bilan aralashmasi portlashi mumkin. Organik moddalarning to‘liq bo‘lmagan yonishi natijasida hosil bo‘ladigan CO maishiy sharoitda, ishlab chiqarish muhitida, transport vositalari chiqindi gazlarida keng tarqalgan. Hidsizligi va sezilmasligi tufayli u bilan zaharlanish ko‘pincha to‘satdan sodir bo‘lib, ko‘p hollarda og‘ir kechadi. CO ning asosiy toksik xususiyati gemoglobin bilan bog‘lanish qobiliyatining kuchliligi bo‘lib, u gemoglobindan kislorodni siqib chiqaradi va barqaror karboksigemoglobin hosil qiladi. Natijada organizm to‘qimalari va markaziy asab tizimi og‘ir kislorod tanqisligiga uchraydi. Sud-tibbiy ekspertiza amaliyotida karboksigemoglobinni aniqlash CO bilan zaharlanishni isbotlashda asosiy mezonlardan biri hisoblanadi. Mazkur maqolada CO ning fizik xususiyatlari, toksik ta'sir mexanizmi, klinik belgilari, patologoanatomik o‘zgarishlari hamda CO ni aniqlashning mavjud usullari ilmiy asosda tahlil qilinadi.

Toksikologik ahamiyati. Uy sharoitida is gazi bilan zaharlanish juda ham tez-tez uchrab turadigan hodisadir.

Organik moddalar, ko‘mir, gaz va boshqa yoqilg‘i mahsulotlari to‘liq yonmaganda is gazi hosil bo‘ladi. Shuning uchun ham pechika o‘choqlar, gaz plitasi yonida uzoq turish ko‘ngilsiz hodisalarga olib kelishi mumkin. Is gazi bilan zaharlanish ko‘proq domna pechlarini noto‘g‘ri ishlashidan, uy pechkalari ichidagi olov batamom yonib bo‘lmasidan uning eshikchalarini yopib qo‘yishdan va sandalga ko‘mir solishdan kelib chiqadi. Ko‘chalarda avtomobil nosozligi tufayli ajralib chiqayotgan gaz tarkibidagi is gazi bilan zaharlanish ham uchraydi.

Adabiyotlarda is gazi bilan o‘z-o‘zini o‘idirish va boshqa odamlami o‘idirish hodisalari ham ko‘p yozilgan. Xalq xo‘jaligida ishlatiladigan tabiiy gaz-yoqilg‘isi o ‘z tarkibida 4-30% is gazini saqlashi mumkin, bu esa o‘z navbatida gazning turiga va uning olinish yo‘liga bog‘liqdir. Demak gazdan to‘g‘ri foydalana bilish ham zaharlanishning oldini olish choralaridan biri hisoblanadi.

Korxonalarda yuqori harorat olish uchun cho‘g‘lanib turgan ko‘mirga suv bug‘ini yuborib «suv gazi» deb ataluvchi gaz aralashmasi hosil qilinadi:

$$C + H_2O = CO + H_2$$

Uning tarkibida 40-50% is gazi bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

Ma’lum bo‘lishicha, urush davrlarida ham artilleriya qurollaridan snaryadlar otilganda, mina portlagan paytlarda ko‘pchilik is gazidan zaharlangan - portlash natijasida 30% ga yaqin is gazi hosil bo‘ladi.

Bulaming hammasi is gazining toksikologik aham iyatini ko‘rsatadi. Is gazining hidi bo‘lmagani uchun ham u bilan zaharlanish tez va to‘satdan ro‘y beradi.

Inson is gazi bilan zaharlanganda unda birinchi navbatda kuchli bosh og‘rig‘i paydo bo£ladi, o‘zini darmonsizlanganday sezadi, ko‘ngil aynish va qusish alomatlari ro‘y beradi, quloqda g‘uvullash paydo bo‘ladi, yurak qattiq uradi, bemor holdan ketib boradi, jag‘lar bir-biriga tortishib og£iz ochilmaydi, natijada zaharlanish va kislorod yetishmasligi tufayli xushdan ketadi. Yurak faoliyati susayadi, nafas olish sekinlashadi-bularning hammasi jabrlanuvchini o‘limga olib keladi. Ba’zan is gazi organizmga nihoyatda tez ta’sir etib jabrlanuvchini tirishtirib qo‘yishi ham mumkin.

Halok bo‘lganlami patologoanatomik tekshirish murda dog‘lari to‘q qizil rangi, qon ham karbosigemoglobin hisobiga to‘q qizil rangli, jigar, buyrak, o‘pkalar ham qizargan, miya to‘qimalarida qon quyilish alomatlari bo‘ladi.

Inson is gazi bilan zaharlanganda CO gemoglobin bilan juda oson birikadi va barqaror karboksigemoglobin birikmasini hosil qiladi.

$$HbO_2+CO=HbCO+O_2$$

Gemoglobin organizmda kislorodni tashib berishlik xususiyatini yo‘qotadi va natijada bemor kislorod yetishmasligidan halok bo‘ladi.

Is gazining gemoglobin bilan birikish tezligi, kislorodning gemoglobin bilan birikishiga nisbatan 300 marta kuchli. Oksigemoglobindan kislorodning ajralishiga nisbatan, karboksigemoglobindan is gazining ajralish tezligi esa 3600 barobar sekinroq yuzaga keladi.

Qon tarkibidagi karboksigemoglobin miqdori 20-30% ni tashkil etsa kuchsiz zaharlanish sodir bo‘ladi; 30-35% - o‘rtacha zaharlanish; 35-50%- og‘ir zaharlanish; 50-60% - kuchli zaharlanish, tirishish, hushdan ketish; uning miqdori 70-80%- ga yetganda esa o‘lim sodir bo‘ladi. Bunday zaharlanish oqibatida tanada sodir bo‘ladigan o‘zgarishlar 1-jadvalda keltirilgan.

Is gazi bilan zaharlangan odam qonida kislorod hamda is gazi bilan birikmagan gemoglobin - ya’ni dezoksigemoglobin (Hb), kislorod bilan birikkan gemoglobin - oksigemoglobin (OHb), is gazi bilan birikkan gemoglobin - karboksigemoglobin (COHb), shuningdek qisman metgemoglobin (MtHb) bo‘lishi mumkin.

MtHb is gazi bilan birikmaydi. Zaharlangan odam mushak to‘qimasida (go‘shti) dezoksimioglobin (MHb), oksimioglobin (OMHb) va karboksimioglobin (COMHb) moddalari bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

Qonda karboksigemoglobin moddasi aniqlansa bemorning is gazi bilan zaharlanganligini isbotlaydi.

1-jadval

Is gazi bilan zaharlanish belgilarining qondagi karboksigemoglobin miqdorígabog‘liqligi.

№	Karboksigemoglabin miqdori %	Zaharlanish belgilari
1	0-10	Zaharlanish belgilari sezilmaydi
2	10-20	Kuchsiz bosh og‘rig‘i,teridagi tomirlar kengayib teri qizarishi
3	20-30	Boshda o‘rig‘i ,chakkadagi tomir urishining sezilishi
4	30-40	Kuhki bosh og‘rishi,holsizlik,bosh aylanishi,ko‘z xiralashishi, chanqash,qayt qilish ,kollaps
5	40-50	Yuqoridagi holat, aniq kollaps, nafas olish va tomir urishini kuchayishi
6	50-60	Nafas olish va tomir urishining yanada kuchayishi,vaqti-vaqti bilan takrorlanuvchi tirishish,nafas olishni kuchli qiyinlashishi
7	60-70	Yuqoridagi holatga qo‘shimcha nafas olishni sekinlashishi,yurak faoliyatini yomonlashishi,o‘lim sodir bo‘lishi mumkin
8	70-80	Tomir urishi o‘ta kuchsiz, o‘ta qiyin nafas olish, nafas olishni to‘xtashi va o‘lim

Is gazi organizmdan faqat nafas yo‘li orqali chiqariladi. Is gazining inson organizmida saqlanishi to ‘g‘risida turli fikrlar bor. Ulardan birining ko‘rsatishicha, is gazi uzoq vaqtgacha (122 kungacha) organizmda saqlanadi, boshqa bir fikrga ko‘ra, uni 25-40 soatdan so‘ng aniqlab bo‘lmaydi.

Uy va korxona havosida 0,07-0,08% is gazi bo‘lishi hayot uchun xavflidir. Uning havodagi ruxsat etilgan konsentratsiyasi 0,02 mg/1ga teng.

Zaharlanish hollarida is gazini aniqlash qondagi karboksigemoglobinni kimyoviy va fizik-kimyoviy (spektroskopik, spektrofotometrik, fotometrik, gaz xromatografik) usullar yordamida aniqlashga asoslangan.

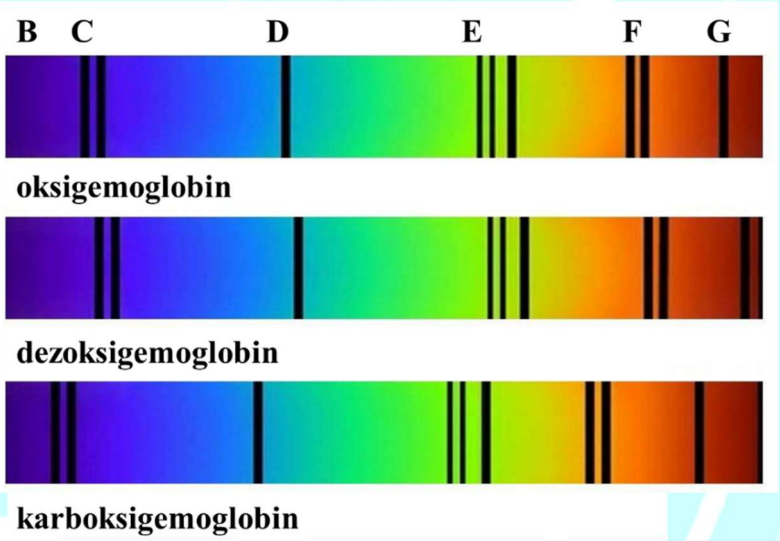
Biologik obyektdan aniqlash. Is gazini obyekt tarkibidan aniqlash uchun obyektni ezib qoni ajratiladi va so‘ng qon tarkibi tekshiriladi. Havodagi is gazini aniqlash uchun esa, aksincha havoni hayvon qoni orqali o‘tkazilib, qonga yig‘iladi, so‘ng shu qon tahlil qilinadi.

Fizik-kimyoviy usullar yordamida is gazini aniqlash.

1. Spektroskopik usulida is gazini tahlil qilish. Karboksigemoglobin saqlovchi qon spektroskop yordamida tekshirilganda spektrning D va YE

ISSN 3030-3907

sohasidagi Fraungofer chiziqlari (spektrlari) ko‘rinadi. Oksigemoglobin (OHb) spektrning D va E sohalari orasida 577-556 nm to‘lqin uzunliklarining teng spektr yutilishini hosil qiladi. Oksigemoglobin, dezoksimioglobin va kaboksigemoglobin spektrlari va ulardagi farq 1-rasmda ko‘rsatilgan.



1-rasm. Is gazi bilan zahariangandagi qon spektrlari.

Karboksigemoglobin esa 564-579 va 523-536 nm ga teng sohalarda spektrlar hosil qiladi. Oksigemoglobin moddasiga tegishli spektrlar qaytaruvchi modda (ammoniy sulfid) ta’siridan bir- biri bilan birlashib va 543-596 nm soha orasida keng spektr yo‘li hosil bo‘ladi. Aksincha, qonda karboksigemoglobin bo‘Isa, bu sohada spektrlar o‘zgarmasdan saqlanib qoladi. Chunki karboksigemoglobin ammoniy sulfid ta’sirida gemoglobingacha qaytarilmaydi.

2. Spektrofotometrik usulida tahlil qilish. Spektrofotometrik usul toksikologik kimyo laboratoriyalarida is gazi va boshqa gemoglobinga ta’sir etuvchi zaharlami aniqlashda keng qo‘llanilmoqda. Usul mohiyati oksigemoglobin hamda karboksigemoglobinni dezoksigemoglobingacha qaytarib, uning optik ko‘rsatkichini aniqlashga asoslangan.

Yuqorida keltirilgan gemoglobindan hosil bo‘ladigan moddalarning (dezoksigemoglobin, oksigemoglobin va karboksigemoglobin) 450-620 nm to‘lqin uzunligi sohasida nur yutish spektrlariga asoslanib chinligi va miqdorini aniqlash mumkin.

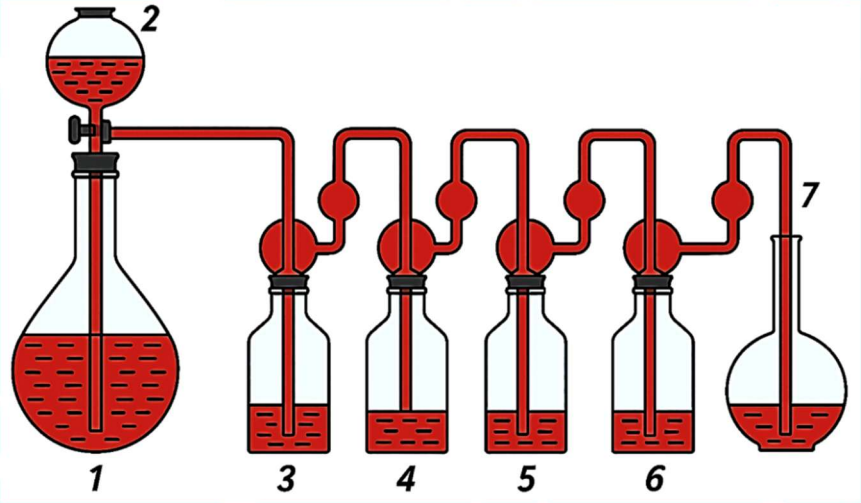
Buning uchun tekshiriluvchi qon eritmasi (A), karboksigemoglobin va dezoksigemoglobin aralashmasidan iborat qon eritmasi (B) hamda faqat karboksigemoglobin saqlovchi qon eritmasi (V) tayyorlanadi.

A-eritmani tayyorlash uchun 1 ml quyqalar saqlamagan qonga 100 ml bo‘lguncha pH=7,38 ga teng fosfat buferi yoki 0,1% ammiakni suvli eritmasidan qo‘shib aralashtiriladi. Olingan eritma rangi tiniq bo‘lishiga ahamiyat beriladi.

B-eritmani tayyorlash uchun spektrofotometr kyuvetasiga A-eritmadan qo‘yiladi va ustiga 3-4 mg ditionit (gidrosulfat) natriy ($Na_2S_2O_2 \cdot 2H_2O$) kristallari

ISSN 3030-3907

qo‘shib yaxshilab aralashtiriladi. Bunda oksigemoglobin to‘liq dezoksigemoglobingacha qaytariladi. Reaktiv qo‘shilgandan so‘ng, eritma tiniq bo‘lishi nazorat qilinadi.

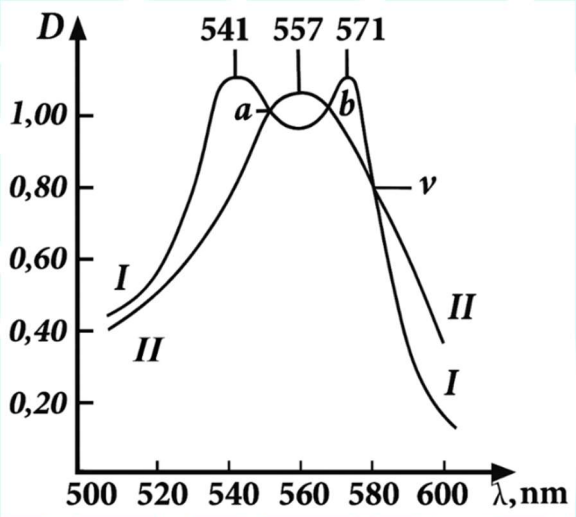


2-rasm. Qonni uglerod (II)-oksidi bilan to‘yintirish qurilmasi.

V-eritmani tayyorlash uchun maxsus moslama (2-rasm) yordamida konsentrlangan sulfat kislotasi hamda chumoli kislotasidan hosil qilingan is gazi ishqorning 10% eritmasidan (3) (HCOOH bug‘ini ushlab qiladi) va so‘ng suvdan (4) (NaOH dan tozalash) o‘tkazilgach, A-eritmasini saqlovchi (5) idishga yuboriladi. Bu yerda qondagi oksigemoglobin to‘liq karboksigemoglobinga o‘tadi. So‘ng metgemoglobinni dezoksigemoglobinga o‘tkazish maqsadida idishga 5-7 mg ditionit natriy qo‘shiladi va yana qo‘shimcha is gazi bilan to‘yintiriladi. Karboksigemoglobin saqlovchi eritma ham tiniq bo‘lishi shart. Solishtiruvchi eritma sifatida ikkinchi kyuvetaga qonni suyultirish uchun olingan bufer (yoki boshqa variantlarida shunga mos) eritmadan yoki suvdan foydalanib B va V eritmalar nur yutish spektri 450-620 nm sohasida o‘lchanadi va har ikkala spektr ko‘rsatkichlari bitta chizmaga chiziladi. Bunda dezoksigemoglobin (B eritma) 557 nm ga teng bitta spektral maksimumli, karboksigemoglobin esa 541 va 571 nm ga teng ikkita spektral maksimumli spektrlar hosil qilishi va ularning umumiy chizmasida esa 550, 565 va 580 nm ga teng sohalarida spektrlar kesishgan (izobestik) nuqtalami hosil bo‘lishi (3- rasm) xarakterli hisoblanadi.

Miqdorini aniqlash uchun shu chizmadan foydalaniladi. A va V eritmalar optik zichliklari o‘lchab olinib formuladan foydalanib karboksigemoglobin, miqdori aniqlanadi. Buning uchun tekshiriluvchi qonning optik ko‘rsatkichlari ikki monoxromatik nurlar:

ISSN 3030-3907



3-rasm. I-karboksigemoglobinning, II-dezoksigemoglobinning nur yutish spektrlari.

534 nm (D_1) va 550 nm (D_2) to‘lqin uzunliklarida o‘lchanadi, chunki aynan mazkur to‘lqin uzunliklarida karboksigemoglobin bilan dezoksige-moglobin optik ko‘rsatkichlari o‘itasidagi masofa eng katta qiymatga ega boladi. Optik ko‘rsatkichlardan D_2 qiymati 550 nm nur to‘lqin uzunligida, egri chiziqlar kesishgan nuqtada o‘lchab olinadi (karboksigemoglobin va dezoksigemoglobinning spektr egri chiziqlariga qarang).

Kaiboksigemoglobinning spektr chizig‘i qonni maxsus moslamada, unda bo‘lishi mumkin bo‘lgan oksigemoglobin, dezoksigemoglobin va metgemoglobinlarni is gazi bilan to‘yintirilib, to‘liq HbCO ga o‘tkazib, so‘ngra optik zichligini o‘lchab aniqlanadi.

Dezoksigemoglobinning spektr chizig‘i esa toza (karboksigemoglobin saqlamagan) qonga natriy gidrosulfît (qaytaruvchi) ta’sir ettirilgach aniqlanadi.

Aniqlash tartibi. Karboksigemoglobin miqdorini aniqlashda bufer eritma o‘rniga ammiak eritmasidan foydalanib aniqlash usuli ham mavjud. Tekshiriluvchi qon 100 ml hajmli o‘lchov kolbasiga solinadi va belgi chizig‘igacha 0,1% ammiakning suvdagi eritmasi bilan to‘ldiriladi. Yaxshilab aralashtirilgach, undan 1 sm o ‘lchamli spektrfotometr kyuvetasiga solinadi.

Kyuvetadagi eritmaga natriy gidrosulfît kristallari qo‘shib, qopqoqchani yopib chayqatiladi, so‘ngra eritmaning optik zichligi spektrofotometrda 534 nm va 550 nm ga teng nur to‘lqin uzunliklarida o‘lchanadi. Solishtiruvchi eritma sifatida 0,1% ammiak eritmasidan foydalaniladi.

Olingan ma’lumotlar asosida kaiboksigemoglobinning qondagi foiz miqdori formula yordamida hisoblanadi.

Qondagi karboksigemoglobin miqdori % qiymati quyidagi formulaga asosan aniqlanadi:

$$P = 100 - \frac{(D_{CO} - D_{HbCOHb}) * 100}{D_{HbI} * K}$$

ISSN 3030-3907

Bunda: P - karboksigemoglobin miqdori %

D_{COHb} - qo‘shimcha uglerod (II)-oksidi bilan to‘yintirilgan V eritmadagi qonni 538 nm to‘lqin uzunligidagi optik zichligi.

D_{HbCOHb} -dezoksi va karboksigemoglobin saqlovchi B qon eritmasini natriy ditionit qo‘shgandan so‘ng 534 nm dagi optik zichligi.

D_{HbI}-B eritmasini 550 nm (izobestik nuqta) dagi optik zichligi.

K - koeffitsiyent 0,372.

Olingan natija is gazi bilan zaharlanishni sud-tibbiy baholashga xizmat qiladi.

Kimyoviy usullar. Mazkur usullar ham karboksigemoglabinni oksigemogldbinga qaraganda barqaror modda ekanligi aniqlashga asoslangan.

1) Zaharlanmagan qonni suv bilan suyultirilsa, qo‘ng‘ir rang hosil bo‘ladi. Qonda karboksigemoglobin bor bo‘lsa u o‘zining to‘q qizil rangini o‘zgartirmaydi.

2) Normal qonga o‘yuvchi ishqor eritmalari ta’sir ettirilsa, ko‘kimtir qora rangli suyuqlik hosil bo‘ladi, is gazi bilan zaharlangan qon esa o‘z rangini saqlab qoladi.

3) Normal qonga tanin eritmasi ta’sir ettirilsa, kulrang modda hosil bo‘ladi, karboksigemoglobin saqlagan qon esa rangini o‘zgarmaydi.

4) Sariq qon tuzi va sirka kislotalar aralashmasi normal qon bilan qo‘ng‘ir rang hosil qiladi, is gazi bilan zaharlangan qon rangida o‘zgarish ro‘y bermaydi.

5) Qo‘rg‘oshin atsetati eritmasi normal qonni iflos ko‘k rangga bo‘yaydi, karboksigemoglobin saqlovchi qon esa, o‘z rangini saqlab qoladi.

6) Formalin normal qon bilan iflos qo‘ng‘ir rangli modda hosil qiladi, karboksigemoglobin saqlagan qon bilan esa hech qanday o ‘zgarish hosil qilmaydi.

7) Mis sulfat eritmasi bilan toza qon yashil rangga o‘tadi, is gazi bilan zaharlangan qon esa to‘q-qizil rangini o zgartirmaydi.

Xulosa qilib aytganda is gazi maishiy va sanoat sharoitida eng keng tarqalgan zaharlovchi gazlardan biridir. Uning hidsizligi va tez ta’sir qilishi is gazi bilan zaharlanishning xavfliligini oshiradi. is gazining gemoglobin bilan yuqori affiniteti natijasida karboksigemoglobin hosil bo‘lishi og‘ir gipoksiya, markaziy asab tizimi shikastlanishi, kollaps, tirishish va o‘limga olib kelishi mumkin. Qonda COHb foizini aniqlashning spektrofotometrik va spektroskopik usullari sud tibbiy ekspertizada eng ishonchli usullar hisoblanadi. is gazining xavfini kamaytirish uchun shamollatish tizimlarini takomillashtirish, yoqilg‘idan to‘g‘ri foydalanish va transport chiqindi gazlarini kamaytirish muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Ikromov L.T., Tojiyev M.A., Zaynutdinov X.S. Toksikologik kimyodan praktikum. -Toshkent: Fan, 2008.

ISSN 3030-3907

2. Isroilov I. A., Ro‘ziyev Sh. A. Toksikologiya. - Toshkent: O‘zbekiston tibbiyot nashriyoti, 2018.
3. Nazarov B. T. Umumiy toksikologiya. - Toshkent: Oliy ta’lim nashriyoti, 2015.
4. Yo‘ldoshev A. B. Umumiy toksikologiya asoslari. - Samarqand: SamDU nashriyoti, 2014.
5. Xamidov M. A. Tibbiy kimyo. - Toshkent: Tibbiyot nashriyoti, 2015.
6. Ro‘ziyev S. T. Sud tibbiyotida zaharlanishlar diagnostikasi. - Toshkent: Medpress, 2021.

ISSN 3030-3907