

R. YUSUPALIYEV

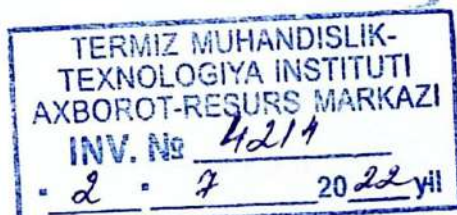
**ISSIQLIK ELEKTR
STANSIYALARDA
YOQILG'I YOQISH VA
SUV TAYYORLASH
TEXNOLOGIYASI**

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA
O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRILIGI

R. M. Yusupaliyev

ISSIQLIK ELEKTR
STANSIYALARDA YOQILG'I
YOQISH VA SUV TAYYORLASH
TEXNOLOGIYASI

O'quv qo'llanma



«Sano-standart» nashriyoti
Toshkent – 2019

UO'K: 620.9(075)

KBK: 31.37ya73

Yu 91

Yu 91 Yusupaliyev R. M.

Issiqlik elektr stansiyalarda yoqilg'i yoqish va suv tayyorlash texnologiyasi / o'quv qo'llanma. – Toshkent: «Sano-standart», 2019. – 224 bet.

Ushbu o'quv qo'llanma "Issiqlik energetikasi" yo'nalishida ta'lim olayotgan talabalarning bu sohada ishlatiladigan yoqilg'ilarning turlari kimyoviy tarkibi, tarkibidagi mexanik, oltingugurt birikmalari, namlik darajasi qanday holatlarda bo'lishi, yoqilg'ilar tarkibidagi birikmalarning yonish jarayoniga ta'siri, yoqilg'ilarning yonish kamerasida to'la darajada yonishini ta'minlash omillari, hamda qozon qurilmasining foydali ish koeffitsiyentini oshirishda yoqilg'i sarfini kamaytirish haqida batafsil ma'lumotlar bayon etilgan.

Shu bilan birgalikda yoqilg'ilarni yoqish jarayonlarini samarali tashkil qilish, beriladigan havo miqdorini hamda hosil bo'ladigan yonish mahsulotlarini hisoblash va yonish mahsulotlarining atrof-muhitga tarqaladigan miqdorini kamaytirish imkoniyatlari haqida issiqlik elektr stansiyalarda bug' olish uchun ishlatiladigan suvni kimyoviy hamda termik usullarda tayyorlash, bu sohada qo'llaniladigan qurilmalarning ishlatilish qonuniyatlari ham yoritilgan.

Taqrizchilar:

Marjanov E.K. – t.f.n "O'zbekenergo" AJ ilmiy texnik markazi

Shamsiyev X.S. – t.f.n. ToshDTU Energetika fakulteti dotsenti

UO'K: 620.9(075)

KBK: 31.37ya73

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2019 yil 20-iyuldagi 654-sonli buyrug'iga asosan o'quv qo'llanma nashr etishga ruxsat etildi.

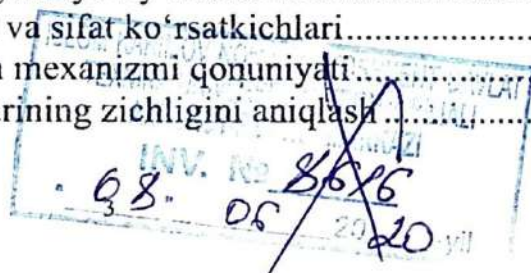
ISBN 978-9943-6116-3-4

© R. M. Yusupaliyev

© «Sano-standart» nashriyoti, 2019

MUNDARIJA

KIRISH.....	7
I BOB. QATTIQ YOQILG'ILAR HOSIL BO'LISH JARAYONLARI VA KIMYOVIY TARKIBI	8
1.1. Qattiq yoqilg'ilarning turlari va kimyoviy tarkibi.....	8
1.2. Qattiq yoqilg'ilar	13
1.3. Qattiq yoqilg'ilarning hosil bo'lish jarayonlari.....	15
1.4. Qattiq yoqilg'ilarning kimyoviy tarkibi	18
1.5. Qattiq yoqilg'ilar tarkibidagi mineral birikmalar	22
1.6. Qattiq yoqilg'ilar tarkibidagi oltingugurt birikmalari ...	23
1.7. Qattiq yoqilg'ilarning namlik darajasi	27
1.8. Qattiq yoqilg'ilar tarkibidagi uchuvchan birikmalar	29
II BOB. YOQILG'ILARNING YONISH QONUNIYATLARI VA ISSIQLIK AJRALIB CHIQISHI	34
2.1. Yonish issiqligi	34
2.2. Qattiq yoqilg'ilarning tabiiy sharoitda oksidlanishi	37
2.3. Qattiq yoqilg'ilarning texnologik hisobi	41
2.4. Yoqilg'ilarning yonishda sarflanadigan havo miqdorini va yoqilg'i sarfini hisoblash	42
2.5. Bug' qozonlarining issiqlik balansi va (FIK)	48
2.6. Qattiq yoqilg'ilarning namlik darajasini aniqlash	54
2.7. Qattiq yoqilg'ilarning kullik darajasini aniqlash	55
2.8. Yoqilg'i tarkibidagi oltingugurt miqdorini aniqlash	56
2.9. Yoqilg'i tarkibidagi uchuvchan birikmalar miqdorini aniqlash.....	57
2.10. Qattiq yoqilg'ilarning yonish qonuniyatlari va yonish mahsulotlari	57
III BOB. SUYUQ VA GAZSIMON YOQILG'ILARNING KIMYOVIY TARKIBI VA SIFAT KO'RSATKICHLARI.....	63
3.1. Neft mahsulotining kimyoviy tarkibi	63
3.2. Mazutning turlari va sifat ko'rsatkichlari	64
3.3. Mazutning yonish mexanizmi qonuniyati.....	68
3.4. Mazut mahsulotlarining zichligini aniqlash	70



3.5. Mazut tarkibidagi suv miqdorini va kullik darajasini aniqlash.....	72
IV. BOB. GAZSIMON YOQILG'ILAR VA ULARNING XOSSALARI.....	75
4.1. Gazsimon yoqilg'ilarning tarkibi	75
4.2. Sun'iy gazlarning olinish usullari	78
4.3. Qattiq turdagi yoqilg'ilardan gazsimon yoqilg'ilar olish	81
4.4. Tabiiy gazlarning zichligi va namlik darajasini aniqlash.....	85
4.5. Bir xil turdagi gaz aralashmasinig yonishi	87
4.6. Gaz aralashmasiniig laminar-diffuzion yonish.....	91
V BOB. ISSIQLIK ELEKTR STANSIYALARIDA YOQILG'ILARNI YOQISH USULLARI VA YOQILG'I XO'JALIGI.....	95
5.1. Bug' qozoni o'txonasida yoqilg'ilarni yoqish usullari va o'txona turlari	95
5.2. Bug' qozonlariga gazsimon yoqilg'ini uzatish.....	98
5.3. Suyuq yoqilg'ini bug'qozonlariga uzatish va yoqish jarayoni.....	100
5.4. Qattiq yoqilg'i xo'jaligi	105
5.5. Qattiq yoqilg'ilarni maydalash va quritish.....	107
VI BOB. TABIIY SUVLARNING TURLARI, KIMYOVIY TARKIBI VA SIFAT KO'RSATKICHLARI	111
6.1. Tabiiy suvlarning turlari	111
6.2. Tabiiy suvlarning kimyoviy tarkibi.....	113
6.3. Suvning sifat ko'rsatkichlari	125
VII BOB. ISSIQLIK ENERGETIKASIDI SUVNING ISHLATILISHI VA AHAMIYATI.....	132
7.1. Issiqlik elektr stansiyalarida ishlatiladigan suvning ifloslanish sabablari	139
VIII BOB. ISSIQLIK ELEKTROSTANSIYALARIDA SUVNI DAG'AL VA KOLLOID ZARRACHALARDAN TOZALASH VA YUMSHATISH	143
8.1. Kolloid zarrachalarning hossalari	144

8.2. Kolloid zarrachalarning koagulyatsiyasi	146
8.3. Koagulyatsiya natijasida suv tarkibining o'zgarishi ...	151
8.4. Suvni cho'kma hosil qilish usuli bilan tozalash va bu jarayonda ishlatiladigan qurilmalar.....	152
8.5. Suvni ohak eritmasi bilan yumshatish.....	152
8.6. Suv tozalash sohasida qo'llaniladigan mexanik filtrlar.....	155
8.7. Mexanik filtrlarda ishlatiladigan filtrlovchi materiallar.....	160
8.8. Mexanik filtrlarning ishlatilishi	161
IX BOB. SUV TOZALASH SOHASIDA	
ISHLATILADIGAN IONITLAR VA ULARNING XIMIYAVIY XOSSALARI	167
9.1. Issiqlik energetikasida suvni kationitlar yordamida yumshatish.....	171
9.2. Natriy kationitli qurilmalarning yordamchi uskunalari	181
9.3. Suvni vodorod kationitli filtrlar yordamida yumshatish.....	182
9.4. Vodorod kationitli filtrlarning turlari	187
X BOB. SUVNI YUMSHATISH SOHASIDA VODOROD VA NATRIY KATIONITNI QURILMALARNING ISHLATILISHI	
10.1. Suvni ketma-ket o'rnatilgan N va Na-kationitli filtrlarda yumshatish	190
10.2. Suvni parallel ishlatiladigan N va Na-kationitli filtrlarda yumshatish	191
10.3. Vodorod kationitli filtrlarning kislota xo'jaligi.....	194
XI BOB. SUVNI ANION ALMASHTIRISH METODI BILAN TUZSIZLANTIRISH	
11.1. Suvni kuchsiz asosli anionitli filtrlar yordamida tuzsizlantirish.....	196
11.2. Suvni kuchli asosli anionitlar yordamida kremniy birikmalaridan tozalash.....	200

11.3. Suv tuzsizlantirishda ikki bosqichli qurilmalarning ishlatilishi	205
11.4. Anionit filtrlarning yordamchi qurilmalari va reagent xo'jaligi	209
11.5. Aralash ionitli filtrlarning turlari va ularning ishlatilishi	210
Foydalanilgan adabiyotlar.....	219

KIRISH

Ma'lumki, hozirgi vaqtda barcha issiqlik elektr stansiyalarida tabiiy yoqilg'ilar issiqlik, hamda elektr energiyasi ishlab chiqarish jarayonida asosiy texnologik xomashyo hisoblanadi. Shu sababli ishlab chiqarilayotgan energiya ning deyarli 95%i asosan tabiiy organik yoqilg'ilarni yoqish hisobiga ishlab chiqarilmoqda. Bu sohada Toshkent, Sirdaryo, Navoiy, Talimarjon hamda Taxiatosh IESlarida asosiy yoqilg'i sifatida tabiiy gaz, Yangi Angren, Angren IESlarida esa qo'ng'ir ko'mir ishlatilmoqda. Bunday IESlarda elektr energiyasi ishlab chiqarishda yoqilayotgan yoqilg'ilarni tejash ulardan oqilona foydalanishning asosiy tadbirlari bug' qozonlarida yoqilg'ilarni yoqish jarayonlarini to'g'ri tashkil qilish, uning to'la yonishini ta'minlash, yonish issiqligidan samarali foydalanish, qozon qurilmasining foydali ish ko'effitsiyentini 90–92% gacha oshirishdan iborat.

Issiqlik elektr stansiyalarida yoqilg'i tejamkorligini oshirish bilan birgalikda atrof-muhitni yonish mahsulotlaridan himoyalash ham muhim ahamiyatga ega. Shu sababli ko'pgina taraqqiy etayotgan davlatlarning IESlarida yoqilg'i yonishida hosil bo'ladigan zaharli gazlar miqdorini kamaytirish imkoniyatlari keng qo'llanilmoqda.

Bu sohada Respublikamizda ham 2016-noyabr oyida ishga tushirilgan blok quvvati 150 MVt bo'lgan Angren IESida qattiq yoqilg'i yonishida hosil bo'ladigan va atrof-muhitga tarqaladigan oltingugurt oksidi (SO_2)ning miqdorini kamaytirish, yoqilg'iga kalsiy (CaO) oksidini qo'shib yoqish bilan amalga oshirilmoqda. Buning natijasida IES dan atrof muhitga tutun gazi bilan birgalikda tarqalayotgan (SO_2) oltingugurt oksidining miqdori yuqori darajada kamayishiga erishilmoqda.

I BOB. QATTIQ YOQILG'ILAR HOSIL BO'LISH JARAYONLARI VA KIMYOVIY TARKIBI

1.1. Qattiq yoqilg'ilarning turlari va kimyoviy tarkibi

Yoqilg'ilar hosil bo'lish jarayonlari bo'yicha uch xil turga qattiq, suyuq va gazsimon holatlarda bo'ladi. Barcha turdagi organik yoqilg'ilar asosan quyidagi S, N, O, N va S elementlarning o'zaro birikishidan hosil bo'ladi. Shu bilan birgalikda har qanday organik yoqilg'ilar tarkibida ularning yonish jarayonlarida issiqlik ajratib chiqarmaydigan mexanik birikmalar ham mavjud bo'ladi.

Bunday birikmalar yoqilg'ilarning yonmaydigan qismini tashkil etadi. Qattiq yoqilg'ilar tarkibidagi bunday moddalarni "ballast"lar deyiladi. Qattiq yoki suyuq yoqilg'ilar tarkibida qancha ko'p miqdorda mexanik ballastlar mavjud bo'lsa, ularning yonishida shuncha ko'p miqdorda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori kamayadi. Natijada yoqilg'ining yonish issiqligi pasayadi va ajralib chiqayotgan kul miqdori shuncha ko'p bo'ladi. Energetik qattiq yoqilg'ilarning kullik darajasi adabiyotlarda "A" harfi bilan belgilanadi

Yoqilg'i tarkibida mexanik birikmalar bilan birgalikda suv molekulalari ham mavjud bo'lib, suv molekulalari yoqilg'i tarkibida adsorbiyalangan, obsorbsiyalangan hamda yoqilg'i tarkibini tashkil qiluvchi moddalar bilan kimyoviy bog'langan holatda bo'ladi va W harfi bilan ifoda etiladi.

Quyidagi jadvalda qattiq yoqilg'ilarning kimyoviy tarkibini tashkil qiluvchi moddalarning turlari keltirilgan.

1- jadval

Yonuvchi qismi					Ballastlar yonmaydigan qismi.	
S	N	O	N	S	Mineral qismi, kullik darajasi A	Ballastlar namligi W.

Ma'lumki, asosiy energiya manbalari tabiiy energiya resurslaridan tashkil topgan. Bularga: qazilma organik yoqilg'ilar: daryo va shamol energiyasi, parchalanadigan radioaktiv moddalar, quyosh nuri energiyasi, yerning geotermal energiyasi va shu

kabilar kiradi. Bulardan eng muhim energetik resurslardan, tabiiy qazilma yoqilg'ilari hisoblanadi. Issiqlik energiyasining barcha tarmoqlarida bunday yoqilg'ilar keng ko'lamlarda ishlatiladi, shu bilan birgalikda xalq xo'jaligining barcha tarmoqlarida hamda energetika sohasining rivojlanishida muhim rol egallaydi. Dengiz atrofida joylashgan mamlakatlarda elektr energiyasi ishlab chiqarishda keng miqyosda daryolarning erkin pastga oqib tushadigan hamda dengiz to'lqinlar harakatidan ya'ni, gidroenergiyasidan ham foydalaniladi.

Tuganmas issiqlik energiya manbai deb asosan quyosh nuri energiyasi hisoblanadi. Quyosh nuri energiyasidan hozirgi vaqtda yetarli darajada foydalanish imkoniyatlari yaratilmoqda. Yer tagida issiqlik energiyasining ko'p miqdorda manbalari ham mavjud, ular yer ustiga bug' va issiq suv holatida ko'tariladi. Geotermal energiyadan hozirgi vaqtda issiqlik va elektr energiyasi olish ham yo'lga qo'yilmoqda.

So'nggi yillarda yuqori taraqqiy etgan mamlakatlarda issiqlik manbai sifatida atom ichki yadro energiyasidan keng foydalanilmoqda. Bu holda issiqlik ajralib chiqishi og'ir elementlarining ba'zi izotoplari yadrosining parchalanish reaksiyasi natijasida vujudga keladi. Masalan: issiqlik energiyasi tabiiy U^{235} uran, Pu^{239} plutoniy va U^{232} , U^{235} , Pu^{239} , U^{232} yadroli yoqilg'ilar deb aytiladi. Termoyadro reaksiyasi natijasida yuqorida keltirilgan izotoplarning yadrosi parchalanishi natijasida ajralib chiqqan issiqlik energiyasi oddiy yoqilg'ining yonishidan ajralib chiqadigan energiyadan bir necha barobar yuqori.

Masalan: 1 kg yadroviy yoqilg'ining parchalanishidan taxminan 80 milliard kJ issiqlik energiyasi ajralib chiqsa, 1kg yuqori sifatli toshko'mirning yonishidan 30000 kJ issiqlik ajralib chiqadi. Hozirgi vaqtda parchalanadigan yadroviy moddalarning umumiy zahirasi tabiiy qazilmali organik yoqilg'ilardan bir necha barobar ko'p miqdorda.

Termoyadro reaksiyasi natijasida yoki yengil atom yadrolari sintezida juda ko'p miqdorda energiya ajralib chiqadi. Ularni sintez qilishda eng qulay materiallardan biri, bu suvda uchraydigan deyteriy ya'ni vodorodning tabiiy izotopidir. Masalan: 1kg tabiiy

suvdan ajralib chiqadigan deyteriy yadrosining termoyadro reaksiyasi sintezida 1kg neftni yoqishdagi ajralib chiqadigan issiqlikdan bir necha barobar ko'p miqdorda energiya hosil bo'ladi.

Termoyadro reaksiyalarini boshqarish murakkab ilmiy-texnik qiyinchiliklardan iborat, shu sababli bu muammoni yechish uchun dunyodagi barcha olimlar qator izlanishlar olib bormoqdalar. Turli energetik manbalarga qaramasdan hozirgi paytda asosiy issiqlik manbai sifatida asosan tabiiy organik qazilma yoqilg'ilari ishlatiladi.

Hozirgi vaqtda Respublikamizda neft, gaz va gaz kondensatizahiralari o'z ehtiyojlarimizni to'la ta'minlabgina qolmay, bunday energiya manbalari boshqa mamlakatlarga eksport ham qilinmoqda. Hozirgi vaqtda bu soha kapital mablag' sarflashning eng foydali sohalaridan biri bo'lib qolmoqda. Bu o'rinda neft va gaz zahirasi mavjud bo'lgan 5 ta asosiy mintaqani ko'rsatish mumkin. Bular: Ustyurt, Buxoro, Xiva, Janubiy G'arbiy Hisor, Surxondaryo, Farg'ona mintaqalaridir. Respublikamizdagi neft va gaz resurslarining zahiralar hozirgi vaqtda bir trillion AQSH dollaridan ziyod baholanmoqda.

Qidirib topilgan zahiralar, respublika ehtiyojini tabiiy gaz bo'yicha 35 yildan ko'proq, neft bo'yicha esa— 30 yilgacha qoplaydi deyish mumkin. Neftning 90 foizdan ortiqrog'i eng arzon-favvora usulida olinmoqda. Bunday imkoniyatlar O'zbekistonning neft mahsulotlariga bo'lgan ehtiyojini to'la taminlay oladi.

Yoqilg'ilarning quyidagi asosiy xususiyatlari ularning ishlatilishida muhim ahamiyatni belgilaydi:

Yonish issiqligi issiqlik hosil qilish xususiyati, ya'ni qattiq yoki gazsimon yoqilg'ilardan ajralib chiqqan issiqlik miqdori. Issiqlik ajralib chiqishi, yonish haroratiga yoqilg'ining to'liq yonishi sharoitiga bog'liq bo'ladi, ammo ajralib chiqqan issiqlikning bir qismi yonish jarayonida hosil bo'lgan moddalarni isishiga ham sarflanadi.

Yoqilg'ilarning ballast miqdori esa qattiq va suyuq yoqilg'ining mineral qismi, namligi, gazsimon yoqilg'ida esa azot va uglerod (IV) oksidi miqdori bilan xarakterlanadi. Ballast yoqilg'ining

yonish issiqligini kamaytiradi, uning yoqilg'i ta'rkibida ko'p miqdorda bo'lishi issiqlik ajralib chiqishini ham sezilarli darajada pasaytiradi. Bunday moddalar, ayniqsa, qattiq yoqilg'ining sifatini pasaytiradi.

Yoqilg'ining yoqishga qulayligi va yoqilg'i sanoatida sarflanadigan kapital mablag'lar hajmi, yoqilg'i qazib olish qiyinchiligi va konlarni izlab topish xarajatlari bilan belgilanadi. Qazib olinadigan yoqilg'i moddalar sifatida asosan yer osti yoki ulardan sun'iy usul bilan olingan har xil yoqilg'ilar kiradi. Bunday yoqilg'ilarning asosiy xususiyatlari ularning havo tarkibidagi kislorod bilan faol birikishi va katta miqdorda tabiiy zahirasi bo'lishi va sanoatda keng ishlatilishi bilan belgilanadi. Yonuvchi moddalar issiqlik berish xususiyatiga asosan ishlatilish sohasi belgilanadi.

Bulardan tashqari qazib olinishi, olib kelinishi, oltingugurtligi, kokslanishi, namlik, kullik darajasi, issiqlikka chidamliligi, uchuvchan moddalar miqdori maydalanish xususiyati ham muhim ahamiyatga ega. Yoqilg'i ta'minoti ta'minlashiga ko'ra: mahalliy va olib keltirilgan yoqilg'i turlaridan bo'linadi iborat. Yoqilg'ilar tiklanishi bo'yicha qayta tiklanadigan (gidroenergiya, geotermal energiya, quyosh nuri energiyasi va tiklanmaydigan qazilma organik yoqilg'ilari, yadroli yoqilg'ilar) ga bo'linadi. Yoqilg'i olinishiga ko'ra tabiiy va sun'iy turlarga bo'linadi. Sun'iy yoqilg'ilar tabiiylardan fizik-mexanik yoki fizik-kimyoviy sharoitda maxsus qurilmalar yordamida qayta ishlab chiqarish yo'li bilan olinadi. Fizik-kimyoviy qayta ishlanishi natijasida yoqilg'ilarning tashqi ko'rinishi, tuzilishi, kimyoviy tarkibi va mexanik xossalari o'zgaradi. Tabiiy qattiq yoqilg'larni qayta ishlash natijasida asosan quyidagi yoqilg'i turlari, changsimon yoqilg'i, briketlar, koks, chala koks hamda suyuq yoqilg'ilar olinadi. Neftni qayta ishlash natijasida har xil yoqilg'ilardan tashqari turli xil qimmatbaho kimyoviy mahsulotlarni ham olish mumkin.

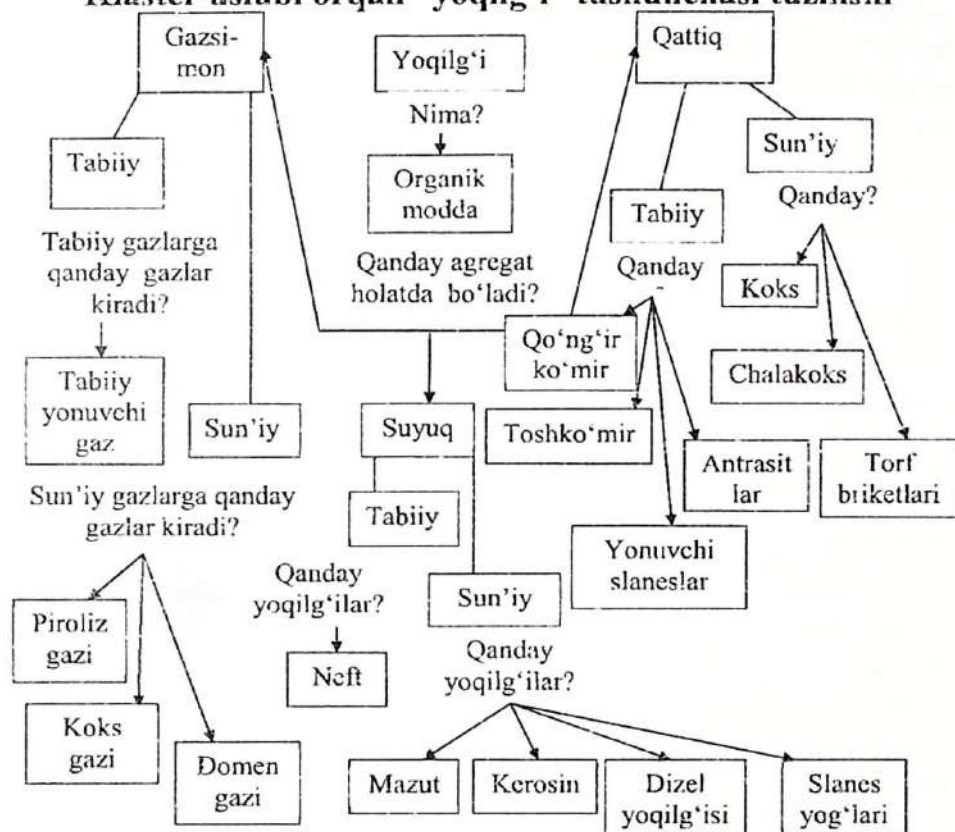
Yoqilg'ilar ishlatishiga ko'ra energetik yoki texnologik yoqilg'ilardan iborat. Energetik yoqilg'ilar issiqlik va elektr energiya olish qurilmalarida texnologik yoqilg'i sifatida, erituvchi,

isituvchi, qaynatuvchi, kuydiruvchi pechlarda hamda kimyo sanoatida xomashyo sifatida issiqlik elektr stansiyasida ishlatiladi. Energetik yoqilg'i sifatida asosan, antratsit, toshko'mir va qo'ng'ir ko'mir yonuvchi slanetslar, tabiiy gaz hamda neftni qayta ishlashdan hosil bo'ladigan mazut mahsuloti ishlatiladi.

So'nggi yillarda yoqilg'i energiyasidan texnologik foydalanishning kompleks usuli keng ko'lamda qo'llanilib kelmoqda, shunga ko'ra, yoqilg'i dastlab, texnologik ishlanib, kimyo sanoati uchun xomashyo sifatida, qimmatbaho mahsulotlar olish maqsadida ishlov berilib ishlangan mahsulotdan qolgan qoldiq energetik yoqilg'i sifatida foydalanilmoqda. Misol tariqasida kokslash jarayoni, yonuvchi slanetsning qayta ishlanishini keltirish mumkin.

Yoqilg'i turlari issiqlikka chidamli yoki chidamsizga bo'linadi. Issiqlikka chidamli yoqilg'ilar qizdirilganda o'zining kimyoviy tarkibini o'zgartirmaydi. Bunday yoqilg'ilarga koks, benzin, kerosin va boshqalar kiradi. Issiqlikka chidamsiz yoqilg'lar qizdirilganda Yangi turdagi birikmalarni hosil qiladi va parchalanadi. Bunday yoqilg'ilarga o'tinlar, torf, qo'ng'ir-toshko'mir, yonuvchi slanetslar va antratsit ko'miri kiradi. Tiklanishiga ko'ra qayta tiklanadigan ya'ni o'simliklardan hosil bo'lgan yoqilg'ilar har xil (o'tin, torf) va qayta tiklanmaydigan (qazilma ko'mirlar), neft va tabiiy gazlarga bo'linadi. Qattiq yoqilg'ilar quyidagi xossalarga asosan: uchuvchan moddalarning kam bo'lishi, qoldig'ining turlari, namligi va kul miqdorlari kabi xossalari bilan farq qiladi. Yoqilg'ilarning bu xususiyatlari ularning hosil bo'lish jarayonlariga bog'liq, ya'ni bitta shaxtadan olingan yoqilg'ilarning xususiyati har xil bo'lishi ham mumkin.

Klaster uslubi orqali "yoqilg'i" tushunchasi tuzilishi



1.2. Qattiq yoqilg'ilar

Tabiiy qattiq yoqilg'ilarga torf, qo'ng'ir ko'mir, ko'mirlar, tosh ko'mir, chala antrasit va antrasitlar, yonuvchi slaneslar kiradi. Sun'iy qattiq yoqilg'ilarga asosan tabiiy yoqilg'ilarni termokimyoviy qayta ishlash natijasida olinadigan mahsulotlar: koks, chala koks, yog'och ko'miri kiradi. Ba'zan sun'iy qattiq yoqilg'iga tabiiy yoqilg'ini mexanik qayta ishlash mahsulotlari, ko'mir changi, torf, qo'ng'ir ko'mir va tosh ko'mir birikmalari ham kiritiladi.

Qazib olinadigan yoqilg'ining eng yoshi torf bo'lib, uning tarkibi boshlang'ich tabiiy moddaning tarkibiga yaqindir.

Parchalanish darajasiga qarab torf tolali, yer sifat va qatlamli bo'ladi. Qatlamli torf eng yaxshi yoqilg'i hisoblanadi, chunki unda o'simlik qoldirlari deyarli uchramaydi, qazib olish satxiga qarab torf pastlikda past qatlamli va balandlikda joylashgan bo'ladi.

Qazib olish usuliga qarab torf bo'lakli va frezerlangan bo'ladi. MDH mamlakatlarida frezerlash usuli bilan torf qazib olish keng tarqalgan. Bu usulda torfning yuqorigi, qurigan qatlami maxsus frezer mashinalari yordamida maydalanadi, torf maydasi joyida quritiladi va keyin iste'molchiga jo'natiladi. Bo'lak qilib qazib olish usuli ko'p mexnat talab qiladi va shu bilan birga unumdorligi kam usul.

Olinadigan torfning asosiy qismi elektr stansiyalarida yoqiladi. Bir qismi gaz olish uchun va maishiy ehtiyojlarga, yana bir qismi o'g'it sifatida ishlatiladi.

Tabiiy holatdagi torfning namligi juda yuqori 90 % gacha bo'ladi. Havo quruq torfning namligi 30–40 % bo'ladi.

Tarkibi va olishi usuliga qarab torfning yonish issiqligi katta oraliqda o'zgaradi. Torf oson oksidlanadi va o'z-o'zidan yonib ketadi.

Torfning katta zahiralari Rossiya, Belarus va Boltiq bo'yi mamlakatlarida to'plangan.

Qo'ng'ir ko'mir kimyoviy tarkibi va fizik kimyoviy xossalari bo'yicha torf va toshko'mir orasida o'rin tutgan. Qo'ng'ir ko'mirlarga yonish issiqligining yuqori qiymati

$$Q_{yuqori}^{ishchi} = \frac{100}{100 - A_{ishchi}} < \frac{kJ}{kg}$$

bo'lgan ko'mirlar kiradi.

Qo'ng'ir ko'mirning o'ziga xosligi tarkibida torfga nisbatan ko'pligi, kislorodning kamligi va uchuvchan moddalarning kamligi, koksning yomonligi, namlanish darajasining yuqoriligi, oson oksidlanish va o'z o'zidan yonishi mumkinligi, namligi va kul miqdori yuqori bo'lgani uchun yonish issiqligining pastligi, mexanik mustahkamligi pastligi kabilar bor.

1.3. Qattiq yoqilg'ilarning hosil bulish jarayonlari

Qattiq yoqilg'i jinslari o'n va bir necha yuz million yillar davomida yer yuzidagi mavjud bo'lgan o'simlik va mikroorganizmlarning chirishi natijasida tashkil topgan. Bu ba'zi bir ko'mir va boshqa qattiq yoqilg'i turlarida kimyoviy o'zgarishlar natijasida o'z ko'rinishini saqlab qolgan o'simlik qoldiqlari bilan isbotlangan. Xuddi shunday jarayonlar, ko'pgina olimlarning fikriga ko'ra, neft va tabiiy gazsimon yoqilg'ilarda ham kuzatilgan. Tabiiy organik yoqilg'ilarning yer osti qatlamlarida bir-biridan farq qilishi asosan organik qoldiqning paydo bo'lishi hamda bu qoldiqlarning o'zgarish jarayonlariga bog'liq bo'ladi.

Dastlabki organik moddalar, o'simlik va mikroorganizmlar tarkibidagi har xil moddalarning yoqilg'i jinslarida ishtiroki, ularning tuzilishi va xususiyatlari yaqinligi bilan bir necha guruhga bo'linishiga asoslanadi.

1. Uglevodlar o'simlik hujayralarining asosiy tarkibini hosil qiladi.

2. Lignin yuqori molekulali birikma bo'lib, o'simlik hujayralarining o'zagini tashkil qiladigan modda.

3. Oqsillar organizm tarkibidagi protoplazma tarkibiga kiruvchi moddalar.

4. Lipoidlar o'simlik po'stlog'i tarkibida uchraydigan moddalar.

Hozirgi nazariyaga ko'ra organik moddalar qoldig'i tarkibidagi asosiy moddalar guruhi, ma'lum sharoitda yoqilg'i jinslari paydo bo'lishida ishtiroki isbotlangan. Quruq yerning botqoqlanishi sharoitida organik moddalarning to'planishi asosan o'simlik qoldiqlaridan iborat va ularning organik qoldiqlari o'zgarib borishi jarayonida gumolit turkumidagi yoqilg'i jinslari hosil bo'lishiga sabab bo'ladi.

Dengiz va okean tubida yig'ilgan organik qoldiqlar asosan bir hujayrali organizmlarning chirib ketishi natijasida hosil bo'ladi. Kislorod butunlay yo'q sharoitda ular o'zgarib sapropelni hosil qiladi va keyinchalik sapropelit turkumidagi birikmalar paydo bo'ladi.

Torf va qazilma ko'mirlar asosan gumolirlarga mansub, sapropelitlarga kam uchraydigan ba'zi ko'mirlarning turlari hamda

yonuvchi slanetslar, neft va tabiiy gaz kiradi. Ba'zi bir yoqilg'ilar gumolit-sapropelitlarga, ayrimlari esa, sapropelit-gumolitlarga ham taalluqli bo'lishi mumkin.

Gumolitlarning o'zgarish jarayonlari. Gumolitlarning paydo bo'lishi dastlabki moddalarning har xil o'zgarish bosqichlaridan tashkil topgan. Bu holat o'zgarishi bo'yicha uchta bosqichdan iborat: torf, qo'ng'ir ko'mir va toshko'mir bosqichlaridir. Bu bosqichlardagi o'zgarishlar tashqi va ichki omillar bilan bog'liq bo'lib, organik tarkibi kislorod bilan oksidlanishini va bakteriyalar faoliyatidan himoyasini ta'minlab turadi.

Torf bosqichida o'simlik qoldiqlari to'plangan avval qisman havo ta'sirida, keyinchalik butunlay havodan ajralgan holda (yer qatlami ostida) o'zgarishlari davom etadi.

O'simlik moddalarining o'zgarishi asosan bakteriya faoliyati bilan bog'liq bo'lib, biokimyoviy jarayonlar natijasida sodir bo'ladi. O'zgarishlar jarayonida dastlabki organik qismining parchalanishi va Yangi turdagi moddalarning hosil bo'lishi kuzatiladi.

Ko'mir tarkibida yuqori molekulali moddalar asosan ikki xil yo'l bilan hosil bo'lishi mumkin: mikroorganizmlar ta'sirida biokimyoviy yo'l bilan va mikroorganizmlar ta'sirida o'zgarishga ulgurmagan dastlabki moddalar, qisman polimerlanish va polikondensatlanishi asosida o'zgaradi.

Torf bosqichida asosan yuqori molekulali gumin kislotalari hosil bo'ladi. Ularning kimyoviy tuzilishi murakkab kondensatlangan aromatik yadro va periferik funksional-gidroksil-ON, karboksil-SOON va karbonil-S=O guruhlardan iborat bo'ladi.

Bunday organik materiallarning gumin kislotasiga o'zgarishidan o'simlik qoldiqlari o'zining dastlabki holatini yo'qotadi va strukturasiz massaga aylanib ketadi.

Bu o'zgarish jarayoni (mikroskop orqali) strukturasiz material miqdori bilan belgilanadi va foizda ifodalanadi, hamda torfning parchalanish darajasi deb atiladi.

Qo'ng'ir ko'mir bosqichi. Torf bosqichi sharoitidan tubdan farq qiladi, bu bosqichda tarkibning keyingi o'zgarishlari sodir bo'la boshlaydi.

Torfning ko'mirga aylanishini ta'minlab turuvchi asosiy omillardan biri, uning yer qatlamiga chuqur ko'milgani, turli xil

o'zgarishlar natijasida sodir etadi: ya'ni yer qatlamlaridagi yuqori harorat (taxminan 180–250°C) va bosim ($3 \cdot 10^8$ Pa), hisoblanadi. Bu faktlar organik qoldiqlarning o'zgarishiga sabab bo'lib, bu o'zgarishlar ko'mirlanish jarayoni deb aytiladi. Bu jarayon kimyoviy reaksiyalar natijasida organik materiallarining uglerodlanishi bilan yakunlanadi. Bu jarayonning oxiriga yetishi, ko'mirlanishning qo'ng'ir ko'mir bosqichining yakunlanishini belgilaydi.

Ko'mirda gumin kislotasi borligini ko'mirni ishqorning issiq eritmasi bilan ishlov berish orqali aniqlanadi. Gumin kislotasi bunday reaksiya natijasida eriydigan tuzlar hosil qiladi (gumatlar) va eritmalarga o'tib, eritmani qo'ng'ir rangga bo'yaydi. Bunday o'zgarish 250–350° S haroratda sodir bo'ladi.

Torf mahsulotlarining toshko'mir bosqichida o'zgarishi natijasida organik molekulalarda uglerod miqdorining kamayishi, barqarorligi va yonish issiqligi oshishi, sezilarli darajada elektr toki o'tkazuvchanligi xususiyati paydo bo'lishi bilan kuzatiladi.

Ko'mir mahsulotlarida kuzatilgan o'zgarishlarning oxirgi natijasi, antratsit ko'mir hosil bo'lishidir, ko'mirning bu turi metallarga o'xshab yaltiraydi, uglerodlanish darajasi yuqori vodorod miqdori esa kamroq miqdorda bo'ladi.

Shunday uglerod miqdori yuqori konlar uchraydiki, ularda organik tarkibining ko'mirlanish darajasi antratsitga qaraganda yuqori bo'ladi. Bunday moddalar deyarli sof ugleroddan iborat, asosan kristall tuzilishga ega bunday moddalar grafit deb aytiladi.

Sapropelitlarning o'zgarish bosqichlari. Sapropelitlarga mansub qattiq yoqilg'i jinslarining o'zgarishi ikki bosqichdan iborat bo'lib, gumolitlarining torf va toshko'mir o'zgarish bosqichlariga o'xshab ketadi. Ketma – ket bosqichlarda organik tarkibining o'zgarishi gumolit bosqichlari omillariga o'xshasada, ammo farqli tomoni torf bosqichidan boshlab kislorod ishtirokisiz suvning qalin qatlami ta'sirida asosiy rolni mahsus bakteriyalar bajaradi. Dastlabki jarayondagi tarkibi gumolit-larnikiga ko'ra keskin farqlanishi bilan sapropelitlarning kimyoviy tuzilishi va fizik xossalari va xususiyatlaridagi o'xshashliklar mavjuddir.

Sapropelitning torf bosqichidagi o'zgarishlari sapropelitni saprokolga aylantirishdan iborat. Saprokol qattiq strukturasi bir



xil massa bo'lib, har xil moddalarning aralashmasidan tashkil topgan.

Sapropelitga mansub toshko'mirlarning mineral moddalari kam bo'lsa boghed deb aytiladi. Boghedlar qo'ng'ir yoki qora qo'ng'ir rangli jinslardir, bunday sapropelitlar cho'kma jinslar qum, tuproq bilan aralashmalar hosil qiladi, ularning miqdori, 90% va undan ham ko'proqni tashkil qiladi.

Quyidagi jadvalda energiya manbalarining tiklanmas va tiklanuvchan turlari keltirilgan.

2- jadval

Tiklanmas manbalar		Tiklanuvchan manbalar
Birlamchi	Ikkilamchi	
Organik yoqilg'i: – Ko'mir – Neft – Tabiiy gaz – Yonuvchan slanets Yadroviy yoqilg'i: – Uran 235 – Toriy – Termoyadro yoqilg'isi: – Deyteriy	Organik yoqilg'ini qayta ishlash mahsulotlari: – koks, yarim koks – suyuq yoqilg'i – generator gazi – suniy suyuq yoqilg'i Yonuvchi gazlar: – domna gazi – koks gazi – neftni qayta ishlash gazlari Yadroviy yoqilg'i: – plutoniy 239 – elektr energiyasi	Biomassa: – o'tin – torf Quyosh energiyasi Mexanik energiya: daryo oqimi dengiz to'lqinlari shamol energiyalari Issiqlik energiyasi: – yer osti suvlari – okeanning issiqlik energiyasi.

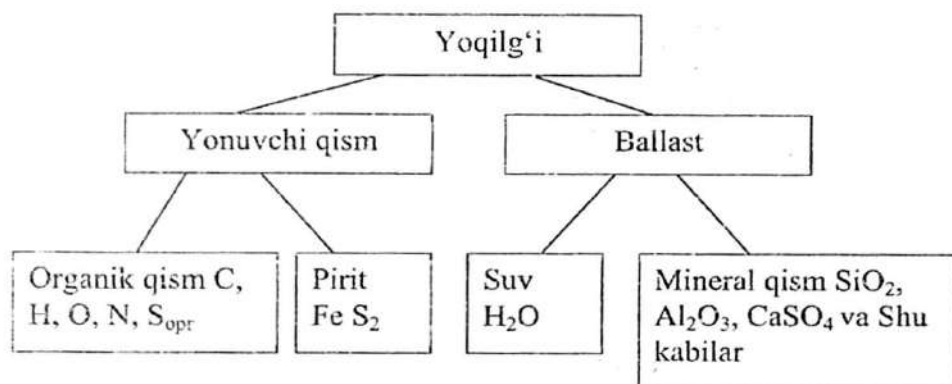
1.4. Qattiq yoqilg'ilarning kimyoviy tarkibi

Qattiq yoqilg'i tarkibini yonuvchi elementlardan uglerod, vodorod hamda oltingugurt – elementlari tashkil qilsada, bulardan tashqari bu elementlar bilan bog'langan holda deyarli barcha yoqilg'ilar tarkibida ichki ballastni tashkil qiluvchi kislorod va azot birikmalari ham uchraydi.

Shu bilan birgalikda tabiiy yoqilg'ilarning tarkibida tashqi ballastni hosil qiluvchi namlik va mineral qo'shimchalar ham bo'ladi. Qattiq va suyuq yoqilg'ilar murakkab birikmalardan iborat

bo'lishi sababli hozirgi vaqtgacha ularning molekulyar tuzilishi va xususiyatlari yetarli darajada o'rganilmoqda.

Quyidagi 1-rasmda qattiq yoqilg'ilarning tarkibiy qismlari keltirilgan.



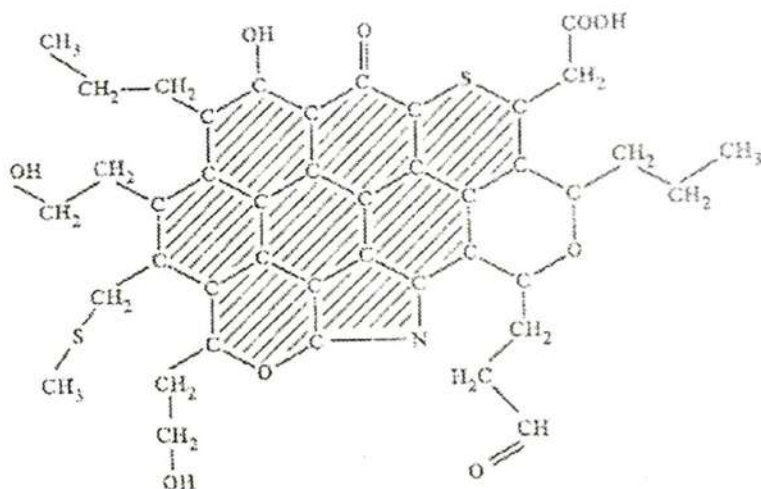
1-rasm. Qattiq yoqilg'ilarning tarkibi.

Gazsimon yoqilg'ilar esa oddiy yonuvchi va yonmaydigan gazlarning mexanik aralashmasidan iborat. Bularga uglerod (II) oksid, vodorod, metan va turli xil uglevodorod birikmalari hamda kislorod, azot va tarkibidagi suv bug'i kiradi.

Hozirgi zamon nazariyasiga ko'ra ko'mir moddasi makromolekula ko'rinishidagi tuzilishga ega, uning kimyoviy ifodasi – $C_{70} H_{41} O_6 N$. Bu ifodaga ko'ra berilgan ko'mir makromolekulasi 70 ta uglerod, 41 ta vodorod, 5 ta kislorod va 1 atom azotdan iboratdir.

Quyidagi 2-rasmda ko'mir makromolekulasining struktura modeli ko'rsatilgan.

Makromolekula strukturasi siklik polimerlashgan benzol halqali, uglerodli yadrodan, shakllangan holda ichki va chetki (periferiya) qismdan iborat. Yadro va periferiya qismlari orasidagi munosabat, ko'mir metamorfizmi darajasiga bog'liq. Masalan: Yangi ko'mir makromolekulalarida periferiya qismi, ko'hna ko'mirlarda (masalan antratsitda) esa ko'mirlashgan yadro qismi rivojlangan bo'ladi.



2-rasm. Ko'mir moddasining makromolekula strukturasi.

Yoqilg'ining periferiya qismi kuchsiz kimyoviy bog'lanishli birikmalardan iborat. Ular ko'mir moddasi qizdirganda tezroq parchalanib qisqa zanjirli uglevodorodlar hosil bo'lishiga olib keladi. Bunday birikmalarning bir qismi gazsimon holatdagi uglerod oksidlari SO_2 , SO vodorod birikmalari va boshqa turdagi uglevodorodlardan iborat.

Qattiq yoqilg'ilarning oddiy sharoitda parchalanish tezligi kichik bo'lsada, ammo bu jarayonlar ko'mir qatlami plastlarda uzluksiz davom etaveradi. Buning natijasida shaxtalarda yong'inga olib keluvchi metan va boshqa gazsimon uglevodorodlar hosil bo'ladi. Ko'mirning parchalanishi uning periferiya qismidagi vodorod va uglerodlarning ko'payishiga olib keladi. Buning natijasida termik eskirish yuz beradi. Ko'mirning makromolekula qismi o'zgarimasada ichki qismidagi o'zaro bog'liqliklar noma'lum bo'lgani tufayli yoqilg'ining tarkibi o'zaro bir biri bilan zaif bog'langan bo'ladi.

Qattiq yoqilg'ilarning kimyoviy tarkibi asosan o'simlik dunyosi, o'simliksimon oqsil mahsulotlar birikmalaridan tashkil topishi sababli, qattiq yoqilg'ilarning har xil holatlarga aylanishi ularning uzoq vaqt, davrida asta sekinlik bilan uglerodlanish

darajasi, ya'ni tarkibidagi uglerod elementining ko'payib borishi bilan xarakterlanadi.

Vaqtlar davomida yer osti qatlamlarida yuqorida qayd etilgan birikmalarning yer osti namligida mikroorganizmlar ta'sirida birinchi bosqichda qo'ng'ir tusli torf mahsulotlari hosil bo'lib, bunday mahsulotlar tarkibida hali to'la darajada parchalanmagan o'simlik dunyosi qoldiqlari mavjud bo'ladi.

Vaqtlar davomida torf mahsulotlari tarkibidagi bunday qoldiq o'simlik qoldiqlari dunyosining yanada uglerodlanishi natijasida ko'mirning asosiy strukturasi bilan zaif darajada bog'langan $=S-O-S=$, $-SOON$, $-ON$, $SN_3-SN_2-SN_2-$, $-O=SN-SN_2-SN_2-$, $SOON-SN-SN_2-$ kabi uglevodorodlar payti bo'la boshlaydi, gumin torf mahsulotlariga qattiq holatda nisbatan kislotalarning parchalanishi natijasida ikkinchi bosqichda bo'lgan qo'ng'ir toshko'mir va antratsit ko'miri hosil bo'ladi.

Bunday turdagi ko'mir mahsulotlarining hosil bo'lish jarayonlari yer osti qatlamlarining biologik o'zgarishlariga yer osti haroratiga va bosim o'zgarishlariga bog'liq. Tabiiy yoqilg'ilarning uglerodlanish darajasi qancha yuqori bo'lsa bunday yoqilg'ilar yonishi jarayonida issiqlik berish qobiliyati ham shuncha yuqori bo'ladi.

Tabiatda uchraydigan qattiq yoqilg'ilarning yana bir turi yonuvchi slanetslardir. Bunday turdagi yoqilg'ilar asosan loysimon moddalarga yonuvchi organik moddalarning yutilishi (shimilishi) natijasida hosil bo'ladi.

Quyidagi jadvalda har xil turdagi qattiq yoqilg'ilar tarkibidagi S, O, N, va N elementlarining % hisobidagi miqdori keltirilgan.

Qattiq yoqilg'ilar tarkibidagi elementlarning miqdori % hisobida.

3-jadval

Yoqilg'i turlari	S°	O°	N°	N°
Yog'och o'tin	50	40-44	5-6	0,5-1,5
Torf	55-60	33-38	5-6	0,5-1,5
Qo'ng'ir ko'mir	64-77	15-25	5-6	0,5-1,5
Toshko'mir	75-90	4-15	5-6	0,5-1,5
Antratsit ko'miri	94-97	2-4	1-2	0,5-1,5

Keltirilgan jadvaldan ko'rinadiki, qattiq yoqilg'ilar tarkibida uglerod miqdori yog'och o'tindan antratsit ko'miriga qarab ko'payib, kislorod miqdori esa antratsit ko'miridan yog'och o'tinga qarab ortib bormoqda. Bu jadvalda yoqilg'ilarning uglerodlanish darajasi ortib borishi bilan tarkibidagi kislorod miqdori kamayib borishi ham keltirilgan.

1.5. Qattiq yoqilg'ilar tarkibidagi mineral birikmalar

Qattiq yoqilg'ilar tarkibidagi mineral birikmalar uch xil ko'rinishda bo'ladi. Yoqilg'i hosil bo'lish jarayonlarida uning kimyoviy tarkibini tashkil qiluvchi komponentlar bilan bevosita bog'langan yot unsurlar yoqilg'i tarkibidagi birlamchi mexanik birikmalar deyiladi. Yoqilg'i hosil bo'lish jarayonida molekulalari hamda uning tarkibida mavjud bo'lgan tarkibida suv va boshqa birikmalar bilan aralashgan holatda bo'lgan mexanik iflosliklarga ikkilamchi mexanik birikmalar deyiladi. Har ikki turdagi birikmalarni ham yoqilg'ining ichki mexanik iflosliklari deyiladi.

Hozirgi vaqtda qattiq yoqilg'ilar ikki xildagi ya'ni yopiq holatdagi yer osti hamda ochiq yyer yuzasi ko'mir konlaridan qazib olinmoqda. Masalan, respublikamizdagi Angren ko'mir koni ochiq ko'mir havzasi deyiladi.

Har ikkala holatda ham ko'mirning qazib olinishi jarayonida atrof muhitdan ko'mir mahsulotlariga har xil mexanik aralashmalar qo'shiladi. Atrof muhitdan qo'shilgan bunday iflosliklarni uchlamchi mexanik iflosliklar deyiladi. Yoqilg'ilar tarkibida bunday uchlamchi mexanik iflosliklar qancha miqdorda bo'lishi qazib olish sharoitlarida qo'llaniladigan qurilmalarga hamda kon havzalarining geologik sharoitlariga ham bog'liq.

Ko'mir tarkibidagi bunday xildagi mexanik iflosliklar kimyoviy tarkibi jihatidan bir necha turlarga: tuproqsimon, alyuminiy silikat birikmalari: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2\text{N}_2\text{O}$ hamda qumsimon $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{SiO}_2$ kabi birikmalar.

Karbonatlar Na_2CO_3 , MgSO_3 CaCO_3 , $\text{CaMg}(\text{SO}_3)_2$

Sulfidlar FeS_2 , FeS , MgS

Culfatlar Na_2SO_4 , MgSO_4 , FeSO_4 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Temir oksidlari FeO , Fe_2O_3 Fe_3O_4

Ishqoriy yer metallari NaON K ON , Na_2SO_4 Na_3RO_4 , Na_2SiO_3 hamda kolloid, holatdagi gumin kislotalarining tuzlari kabi birikmalar.

Bunday birikmalar ko'mir tarkibida qanday nisbatda bo'lishi ko'mir konlarining sharoitiga, tuproq tarkibi strukturasi bog'liq.

Masalan; Moskva energetika instituti olimlarining ta'kidlashicha Moskva shahri ostonasidagi ko'mir konlaridan qazib olinayotgan qo'ng'ir ko'mirning $\frac{2}{3}$ qismi loysimon moddalardan iborat. Kansk-achinsk qo'ng'ir ko'miri tarkibidagi ichki mexanik iflosliklar asosan kalsiyli kolloid birikmalardan, tashqi iflosliklari esa, kimyoviy tarkibi SiO_2 bo'lgan Kremnezem (qum) dan iborat.

Shuningdek, qattiq yoqilg'ilar tarkibida nodir metallardan platina(Rt), palladiy (Rd), nikel (Ni), kobalt (So), vanadiy (V) germaniy, (Ge), uran (U) kabi noorganik elementlar ham mavjud.

Qattiq yoqilg'ilarning yonishi natijasida tarkibidagi mineral birikmalarining asosiy qismi yoqilg'ining kul tarkibida qoladi.

1.6 Qattiq yoqilg'ilar tarkibidagi oltingugurt birikmalari

Barcha turdagi energetik yoqilg'ilar tarkibida oltingugurt miqdori ko'p bo'lishi, ularning sifatini pasaytiradi. Bunga sabab yoqilg'ilarning yonishi jarayonida tarkibidagi oltingugurt havo kislorodi bilan birikib atrof muhitga tarqaladigan tutun gazi tarkibida zaharli oltingugurt oksidlari (SO_2 SO_3)ning miqdorini ko'paytiradi hamda bug' qozonining yoqilg'i yonish kamerasida va uning tutun gazi harakatlanayotgan qismlarida oltingugurtli korroziya jarayonlari sodir bo'ladi. Bu jarayonlar kelgusi bobda to'liq bayon etiladi.

Qattiq yoqilg'ilar tarkibida oltingugurt birikmalari uch xil; organik (S_{op}) kolchedanli FeS_2 hamda sulfatli (Sc) holatlarda mavjud bo'ladi. Organik holatlardagi oltingugurt yoqilg'ining asosiy strukturasi tashkil qiluvchi yuqori molekulali birikmalari bilan kimyoviy bog'langan holatda bo'ladi.

Kolchedanli oltingugurt temir kolchedani (FeS_2) holatida yoqilg'i tarkibida erkin holatda uchraydi. Qattiq yoqilg'ilar

tarkibidagi organik va kolchedanli oltingugurt birikmalari yoqilg'ining yonishi jarayonida birgalikda yonadi va ularning yonishida issiqlik chiqadi.

Sulfatli oltingugurt qattiq yoqilg'ilar tarkibida SaSO_4 , MgSO_4 , FeSO_4 kabi birikmalar holatida bo'lib, yoqilg'ilarning yonishi jarayonida, bu birikmalar kul tarkibida qoladi.

Qattiq yoqilg'i tarkibidagi oltingugurtning umumiy miqdori quyidagi ko'rinishda ifodalanadi.

$$S = S_{OP+K} + Se\%$$

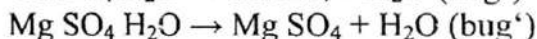
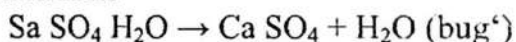
Qattiq yoqilg'ilardan qo'ng'ir va toshko'mir tarkibida oltingugurtning umumiy miqdori ularning ishchi massasiga nisbatan 7–8 % ni tashkil etadi.

Yoqilg'i tarkibidagi S organik va kolchedanli oltingugurtning yonishida ajralib chiqadigan issiqlik miqdori uglerodning yonishida hosil bo'ladigan issiqlik miqdoridan 3,5 barobar kam.

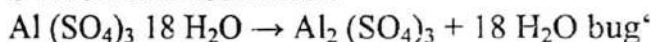
Energetik yoqilg'ilarning kullik darajasi ya'ni yoqilg'i yonishda hosil bo'lgan kul miqdori har qanday energetik qattiq va suyuq yoqilg'ining to'la darajada yonishida ajralib chiqadigan yonmaydigan mahsuloti shu yoqilg'ining kul mahsuloti deyiladi.

Har qanday yoqilg'ilarning kullik darajasi, uning tarkibidagi mexanik birikmalar miqdori hamda yoqilg'ining to'la darajada yonishi bilan belgilanadi. Yoqilg'i tarkibidagi mexanik iflosliklarning kul mahsulotlariga aylanishi yoqilg'ilarni quritish va yoqish jarayonida haroratning ko'tarilib borishi bilan sodir bo'ladi.

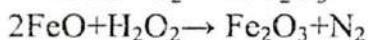
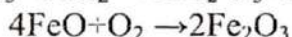
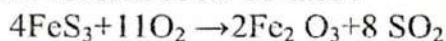
Ya'ni, 150°C haroratdan boshlab yoqilg'i tarkibidagi $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ kabi kristallgidrat moddalar tarkibidagi suvning bug'lanishi boshlanadi.



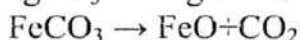
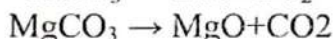
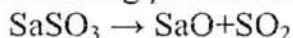
Yoqilg'i tarkibida mavjud bo'lgan $\text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$ kabi kristallgidrat moddalar tarkibidagi suvning bug'lanishi yuqoriroq $400\text{--}600^\circ\text{C}$ haroratdan boshlanadi.



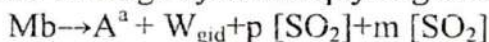
Bunday harorat oralig'ida yoqilg'i tarkibidagi temir kolchedani (FeS_2) ning oksidlanishi natijasida temir bir (FeO), magnetit (Fe_3O_4) va uch oksidi (Fe_2O_3) hamda SO_2 birikmasi hosil bo'lishi quyidagi reaksiyalar asosida sodir bo'ladi:



500-600°C harorat oralig'ida yoqilg'i tarkibidagi CaSO_3 , MgCO_3 FeCO_2 kabi karbonatlarning parchalanishi boshlanadi.



800°C haroratdan boshlab yoqilg'i tarkibidagi NaCl , KCl , Na_2SO_4 , Na_3PO_4 kabi ishqoriy metallar birikmalarining suyuqlanishi va parchalanishi boshlanadi. Bu ma'lumotlar bo'yicha qattiq yoqilg'ilarning yonishi jarayonida tarkibidagi mineral birikmalar (Mb) ning ajralishi va kulga aylanishi quyidagicha ifoda qilinadi.



Bu ifodada $[\text{SO}_2]$ va $[\text{SO}_2]$ – yoqilg'i yonishida mexanik birikmalar tarkibidan ajralib chiqayotgan SO_2 va SO_2 gazlar miqdori, g.

W_{gid} – mineral birikmalar tarkibidagi suv massasi miqdori, g

Qattiq va suyuq yoqilg'ilarning yonishi jarayonida hosil bo'lgan kul mahsulotlarining kimyoviy tarkibi shu yoqilg'i tarkibidagi mineral birikmalar tarkibiga to'la darajada mos kelmaydi, bunga sabab yoqilg'i yonishida haroratning ko'tarilib borishi bilan tarkibidagi mineral birikmalar yuqoridagi reaksiyalar asosida boshqa mahsulotlarga aylanishi ham mumkin.

Qattiq yoqilg'ilardan yonuvchi slanetslarning yonishida eng ko'p miqdorda kul hosil bo'lib, uning miqdori yoqilg'ining analitik quruq massasiga nisbatan 40–70 % ni tashkil qiladi, qo'ng'ir ko'mirning yonishida 5–40 %, toshko'mirning yonishida 5–30 % kul hosil bo'ladi.

Kullik darajasi eng kam bo'lgan qattiq yoqilg'i torf, uning kul miqdori 5–10 % atrofida bo'ladi. Kul mahsulotlarining salbiy xususiyatlari ularning "tajovuzkorligi" (rus tilida "obrazivnost")

deyiladi) hamda suyuqlanish xususiyatlaridir. Kulning bu xususiyatlari ta'sirida kul mahsulotlari tarkibidagi agressiv moddalar o'choq devorlari, ekran quvurlarining yyemirilishini shunchalik tezlashtiradi, natijada ular yupqalashib tez ishdan chiqqa boshlaydi.

Har xil turdagi energetik yoqilg'ilarning kul mahsulotlari turli xil harorat ta'sirida suyuqlanadi.

Tajriba natijalari ko'rsatishicha 1350 °C gacha haroratda suyuqlanadigan kul mahsulotlarini nisbatan past haroratda, 1350 °C – 1450 °C oraliq'ida suyuqlanuvchi kul mahsulotlarini o'rtacha haroratda va 1450 °C dan yuqori haroratda suyuqlanuvchi kul mahsulotlarini yuqori haroratda suyuqlanuvchi kul deyiladi. Qattiq yoqilg'ilar yonishida hosil bo'lgan kul mahsulotlarining suyuqlanishi hamda ularning yonish kamerasida mavjud bo'lgan mexanik iflosliklar bilan aralashishi natijasida, yuqori haroratda yopishqoqlik xususiyatli oquvchan moddalar hosil bo'ladi. Bunday moddalarni "shlaklar" deyiladi. Bunday shlak mahsulotlarining kimyoviy tarkibi murakkab birikmalardan tashkil topgan bo'lib, kul mahsulotlari tarkibidan farq qiladi. Shlak mahsulotlari ularning tarkibiga bog'liq, bo'lib shlak tarkibida kalsiy elementining birikmalari ko'p miqdorda bo'lsa, o'txona va ekran quvurlari devorlarida mustahkam yopiShuvchi ajralmaydigan qattiq mahsulotlar hosil bo'ladi.

Kul tarkibida vanadiy besh oksidi (V_2O_5) mavjud bo'lganda, bu modda past haroratda suyuqlanishi sababli qozon qurilmasining bug' qizdiruvchi quvurlari yuzalarida korroziya jarayonini tezlashtiradi. Shuningdek, kul va yoqilg'i tarkibida ishqoriy metallar (Na K) ning sulfatli va karbonatli birikmalari qancha ko'p bo'lsa, ekran quvurlari devorlarida har-xil qatlamlar ajralib chiqishiga sabab bo'ladi.

Bunday qatlamlarning issiqlik o'tkazuvchanligi metallarnikidan past darajada bo'lishi sababli yonish kamerasidagi issiqlik to'la darajada ekran quvurlari orqali bug'lanayotgan suvga ta'sir etolmaydi, natijasida ekran quvurlarining ishlash muddati qisqaradi va yoqilg'i sarfi oshadi.

1.7. Qattiq yoqilg'ilarning namlik darajasi

Qattiq yoqilg'ining namlik darajasi ham uning ballast qismini tashkil qiladi va tarkibida namlikning ko'payishi ham yoqilg'i sifatini pasaytiradi.

Qattiq yoqilg'ilar tarkibida suv molekullari qanday holatda bo'lishiga qarab namlik ham turli xil ko'rinishda bo'ladi.

1. Gidratli yoki kristallgidratli namlik bu xildagi namlik yoqilg'i tarkibidagi quyidagi mexanik birikmalar kalsiy sulfat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) alyuminosilikat ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) kabi moddalar tarkibida bevosita kimyoviy bog'langan bo'ladi. Bunday turdagi namlik asosan kul miqdori yuqori bo'lgan yoqilg'ilarda ko'proq.

2. Sorbsiyalangan (yutilgan) namlik qattiq yoqilg'ilar tarkibidagi bunday namlik ikki xil absorbsion va adsorbsion holida bo'ladi. Yoqilg'i molekullari bilan bevosita bog'langan va uning ichki qismlarida mavjud bo'lgan suv molekullari yoqilg'ining absorbsion namligini tashkil qiladi.

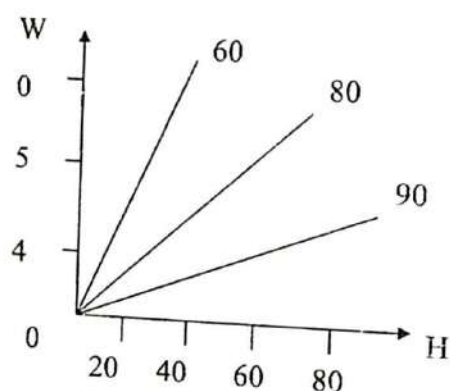
Yoqilg'i zarrachalari sirtini tashkil etgan moddalarga kimyoviy yutilgan suv molekullari yoqilg'ining adsorbion namligi deyiladi.

Ma'lumki, qattiq yoqilg'ining tarkibida koloid zarrachali birikmalar ham bo'lishi sababli uni tashkil etuvchi komponentlar oraliqlarida mikrobo'shliqlar ham bo'ladi. Ularni kapillyar bo'shliqlar deyiladi. Bu bo'shliqlarda mavjud bo'lgan suv molekullari yoqilg'ining kapillyar yoki kolloidli namligi deyiladi.

Bunday namliklardan tashqari qattiq yoqilg'ilar tarkibida tashqi muhit ta'sirida suv molekullarining, yoqilg'i, hamda tarkibidagi mexanik iflosliklar yuzasiga yutilishi natijasida ham uning, namlik darajasi yanada ortadi. Yoqilg'i tarkibidagi bunday kapillyar namliklar 100°C dan yuqori haroratda yoqilg'i tarkibidan to'la ajrala boshlaydi. Yoqilg'i tarkibidagi sorbsiyalangan namlikning qanday darajada bo'lishi tabiiy sharoit haroratsiga, bu jarayondagi suv bug'ining parsial bosimiga (P_{n20}) hamda yoqilg'ilarning uglerodlanish darajasiga bog'liq bo'ladi. Suv bug'ining parsial bosimi ortishi sorbsion namlikning oshishiga, harorat va yoqilg'ining uglerodlanish darajasi oshishi esa bunday namlikning kamayishiga sabab bo'ladi.

Yoqilg'i tarkibida namlik ko'p bo'lsa, ularning yonish issiqligi ham kamayadi. Bunga sabab yonish jarayonida hosil bo'lgan issiqlikning bir qismi yoqilg'i tarkibidagi namlikni bug'latish uchun ham sarflanadi. Bundan tashqari yoqilg'i tarkibidagi namlik; tutun gazining miqdorini ham ko'paytiradi va tutun gazi bilan birgalikda atrofga tarqalayotgan issiqlik miqdori ko'payadi natijada tutun gazining tarqalishida sarflanadigan iqtisodiy xarajatlar oshadi. Qattiq yoqilg'ilar tarkibidagi namlik miqdorini ularning ishchi massasi bo'yicha taqqoslanganda torfda 40–60 % ni qo'ng'ir ko'mirda 15–55 % ni, toshko'mirda 5–20 % ni, antratsit ko'mirda 2–5 % ni tashkil qiladi.

Quyidagi grafikda antratsit ko'mirning har xil harorat va havo namligi o'zgarishi natijasida uning sorbsion namligi ortib borishi keltirilgan.



3-rasm. Havoning har xil haroratida va nisbiy namligida antratsit ko'miriga suv bug'ining yutilishi.

Suvning R_{n20}^p va $t^{\circ}\text{C}$ bo'lsa bu holda havoning nisbiy namligi N quyidagicha ifodalanadi.

$$H = \frac{P_{H_2O}^n}{P_T} \cdot 100\%$$

Bu ifodada R_t -ayni haroratdagi to'yingan suv bug'ining bosimi

Bu keltirilgan grafikdan ko'rinadiki har xil haroratda ham havoning nisbiy namligi oshishi antratsit ko'mirining namlik darajasini bildiradi.

Ammo haroratning ko'tarilishi yutilgan namlikning kamayishiga sabab bo'ladi. Havoning nisbiy namligi 60 % bo'lganda antratsit ko'mirning sorbsion namligi 90°C da 2 %ni, 60°C da esa 5–6 %ni tashkil qiladi. Qattiq yoqilg'ilar tarkibida namlik qancha yuqori bo'lsa IESlarda ularni yoqishga tayyorlash uchun quritish va maydalash jarayonlarida ham iqtisodiy xarajatlar ko'payadi, natijada ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasi narxining oshishiga sabab bo'ladi.

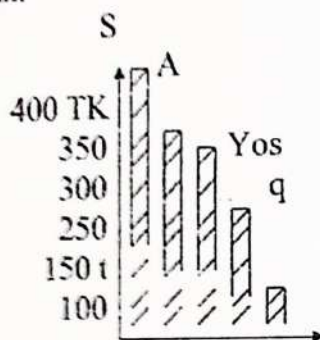
Shuni ta'kidlash lozimki, yoqilg'i tarkibida tashqi va kapillyar namliklar yuqori darajada bo'lsa, bunday yoqilg'ilarning qish mavsumi sharoitda muzlab qolish xususiyati yuqori bo'ladi. Shu sababli qish mavsumida vagonlarda stansiyalarga keltirilgan ko'mir mahsuloti muzlashi natijasida monolit holatga aylanishi sababli, ularni bo'shatishda birmuncha qiyinchiliklar tug'iladi va iqtisodiy xarajatlar ko'payadi.

1.8. Qattiq yoqilg'ilar tarkibidagi uchuvchan birikmalar

Har qanday qattiq yoqilg'ilar yuqori harorat ta'siriga chidamsizligi sababli qizdirilganda termik parchalanadi. Buning natijasida birinchi navbatda yoqilg'i tarkibidagi oson parchalanadigan organik birikmalar gazsimon holatda ajralib chiqadi. Qattiq yoqilg'ilar tarkibidagi organik birikmalarning parchalanishi ilmiy va amaliy tomondan katta ahamiyatga ega. Yoqilg'ilarining bunday xususiyati orqali ularning kimyoviy tarkibini o'rganish, ulardan suyuq va gazsimon mahsulotlar olish hamda kokslash jarayonlarini to'g'ri yo'nalishda tashkil etish mumkin.

Qattiq yoqilg'ilarni qizdirish jarayonida tarkibidan ajralib chiqadigan uchuvchan moddalarning miqdori va ularning tarkibi asosan yoqilg'ilarning turlariga, kimyoviy tarkibiga va harorat ta'sirida o'zgarish xususiyatiga bog'liq.

Quyidagi rasmda qanday haroratdan boshlab ba'zi turdagi qattiq yoqilg'ilardan uchuvchan moddalarning ajralib chiqishi keltirilgan.



4-rasm. Turli xil yoqilg'ilardan uchuvchan moddalarning ajralib chiqishi

A – antratsit ko'miri

TK – toshko'mir

Yos – yonuvchi slanets

Q – qo'ng'ir ko'mir

T – torf

Keltirilgan rasmdan ko'rinadiki yoqilg'ilarning uglerodlanish darajasi qancha yuqori bo'lsa ulardan uchuvchan moddalarning ajralib chiqish harorati ham shunga yuqori bo'ladi.

Rasmdan ko'rinadiki uchuvchan birikmalar ajralib chiqishi antratsit ko'mirida 400°C dan boshlansa, uglerodlanish darajasi eng past bo'lgan torfdan, uchuvchan birikmalarning chiqishi 100°C dan boshlanadi.

Torf materiallarida uchuvchan moddalar yuqori miqdorda bo'lishi sababli uning kullik darajasi boshqa turdagi qattiq yoqilg'ilarga nisbatan kamligini ham bildiradi. Uglerodlanish darajasi past bo'lgan yoqilg'ilar tarkibida yuqori miqdorda mavjud bo'lmagan molekullari moddalar hamda SO₂, gazi ko'p bo'lishi sababli past haroratda yoqilg'i tarkibidan bunday uchuvchan moddalarning ajralib chiqishi boshlanadi.

Qattiq yoqilg'ilar tarkibidagi uchuvchan moddalar miqdori laboratoriya sharoitida analitik massadagi ma'lum og'irlikda yoqilg'ini havosiz sharoitda $850 \pm 25^{\circ}\text{C}$ haroratda 7 daqiqa davomida qizdirilganda yoqilg'ilardan ajralib chiqqan uchuvchan birikmalar miqdori bilan xarakterlanadi.

Bunday sharoitda tajriba asosida olingan natijalarga ko'ra uchuvchan birikmalar miqdori ularning massasiga nisbatan, antratsit ko'mirida 2–3 % ni tosh ko'mirida 10–18 % ni, qo'ng'ir ko'mirida 40–60 % ni torfda 65–70 % va yonuvchi slanetslarda 80–90 % ni tashkil qiladi.

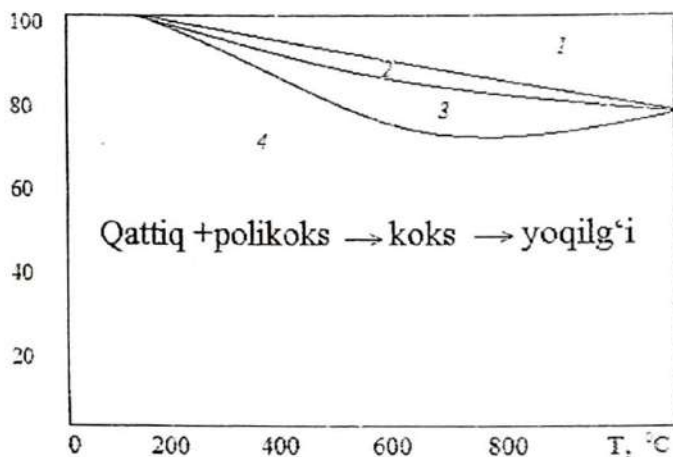
Yoqilg'ilar tarkibidagi uchuvchan birikmalar asosan kichik molekullari yonuvchan uglevodorodlardan, uglerod ikki (SO) oksidi, vodorod hamda yonmaydigan SO_2 , N_2 kabi gazlardan hamda suv bug'idan iborat bo'ladi.

Uchuvchan birikmalarni uy sharoitida sovitganda quyidagi uch xil turdagi mahsulotlarga: gaz holatdagi moddalarga, suv bug'iga va qattiq holatga aylanuvchi yuqori molekullari organik birikmalarga ajraladi. Hosil bo'lgan gazsimon moddalar tarkibi SO, NH_3 , CO_2 kabi gazlar turkumidan, suv bug'i tarkibi suvda yaxshi eruvchan organik moddalar hamda NO_2 , SO_2 kabi zaharli gazlardan tashkil topgan.

Quyidagi 5 rasmda ko'mirni yuqori haroratda qizdirish jarayonida tarkibidagi birikmalarning ajralish holati keltirilgan. Bu rasmdan ko'rinadiki, qattiq yoqilg'ilardan $450\text{--}550^{\circ}\text{C}$ da tarkibidagi gazsimon moddalar uchuvchan uglevodorodlar va suv bug'ining ma'lum miqdorlari ajralib chiqishi natijasida qattiq yoqilg'i yarim kokslanish holatiga keladi. $700\text{--}1000^{\circ}\text{C}$ oralig'ida yoqilg'i tarkibidan barcha turdagi uchuvchan birikmalar va suv bug'i to'la ajralib chiqadi va qattiq yoqilg'i to'la darajada koks holatiga o'tadi. Haroratning 800°C dan ko'tarilishi jarayonida hosil bo'lgan smola mahsulotlar parchalanishi boshlanib, N_2 gazining ajralib chiqishi ko'payadi.

Qattiq yoqilg'ilar tarkibidan uchuvchan birikmalarning ajralib chiqishi ularning kokslanishi deyiladi va bu jarayonda qolgan mahsulot yoqilg'ilarning koks qoldig'i deyiladi. Yoqilg'ilarning

koks qoldig'i tarkibi va miqdori ham ularning uglerodlanish darajasiga bog'liq.



5-rasm. Qattiq yoqilg'ilarning harorat ta'sirida parchalanishi.

1- gazsimon moddalarning, 2 – kapillyar holatdagi suv bug'ining, 3 – smolalarning hosil bo'lishi, 4 – qattiq ko'mir qismi.

Har xil turdagi qattiq yoqilg'ilarning koks mahsulotlari ham har xil holatda bo'ladi. Torf, qo'ng'ir va antratsit ko'mirining koks birikmalari quruq kukunsimon, tosh ko'mirniki esa yopishqoqsimon kukun holatda bo'ladi.

Qattiq yoqilg'ilarning bunday kukunsimon koks mahsulotlari qimmatbaho xomashyo mahsulotlari sifatida kimyo sanoatida hamda yoqilg'i sifatida energetika sohasida ishlatiladi. Koks mahsulotlari qattiq yoqilg'ilarga nisbatan tez alangalanadi va mexanik kimyoviy jihatdan to'la darajada yonadi. Yoqilg'ilarning alangalanishi ularning havo kislorodi bilan reaksiyaga kirishish tezligiga bog'liq.

Agarda yoqilg'i tarkibida, ulardan tez ajralib chiquvchi tez alangalanadigan uchuvchan moddalar ko'p bo'lsa, bunday moddalar havo tarkibidagi O_2 bilan birikishi natijasida yoqilg'i tez alangalanib yonadi. Bularga torf mahsulotlari kiradi. Aksincha uchuvchan moddalari kam bo'lsa, unday yoqilg'ilar sekin va uzoq

vaqt davomida past darajada alangalanib yonadi, bular turkumiga antratsit va toshko'mir kiradi.

I-bobga doir sinov savollari

- 1.Qattiq yoqilg'ilarning hosil bo'lish jarayonlari.
- 2.Yoqilg'ilarning kimyoviy elementar tarkibi, molekulyar formulasi.
- 3.Yoqilg'ilarning turlari, xususiyatlari tarkibining o'zgarish holatlari.
- 4.Yoqilg'i tushunchasining klaster usuli.
- 5.Qattiq yoqilg'ilar tarkibidagi mineral birikmalar.
- 6.Qattiq yoqilg'ilar tarkibidagi oltingugurt birikmalari.
- 7.Qattiq yoqilg'ilarning namlik darajasi.
- 8.Qattiq yoqilg'ilar tarkibidagi uchuvchan birikmalar.

II BOB. YOQILG'ILARNING YONISH QONUNIYATLARI VA ISSIQLIK AJRALIB CHIQISHI

2.1. Yonish issiqligi

Har qanday organik yoqilg'ilar yonishi jarayonida ulardan har xil miqdorda issiqlik ajralib chiqadi. Ajralib chiqadigan issiqlik miqdori ularning yonish issiqligi deb ataladi.

Organik yoqilg'ilarning yonish issiqligi 1 kg miqdordagi qattiq yoki suyuq hamda 1 m³ hajrdagi gazsimon yoqilg'ilarning to'la darajada yonishi natijasida ajralib chiqqan issiqlik miqdori, bunday yoqilg'ilarning yonish issiqligi deyiladi.

Har qanday yoqilg'ining yonish issiqligi past va yuqori yonish issiqligi bilan farqlanadi. Shu sababli yoqilg'ilarning energetika sohasidagi ahamiyati va ishlatilish miqdori ularning yonish issiqligi orqali belgilanadi.

Organik yoqilg'ilarning yonishi natijasida ajralib chiqadigan issiqlik miqdori (MJoul/kg yoki MJoul/m³) birligida belgilanadi.

Yoqilg'ilardan ajralib chiqadigan issiqlik uning yonuvchi massasidagi komponentlarning oksidlanishi natijasida ekzotermik reaksiya asosida ajralib chiqadi.

Yonish issiqligi yoqilg'ining ishchi (Q^i), analitik (Q^a), quruq (Q^q), yonuvchi (Q^{yo}) yoki organik (Q^o) massasiga nisbatan belgilanadi va tegishli Q^i , Q^a , Q^q , Q^{yo} , va Q^o harflari bilan ifoda qilinadi. Texnik hisoblashlarda yonish issiqligining yoqilg'i ishchi massasiga nisbatan olingan qiymatidan foydalaniladi.

Qattiq va suyuq bo'lishi sababli yoqilg'ilarning yonuvchi elementlari juda murakkab va kimyoviy tuzilishga ega, ularning ichki to'la struktura tuzilishidagi yonuvchi moddalarning yonish issiqligini aniq hisoblash qiyin. Organik yoqilg'ilarning yonish issiqligini tajriba yo'li bilan kalorimetrik usulda aniqlanadi. Buning uchun maxsus idish (kalorimetrik bomba) ichida kislorod atmosferasida ma'lum miqdordagi yoqilg'i yoqiladi va kalorimetr yordamida ajralib chiqqan issiqlik miqdori aniqlanadi. Shu asosda yoqilg'ining yonish issiqligi hisoblanadi.

Yoqilg'ining to'la yonishi natijasida ajralib chiqqan issiqlik miqdori, yonish mahsulotlarida namlik qanday agregat —

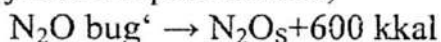
bug'simon yoki suyuq holatda bo'lishiga bog'liq. Agar yonish mahsulotlaridagi suv bug'lari kondensatlanib, suyuq faza holatda bo'lsa (yonish harorati suv bug'ining shudringlanish nuqtasidan past), u holda ajralib chiqqan issiqlik, yuqori yonish issiqligi Q_{yu} deyiladi. Agarda yoqilg'ining yonishi jarayonida suv bug'i kondensatsiyalanmasa, bunday holatda ajralib chiqqan issiqlik miqdori yoqilg'ining past yonish issiqligi Q_1 deb ataladi. Quyi va yuqori yonish issiqliklari orasidagi farq, yonish mahsulotlaridagi suv bug'larining kondensatsiyalanish issiqligiga teng bo'ladi.

Yuqorida bayon qilingan ma'lumotlar bo'yicha yoqilg'ilarning past va yuqori yonish issiqliklari orasidagi farq yonish jarayonida hosil bo'lgan suv bug'ining kondensatsiyalanishi hisobiga ajralib chiqqan issiqlik miqdoriga teng bo'ladi. Har qanday yoqilg'ilar yonishida suv bug'ining hosil bo'lishi tarkibidagi vodorodning yonishi va namligining bug'lanishi asosida sodir bo'ladi.

$$\frac{2H}{2} + O = \frac{H_2O}{18} \frac{2H_2}{4} + O_2 = \frac{2H_2O}{36}$$

bu reaksiyalardan ko'rinadiki, 1gr atom H yonganda 9 g atom suv bug'i hosil bo'ladi.

1 kg miqdordagi bug' kondensatsiyalanganda 600 kkal, yoki 2442 kDj issiqlik ajralib chiqishi sababli,



yoqilg'ilarning ishchi massasi bo'yicha yuqori Q_{yu} va past Q_p yonish issiqligi, yoqilg'i tarkibidagi namlik (W^1) miqdori bilan birgalikda quyidagi ifoda orqali hisoblanadi.

$$Q'_{yu} - Q'_p = 600 \left(\frac{9H}{100} + \frac{W^1}{100} \right) \text{ kkal/kg}$$

bu ifodada 9 - raqami 1kg. N yonganda 9 gr suv bug'i hosil bo'lishini ko'rsatadi. Yuqoridagi ifoda kDj da quyidagicha yoziladi.

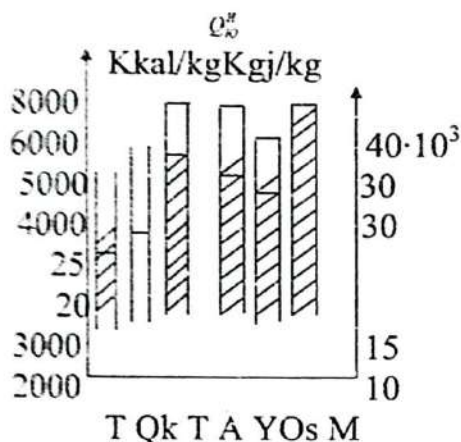
$$Q'_r - Q'_p = 2442 \cdot 0,01(9H + W^1) = 24,42(9H + W^1) \text{ KKKJ/kg}$$

bu ifodalardan ko'rinadiki, yoqilg'ilarning Q''_u va Q''_p orasidagi farq yoqilg'i tarkibidagi namlik miqdoriga ham bog'liq bo'ladi.

Quyidagi 6-rasmda ishchi massadagi turli xil qattiq yoqilg'ilarning hamda va mazutning Q''_u va Q''_p yonish issiqligi

miqdori keltirilgan. Bu rasmdagi chiziqli yuza yoqilg'ilarning Q'' va chiziqsiz yuza Q''_0 yonish issiqligi miqdorini bildiradi.

Keltirilgan rasmdan ko'rinadiki, yoqilg'i tarkibida namlik qancha yuqori miqdorda bo'lsa, Q''_0 va Q'' orasidagi farq ham shuncha yuqori bo'ladi.



6-rasm Mazut va ba'zi qattiq yoqilg'ilarning yonish issiqligi.

T – torf, Qk – qo'ng'ir ko'mir, T – toshko'mir, A – antratsit ko'miri, YOs – yonuvchi slanets, M – mazut.

Energetika sohasida asosan yoqilg'ilarning past yonish issiqligidan foydalaniladi. Bunga sabab yonish mahsulotlari tarkibidagi suv bug'ining kondensatsiyalanishi natijasida hosil bo'ladigan qo'shimcha (600 kkal) yoki 2442 kDj/kg issiqlik miqdoridan ham foydalanish kerak bo'lganda suv bug'ining suv tomchilariga aylanishi uchun yonish mahsulotlarini 100°C dan past haroratgacha sovutish lozim bo'ladi, buning natijada hosil bo'lgan suv tomchilari bug' qozonlarining tutunni yo'naltiruvchi qismida joylashgan birinchi va ikkinchi bosqichli havo qizdirgichlar hamda ekonomayzer quvurlarining zanglashiga sabab bo'ladi, shu bilan birgalikda tutun gazining harorati pasayib ketishi natijasida tutun uning mo'ri orqali ko'tarilishi atrof muhitga tarqalishi qiyinlashadi.

Shuni ta'kidlash lozimki, energetika sohasida elektr hamda issiqlik energiyasi ishlab chiqarishda yoqilg'i sarfini belgilash, ishlatiladigan yoqilg'ining past yonish issiqligi orqali amalga oshiriladi.

2.2. Qattiq yoqilg'ilarning tabiiy sharoitda oksidlanishi

Ma'lumki, qattiq yoqilg'ilar quruq yoki nam holatda bo'lganda vaqt davomida tabiiy sharoitda tarkibidagi organik birikmalari atrof-muhit va havo kislorodi ta'sirida oksidlanadi. Bu holatni qattiq yoqilg'ilarning o'z-o'zidan oksidlanishi deyiladi.

Buning natijasida yoqilg'ilarning parchalanishi boshlanadi. Bu holat yoqilg'i tarkibining destruksiyanishi deyiladi. Tabiiy holatda oksidlanish jarayonlari yoqilg'ilarning uzoq muddat saqlanishi hamda yoqish uchun ularni quritish va maydalash jarayonlarida ham sodir bo'ladi.

Qattiq yoqilg'ilarning oksidlanish jarayoni ikki bosqichda ketma-ketlikda yuz beradi: birinchi bosqichda yoqilg'ilar tarkibidan gazsimon moddalar ajralmagan holatda tarkibiga havo kislorodining diffuziyanishi va yutilishi hisobiga bu jarayonda yoqilg'ining massasi ortib boradi va past haroratda sezilarsiz miqdorda issiqlik chiqishi ham kuzatiladi. Ikkinchi bosqichda kislorod ta'sirida tarkibidagi oson oksidlanadigan birikmalarning parchalanishi. Bu jarayon yoqilg'idan SO_2 SO suv bug'i, metan hamda past molekulali uglevodorodlarning oksidlanish issiqligi ajralib chiqishi bilan izohlanadi.

Yoqilg'ilarda bu jarayon ta'sirida avvalo tarkibidagi ba'zi organik birikmalar gazsimon holatga o'tishi sababli hamda gigroskopik namlik ta'sirida yoqilg'i tarkibining kimyoviy o'zgarishi hisobiga kullik darajasining oshishi kuzatiladi. Bunday holat ayniqsa yonish issiqligi past bo'lgan yoqilg'ilarda ko'proq sodir bo'ladi. Bunday turdagi yoqilg'ilar uzoq vaqt davomida atrof muhit ta'sirida yaroqsiz holatga kelishi ham mumkin. Yoqilg'ilarning oksidlanishi yoqilg'i bo'laklarining katta kichikligiga, ya'ni granulometrik tarkibiga ham bog'liq. Chunki yoqilg'i to'plami mayda bo'laklardan iborat zich holatida bo'lsa, ular orasiga havo kislorodining yutilishi birmuncha qiyinlashadi.

Shu sababli yoqilg'i qancha keng maydon yuzada sochilib yotsa, uning tabiiy sharoitda oksidlanishi ham shuncha yuqori bo'ladi.

Tajriba natijalari ko'rsatishicha IES ning yoqilg'i saqlash manbalarida 0,5 yil davomida saqlangan yoqilg'ilarning solishtirma yonish issiqligi iqlim sharoitiga qarab 1,5–5 % gacha kamayishi aniqlangan. Energetika sohasida qattiq yoqilg'ilarning tabiiy sharoitda oksidlanishi 8930-79 raqamli GOST bo'yicha ikki xil kimyoviy hamda petrografik usullarda aniqlanadi.

Kimyoviy usulda tabiiy sharoitda oksidlangan yoqilg'i tarkibidagi gidroksil (-ON) hamda karboksil (-SOON) gruppalari miqdorini, yoqilg'ini ishqor eritmasida eritib, eritmani titrlash yo'li bilan hamda ularni yonishida ajralib chiqqan issiqlik miqdorlarini taqqoslash orqali:

Ikkinchi petrografik usulda yoqilg'i strukturasi o'zgarishini mikroskop orqali kuzatish yo'li bilan aniqlash.

Yoqilg'ilarning past haroratda oksidlanishidagi issiqlik balansi quyidagicha, ya'ni yoqilg'ilarning kimyoviy oksidlanishi jarayonida issiqlik ajralib chiqishi, shu reaksiyaning tezligini yanada oshiradi hamda issiqlikning ajralib chiqishi ham yanada oshib boradi.

Kimyoviy reaksiyalar jarayonida issiqlik ajralib chiqish intensivligi (jadalligi) shu reaksiyaning issiqlik effektiga va uning tezligiga (v) bog'liq bo'lib, reaksiya tezligi Arrenius qonuni bo'yicha quyidagicha o'zgaradi.

$$V = K_0 \exp \left[-\frac{\varepsilon}{RT} \right]$$

bu ifodada K_0 – muvozanat konstanta; ε – kimyoviy reaksiyaning aktivlanish energiyasi, Dj/mol; ε reaksiyaga kirishayotgan molekulalar qanchalik ortiqcha energiyaga ega ekanligini bildiradi. R-gazsimon moddalarning universal doimiyliigi, Dj/mol·K; T – absolyut harorat, K

Agarda yoqilg'ining kimyoviy oksidlanishi jarayonida solishtirma issiqlik ajralib chiqishi bir xil darajada bo'lsa, issiqlik ajralib chiqish intensivligi (Q) reaksiya tezligiga to'g'ri

proporsional bo'lib, uning haroratiga bog'liq bo'ladi. Bu holda yuqoridagi Arrenius tenglamasi quyidagicha ifoda qilinadi.

$$Q_r = B \exp \left[-\frac{E}{RT} \right]$$

bu ifodada V-proporsionallik koeffitsiyenti

Har qanday miqdordagi yoqilg'ining yonishida chiqayotgan issiqlik uzatilish intensivligi (Q_r) haroratga bog'liq bo'lib, Nyuton qonuni bo'yicha quyidagi ifoda orqali ifodalanadi.

$$Q_r = S f (T - T_0)$$

Bu formulada f – yoqilg'ining issiqlik berish koeffitsiyenti, $\text{Wt/m}^2\text{K}$.

T – reaksiya sharoitidagi tashqi muhit harorati, K .

S – yoqilg'i miqdori, kg .

Qazib olinadigan energetika sohasida uzluksiz ishlatiladigan qattiq yoqilg'ilardan asosan qo'ng'ir va toshko'mir hisoblanadi. Bularni o'zaro solishtirganda qo'ng'ir ko'mirning yuqorida ta'kidlangandek, uglerodlanish darajasi toshko'mirga nisbatan past, tarkibida S ning miqdori kam uchuvchan birikmalar, O_2 va tez ajraladigan moddalar miqdori esa yuqori, bo'lib yoqilg'i massasining 40% ni tashkil qiladi. Angren qo'ng'ir ko'mirining past yonish issiqligi qazib olinish sharoitiga qarab 2400 – 3400 kkal/kg, tashkil qiladi. Namlik darajasi W 90–40 % kunlik A –30 – 40–3 %, atrofida.

Moskva atrofi havzalaridan qazib olinayotgan qo'ng'ir ko'mirning bu ko'rsatkichlari $Q=2500$ kkal, $W^I = 30\text{--}35 \%$, $A^I = 25\text{--}30\%$ tarkibidagi S miqdori 2–2,5 % ni tashkil qiladi

Markaziy Qozog'iston, Ural, Kango-Achin, Uzoq Sharq, Sibir kabi o'lkalardan qazib olinayotgan qo'ng'ir ko'mirning xususiyatlari ham yuqoridagi keltirilgan ko'rsatkichlarga mos keladi.

Ukraina va Boshqiriston qo'ng'ir ko'miri eng past navli hisoblanib ularning bu ko'rsatkichlari $Q^I = 1600\text{--}2200$ kkal/kg, $W=30\text{--}45\%$ $A^I=40\text{--}50\%$ ni tashkil etadi.

Ural o'lkasi Chelyabinsk hamda Markaziy Qozog'istonning Qarag'anda qo'ng'ir ko'mirniki $Q^P = 3700$ kkal/kg bo'lib, yonish issiqligi bir muncha yuqori hisoblanadi.

Tosh ko'mir yuqoridagi barcha xususiyatlari bilan qo'ng'ir ko'mirdan yuqori darajada turadi. Ularning bu xususiyatlari qazib olinayotgan konlarning geografik joylashish o'rinlariga bog'liq. Masalan, Ukrainaning Donetsk ko'mir konidan olinayotgan toshko'mir, Kuznetsk ko'miriga qaraganda yuqori oltingugurtli hisoblanadi.

Hozirgi davrda toshko'mirning zahiradagi hamda qazib olinadigan miqdori ekibastuz ko'mir konlarida yuqori darajada. Ammo ekibastuz ko'mirining $Q'' = 4000 \text{ kkal/kg}$ $A^1 = 35-40\%$ bo'lsada narxi boshqa ko'mir konlaridan qazib olinayotgan ko'mirga nisbatan bir necha barobar arzon turadi.

Qozog'iston, Kuzbass, Peterburg va Uzoq Sharq kabi ko'mir havzalarida antratsit ko'mirining zahiradagi miqdori ulkan hamda qazib olinish, darajasi ham qulay. Hozirgi vaqtda Ukrainaning Donetsk, Uralning Egorshinsk va Dombrovsk ko'mir konlari asosiy konlar hisoblanadi.

Ukrainaning 800 MVtli IESSi Donetsk ko'mirida ishlashi bunga misol bo'la oladi.

Antratsit ko'mirining $Q = 6000-6500 \text{ kkal/kg}$, tarkibida uchuvchan birikmalar miqdori 2-9% ni tashkil etadi.

Torf mahsulotlari tarkibidagi yonuvchi birikmalarning asosiy qismi kisloroddan iborat, uning miqdori 30-35% ni, kullik darajasi A-5-10% ni tashkil qiladi. Ammo torf tarkibida yuqori miqdorda suv mavjud, uning namlik darajasi $W = 80-85\%$ ni tashkil qiladi. Shu sababli torfni qazib olishda quritish jarayonlari ham e'tiborga olinib, namlikdarajasi 40-45 % dan yuqori bo'lsa joyida quritilib, so'ng iste'molchilarga beriladi.

Bu darajada quritilgan torfning yonish issiqligi $Q^1 = 2000-2500 \text{ kkal/kg}$ ni namlik darajasi 40-50 % dan oshmaydi. Tarkibida uchuvchan moddalar 70 % dan ham ko'proq bo'ladi.

Yer sharining asosan Yevropa qismida joylashgan Estoniya, Boltiq bo'yi, Latviya hamda Belorussiya, Ural, Sibir, Uzoq SHarq kabi o'lkalarida torfning zahirasi ko'p miqdorni tashkil qiladi.

Yonuvchi slanetslarning eng muhim tomoni yonish issiqligining $Q^P = 6500-8000 \text{ kkal/kg}$ dan yuqoriligi uning yonuvchi moddalari tarkibida neft mahsulotlaridagi kabi

vodorodning miqdori yuqori bo'lib 7,5–10 % ni tashkil qiladi. Namlik darajasi nisbatan kam bo'lib, 15–20 % ni tashkil etadi.

Yonuvchi slanetslarning zahirasi asosan Estoniya o'lkalarida ko'proq. Boshqa manbalarda ularning zahirasi kam miqdorni tashkil qiladi.

Hozirgi vaqtda Respublikamizning Surxon diyorida yonuvchi slanetslarning 47 milliard tonnadan ko'proq miqdorga ega bo'lgan ulkan zahirasi mavjud, ulardan kimyo sanoatida ishlatiladigan xomashyo, hamda noan'anaviy energiya manbalari uchun zaruriy bo'lgan kremniy (Qi) ishlab chiqarish masalalari davlatimiz tomonidan mutaxassislar yordamida birgalikda keng yo'lga qo'yilmoqda.

2.3. Qattiq yoqilg'ilarning texnologik hisobi

Har xil organik yoqilg'ilarning issiqlik berish miqdori turlicha bo'lishi sababli, ularning sarflanadigan miqdori energetika sohasida qabul qilingan shartli yoqilg'ining past yonish issiqligi orqali hisoblanadi.

Yoqilg'ilarning shartli yonish issiqligi qilib 7000 kkal/kg yoki $29,33 \cdot 10^3$ kDj/kg issiqlik miqdori qabul qilingan. Bunday miqdordagi issiqlik 1kg toshko'mirining yonishida ajralib chiqishi aniqlangan.

Shartli yonish issiqligi 29,33 kDj bo'lgan 1kg miqdordagi yoqilg'i yonishida o'rtacha 8,139 kVt soat elektroenergiya ishlab chiqariladi. 1 kVt soat elektrenergiyasi ishlab chiqarishda nazariy jihatdan sarflanadigan yoqilg'ining solishtirma miqdori $1/8,139 = 0,123$ kg/kVt soat yoki 123 g/kVt soat ga teng bo'ladi.

Ammo issiqlik energetikasida elektr yoki issiqlik energiyasi ishlab chiqarishda yoqilg'ining haqiqiy solishtirma sarfi bu ko'rsatkich darajasidan ko'proq bo'ladi. Bunga sabab, har qanday yoqilg'i yonganda ajralib chiqqan issiqlikning miqdori faqat elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun sarflanmaydi. Shu sababli ishlab chiqariladigan energiya quyidagicha ifodalanadi. (η_E)

$$\eta_E = \frac{123}{B_E} \cdot 100$$

Bu ifodada V sarflangan yoqilg'ining haqiqiy miqdori kg, masalan V ning miqdori 150 g.ni tashkil qilsa, haqiqiy yoqilg'ining sarfi shartli yoqilg'i sarfiga nisbatan $150-123 = 27$ g ortiqcha ekanini ko'rsatadi, ya'ni 1 kVt soat elektr energiyasi ishlab chiqarishda yoqilg'ining sarfi.

$S \eta_E = \frac{123}{150} \cdot 100 = 82\%$ ya'ni shartli yoqilg'iga nisbatan 82% tashkil qilar ekan, ya'ni 1 kVt/soat elektr energiya ishlab chiqarishda shartli yoqilg'iga nisbatan 18% ortiqcha yoqilg'i ishlatilar ekan.

Ishlatilayotgan haqiqiy yoqilg'ining past yonish issiqligi miqdori Q_1 bo'lsa, past yonish issiqligining shartli yonish issiqligi miqdoriga nisbati bilan o'lchanadigan kattalik shu yoqilg'ining solishtirma ekvivalent miqdori deyiladi va E harfi bilan belgilanib quyidagicha ifodalanadi.

$$E = \frac{Q_1}{Q_{st}}$$

Bu ifodadan ko'rinadiki, har qanday yoqilg'ining solishtirma ekvivalent qiymati ularning issiqlik berish xususiyatiga qarab 0 dan katta yoki kichik ($0 < E < \infty$) bo'lishi mumkin, ya'ni E ning qiymati 0 dan kichik bo'lsa yoqilg'ining solishtirma sarfi shartli yoqilg'i miqdoriga nisbatan ko'p, aksincha E ning qiymati qancha katta bo'lsa, yoqilg'ining shartli yoqilg'iga nisbatan solishtirma sarfi shuncha kam bo'ladi. Masalan: yonish issiqligi $Q_P = 3000$ kkal/kg bo'lgan qo'ng'ir ko'mir uchun

$$E = \frac{3000}{7000} = 0,428$$

Yonish issiqligi $Q_P = 8500$ kkal/kg bo'lgan tabiiy gaz uchun

$$E = \frac{8500}{7000} = 1,214$$

Bu holatlarda tabiiy gazning solishtirma sarfi shartli yoqilg'i sarfiga nisbatan kam, qo'ng'ir ko'mirniki esa yuqori.

2.4. Yoqilg'ilarning yonishda sarflanadigan havo miqdorini va yoqilg'i sarfini hisoblash

Ma'lumki, kimyoviy reaksiyalar jarayonida moddalar saqlanish qonuniga asosan reaksiyaga kirishayotgan moddalarning massasi hosil bo'lgan moddalar massasiga teng bo'ladi. Shu sababli har

qanday yoqilg'i yonishida unga sarflanayotgan havo va yonayotgan yoqilg'i miqdori hosil bo'lgan moddalar miqdoriga teng. Masalan 1m^3 gaz yonishida bu qonuniyat quyidagicha izohlanadi:

$$1\text{m}^3 + S_X = S_{T,2}$$

Bu ifodada $S_X - 1\text{m}^3$ gaz yonishida sarflanadigan havo miqdori m^3

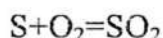
$S_{T,2}$ = hosil bo'lgan tutun gazi miqdori, m^3

1kg qattiq yoqilg'ilarning yonishida esa:

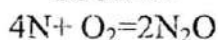
$$1q + S_X = S_{T,2} + S_m$$

Bu yerda $S_m = 1\text{kg}$ qattiq yoqilg'i yonishida kul bilan birgalikda hosil bo'lgan shlak mahsuloti, kg.

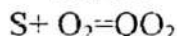
Ma'lumki, yoqilg'ining elementar tarkibidagi issiqlik chiqaruvchi S, N, va S larning yonish reaksiyalari quyidagicha boradi.



$$12 \quad 32 \quad 44$$



$$4 \quad 32 \quad 36$$



$$32 \quad 32 \quad 64$$

Bu elementlarning to'la yonishida sarflanadigan havo miqdorini topish uchun avvalo reaksiya tenglamalari bo'yicha sarflangan O_2 ning miqdorini topish lozim. Keltirilgan reaksiyalardan ko'rinadiki, 12kg S ning yonishida 32 kg O_2 sarflansa 1kg S uchun $32/12 = 2,67$ kg O_2 sarflanadi.

1 kg vodorod yonganda esa $16/2 = 8$ kg O_2 , 1kg oltingugurt yonganida $32/32 = 1$ kg O_2 sarflanadi.

Bu elementlarning yonishida O_2 ning umumiy sarfi nazariy jihatdan $2,67 + 8 + 1 = 11,67$ kg ga teng.

Ma'lumki, havo tarkibida O_2 ning hajm birligida bo'lishi sababli 11,67 kg O_2 qancha m^3 bo'lishini aniqlash uchun uning zichligiga bo'linadi.

$$V_{\text{O}_2}^H = 11,67 / 1,43 = 8,16 \text{m}^3$$

Bu yerda 1,43–kislorodning zichligi ($d = 1,43 \text{ kg/m}^3$). 1 m^3 havo tarkibida kislorodning miqdori $0,21 \text{ m}^3$ ni tashkil qilish sababli bu jarayonda sarflanadigan havo miqdori quyidagicha hisoblanadi:

$$V_x = \frac{V_{O_2}}{0,21} = \frac{8,16}{0,21} = 38,85 \text{ m}^3$$

Demak, yuqorida keltirilgan moddalarning yonishida sarflanadigan havoning nazariymiqdori $38,85 \text{ m}^3$ tashkil etar ekan.

Ma'lumki, har qanday organik yoqilg'ilarning to'la yonishini ta'minlash uchun yonish kamerasiga beriladigan havoning haqiqiy miqdori nazariy hisoblangan miqdoridan ortiqroq beriladi. Havoning hajm birligidagi nazariy miqdori V_{Xa}^H yonish kamerasiga berilayotgan havoning haqiqiy miqdori V_{Xa}^X , bilan belgilanadi, bu holda $\frac{V_{Xa}^X}{V_{Xa}^H}$ nisbat qiymati ortiqcha havo koeffitsiyenti deyiladi va α harfi bilan belgilanadi. Agarda yonish kamerasiga beriladigan havo miqdori massa birligida ifodalansa, u holda $\alpha = \frac{V_{Xa}^X}{V_{Xa}^H} = \frac{C_{Xa}^X}{C_{Xa}^H}$ teng bo'ladi, bu ifodada C_{Xa}^X va C_{Xa}^H – havoning og'irlik birligidagi miqdori har qanday yoqilg'ining yonishida α ning qiymati yoqilg'i turiga uni yoqish usullariga yonish kamerasining konstruksiyasiga asoslanib belgilanadi.

Shu sababli gazsimon yoqilg'ilar uchun $\alpha = 1,05-1,06$ suyuq yoqilg'ilar uchun $\alpha = 1,1-1,2$ va qattiq yoqilg'ilar uchun $\alpha = 1,2-1,4$ atrofida qabul qilingan.

Yoqilg'i yonishi jarayonida ortiqcha havo koeffitsiyenti, yonish kamerasiga berilayotgan havoning haqiqiy va nazariy miqdori orasidagi farqi bilan belgilanadi. $V_{Xa}^X - V_{Xa}^H = \Delta V_N$, m^3 bu holda $\alpha = \frac{V_{Xa}^X}{V_{Xa}^H - \Delta V_N}$ bo'ladi.

Ma'lumki, berilayotgan havoning 78% i N_2 21% i O_2 dan iborat bo'lganda yonish kamerasidagi N_2 ning umumiy miqdor (ΔV_N) quyidagicha ifodalanadi:

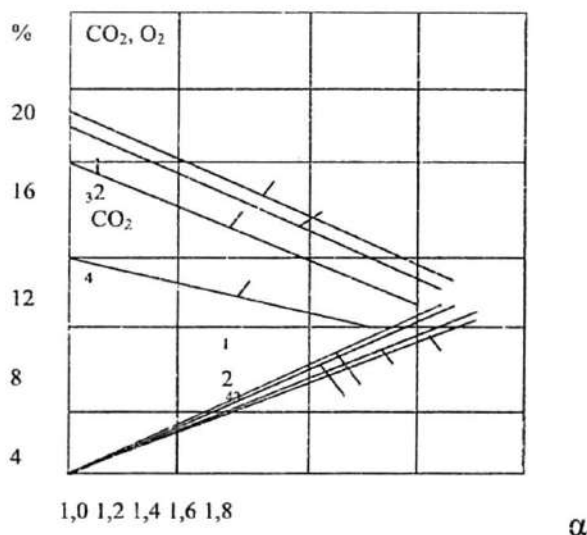
$$\Delta V_N = \frac{100}{79} (V_N + V_N^{Y_0}) \text{ m}^3 / \text{m}^3$$

Bu ifodada V_N yonish kameraga berilayotgan havo tarkibidagi azotning N miqdori m^3 yoki kg N_N^e -yoqilg'i tarkibidagi azotning miqdori m^3 , yoki kg . O_2 ning umumiy miqdori (ΔV^o) esa quyidagicha ifodalanadi.

$$\Delta V_o^{Y_o} = \frac{100}{21} (V_o + V_o^{Y_o}) m^3$$

Bu formulalarga asosan yoqilg'i tarkibida qancha ko'p miqdorda N_2 va O_2 mavjud bo'lsa yonish kamerasida havoni ortiqcha miqdori shuncha ko'payadi.

Quyidagi rasmda har xil turdagi organik yoqilg'ilarning yonishida havo koeffitsiyentining ortishi natijasida tutun gazi tarkibida SO_2 va O_2 miqdori qanday o'zgarishi keltirilgan.



7-rasm. Yoqilg'i yonish kamerasida α ning oshishi bilan O_2 va SO_2 gazlarining o'zgarishi:

1 – antratsit ko'miri, 2 – qo'ng'ir ko'mir, 3 – mazut, 4 – tabiiy gaz

Bu grafikdan ko'rinadiki, yonish kamerasiga beriladigan havoning miqdori ortib borishi bilan barcha turdagi yoqilg'ilarda

tutun gazi tarkibida O_2 ning miqdori ortib borishi SO_2 gazining miqdori esa kamayib borishi kuzatilgan.

Masalan: Past yonish issiqligi $Q_p = 40,4$ MDj/kg, tarkibida $S = 85$ % $N = 11,2$ % $O + N = 0,8$ %, $S = 2,5$ % namlik darajasi $0,5$ % bo'lgan M100 markali mazutning yuqori yonish issiqligi quyidagicha hisoblanadi:

$$Q_{YU} = Q_p + 24,42 (W + 9H) = 40,04 + 2,442 (0,5 + 9 \cdot 11,2) = 42857 \text{ kDj/kg yoki } 42,85 \text{ MDJ/kg.}$$

Demak, mazutning Q_{YU} -yuqori yonish issiqligi past yonish issiqligidan $Q_{YU} = 42,857 - 40,4 = 2,457$ mDj/kg ga yuqori ekan.

Past yonish issiqligi $Q_p = 25,5$ m Dj/kg, tarkibida $N = 8,2$ % va namligi $W = 3$ % bo'lgan qo'ng'ir ko'mirning yuqori yonish issiqligi quyidagicha topiladi.

$$Q_{YU} = Q_p + 24,4 L(W + 9H) = 25,5 + 2,442 (3 + 9 \cdot 82) = 26,901 \text{ KDj/kg} = 26,901 \text{ mDj/kg:}$$

Qo'ng'ir ko'mirning Q_q -yuqori yonish issiqligi $Q_p = 26,9 - 25,5 = 1,4$ kDj/kg yuqori ekan.

Bug' qozonlarida yoqilayotgan quruq holatdagi ko'mirning elementar tarkibi % hisobida quyidagicha bo'lganda $S^q = 85$; $N^q = 6$, $Q^q = 3,6$, $O_2^q = 3,5$, $N^q = 0,5$, $A^q = 30$, $W^q = 18,6$ bunday tarkibdagi ko'mirni yoqishda sarflanadigan havoning miqdori quyidagicha hisoblanadi.

Ko'mirning quruq va ishchi massasi orasidagi farqi quyidagi ifoda asosida

$$A^i = A^q 100 - W^q / 100 = 30 \cdot 100 - 18,6 / 100 = 24,42 \text{ ga teng bo'ladi.}$$

Ko'mir tarkibining quruq massasi va ishchi massasi orasidagi farq koeffitsiyent hisobida quyidagicha aniqlanadi.

$$K = 100 - A^i - W^i / 100 = 100 - 24,42 - 18,6 / 100 = 0,570.$$

Bu asosda ko'mirning ishchi massasidagi elementar tarkibi quyidagicha hisoblanadi.

$$C^u = K \cdot C^q = 0,570 \cdot 85 = 48,45$$

$$H^u = K \cdot C^q = 0,570 \cdot 6 = 3,42$$

$$S^u = K \cdot S^q = 0,570 \cdot 3,5 = 2$$

$$\theta^u = K O^q = 0,570 \cdot 3,5 = 2$$

$$N^u = K N^q = 0,570 \cdot 0,5 = 2,4$$

Bunday ishchi massadagi ko'mir tarkibidagi elementlarning yonishida sarflanadigan havoning stexiometrik miqdori quyidagicha topiladi.

$$C_{o_2} = 2,67 \frac{C^4}{100} + 8 \frac{H^4}{100} + 1 \frac{S^4}{100} - \frac{O^4}{100} = 2,67 \frac{48,45}{100} + 8 \frac{3,41}{100} + 1 \frac{2}{100} - 1 \frac{2}{100} = \\ = 1,3 + 0,27 + 0,02 - 0,02 = 1,57 \text{ kg}$$

Bu ifodada 1,57 kg qiymat 1 kg miqdoridagi S, N va S ning yonishida sarflanadigan kislorodning umumiy miqdori. Bu ifoda asosida O_2 ning hajm birligidagi miqdori $v_{0_2} = m/d = 1,57/1,43 = 1,07 \text{ m}^3$ ga teng bu yerda d O_2 ning zichligi.

Ma'lumki, 1 m^3 havo tarkibida O_2 ning miqdori 0,2 m^3 ni tashkil qilsa, bu holda sarflanadigan havoning nazariy miqdori $V_x = V_{0_2} \cdot 0,23 = 1,07/0,23 = 5,35 \text{ m}^3$ ga teng.

Ma'lumki, har qanday yoqilg'ilarning to'la yonishi uchun yonish kamerasiga beriladigan havo nazariy miqdoridan ko'proq ya'ni qattiq yoqilg'ilarda bu qiymat $\alpha = 1,2-1,4$ atrofida, Shu asosda 1kg ko'mir yonganda sarflanadigan havoning haqiqiy miqdori V_x quyidagicha:

$$V'_x = V_x \cdot \alpha = V'_x \cdot 1,2 = 5,85 \cdot 1,25 = 6,42 \text{ m}^3$$

Sarflanadigan havoning haqiqiy miqdori 6,42 m^3 ni tashkil qiladi.

Agarda 1 kg miqdordagi shartli yoqilg'i yoqilishida ajralib chiqayotgan issiqlik energiyasi to'la ravishda elektr energiyasiga aylansa, hosil bo'lgan elektr energiyasi quyidagicha hisoblanadi.

$$29,3 \cdot 10^3 \text{ Dj} = 29 \cdot 310^3 \text{ kDj} = 29,3 \cdot 10^3 / 3600 = 8,139 \text{ kVt soatni tashkil qiladi.}$$

Bu ifodadan ko'rinadiki, ishlatiladigan yoqilg'ilarning yonish issiqligi shartli yonish issiqligidan qancha kam bo'lsa Q_{sh} Q_x bunday yoqilg'ilarning 1kVt soat elektr energiya ishlab chiqarishdagi sarfi ham shuncha ko'p bo'ladi.

Agarda IESda ishlatiladigan ko'mirning yonish issiqligi 2500 kkal $\cdot$ 4,1 = 10250 kDj ga teng bo'lsa. Bunday ko'mirning yonishida bir soat vaqt ichida hosil bo'ladigan elektr energiyasi 10250/3600 = 2,84 kVt soat ni tashkil qiladi.

Shu miqdordagi elektr energiyasi ishlab chiqarish jarayonida sarflanadigan ko'mir: $V = 1 \text{ kg}/2,84 = 0,352 \text{ kg/kVt soatni tashkil qiladi, ya'ni 1 kVt elektr energiyasi ishlab chiqarish jarayonida}$

ortiqcha sarflanayotgan ko'mirning miqdori $0,352 - 0,123 = 0,229$ kg teng bo'ladi.

Yonish issiqligi 2500 kkal sarfi 352g/kVt soat bo'lgan yoqilg'i ishlatiladigan IESlarda elektr energiyasi ishlab chiqarish koeffitsenti (η_c) shartli yoqilg'iga nisbatan.

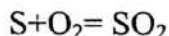
$$\eta = \frac{123}{352} \cdot 100 = 35,1\% \text{ ni tashkil etadi.}$$

Shu miqdordagi yoqilg'i yonishida yonish kamerasida hosil bo'layotgan issiqlik miqdori $Q = B \cdot Q = 352 \cdot 2500 = 805000$ kkal/kg ga teng bo'ladi.

1 kg S yonganda hosil bo'ladigan SO₂ miqdori quyidagicha topiladi.

$C_{12} + O_2 = C_{44}$ ya'ni 12 kg S yonganda 44 kg SO₂ gazi hosil bo'lsa 1 kg S ning yonishida hosil bo'ladigan SO₂ gaz miqdori $44/12 = 3,67$ kg ni tashkil qiladi.

Masalan, 1 soat davomida tarkibida 2% S bo'lgan yoqilayotgan yoqilg'i miqdori 750 t tashkil etsa, Shu vaqt davomida hosil bo'ladigan va atrof muhitga tarqaladigan SO₂ gazining hajmdagi miqdori quyidagicha topiladi. Ya'ni 1kg S ning yonishida 2 kg SO₂ gazi hosil bo'lsa, 750 t ko'mir tarkibidagi S ning miqdori 1,5 t ni tashkil qiladi. Shu miqdordagi oltingugurtning yonishida quyidagi ifodaga asosan



$$32 = 64$$

750 t ko'mir tarkibidagi oltingugurt miqdori 1,5 tni tashkil qilsa, shu miqdordagi oltingugurtning yonishida hosil bo'ladigan SO₂ gazining miqdori quyidagicha hisoblanadi:

$$\zeta_{SO_2} = \frac{2 \cdot 1,500}{1} = 3000 \text{ kg SO}_2 \text{ tutun gazi bilan atrof-muhitga tarqaladi.}$$

2.5. Bug' qozonlarining issiqlik balansi va (FIK)

Bug' qozonlarida yoqilg'i yonishida ajralib chiqadigan issiqlik miqdoridan samarali foydalanish uchun yonish kamerasida yoqilg'ining to'la darajada yonishini tashkil qilish hamda hosil bo'lgan issiqlikdan to'la ravishda foydalanish zarur.

Bug' qozonlarida aynan harakatlanayotgan suvni qizdirish yoki bug'latish uchun sarflangan issiqlik, foydali ishga sarflangan issiqlik hisoblanadi. Hozirgi zamonaviy qozon qurilmalarida foydali ishga sarflangan bunday issiqlik miqdori umumiy issiqlikning 88–92 % ni tashkil qiladi, ammo issiqlik turli sabablarga ko'ra boshqa sohalarga ham sarflanadi.

Yonish kamerasidagi yoqilg'ining yonishi natijasida hosil bo'lgan umumiy issiqlikning turli jarayonlarga sarflanishi, bug' qozonining issiqlik balansi deyiladi va quyidagicha ifoda qilinadi.

$$Q_{\text{y}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6$$

Bu ifodada

Q_{y} – ishchi massasidagi 1 kg qattiq va suyuq yoki m^3/kkal hajmdagi gazsimon yoqilg'ining yonishida ajralib chiqqan past yonish issiqligi miqdori kkal/kg yoki kkal/m^3 .

Q_1 – issiqlikning foydali ishga sarflanayotgan miqdori kkal/kg yoki kkal/m^3 .

Q_2 – tutun gazi bilan atrof muhitga tarqalayotgan issiqlik miqdori, kkal/kg yoki kkal/m^3 .

Q_3 – yoqilg'ining kimyoviy chala yonishi natijasida yo'qotilayotgan issiqlik miqdori, kkal/kg yoki kkal/m^3 .

Q_4 – yoqilg'ining mexanik chala yonishida yo'qotilayotgan issiqlik miqdori, kkal/kg yoki kkal/m^3 .

Q_5 – qozon qurilmalaridan atrof muhitga tarqalayotgan issiqlik miqdori kkal/kg yoki kkal/m^3 .

Q_6 – qattiq yoqilg'ilarda shlak mahsulotlari bilan yo'qotilayotgan issiqlik miqdori kkal/kg yoki kkal/m^3 .

Yoqilg'ilarning yonishida hosil bo'ladigan umumiy issiqlik miqdorini 100% deb olsak, u holda yuqoridagi ifodani quyidagicha yozish mumkin :

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 = 100\%$$

Bu ifoda asosida qozon qurilmasining FIK (η^1) quyidagicha ifoda qilinadi.

$$\eta^1 = \frac{Q_1}{Q_{\text{y}}} \cdot 100 \quad \eta^1 = 100 - (Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6)$$

Bu ifodada bug' qozonlarining ishlashi jarayonida ehtiyoji uchun sarflanadigan energiya hisobga olinmagan. Masalan, ta'minot suvi nasoslarini, tutun va havo haydovchi ventilyatorlarni va boshqa turdagi elektr energiyasi yordamida ishlaydigan qurilmalarni ishlatishdagi elektr dvigatellarga sarflanadigan energiyalar. Shu sababli bu ifoda η^1 brutto FIK deyiladi.

Qozon qurilmasi ehtiyojiga sarflanadigan energiya hisobga olinganda uning haqiqiy foydali ish koeffitsiyenti (η^2) quyidagicha ifodalanadi.

$$\eta^2 = \eta^1 - E \%$$

bu ifodada E – qozon qurilmasidagi barcha elektrodvigatellarni harakatlantiruvchi energiya hamda bug' qozonlarida sho'rli suvning chiqarib yuborishdagi issiqlikning yo'qoladigan miqdori%

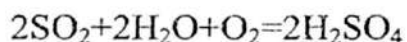
Bug' qozonlarida issiqlikning tutun gazi bilan yo'qoladigan miqdori (Q_2) yoqilg'ilarning turiga, tarkibiga beriladigan havo miqdoriga bog'liq bo'ladi. Uning foizi G^2 quyidagicha aniqlanadi.

$$G^2 = \frac{Q_2}{Q_{\text{gaz}}} \cdot 100 \%$$

Tutun gazining harorati, hajmi hamda berilayotgan α -ning oshishi natijasida tutun gazi bilan yo'qoladigan issiqlik miqdori ham oshadi. Tutun gazining harorati har 12–15 ° S ga oshganda Q_2 ning miqdori 1 % ga ko'tarilishi kuzatiladi.

Ammo tutun gazining issiqligidan maksimal darajada foydalanib pastroq haroratda atmosferaga chiqarib yuborish maqsadga muvofiq bo'lmaydi.

Bunga sabab tutun gazining harorati 100 °C dan past bo'lsa birinchidan tutun gazini uzatuvchi quvurlarida gidravlik qarshiligi yuqori bo'lib, uning tutun chiqaruvchi mo'ridan ko'tarilishi qiyin bo'ladi. Ikkinchidan 100 °C dan past haroratda tarkibidagi suv bug'ining kondensatsiyalanishi natijasida bug' qozoning tutun chiqaruvchi qismida joylashgan ta'minot suvini hamda qozon o'txonasi o'chog'iga beriladigan ikkilamchi havo qizdirgichlar yuzasida oltingugurtli korroziya jarayonini sodir bo'ladi, bunga sabab tutun gazi tarkibidagi SO₂ gazi, hosil bo'lgan suv tomchilari bilan havo kislorodi ta'sirida quyidagi reaksiya asosida N₂SO₄sini hosil qiladi.

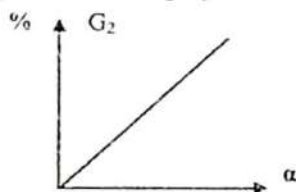


Shu sababli qozon qurilmasining texnik iqtisodiy va uzoq muddat samarali ishlashini, yoqilg'i tejamkorligini, qozonning bug' ishlab chiqarish quvvatini, ishlatilayotgan yoqilg'i turini hisobga olgan holda atrof muhitga chiqarib yuborilayotgan tutun gazi harorati $110-150^\circ$ atrofida bo'lishi mumkin.

Ammo bug' ishlab chiqarish quvvati kichik bo'lgan hamda suvni yuqori haroratda qizdirib beruvchi qozonlarda tutun gazining harorati bu ko'rsatkichdan yuqori bo'lish ham mumkin.

Quyidagi rasmda o'txonaga berilayotgan α ning qiymati ko'payib borishi natijasida tutun gazi bilan yo'qalayotgan issiqlikning oshib borishi keltirilgan.

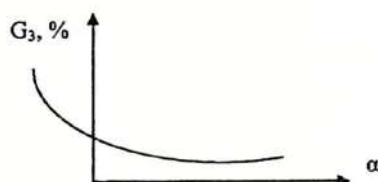
Bunga sabab α qancha katta bo'lsa, o'txonada havoning miqdori oshishi hisobiga tutun gazi hajmi shuncha ko'payadi. Shu bilan birgalikda yoqilg'i tarkibida namlikning yuqori bo'lishi ham tutun gazida suv bug'lari miqdori oshishi hisobiga tutun gazi bilan issiqlikning yo'qolishi yanada ko'payadi.



Yoqilg'ilarning kimyoviy chala yonishida Q_3 yo'qotiladigan issiqlik yoqilg'i tarkibidagi yonuvchi moddalarning to'la darajada yonmasligi natijasida kelib chiqadi. Ma'lumki yonish kamerasida havoning yetarli darajada bo'lmasligi, yonish jarayonlari to'g'ri tashkil etilmasligi, qattiq yoqilg'ining belgilangan darajada maydalanmasligi natijasida yoqilg'i tarkibidagi yonuvchi elementlar to'la darajada SO_2 , N_2O , SO_2 kabi yonish mahsulotlariga aylanmay tutun gazi tarkibida chala yongan SO , hamda yuqori molekulyar Sm Hn qatoridagi uglevodorodlarning uchrashi, Shu yoqilg'ining kimyoviy chala yonishini belgilaydi. Buning natijasida yo'qotilgan issiqlikning foizi quyidagicha ifoda qilinadi.

$$G_3 = \frac{Q_1}{Q_{\text{yu}}} \cdot 100 \%$$

Kimyoviy chala yonishdagi yo'qotilayotgan issiqlik miqdori α ning qiymatiga bog'liqligi quyidagi rasmda keltirilgan. Rasmdan ko'rinadiki α ning miqdori ortib borishi bilan yoqilg'ilarning kimyoviy chala yonishi kamayib beradi. Bunday holat α -ning miqdoriga qozon qurilmasining ichki konstruksiyasiga, berilayotgan havo harorati kabi sabablarga bog'liq bo'ladi. Hozirgi zamonaviy qozon qurilmalarida yonish jarayonining to'la darajada tashkil qilinishi sababli kimyoviy chala yonishda yo'qotiladigan issiqlik miqdori 0,5 % dan yuqori bo'lmaydi.



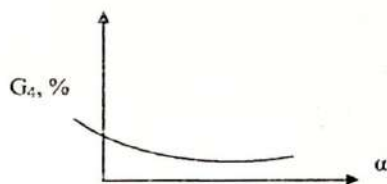
Laboratoriya sharoitida kimyoviy chala yonishda yo'qotiladigan issiqlik miqdorini aniqlash uchun tutun gazi tarkibidagi chala yongan gazlar miqdorini aniqlash yo'li bilan amalga oshirish mumkin.

Yoqilg'ilarning mexanik chala yonishida yo'qotilayotgan issiqlik, (Q_4) yoqilg'i tarkibidagi qiyin va sekin yonadigan mahsulotlarning to'la darajada yonishiga ulgurmasligi natijasida sodir bo'ladi. Bu holat ayniqsa qattiq yoqilg'ilarda tarkibi yuqori darajada maydalanmagan qoldiqlarining yonishida, suyuq yoqilg'ilarda esa tarkibidagi yuqori molekulali uglevodorod birikmalarining chala yonishi natijasida ko'proq kuzatiladi. Bunday chala yongan birikmalarning tutun gazi va shlak mahsulotlari bilan qo'shib chiqib ketadigan miqdori qancha ko'p bo'lsa mexanik chala yonishdagi yo'qotiladigan issiqlik miqdori ham shuncha ko'p bo'ladi. Uning foizli miqdori quyidagicha ifoda qilinadi.

$$G_4 = \frac{Q_4}{Q_{in}} 100 \%$$

Mexanik chala yonishdagi yo'qotilayotgan issiqlik miqdori qattiq yoqilg'ilarda 0,5–5 % oralig'ida suyuq va gazsimon yoqilg'ilarda 0,5 % atrofida bo'ladi.

Quyidagi rasmda α ning ortib borishi bilan yoqilg'ilarning mexanik chala yonishi natijasida yo'qotiladigan issiqlikning kamayishi keltirilgan.



Rasmdan ko'rinadiki α ning ortib borishi mexanik chala yonishning kamayishini ko'rsatadi. Qattiq yoqilg'ilarda mexanik chala yonishning asosiy sababi ularning yetarli darajada bir xil fraksiyada maydalanmasligi, tarkibida qiyin yonadigan birikmalarning ko'pligi hamda kullik darajasi yuqori bo'lishidir.

Issiqlikning bug' qozonlaridan atrof muhitga tarqalishiga sabab, harakatlanayotgan suvning bug'lanishi yonish mahsulotlarining atrof muhitga chiqarilishi jarayonlarida ishlatilayotgan uskunalarining tashqi harorati atrof muhit haroratidan yuqori bo'lishi sababli, issiqlikning tashqi muhitga tarqalishi sodir bo'ladi.

Uning foizli miqdori (G_d) quyidagi ifodadan topiladi.

$$G_d = \frac{Q_d}{Q_{in}} \cdot 100 \%$$

Issiqlikning bu holatda yo'qolishi qozoning bug' ishlab chiqarish quvvati ortib borishi bilan yuqorilashib boradi.

Shu sababli issiqlik energetikasi sohasida issiq suv, bug' harakat qilinadigan quvurlar atrofi issiqlikni o'tkazmaydigan asbest materiali kabi materiallar bilan o'rab chiqiladi. Shu tariqa issiqlikning atrof muhitga kamroq tarqalishi va uni saqlab qolinish imkoniyati yaratiladi. Bu jarayonda issiqlikning saqlanish koeffitsiyenti (γ) quyidagicha ifodalanadi.

$$\gamma = 1 - \frac{Q_d}{100} ;$$

IES larida shlak mahsulotlari bilan birgalikda yo'qoladigan issiqlik miqdorining foizi quyidagi ifodadan topiladi. $G_s = \frac{Q_s}{Q_{yu}} 100\%$ va issiqlik miqdori quyidagicha hisoblanadi;

$$Q_s = B_{sh} \cdot \frac{A_{sh}}{100} \cdot C_K \cdot \varepsilon; kkal/kg$$

bu ifodada B_{sh} – hosil bo'lgan shlak miqdori, kg

S_K – kulning issiqlik sig'imi kkal/kg °S

t° – shlakning harorati, °S

Chiqarilayotgan shlakning harorati yonish kamerasidan shlakning chiqarish usullariga bog'liq. Shlak quruq holatda chiqariladigan qozon qurilmalarida uning harorati 600–700 °S. Shlakni suv orqali chiqaradigan qozonlarda uning tashlanish harorati 100 °S atrofida bo'ladi.

2.6. Qattiq yoqilg'ilarning namlik darajasini aniqlash

Yoqilg'ilarning analitik namligini aniqlash uchun dastlab analitik holatdagi namunani tayyorlash zarur, buning uchun 100 ± 1 gr og'irlikdagi namuna 105–110 °S haroratda doimiy og'irlikka keltiriladi. Buning uchun namuna shu haroratda aniqligi 0,0002 g miqdorgacha o'zgarmagan holatgacha quritiladi. Bunday analitik namuna tayyorlashda toshko'mir, antratsit ko'miri va yonuvchi slanetslarni 30 min, qo'ng'ir ko'mirni 60 min quritish zarur bo'ladi.

Bu sharoitda tayyorlangan namuna tarkibidagi analitik namlikni aniqlash uchun namunani uy sharoiti kecha kunduz davomida saqlagandan so'ng tarozida 0,0002 gr aniqlikda tortiladi. Bu jarayon uning og'irligi 0,3 % gacha o'zgarmas holatga kelguncha takrorlanadi, so'ng 11014–70 raqamli GOST bo'yicha namlik darajasi quyidagi ifoda orqali hisoblanadi.

$$W^o = \frac{G - G_1}{G} = 100 \%$$

Bu ifodada

G – quritish uchun olingan namunaning og'irligi, g_p

G_1 – namunaning quritilgandan keyingi og'irligi, g_p .

Bir necha namunaning orasidagi aniqlik darajasi 0,3 % dan yuqori bo'lmashligi tajribaning to'g'ri bajarilganligini ko'rsatadi.

Misol tariqasida tajriba uchun olingan qo'ng'ir ko'mir namunasi ishchi massadagi og'irligi 150 gr bo'lsa yuqori ko'rsatilgan usulda quritilgandan so'nggi og'irligi 130 gr ga kamaysa, bu qo'ng'ir ko'mirning analitik namligi quyidagicha topiladi:

$$W^a = \frac{150-130}{150} \cdot 100 = 13,3 \%$$

Demak, olingan namunaning analitik namlik darajasi $W^a = 13,3\%$ ga teng ekan.

2.7. Qattiq yoqilg'ilarning kullik darajasini aniqlash

Qattiq yoqilg'ilarning kullik darajasini aniqlash uchun uni sekinlik bilan kuydirib, kulga aylantirish va kulning analitik massadagi og'irligi 0,0002 gr aniqlikda tortiladi. Buning uchun Shunday aniqlikda 1,2–2 gr tortilgan namunani tigelga solib mufel ichida 800–825 °S kuydiriladi. Kulga aylangan namunani shu haroratda usti yopiq holatda 1,5–2 soat davomida ushlab turiladi.

Namuna mufel pechidan olinib uy haroratida 5 minut ishlab turiladi so'ng uy haroratiga kelgunga qadar yopiq eksikatorida sovutiladi. Bunday tayyorlangan namunaning kullik darajasini aniqlash 6675–53 raqamli GOST bo'yicha quyidagi ifoda bo'yicha topiladi.

$$A^a = \frac{G_1}{G} \cdot 100 \%$$

bu ifodada G_1 – kulning og'irligi, gr S-olingan namuna og'irligi, gr

Absolyut quruq yoqilg'ining kullik darajasi

$$A^c = A^a \frac{100}{100 - W^a} \%$$

kulning ishchi massadagi og'irligi esa $A'' = A^a \frac{100 - W''}{100 - W^a} \%$ ifoda orqali hisoblanadi.

Misol: Agarda tosh ko'mir namunasi analitik og'irligi 2 gr bo'lib uni yuqoridagi sharoitda kulga aylantirilganda hosil bo'lgan kulning og'irligi 0,3 gr bo'lsa, u holda Shu ko'mir namunasi kullik darajasi:

$$A^a = \frac{0,3}{2} \cdot 100 = 15 \%$$

ni tashkil qilar ekan. Agarda namunaning $W^a=10 \%$ ni tashkil qilsa, absolyut quruq yoqilg'ining kullik darajasi yuqoridagi ifodaga asosan:

$$A^c = A^a \cdot \frac{100}{100 - W^a} = 15 \cdot \frac{100}{90} = 16,5 \%$$

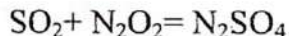
ga teng ekan Shu namunaning ishchi massadagi kullik jarajasi $W^H=30 \%$ bo'lganda:

$$A^H = A^a \cdot \frac{100 - W^H}{100 - W^a} = A^a \cdot \frac{100 - 30}{100 - 10} = 15 \cdot \frac{70}{90} = 11 \%$$

ga teng.

2.8. Yoqilg'i tarkibidagi oltingugurt miqdorini aniqlash

Yoqilg'i tarkibidagi oltingugurt miqdorini aniqlash uchun aniq tortilgan miqdordagi yoqilg'i namunasi 1150 ± 50 °S da yoqilib, hosil bo'lgan tutun peroksid vodorodi (N_2O_2) to'ldirilgan eritmadan o'tkazilganda kul tarkibidagi SO_2 gazi N_2O_2 eritmasiga yutilishi natijasida quyidagi reaksiya bo'yicha N_2SO_4 kislotasi hosil bo'ladi.



Hosil bo'lgan eritma 2059 = 54 raqamli GOST bo'yicha 5 daqiqa qaynatilgandan so'ng kaliy gidroksidining 0,05 N eritmasi bilan titrlanadi va oltingugurtning umumiy miqdori quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi.

$$S_{\Sigma}^a = \frac{0,008 \cdot V}{G} \cdot 100 \%$$

bu ifodada G – yoqilg'i namunasining og'irligi g, V – eritmani titrlashda 0,05 N kaliy gidroksidining sarflangan miqdori, ml 0,008 gr KON eritmasi tarkibidagi oltingugurtning miqdori, g

Yoqilg'i namunasi miqdori 2 g bo'lganda undan hosil bo'lgan eritma tarkibidagi birikmani titrlashda sarflagan KON eritmasi 2,0 ml ni tashkil qilsa bu namunaning tarkibidagi oltingugurt miqdori quyidagicha topiladi:

$$S_{\Sigma}^a = \frac{0,008 \cdot V}{G} = \frac{1(0,008) \cdot 2}{2} \cdot 100 = 0,8 \%$$

ya'ni namuna tarkibidagi $S_{\Sigma}^a = 0,8 \%$ ga teng ekan.

2.9. Yoqilg'i tarkibidagi uchuvchan birikmalar miqdorini aniqlash

Yoqilg'i tarkibidagi uchuvchan birikmalar miqdorini aniqlash uchun 9147-59 raqamli GOST bo'yicha $1 \pm 0,1$ gr miqdordagi aniq tortilgan bir necha namuna (kamida 3) farforli yoki kvarsli usti yopiq tigellarga joylashtirib, 7 minut davomida harorati 850 ± 10 °S bo'lgan yopiq mufel pechida qizdiriladi. Vaqt tugashi bilan tigellar pechdan olinib, 5 minut xona haroratida sovutiladi, so'ng og'zi yopiq holatda xona haroratiga kelguncha eksikatorida sovutiladi. Tarkibidagi uchuvchan kukun holatdagi sovugan namunalarning og'irligi 0,0002 g aniqlikda tortilgandan so'ng quyidagi ifoda bo'yicha tarkibidagi uchuvchan moddalarning analitik massadagi miqdori hisoblanadi.

$$V^a = \frac{G_1}{G} \cdot 100 - W^a \%$$

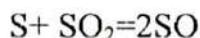
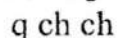
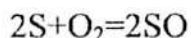
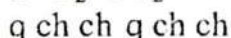
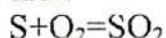
Yonuvchi massasi bo'yicha uning miqdori quyidagicha hisoblanadi.

$$V^b = V^a \frac{100}{100 - W^a - A^c} \%$$

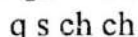
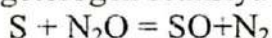
Agarda yoqilg'i tarkibida uchuvchan birikmalar miqdor 9 % dan kam bo'lsa parallel olib borilgan laboratoriya natijalari bo'yicha ular orasidagi farq 0,3 % dan ko'p bo'lmasligi, uchuvchan birikmalar miqdori 45 % gacha bo'lgan yoqilg'ilarda bunday farq 1,5 % dan oshmasligi lozim.

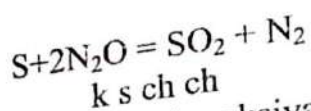
2.10. Qattiq yoqilg'ilarning yonish qonuniyatlari va yonish mahsulotlari

Ma'lumki, qattiq yoqilg'ilarning asosiy yonuvchi elementlari uglerod va vodoroddan tashkil topgan bo'lib, bu elementlarning yonishi geterogen va gomogen fazada sodir bo'ladi. Masalan: uglerodning geterogen sharoitida yonishi uch xil holatda sodir bo'ladi.

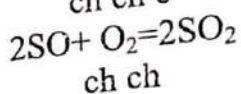
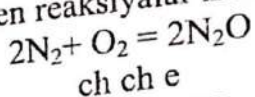


Yoqilg'i va havo tarkibidagi suv bug'ining uglerod bilan birikish reaksiyasi ham geterogen reaksiya hisoblanadi:





Yoqilg'i tarkibidagi yuqoridagi reaksiya asosida hosil bo'lgan N_2 ning yonishi hamda S ning chala yonishidan hosil bo'lgan SO gazining yonishi gomogen reaksiyalar hisoblanadi.



Bu reaksiyalar tezligi yoqilg'ining yonish haroratiga bog'liq bo'lib harorat qancha yuqori bo'lsa yuqoridagi reaksiyalarga asosan SO_2 gazining hosil bo'lishi tezlashib SO niki kamayib boradi.

Qattiq yoqilg'ilarning yonish jarayonlari va uning tezligi yoqilg'i zarrachalari atrofida O_2 ning diffuziyalanishi hamda ular orasidagi kimyoviy reaksiyalarning kinetik tezligiga bog'liq bo'ladi. Shu sababli qattiq yoqilg'ilarning yonish jarayonlari diffuziyali hamda kinetik reaksiya tezligi asosida sodir bo'ladi.

Kimyoviy reaksiyaning kinetik tezligi (K) massa almashish koeffitsiyentiga (α) nisbatan ko'proq pasayadi. Shu sababli past haroratda $K < \alpha$ bo'lganda yonish jarayoni kinetik rejimda ketadi. Aksincha haroratning ko'tarilib borishi bilan K ning qiymati tez ortib boradi. Ya'ni $K > \alpha_N$ bo'lganda yonish diffuzion rejimda davom etadi.

Ma'lumki, yonish kamerasiga berilayotgan ko'mir zarrachalari 0,1–1,0 darajada mayda bo'lganligi tufayli bunday zarrachalar yuqori haroratli o'txonada avval diffuziyali ko'rinishda yona boshlaydi. Uzluksiz yonishi davomida uning o'lchami tobora kichiklanib borishi sababli $\alpha_N > K$ bo'ladi va zarraning yonishi kinetik rejimda tugallanadi.

Ammo tabiiy yoqilg'i faqat ideal holatdagi ugleroddan iborat bo'lmasligi, tarkibida har xil ballast moddalar, namlik bo'lishi sababli 100 °S haroratdan boshlab yoqilg'i tarkibidagi namlikbug'lanish issiqligi ta'sirida yoqilg'idan ajralib chiqa boshlaydi. Buning natijasida yonayotgan zarrachaning harorati issiqlik bilan ko'tarilishi sababli uning alangalanishi tez sodir

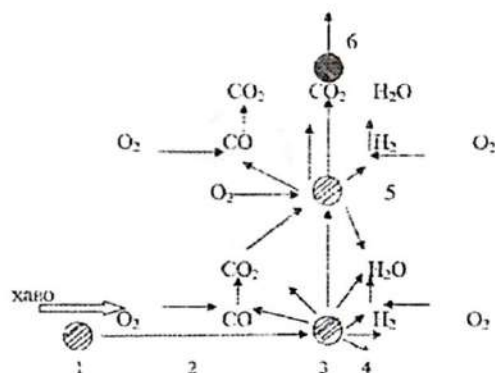
bo'lmaydi. Shu bilan birgalikda harorat ko'tarilishidan yoqilg'i tarkibidagi namlikning bug'lanish darajasi ortib borishi natijasida $S+N_2O = SO+N_2$ va $S+2N_2O = SO_2+N_2$ reaksiyalarning tezligi ham ortadi.

Yoqilg'ining yonishi davomida tarkibidagi namlikning yo'qolishi va oson ajraladigan uchuvchan moddalarning ajralib chiqishidan qolgan koks holatidagi qismi yonishi, yuqorida ta'kidlangandek saf holatdagi S ning yonishiga mos keladi.

Yoqilg'i tarkibida oson ajralib chiqadigan uchuvchan moddalar qancha ko'p miqdorda bo'lsa, ularning yonishida ajralib chiqayotgan issiqlik, yoqilg'ining kokslanish darajasini ham tezlashtiradi.

Bunday turdagi yoqilg'ilarni yonishga moyillik reaksiyasi yuqori yoqilg'ilar deyiladi. Bularga asosan uglerodlanish darajasi past bo'lgan yoqilg'ilar kiradi, aksincha tarkibida uchuvchan birikmalar kam, uglerodlanish darajasi yuqori bo'lgan yoqilg'ilarning alangalanib yonishi sust kechadi. Shu sababli bunday turdagi yoqilg'ilarni yonishga moyillik reaksiyasi past yoqilg'ilar deyiladi.

Quyidagi rasmda ko'mir zarrachasining yonish mexanizmi keltirilgan.



8-rasm. O'txona kamerasida ko'mir zarrachalarining yonish mexanizmi

- 1 – ko'mir zarrachasi, 2 – uning qurishi, 3 – tarkibidagi ichki namlikning chiqishi, 4 – uchuvchan moddalarning ajralishi chiqishi va yonishi, 5 – koks qoldig'ining yonishi, 6 – kul zarrachasi hosil bo'lishi.

Ma'lumki, har qanday organik yoqilg'ilarning yonishi jarayonida SO_2 , NO_2 , CO_2 hamda suv bug'i, qattiq yoqilg'ilarda bunday moddalar bilan birgalikda kul va shlak mahsulotlari ham hosil bo'ladi, hosil bo'lgan gazsimon birikmalar IES larining tutun tarqatuvchi mo'risi orqali havoga chiqarib yuboriladi kul va shlak mahsulotlari IES larda yig'ilib mahsus ajratilgan joylarga chiqarib tashlanadi.

Atrof muhitga chiqariladigan tutun tarkibida bunday gazsimon moddalalarning qancha bo'lishi yoqilg'i tarkibidagi S, N, S, N hamda yonish kamerasiga berilayotgan havoning miqdoriga, yoqilg'i sarfiga, uning yonish qonuniyatlariga, qattiq yoqilg'ilarda Shu bilan birgalikda ularning kullik darajasiga hamda tarkibidagi mexanik iflosliklarining miqdoriga bog'liq. S va S ning yonishida hosil bo'lgan tutun gazi tarkibini aniqlash natijalari bo'yicha SO_2 va SO_2 gazlarining nazariy miqdori (ΔV_1) quyidagi yig'indidan iborat.

$$\Delta V_1 = V_{\text{SO}} + V_{\text{SO}_2} \text{ m}^3/\text{kg}$$

1kg miqdorda S ning to'la yonishida $1,866 \text{ m}^3 \text{ SO}_2$, Shuncha miqdorda S-ning to'la yonishida $0,70 \text{ m}^3 \text{ SO}_2$ gazlari hosil bo'lishi tajribada aniqlangan.

Azot oksidining nazariy miqdori $V_N^o = 0,79 V_N^o + 0,008 N_H \text{ m}^3/\text{kg}$ ifoda bo'yicha hisoblanadi. Bu ifodada V_N^o — yoqilg'i yonish kamerasiga berilayotgan havoni miqdori, m^3 , N_H — yoqilg'ining ishchi massasi tarkibidagi azotning miqdori.

Tutun gazi tarkibidagi suv bug'ining miqdori quyidagi faktorlarga, ya'ni yoqilg'i tarkibidagi N ning miqdoriga, yoqilg'ining namlik (w) darajasiga hamda yonish kamerasiga berilayotgan havoning namligiga bog'liq.

$$V_{\text{um}} = V_n + V_w + V_h \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Bu ifodada V_{um} — yoqilg'ining yonishida hosil bo'ladigan suv bug'i umumiy miqdori, m^3 . V_n — yoqilg'i tarkibidagi namlikning yonishida hosil bo'lgan namlik, m^3 . V_h — berilayotgan havo tarkibidagi namlik miqdori, m^3 .

Mazutning yonishida uni yonish kamerasiga bug' (V_M) bilan qo'shib purkab berilishi sababli, bu holda suv bug'ining tutun

gaziga qo'shiladigan miqdori (V_{um}^b) quyidagi ifoda bilan aniqlanadi.

$$V_{um}^b = V_M + V_{um} m^3.$$

bu ifodada V_m – mazutni purkab berishdagi bug' miqdori, m^3 .

Yonayotgan zarrachaning davomiyligi yonuvchi yuzasida hosil bo'layotgan kislorodning diffuzion qatlamiga hamda uning yonish kamerasidagi miqdoriga bog'liq bo'lib, quyidagicha ifodalanadi.

$$S_{O_2} = a_m(S_n + S_0);$$

Bu ifodada S_{O_2} – vaqt birligi davomida 1 sm^2 yoqilg'i yuzasiga ta'sir etayotgan O_2 miqdori.

a_m – massalar almashinuvi koeffitsiyenti

S_0 – yonish kamerasidagi O_2 ning umumiy konsentratsiyasi.

S_n – yonayotgan yonilg'i zarrachalari tarkibidagi O_2 ning miqdori.

$S + O_2 = SO_2$ reaksiya bo'yicha uglerodning kinetik yonish tezligi massalar ta'siri qonuni bo'yicha quyidagi tenglik bilan izohlanadi.

$$S_s = K S_p \text{ mol (sm}^2 \text{ s)}$$

Bu ifodada K – reaksiya tezligi konstantasi

Agar $a_m < K$ bo'lsa bu holda

$$C_c = \frac{C_0}{1/\alpha_n} = \alpha_n C_0$$

Ifodaga asosan uglerodning yonish tezligi diffuziyali yonish jarayonida boradi. Bu jarayonni diffuzion yonish deyiladi.

Aksincha $K > a_m$ bo'lsa $C_c = \frac{C_0}{1/K} = K \cdot C_0$ bu ifoda bo'yicha uglerodning yonish tezligi kimyoviy reaksiya asosida boradi va bu jarayonni kinetik tezlikda yonish deyiladi. Yoqilg'ilarning yonishi bir vaqt davomida har ikki jarayon ta'sirida ketishi yonish rejimining to'g'ri tashkil etilishini ko'rsatadi.

II bobga doir sinov savollari:

1. Yoqilg'ilarning yonish issiqligi.
2. Yoqilg'ilarning past va yuqori yonish issiqligi orasidagi farq.
3. Yoqilg'i sarfini va solishtirma ekvivalent miqdorini hisoblash.

4. Yoqilg'i yonishda sarflanadigan havo miqdorini hisoblash.
5. Bug' qozonlarining issiqlik balansi va foydali ish ko'effitsiyenti.
6. Yonish issiqligining sarflanishi.
7. Yonish issiqligining isroflanishi.
8. Qattiq yoqilg'ilarning namlik darajasini aniqlash.
9. Tarkibidagi uchuvchan moddalar miqdorini aniqlash.
10. Tarkibidagi oltingugurt miqdorini hisoblash.
11. Kullik darajasini aniqlash.
12. Qattiq yoqilg'ilarning yonish qonuniyatlari va mexanizmi.
13. Yonish mahsulotlarining hosil bo'lish qonuniyatlari.

III BOB. SUYUQ VA GAZSIMON YOQILG'ILARNING KIMYOVIY TARKIBI VA SIFAT KO'RSATKICHLARI

3.1. Neft mahsulotinig kimyoviy tarkibi

Suyuq yoqilg'ilarning asosiy qismi turli xil usullar bilan neft mahsulotlaridan olinadi. Neft mahsulotlaring kimyoviy tarkibi har xil murakkab organik va norganik birikmalardan tashkil topgan bo'lib, asosiy tarkibini parafinlar, aromatik uglevodorodlar hamda tarkibida oltingugurt, azot tutgan yuqori molekulali organik birikmalardan tashkil topgan. S_nH_{2n+2}

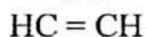
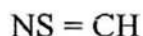
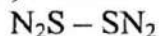
Tarkibi bu umumiy ifodaga to'g'ri keladigan uglevodorodlar miqdoriga qarab neft mahsulotlari kam parafinli va yuqori parafinli turlarga bo'linadi. Neft mahsulotlari tarkibida kimyoviy ifodasi S_5 dan S_{10} gacha bo'lgan uglevodorodlar miqdori 50 % dan yuqori bo'lsa neft yuqori parafinli deyiladi. Yuqori parafinli neftni harorat ta'sirida haydash "peregunka" jarayonida bunday parafinli $S_5 - S_{10}$ neft mahsulotlari benzin fraksiyasiga ajraladi.

Neft tarkibidagi kimyoviy ifodasi S_{11} dan S_{16} gacha bo'lgan parafinlar, haydash jarayonida neftning kerosin fraksiyasiga ajraladi. Ifodasi S_{16} dan yuqori bo'lgan parafinlar esa neftning og'ir fraksiyasi bo'lgan mazut tarkibida qoladi. Shu bilan birgalikda neft tarkibida 20–25 % ga yaqin miqdorda to'yinmagan uglevodorodlar C_nH_{2n} hamda benzol S_6N_6 va uning S_6N_5R kabi gomologlari ham 10–20 % atrofida bo'ladi. Bulardan tashqari neft tarkibidagi ko'p atomli yuqori molekulali asfaltsmolasi deb ataluvchi brikmalar ham mavjud bo'lib, ularning miqdori 4–20 % ni tashkil etadi. Bunday birikmalar neft tarkibida qancha ko'p bo'lsa, bunday neftning sifati Shuncha yomonlashadi. Asfaltmolali moddalarning tarkibi asosan geterotsiklik, politsiklik hamda metalloorganik birikmalardan iborat, ularning zichligi 1 g/sm³ atrofida bo'lib, neftning (0,82–0,92 g/sm³) zichligidan yuqoriroq.

Neft tarkibida mexanik iflosliklar 0,1–0,3 % atrofida, namlik esa 2 % atrofida bo'ladi. Neft tarkibidagi mexanik iflosliklar

tarkibidagi suv molekularida erigan har xil tuzlar va kolloid zarrachalardan tashkil topgan.

Neft tarkibidagi oltingugurt birikmalari, elementar (S), vodorod sulfid (N_2S) hamda merkaptanlar, (RSH) sulfidlar (RSR_1), disulfidlar ($RSSR$), tiofan (1) hamda



tiofenlar (2) holatida mavjud bo'lib, oltingugurtning bunday birikmalari neft tarkibida 7 % gacha bo'lishi mumkin. Yuqoridagi ifodalarda R va $R_1 - C_nH_{2n+1}$ va C_nH_{2n} gomologik qatorlardagi uglevodorodlar radikallari. Shu bilan birgalikda neft tarkibida vanadiy (W) nikel (Ni) temir (Fe) kabi metallar ham uchraydi. Bu metallar metal organik birikmalar holatida, asosan neftning asfaltsmolalari tarkibida uchraydi.

Neft mahsulotlarini ajratishda neftni qayta ishlash zavodlarida, atmosfera bosimi hamda vakuumda haydash, kreking va piroliz qilish usullari bilan amalga oshiriladi. Haydash jarayonida neftni yuqori temperatura ta'sirida qizdirish orqali tarkibidagi parafinlarni qaynash harorati (fraksiyalash) bo'icha mahsulotlarga ajratiladi. Bunday ajralishga sabab neft tarkibidagi gomologik qatordagi uglevodorodlarning qaynash harorati, ularning molekulyar og'irligi oshib borishi bilan ko'tarilib borishidan iborat.

3.2. Mazutning turlari va sifat ko'rsatkichlari

Mazut, neft mahsulotlari tarkibidagi yuqori molekulyar asfaltsmolali birikmalardan tashkil topgan. Neftni haydash jarayonida yuqori haroratda fraksiyalarga ajraladigan mazut tarkibidagi ba'zi organik moddalarning polimerlanishi va polikondensatsiyalanishi natijasida mazutning sifatini pasaytiruvchi va quyuqlanish xususiyatini oshiruvchi karben va karboidlar deb ataladigan qora rangdagi qattiq birikmalar ham hosil

bo'ladi. Bu moddalarning zichligi $d = 1,228 \text{ g/sm}^3$ bo'lib mazutning zichligidan yuqoriroq mazutning kullik darajasi $A = 7,24 \%$, tarkibidagi uchuvchan moddalar miqdori $V = 15,2 \%$, ni tashkil etadi.

Mazut tarkibida karboidlar qancha ko'p bo'lsa ularning nostabil xususiyati shuncha yuqori bo'ladi, chunonchi bunday turdagi mazutlar harakatlanayotgan quvur devorlarida hamda saqlanadigan baklarning devor va tag qismlarida metalga qattiq darajada yopishadigan cho'kindilar hosil bo'ladi. Shu sababli bunday mazutlarni yoqish uchun quvurlar orqali uzatish jarayonlarida ortiqcha bug' va yuqori harorat zarur bo'lishi, iqtisodiy xarajatlarning oshishiga olib keladi.

Mazut tarkibida suv miqdori neft tarkibidagiga nisbatan ko'proq bo'lib, 4–7 % ni tashkil qiladi. Mazut tarkibida suv miqdori ko'p bo'lsa ham, uning tezroq quyuqlashishga sabab bo'ladi.

Mazut mahsulotlari neftni qayta ishlash zavodlarida olti xil turda, dengiz flotida yoqiladigan F5 va F12, energetika sohasida ishlatiladigan M40, M100, M200 hamda marten pechlarida yoqiladigan 10585–63 MP turdagi markalari ishlab chiqariladi. Bu turdagi mazutlardan F5 va F12 markalilar mazutning yengil fraksiyasi bo'lib, qovushqoqlik xususiyati pastroq va oquvchanligi tezroq hamda yonish issiqligi yuqori hisoblanadi. Energetik yoqilg'ilar sifatida ishlatiladigan mazutning M40, M100, M200 markali fraksiyalari hisoblanadi. Shu bilan birgalikda ular tarkibida mexanik iflosliklar ham ko'proq bo'ladi.

Neftni fraksiyalash jarayonida tarkibidagi barcha metall organik va oltingugurtning organik birikmalari mazut tarkibiga o'tadi. Shuni ta'kidlash lozimki mazut tarkibida oltingugurtning miqdori qancha ko'p bo'lsa vanadiy elementi miqdori ham Shuncha ko'p bo'ladi. Mazut mahsulotlari, tarkibidagi oltingugurt miqdoriga qarab uch guruhga bo'linadi. Agarda mazut tarkibida oltingugurt birikmasi 0,5 % dan kam bo'lsa bunday mazutni kam oltingugurtli va tarkibida 2 dan 3,5 % gacha oltingugurt bo'lgan mazut, yuqori oltingugurtli deyiladi. Mazut tarkibida uglerodning miqdori $S = 86–89 \%$ ni, vodorodning $N = 9,6+12,2 \%$ hamda

O+Nning miqdori 0,5–1,7 % gacha bo'ladi. Mazutning yonish issiqligi 39 dan 41,5 MDj/kg oralig'ida bo'lib, uning yonish issiqligi mazut tarkibidagi N va S ning foiziga hamda S, O va N elementlarining ko'p yoki kamligiga bog'liq. Mazut tarkibidagi bu S, N elementlarning ko'payishi mazutning yonish issiqligini pasaytiradi. Tarkibidagi asfalt smolasi, karben va karbotsidlar ko'p bo'lgan mazutning ham yonish issiqligi past darajada hisoblanadi.

Neft mahsulotlarining energetika sohasida muhim bo'lgan xususiyatlari, ularning qovushqoqligi, quyulanish hamda alangalanish harorati hisoblanadi. Harakatlanayotgan suyuqlikning bir qismi harakatiga uning ikkinchi qismi ko'rsatadigan qarshilik suyuqligining qovushqoqligi yoki ichki ishqalanish holati deb ataladi.

Suyuqlikning qovushqoqligini aniqlash uchun ma'lum hajmdagi suyuqlikning kapillyar naydan oqib chiqish vaqti o'lchanadi. Agar kapillyar radiusi r , uning uzunligi l , bosim R bo'lsa, Puazel qonuniga muvofiq, kapillyardan t vaqtda oqib chiqqan suyuqlik miqdori g quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi.

$$g = \frac{\pi Pr^4 t}{8\eta l} \quad \text{bunda} \quad \eta = \frac{\pi Pr^4 t}{8g l}$$

Bu ifodada η – suyuqlikning qovushqoqlik koeffitsiyenti.

Absolyut qovushqoqlikni o'lchash ancha qiyin bo'lishi sababli, suyuqliklarning qovushqoqligi boshqa bir suyuqlikka nisbatan (masalan suvga nisbatan) taqqoslanadi. Bu usulda aniqlangan qovushqoqlik shartli qovushqoqlik deb ataladi va ShQ , harflarida ifoda qilinadi. Qovushqoqlik koeffitsiyentining teskari qiymati, ya'ni $1/\eta$ suyuqlikning oquvchanligi deyiladi. Bunday qovushqoqlikni aniqlash uchun ma'lum hajmda suv olib, uning kapillyardan oqib o'tish vaqti, so'ngra Shuncha hajmdagi suyuqlikning (mazutning) Shu kapillyardan oqib o'tish vaqti o'lchanadi.

Suyuqliklarining bunday qovushqoqligi laboratoriya sharoitida Viskozimetr degan asbob yordamida o'lchanadi, zichligi esa piknometr yordamida aniqlanadi.

Mazut mahsulotlarining qovushqoqligi ular tarkibidagi har xil komponentlar turiga va harorato'zgarishiga bog'liq. Masalan

40–60°C harorat oralig'ida mazutning qovushqoqligi suvga nisbatan 4 barobar, kichik 100 – 120°C oralig'ida esa 2 barobarga kamayadi. Mazut tarkibi har xil komponentli birikmalardan iborat bo'lishi sababli, ularning suyuq holatdan qattiq holatga o'tishi, ayni bir xil haroratda sodir bo'lmaydi. Harorat pasayishi jarayonida suyuq holatdagi mazut quyuqlashib, so'ng qattiq holatga o'tadi. Harorat pasayishi jarayonida mazutning oquvchanligi butunlay yo'qolgan holatni ko'rsatuvchi harorat mazutning qotish harorati deyiladi. Mazut mahsulotlari tarkibida yuqori molekulali uglevodorodlar asfaltmolalari qancha ko'p bo'lsa, ularning qovushqoqligi shuncha yuqori bo'lib, qotish harorati ham Shuncha katta bo'ladi. Mazut mahsulotlarining chaqnash va alangalanish xususiyatlari ularning yong'inga xavfsiz holatini belgilaydi. Mazut tarkibida suv molekulalari bo'lganda uning zarrachalari tarkibidagi suv molekulalari harorat ta'sirida bug'lanishi jarayonida bug'ning hajmi kengayadi. Natijasida suv bug'i zarrachalari atrofiga yopishgan mazut qatlami chaqna yoriladi va yuqori harorat ta'sirida, alangalana boshlaydi bu harorat mazutning chaqnash va alangalanish harorati deyiladi. Mazut mahsulotlari yonishi jarayonida harorat, uning chaqnash va alangalanish haroratidan yuqori bo'lsa, mazutning suv bug'i aralashmasi bilan yonish kameradagi havo ta'sirida to'la yonish ta'minlanadi, va issiqlik ajralib chiqishi yuqori darajada bo'ladi hamda yonish jarayoni uzluksiz davom etadi. Mazutning chaqnash va alangalanish harorati tarkibidagi uchuvchan va tez yonadigan komponentlarining miqdoriga ham bog'liq. Ularning miqdori qancha ko'p bo'lsa, bunday mazutning chaqnash hamda alangalanish harorati shuncha past bo'ladi. Ammo yong'inga xavfsizlik holati yuqori bo'ladi. Bunga sabab bu komponentlarning yuqori harorat ta'sirida mazut tarkibidan ajralib chiqishi ko'payib borishidir. Mazut mahsulotlarining chaqnash harorati ularning tarkibiga qarab 60–240°C gacha bo'lsa, alangalanish harorati 60–70°C dan yuqori bo'ladi. Mazut mahsulotlari alangasiz o'z-o'zidan yonib ketish xususiyatiga ham ega, bunday holat tarkibidagi uchuvchan moddalar miqdoriga qarab 500–600°C harorat oralig'ida sodir bo'lishi mumkin.

Quyidagi jadvalda har xil turdagi mazutning 10585–63 raqamli GOST bo'yicha aniqlangan sifat ko'rsatkichlari keltirilgan.

Turli xil markali mazutning sifat ko'rsatkichlari

4-jadval

Sifat ko'rsatkichlari	Mazutning turlari					
	F5	F12	M40	M100	M200	MP
Har xil haroratdagi shartli qovushqoqlik. ShQ						
50°C	5	12	8,0	15,5	-	-
80°C	-	-	-	-	6,5-	0,8-
100°C	-	-	-	-	9,5	16,0
Kullik darajasi %	0,1	0,1	0,15	0,15	0,3	0,3
Tarkibidagi mexanik iflosliklar %	0,1	0,15	1,0	2,5	2,5	2,5
Tarkibidagi suv miqdori %.	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	2,0
Oltingugurt miqdori %.	2,0	0,8	0,5 kam oltingugurtli 2,0 oltingugurtli, 3,5 yuqori oltingugurtli			0,5
Qotish harorati	-5	-8	+10	+25	+36	+25
Yonish issiqligi kkal/kg.	9870	9870	9700	9650	9600	9650
Zichligi 20°C kg/m ³ .	1<d	1<d	0,95	1015	-	1015

3.3. Mazutning yonish mexanizmi qonuniyati

Ma'lumki, energetika sohasida suyuq yoqilg'i sifatida qovushqoqligi yuqori bo'lgan M-100 va M-200 markali mazut ishlatiladi.

Bu turdagi mazutlarning bug' qozonlarida to'la yonishi uchun mazutni mayda zarrachalar holatida bosim ta'sirida o'txona kamerasiga purkab beriladi. Shu sababli mazutning qanchalik mayda zarrachalarda purkalishi uning shartli (shk) qovushqoqligiga bog'liq bo'ladi.

Shartli qovushqoqligi 3° shk bo'lgan mazutlarni yoqishda mexanik forsunkalar, qovushqoqligi 6° shk bo'lgan mazut esa bug' mazut aralashmasini yoqishga mo'ljallangan forsunkalar ishlatiladi. Mazut bunday forsunkalarda ravn oqishi va uzluksiz parchalanishi uchun forsunkalarga berilish oldidan qovushqoqligiga qarab 90 °S–120 °Sgacha qizdiriladi. Mazutli mexanik forsun-

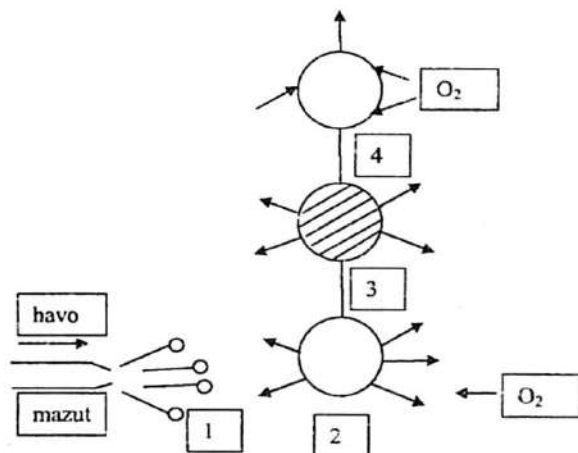
kalarda purkalishida uning bosimi 6 MPa bug' bilan birgalikda purkalanuvchi forsunkalarda bosimi 10–15 MPa bo'ladi.

Keltirilgan jadvaldan ko'rinadiki, F5 va F12 turdagi mazutning shartli qovushqoqligi, alangalanish va qotish harorat hamda zichligi boshqa turdagilarga nisbatan past, yonish issiqligi esa yuqori. M40, M100 va M200 hamda MP markali mazutlarning bunday ko'rsatkichlari tobora yuqorilashib, yonish issiqligi pasayib boradi. Sanoatda mazut ko'mir va yonuvchi slanetslardan ham olinadi. Quyidagi jadvalda bu mahsulotlardan olinadigan mazutning sifat ko'rsatkichlari keltirilgan.

5-jadval

Ko'rsatkichlar	Ko'mirdan olingan mazut		Yonuvchi slanetslardan olingan mazut	
	1	2	1	2
Shartli qovushqoqligi ShQ.	5	3	3,5	6,53
Qotish harorati	+25	+5	-5	-17
Yonish issiqligi.	8300	8000	8900	8820
Kullik darajasi %.	0,3	0,3	0,3	0,04

Quyidagi rasmda mazut zarrachalarining o'txona kamerasida yonish mexanizmi keltirilgan. Rasmda ko'rinadiki mazutning o'txonaga purkalib borishida uning zarrachalari to'la yonishi bir necha bosqichlardan iborat bo'lib, yonish kamerasida harorat ta'sirida birinchi navbatda tarkibidagi suv tomchilari bug'lanishi hamda yengil uchuvchan moddalarning ajralib chiqishi va ularning yonishi boshlanadi so'ng tarkibidagi og'ir fraksiyalarning parchalanishi hamda kichik molekulali birikmalarning yonishi, so'nggi bosqichda esa mazutning koks qismining yonishi va uning yonish mahsulotlariga aylanishi sodir bo'ladi.



9-rasm. Mazut tomchisi zarrachalarining yonish mexanizmi.

1-yonish kamerasiga purkalayotgan mazut zarrachalarga sochilishi va qurishi.

2-tarkibidagi uchuvchan moddalarning ajralib chiqishi va yonishi.

3-og'ir fraksiyalarning ajralishi va yonishi.

4-koks qoldig'ining to'la yonishi.

3.4. Mazut mahsulotlarining zichligini aniqlash

Turli xildagi mazutlarning zichligini areometr yoki piknometr yordamida hamda og'irligini gidrostatik tarozi yordamida aniqlash mumkin. Areometr hamda gidrostatik tortish usuli bilan faqat qovushqoqligi yuqori bo'lmagan tiniq rangli mazutlarning zichligini aniqlash mumkin. Piknometr orqali esa barcha turdagi mazutning zichligini aniqlash mumkin. Bu usulda toza bo'sh piknometrli termostatda 20°C da quritilib, so'ng og'irligi tortiladi va piknometrning so'ng undagi ko'rsatilgan belgisigacha suv bilan turdirilib, yana 20° li termostatda harorati tenglashgunga qadar ushlab turiladi, so'ng bu jarayon mazut bilan to'ldirilib takrorlanadi. Bu usul bilan aniqlangan mazutning zichligi quyidagi ifoda orqali hisoblanadi.

$$(m_2 - m_1) = V(p_m p_{suv})$$

Bu ifodada m_2 – piknometning mazut bilan birgalikdagi og'irligi, m_1 – quruq piknometning og'irligi, V – uning hajmi sm^3 , r_{suv} – suvning zichligi. Aniqlanayotgan mazut zichligi (R_M) quyidagicha topiladi.

$$R_M = \frac{m_2 - m_1}{V} + P_{\text{suv}}$$

Mazut tarkibidagi oltingugurt miqdorini kalorimetrik qurilmada yoqish usuli bilan aniqlash mumkin. Buning uchun ma'lum miqdordagi mazut yoqilganida uning yonish issiqligi hamda tarkibidagi oltingugurt birikmasi birgalikda aniqlanadi. Har qanday turdagi yoqilg'ilarning barcha ko'rsatkichlarini aniqlash usullari "spravochnik ximiko energetika" qo'llanmasining 3 tomida batafsil yoritilgan. Bu qo'llanma 3 tomdan iborat bo'lib, 1979-yil Moskvadagi "Energetik" nashriyotida chop etilgan.

Har qanday organik yoqilg'ilarning energetika sohasida ishlatilishini belgilovchi asosiy xususiyatlari ularning yonishda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori, tarkibidagi uchuvchan moddalar miqdori, yonuvchan va yonmaydigan qattiq va mineral birikmalar miqdori hamda ularning namlik va ko'plik darajasi bilan belgilanadi.

Yoqilg'i tarkibining bir massadan boshqa massaga o'tishini misol tariqasida analitik massasidan ishchi massasiga o'tishi quyidagicha ifoda qilinadi.

$$\frac{C^{\text{II}} + O^{\text{II}} + H^{\text{II}} + N^{\text{II}} + S_1^{\text{II}} + A^{\text{II}}}{C^{\text{I}} + O^{\text{I}} + H^{\text{I}} + N^{\text{I}} + S^{\text{I}} + A^{\text{I}}} = \frac{100 - W^{\text{II}}}{100 - W^{\text{I}}}$$

Bu ifodaning chap tomoni sur'atidagi va maxrajdagi elementlar o'zaro proporsional bo'lishi sababli bu ifoda quyidagi qiymatni tashkil etadi:

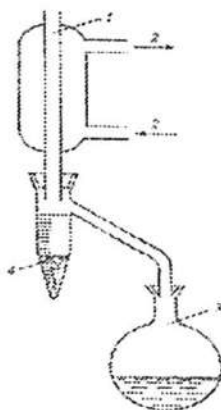
$$\frac{100 - W^{\text{II}}}{100 - W^{\text{I}}} = 1$$

Quyidagi jadvalda qattiq yoqilg'i tarkibining bir massadan boshqa massalarga aylanishidagi formulalari keltirilgan.

Yoqilg'ining boshlang'ich massasi	Yoqilg'ining aniqlangan massasi				
	ishchi	analitik	quruq	Quruq kulsiz (yonuvchi)	organik
ishchi	1	$\frac{100 - W^a}{100 - W^u}$	$\frac{100}{100 - W^u}$		
analitik	$\frac{100 - W^u}{100 - W^a}$	1	$\frac{100}{100 - W^a}$		
quruq	$\frac{100 - W^u}{100}$	$\frac{100 - W^a}{100}$	1	$\frac{100}{100 - A^u}$	
Quruq kulsiz (yonuvchi)				1	
organik					1

3.5 Mazut tarkibidagi suv miqdorini va kullik darajasini aniqlash

Laboratoriya sharoitida mazut tarkibidagi suv miqdorini aniqlash quyidagi 10-rasmda ko'rsatilgan shisha asboblardan yig'ilgan qurilmada amalga oshiriladi.



10-rasm. Mazut tarkibidagi suv miqdorini aniqlash qurilmasi:

1 – sovutgich; 2 – sovituvchi suvning berilishi va chiqarilishi;
3 – mazutli kolba; 4 – mazutdan ajralgan suvni yig'ib oluvchi kolba.

Bunda aniq miqdorda tortilgan mazut namunasi 100–200⁰ harorat oralig'ida qaynovchi to'luq, yoki ksilol kabi organik eritmalar bilan aralashtiriladi va bu aralashma kolbaga (3) quyiladi.

Kolba, tag qismi konussimon bo'lgan suv yig'uvchi (4) hamda bug'ni kondensatlovchi sovutgichga (1) germetik qilib ulanadi. Bunga sababkolbada hosil bo'lgan bug'ning ulanish nuqtalari orqali atrofga tarqalishini bartaraf etishdan iborat.

Kolbadagi namuna qaynatilganda tarkibidagi suv va erituvchi modda aralashmalari bug'lanadi. Hosil bo'lgan bug' aralashmasi sovutgichga ko'tarilishi jarayonida erituvchi modda bug'ining suyuqlanish harakati suv bug'ining suyuqlanish harakatidan yuqori bo'lganligi sababli erituvchi moddaning bug'i kolbaning suv kondensatini yig'uvchi naychasidan yuqoriga ko'tarmay suyuqlikga aylangan holatda qaytadi va kolbaga qaytib tushadi. Suv bug'i esa sovutgichda kondensatlanib yig'ilgan suv hajmini ko'rsatuvchi shtrixlangan (4) "probirka" ga yig'iladi. Kolbadagi namunani qaynatish, yig'ilgan suvning hajmi ko'payishi o'zgarmay qolguncha davom ettiriladi. So'ng yig'ilgan suv miqdori olingan namuna miqdoriga nisbatan necha foizligi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi.

$$W = \frac{v\rho_v}{\zeta}$$

Bu formulada v – yig'ilgan suv hajmi, sm^3 ,

ζ – olingan namuna miqdori,

ρ_v – suvning zichligi 1 g/sm^3 miqdorda qabul qilinadi.

Mazutning kullik darajasini aniqlash uchun dastlab namunasi 120^{°C} haroratda qizdirib quritilgandan so'ng konussimon o'ralgan filtr qog'ozi mazutga botirilib mazutni shimdiriladi, so'ng filtr qog'oz oldindan tortilgan tigelda yoqiladi. So'ng yoqishda hosil bo'lgan mazut kuli bilan birgalikda (600^{°C} ± 50^{°C}) mufel pechida og'irligi o'zgarmay qolgan holatda ushab turiladi. Olingan namunaning kullik darajasi (A) quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$A = \frac{\zeta_1 - g}{\zeta} * 100$$

Bu formulada ζ_1 – namunaning og'irligi, g
 ζ – kulning og'irligi, g
g – filtr kulining og'irligi, g.

III bobga doir sinov savollari

1. Neft mahsulotlarining kimyoviy tarkibi va ularining ajralishi.
2. Mazutning turlari va sifat ko'rsatkichlari.
3. Mazutning qovushqoqligi va uni aniqlash.
4. Mazutning yonish mexanizmi.
5. Mazutning zichligini va tarkibidagi suv miqdorini aniqlash.

IV BOB. GAZSIMON YOQILG'ILAR VA ULARNING XOSSALARI

4.1. Gazsimon yoqilg'ilarning tarkibi

Gazsimon yoqilg'ilar hosil bo'lishi va olinish jarayonlari bo'yicha ikki xilga, tabiiy va sunniy gazlarga bo'linadi.

Tabiiy gazsimon yoqilg'ilarning kimyoviy tarkibi asosan uglevodorodlardan iborat bo'lib, tarkibida oltingugurt, azot kabi elementlarning birikmalari suv molekullari hamda uglerod oksidlari bo'ladi.

Quyidagi jadvalda tabiiy gazlar tarkibiga kiruvchi moddalarning kimyoviy tarkibi, ularning 0°C haroratdagi va 760 mm simob ustuni bosimdagi zichligi hamda yonish issiqligi keltirilgan.

Gazsimon yoqilg'ilar tarkibiga kiruvchi moddalarning zichligi va yonish issiqligi

7-jadval

Gazlar	Ifodasi	Zichligi kg/m ³	Yonish issiqligi Q_{H}^{C} kkal/m ³
Vodorod	H ₂	0,090	2579
Azot elementi	N ₂	1,251	-
Kislorod	O ₂	1,428	-
Uglerod oksidi	CO	1,250	3018
Uglerod II oksidi	CO ₂	1,964	-
Oltingugurt	QO ₂	2,858	-
II oksidi	H ₂ Q	1,520	5 585
Vodorod sulfid	CH ₄	0,716	8 555
Metan	C ₃ H ₆	1,342	15 226
Etan	C ₃ H ₈	1,967	21 759
Propan	C ₄ H ₁₀	2,598	28 338
Butan	C ₅ H ₁₂	3,218	34 890
Pentan	C ₂ H ₄	1,251	14 107
Etilen	C ₃ H ₆	1,877	20 541
Propilen	C ₄ H ₈	2,503	27 111
Butilen	C ₆ H ₆	3,485	33 528
Benzol			

Agarda gaz yoqilg'ilari tabiiy gaz havzalaridan olinadigan bo'lsa, ularning asosiy qismi metan (CH_4) gazidan iborat bo'lib, uning miqdori 90-98 % ni tashkil qiladi. Shu bilan birgalikda tarkibida 10-20 % gacha to'yingan uglevodorodlar ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$) hamda yuqorida ta'kidlangan moddalarning birikmalari ham mavjud bo'ladi.

Tabiiy gazlar tarkibida oltingugurt asosan (H_2S) holatida bo'ladi, uning miqdori gazlarning hosil bo'lishi jarayonlariga qarab, 0,1 dan 1 % ni tashkil qiladi. Ba'zi bir xil gazlar tarkibida yonmaydigan SO_2 birikmasi miqdori 0,1-3 % gacha, azot miqdori esa 1-14 % gacha bo'lib, bu birikmalar gazsimon moddalarning tarkibidagi ballastlar deyiladi.

Quruq holatdagi tabiiy gazlarning yonish issiqligi, ya'ni ularning to'la yonishi jarayonida ajralib chiqadigan issiqlik miqdori $Q^o = 8000 - 8500 \text{ kkal/m}^3$ ni tashkil qiladi.

Ma'lumki, har qanday tabiiy gazlar rangsiz va hidsiz moddalardir. Tabiiy gazlar iste'molchilarga yuborish oldidan gazni qayta ishlash korxonalarida tarkibidagi mexanik iflosliklardan, oltingugurt birikmalaridan va suv molekulalaridan yuqori darajada tozalanadi. Bunga sabab gaz tarkibidagi bunday mexanik iflosliklar gaz quvurlarida yig'ilishi sababli quvurlarning gazni o'tkazuvchanlik xususiyatlari pasayib, quvurlarida gaz oqimining bosimi oshishiga sabab bo'ladi.

Gazlar tarkibida mavjud bo'lgan suv molekulalari quvurlarning zanglash jarayonlarini tezlashtiradi va ularning ishlatilish muddati qisqaradi.

Quvurlarda harakatlanayotgan gazlar tarkibida H_2S va suv miqdori ko'p bo'lsa, bu birikmalarning o'zaro birikishi natijasida vodorod sulfid kislotasi hosil bo'lib, bu kislota ta'sirida gaz quvurlarining kimyoviy zanglashi yanada tezlashadi. Shu bilan birgalikda gaz quvurlarida harakatlanayotgan gazning bosimi me'yor darajasidan oshishi hisobiga ta'sirida gaz tarkibidagi suv hamda yuqori molekulyar organik birikmalar, qattiq holatdagi kristall birikmalarni hosil qiladi. Hosil bo'lgan bunday birikmalarni "gazgidratlar" deyiladi. Bunday "gazgidratlar" gaz quvurlarning tezda to'lib qolishiga sabab bo'ladi.

Shu sababli tabiiy gazlar quvurlarga berilishidan oldin gazni qayta ishlash korxonalarida, mexanik iflosliklardan, hamda

tarkibidagi H_2S birikmasidan $0,02 \text{ g/m}^3$ ya'ni 00013% gacha yuqori darajada tozalangandan so'ng maxsus quvurlar orqali iste'molchilarga yuboriladi.

Xo'jalik ta'minotiga mo'ljallangan propan va butan kabi uglevodorodlar tabiiy gazlardan ajratib olinadi va bu gazlar siqilgan gaz holatida maxsus ballonlarda iste'molchilarga beriladi.

Tabiiy gazlarning havoda tarqalishini aniqlash maqsadida, magistral quvurlarga yuborilishi oldidan ularga hid beruvchi o'tkir hidli merkap tan kabi moddalar qo'shiladi va gaz taqsimlovchi manbalardan yuqori bosimda magistral quvurlar orqali iste'molchi ta'minotiga yuboriladi.

Bunday tartibda tozalangan va yuborilayotgan tabiiy gazlar tarkibida namligi va yuqori molekulali uglevodorodlar miqdori juda kam bo'lgan va oltingugurt miqdori deyarli bo'lmagan holatda IES larga va iste'molchi tarmoqlariga yuboriladi.

IES larda tabiiy gazlarni yoqilg'i sifatida ishlatish qattiq va suyuq yoqilg'ilarga nisbatan birmuncha qulayliklarga ega. Bunga sabab qattiq yoqilg'i yoqiladigan IES lardagi kabi yoqilg'ilarni keltirish, ularni quritish va maydalash jarayonlarini amalga oshirishda qo'llaniladigan qurilmalarning bo'lmasligi, ularni ishlatishda qo'shimcha elektr energiyasi sarflanmasligi, yonish mahsulotlarini kul va shlak mahsulotlaridan tozalovchi qurilmalarning hambo'lmasligi hamda atrof-muhitni zaharlovchi moddalarning kam hosil bo'lishidir.

Shu sababali energetika sohasida tabiiy gazlarni yoqilg'i sifatida ishlatish iqtisodiy jihatdan samarali hisoblanadi. Shunga ko'ra barcha IESlarni loyihalash jarayonlarida, birinchi navbatda gaz bilan ta'minlanishi nazarda tutiladi.

Tabiiy gazlar energetika sohasidan tashqari xalq xo'jaligining turli sohalarida: metallurgiya, sement mahsulotlari ishlab chiqarish, kimyo sanoati hamda qurilish mahsulotlari, transport xo'jaligi kabi sohalarda ham keng ko'lamda ishlatiladi.

Tabiiy gazlarning xalq xo'jaligining turli sohalarida xomashyo mahsulotlari, kimyo sanoatida turli xil nodir moddalar ishlab chiqarilishi sababli, gazni tejab ishlatish maqsadida issiqlik energetikasida zahiradagi yoqilg'i sifatida mazutdan doimiy yoqilg'i sifatida ko'mirdan foydalaniladi.

Gaz yoqilg'isi issiqlik energetikasida asosan yozgi mavsumda ishlatiladi bunga sabab gazlarning yonishi jarayonida atrof-muhitga tashlanadigan kul, shlak mahsulotlari bo'lmazligi va tutun gazi bilan birgalikda tarqaladigan zaharli moddalar miqdori ham boshqa turdagi yoqilg'ilarga nisbatan kam miqdorda bo'lishidir.

Shu sababli, hozirgi vaqtda respublikamizda ham tabiiy gazlarni tejash va ulardan sanoat mahsulotlari ishlab chiqarishni revojlantirish maqsadida issiqlik energetikasida kumir yoqishni rivojlantirish imkoniyatlari keng yo'lga qo'yilmoqda.

4.2. Sun'iy gazlarning olinish usullari

Sun'iy gazlar neft mahsulotlarini qayta ishlash jarayonlarida hosil bo'ladigan moddalardan hamda qattiq yoqilg'ilarni har xil sharoitlarda gazlashtirish usuli bilan gazsimon moddalarga aylantirish yo'llari bilan olinadi.

Sun'iy gazlarning asosiy tarkibi CH_4 , S_2H_4 , CO , CO_2 , H_2S , N_2 kabi gazsimon moddalardan hamda yuqori molekulyar parafinlardan iborat. Ular tarkibidagi SN_4 , N_2 , SO , S_2N_4 , parafinlar hamda N_2S yonuvchi moddalar, SO_2 , N_2 gazlari esa ballast gazlar deyiladi. Bunday ballast gazlar miqdori sun'iy gazlarda 15–30 % gacha bo'lishi mumkin.

Quyidagi jadvalda neft mahsulotlarini har xil usullar bilan gazlashtirishda hosil bo'ladigan yonuvchi gazlarning foizli ulushi keltirilgan.

Neft mahsulotlarini turli usullar bilan gazlashtirishda hosil bo'ladigan moddalarning miqdori

8-jadval

Neft mahsulotlari fraksiyasi	Gazlashtirish usullari	Hosil bo'ladigan moddalar % hisobida				
		SN_4	Yuqori molekulyar parafinlar	S_2N_4	Yuqori molekulyar olefinlar	N_2
Neftning benzin fraksiyasi	piroliz	34	6	29	15	16

Neftning gazoil fraksiyasi	katolitik kreking	11	36	6	42	3
Neftning oxirgi og'ir tarkibli gudron fraksiyasi	Kokslanish usuli	32	52	4	11	1

Qattiq va suyuq yoqilg'ilarni gazlashtirish quyidagi usullar bilan amalga oshiriladi.

“Piroliz” – grek tilidan olingan bo‘lib, moddalarning kislorodsiz sharoitda ajralishini bildiruvchi so‘z.

Kreking – ingliz tilida moddalarning issiqlik ta’sirida parchalanishi va ajralishini bildiradi.

Keltirilgan jadvaldan ko‘rinadiki, neft mahsulotlarini gazlashtirishda yuqori yonish issiqligiga ega bo‘lgan SN_4 S_2N_4 va N_2 lar bilan birgalikda, ularni katolitik kreking qilishda va kokslash jarayonlarida yuqori molekulali parafinlar ham hosil bo‘ladi.

Bunday jarayonlarda olingan yuqori molekulali parafinlar va olefinlar, siqilgan gazlar olishda hamda kimyo sanoatida har xil organik moddalarni sintez qilishda qimmatli xomashyo mahsuloti hisoblanadi va bu jarayonda hosil bo‘lgan gazlar esa yoqilg‘i sifatida ishlatiladi.

Qattiq yoqilg'ilarni kokslash usuli bilan gazsimon, yuqori molekulali parafin, olefinlar kabi moddalarni ham olish mumkin, bu jarayonda hosil bo‘lgan gazlar koks gazi deyiladi. Sun’iy gazlarning yonishida hosil bo‘ladigan issiqlik miqdori ularning olinish usullariga bog‘liq bo‘lib, past yonish issiqlik $Q_n = 1000-4000$ kkal/ m^3 oralig‘ida bo‘ladi. Sun’iy gazlardan yuqori kaloriyali gaz koks gazi bo‘lib, uning $Q_n = 4000$ kkal/ m^3 atrofida.

Quyidagi jadvalda turli xil ko‘mirlarni gazifikatsiya qilish jarayonida hosil bo‘ladigan moddalarning miqdori keltirilgan.

**Qattiq yoqilg'ilarni gazlashtirishda hosil bo'lgan
moddalarning foizli miqdorlari**

9 jadval

Gazlashtirilgan qattiq yoqilg'ilar turlari	Gazlashtirish usuli	Para-finlar	Olefinlar	N ₂	SO	S O ₂	N ₂ S	N ₂
Kuznetsk havzasi toshko'miri	Kokslash	23	2	60	6	3	1	5
"KANEKO" xavzasi qo'ng'ir ko'miri	"ENIN metodi" bo'yicha chala kokslash	25	5	24	17	22	0,1	7
Bol'tiq bo'yi yonuvchi slanetsi	"ENIN metodi" bo'yicha chala kokslash	30	28	14	10	3	1	12

Bu jadvaldan ko'rinadiki, qattiq yoqilg'ilarni kokslash jarayonlarida ko'proq yuqori kaloriyali N₂ hamda SO gazlari hosil bo'lishi bilan birgalikda SO₂ va N₂ kabi yonmaydigan gazlar ham hosil bo'ladi. Bu usullarda N₂S birikmasining hosil bo'lishi yoqilg'i tarkibidagi oltingugurt birikmasi miqdoriga bog'liq.

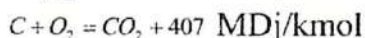
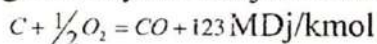
Jadvalda keltirilgan "ENIN usuli" Moskva shahridagi G.M Krjijanovskiy nomidagi Energetika ilmiy tekshirish instituti olimlari tomonidan ishlab chiqilgan "yoqilg'ilarni tezkor usulda gazlashtirish jarayoni" asosida amalga oshirilishini anglatadi. Bu usulni "Yoqilg'ilarni kompleks ravishda energotexnologik ishlatish" deyiladi. Hozirgi davrda issiq iqlimli mamlakatlarda biokimyoviy usulda tarkibi asosan SN₄ va SO₂ gazlar aralashmalaridan iborat bo'lgan biogaz olish ham yo'lga qo'yilmoqda. Biogaz olishda xomashyo sifatida organik va qishloq xo'jalik mahsulotlari chiqindilari hamda biologik o'simliklar chiqindilari ishlatiladi. Bunday chiqindi mahsulotlarini gazlashtirish yer qatlami ostida biologik mikroorganizmlar ta'sirida chiritish yo'li bilan amalga oshiriladi.

4.3. Qattiq turdagi yoqilg'ilardan gazsimon yoqilg'ilar olish

Hozirgi vaqtda ba'zi mamlakatlarda qattiq yoqilg'ilardan havo kislorodi hamda suv bug'i va havo aralashmasi yordamida gazsimon yoqilg'ilar olish keng yo'lga qo'yilmoqda.

Bu jarayon maxsus gaz generatorlarida yoki to'g'ridan-to'g'ri yer osii qatlamlaridagi ko'mir zahiralarida amalga oshirilmoqda. Qattiq yoqilg'ilarni gazlashtirish $900-1000^{\circ}\text{C}$ haroratida bosim ta'sirida ortiqcha havo koeffitsiyenti $\alpha < 1$ bo'lgan sharoitda amalga oshiriladi. Bunday sharoitda yoqilg'ilarning chala yonishi natijasida yonuvchan uglerod ikki oksidi (SO) vodorod (N_2) gazi va har xil turdagi to'linmagan uglevodorodlar ($\text{C}_n\text{H}_{2n} + 1$), (C_nH_{2n}) hamda yonish mahsulotlari (N_2O , SO_2) kabi moddalar ham hosil bo'ladi.

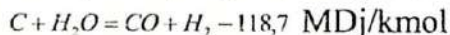
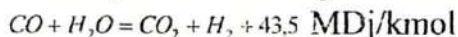
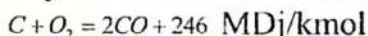
Masalan; qattiq holatdagi sof uglerodni O_2 ta'sirida gazlashtirish quyidagi reaksiyalar natijasida sodir bo'ladi.



Bunday holda yonuvchi gazsimon SO hamda yonish mahsuloti SO_2 gazlari hosil bo'ladi. Bu jarayonda SO gazining kimyoviy issiqlik effekti $Q_{\text{CO}} = 407 - 123 = 284 \text{ MDj/kmol}$ va uglerodning gazifikatsiyalanish darajasi (q) quyidagicha hisoblanadi:

$$q = \frac{Q_{\text{CO}}}{Q_{\text{CO}_2}} \cdot 100 = \frac{284}{407} \cdot 100 = 70\% \text{ ni tashkil qiladi.}$$

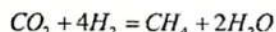
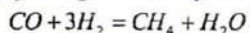
Uglerodni gazlashtirish suv bug'i va kislorod aralashmasi yordamida amalga oshirilganda undan gazsimon yoqilg'ilar olinishi quyidagi reaksiyalar asosida sodir bo'ladi.



Bu reaksiyalar asosida nazariy jihatdan 66 % SO, gazi hosil bo'lishi bilan birgalikda yonish issiqligi yuqori darajada bo'lgan 44 % N_2 gazi ham hosil bo'ladi.

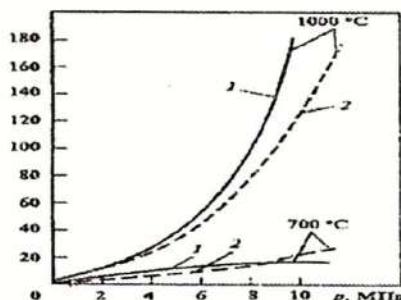
Agar gazlashtirish jarayonida harorat 1000°C dan yuqori bo'lsa $\text{S} + \text{SO}_2 = \text{SO} + 161 \text{ MDj/kmol}$ reaksiya asosida SO gazining miqdori

yanada oshadi. Qattiq yoqilg'ilarni gazlashtirishda bosimning ham ta'siri muhim ahamiyatga ega bo'lib yuqori bosimda metan gazining hosil bo'lishi quyidagi reaksiyalar asosida boradi.



Bu reaksiyalar natijasida harorat 900–1000 °C bosim 10 MPa bo'lganda metan gazining hosil bo'lishi 50–60 % ni tashkil etadi.

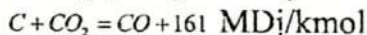
Quyidagi grafikda yog'och o'tin va ko'mir mahsulotlarini gazifikatsiya qilishda har xil harorat va bosim ta'sirida metan gazining hosil bo'lish grafigi keltirilgan. Uning gazsimon yoqilg'ilarga aylanishi quyidagi reaksiyalar asosida sodir bo'ladi:



11-rasm. Metan gazining hosil bo'lish grafigi

1 – ko'mir, 2 – yog'och o'tin

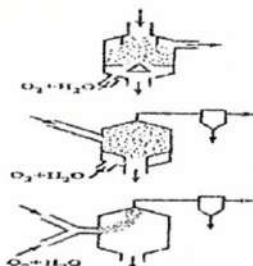
Gazlashtirish jarayonida harorat 1000 °C dan oshsa, SO gazining miqdori oshishi quyidagi reaksiya asosida sodir bo'ladi



Bu grafikdan ko'rinadiki, muhitning bosimi ortib borishi bilan ko'mirni gazifikatsiya qilishda SN_4 gazi hosil bo'lishi ham ortib boradi.

Hozirgi vaqtda sanoatda har xil turdagi ko'mir mahsulotlari torf, yonuvchi slanetslar hamda organik chiqindilar turli xil yo'llar bilan kislorod, havo hamda suv bug'i aralashmasi yordamida maxsus gaz generatorlarida oddiy sharoitda 2–3 MPa atmosfera bosimida hamda 10 MPa gacha bo'lgan yuqori bosimda maydalangan yoki yirik holatlarda gazifikatsiya qilish keng yo'lga qo'yilmoqda.

Quyidagi 12-rasmda maydalik darajasi 10–80 mm, 10–15 mm bo'lgan ko'mir mahsulotini qo'zg'almas, (a) hamda qaynoq (δ) qatlamda yoqish usuli bilan, hamda yirikligi 0,1–0,6 mm bo'lgan ko'mirni kukun (ν) holatlarda gazifikatsiya qilish sxemasi keltirilgan.



12-rasm. Ko'mirni har xil usullarda gazlashtirish sxemasi

Bunda gaz generatorlarining samaradorligi gazlashtirilayotgan yoqilg'ilarning namligi va maydalik darajasiga, hamda ko'mir zarrachalarining kislorod bilan kimyoviy birikish xususiyatiga bog'liq bo'ladi. Shu sababli qattiq moddalarni gazifikatsiyalashning kimyoviy foydali ish ko'effitsenti, % hisobida quyidagicha ifodalanadi.

$$\eta^* = \frac{Q_2 V_2}{Q_r} \cdot 100;$$

Bu ifodada V_2 – hosil bo'layotgan gaz miqdori m^3/kg Q_2 – hosil bo'layotgan gazning yonish issiqligi kDj/m^3 , Q_r – gazlashtirilayotgan qattiq yoqilg'ining yonish issiqligi kDj/kg .

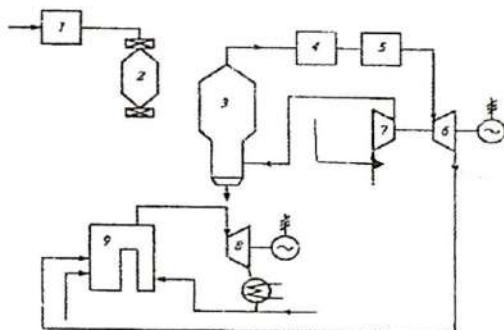
Quyidagi jadvalda qattiq yoqilg'ilarni bosim ta'sirida gazifikatsiya qilish natijasida hosil bo'lgan gaz mahsulotlarining parsial bosimi va hosil bo'lish miqdori keltirilgan.

10-jadval

Hosil bo'lgan gazlar	Parsial bosimi, MPa	Miqdori, %
SO ₂	0,535	26,8
N ₂	0,430	21,8
SO	0,317	15,8
SN ₄	0,231	11,8
N ₂ O	0,484	24,0
Jami:	2	100,0

Issiqlik elektr stansiyalarida kul miqdori yuqori bo'lgan past navli ko'mir mahsulotlarini yoqish, yoqilg'ini ortiqcha sarflanishiga hamda yoqilg'i tayyorlashda iqtisodiy xarajatlarning ko'payishiga sabab bo'ladi, shu sababli Rossiya, Germaniya kabi davlatlarda bunday turdagi yoqilg'ilarni ko'proq gazifikatsiya qilib ulardan sun'iy gazlar olishmoqda. Buning natijasida IESlarda qattiq yoqilg'ilarni tayyorlashda quritish, maydalash hamda yonish mahsulotlarini kuldan tozalash jarayonlarida ishlatiladigan qurilmalarga ehtiyoj bo'lmasligi va ularni ishlatishdagi xarajatlarning kamayishi natijasida IESlarda iqtisodiy tejamkorlik oshadi.

Quyidagi 13-rasmda tarkibida oltingugurt miqdori yuqori bo'lgan har xil turdagi ko'mirlarni gazlashtirish va hosil bo'lgan gazni oltingugurtdan tozalab so'ng gaz turbinasi orqali yo'naltirib bug' qozonlarida yoqish chizmasi keltirilgan.

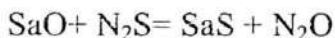


13-rasm. Ko'mirni gazifikatsiya qilish, hosil bo'lgan gazlarni oltingugurt oksididan tozalash va bug' qozonlarida yoqish sxemasi

1 – ko'mirni gazlashtirishga tayyorlash; 2 – tayyorlangan ko'mirni saqlovchi va gaz generatoriga yuboruvchi moslama; 3 – gaz generatori hosil bo'lgan gazlarni oltingugurt birikmalaridan 4 – mexanik iflosliklardan 5 – tozalash; 6- gaz turbinasi; 7 – kopressor; 8 – bug' turbinasi; 9 – bug' qozoni.

Bu sxemada maydalik darajasi 10 mm bo'lgan quritilgan holatdagi ko'mir gazifikatorga berilgan 900–1000 °C haroratda qaynoq qatlamda gazlashtiriladi. Hosil bo'lgan nam haroratdagi sun'iy gaz, tarkibidagi oltingugurt birikmalaridan tozalanishi

uchun har xil metall oksidlari bilan to'ldirilgan. Gaz tozalovchi qurilmadan o'tkaziladi. Tozalanadigan gazning harorati 950–1100 °C bo'lsa metal oksidi sifatida asosan kalsiy oksidi (СаО) da qo'llaniladi. Gazning СаО qatlamidan o'tishi jarayonida tarkibidagi N₂S dan tozalanishi quyidagi reaksiya asosida sodir bo'ladi.



Bu reaksiya asosida N₂S dan tozalangan sunniy gaz 1 MPa bosim va 750–950 °C haroratda keramik kukuni bilan to'ldirilgan filtdan o'tkazilib mexanik iflosliklardan tozalanagan so'ng, gaz turbinasiga beriladi. Gaz oqimining gaz turbinasidan o'tishi jarayonida bosimi 0,1 MPa ga temperaturasi 450–550 °C tushadi. Bunday parametrdagi gaz turbinadan chiqayotgan sunniy gaz yoqish uchun bug' qozonga yuboriladi.

4.4. Tabiiy gazlarning zichligi va namlik darajasini aniqlash

IESlarda laboratoriya sharoitida gazsimon yoqilg'ilarning zichligi va namligi darajasi doimiy nazorat qilib boriladi. Gazlarning zichligi 17310-86 GOST bo'yicha piknometr orqali aniqlanadi. Bu usulda hajmi 100–20°Cm³ bo'lgan shisha idishli iiki jo'mrakli piknometr jumrakli ikkita kran ulangan.

Bunday piknometrlarda havo yoki gazsimon moddalarning zichligini aniqlashda piknometr havo bilan to'ldirilib, og'irligi tarozida tortiladi va havo bilan birgalikda og'irligi G₁ bilan belgilanadi. So'ng piknometr suv bilan to'ldirilib, og'irligi G₂ bilan belgilanadi, ular orasidagi farqi quyidagicha ifoda qilinadi.

$$G_2 - G_1 = V(\alpha_{\text{H}_2\text{O}} - \alpha_x)$$

$$d_x = \frac{G_2 - G_1}{V} + d_{\text{H}_2\text{O}}$$

Bu ifodada V – piknometrning hajmi, m³

$\alpha_{\text{H}_2\text{O}}$ – suvning, α_x – to'ldirilgan havoning zichligi, kg/m³.

Ma'lumki quruq havoning 0°C haroratda va 101, 3 KPa bosimdagi zichligi 1,29 kg/m³ ni tashkil qilishi sababli boshqa turli xil bosim va haroratda havoning zichligi quyidagi ifoda orqali hisoblanadi.

$$d_x = 1,29 \frac{P \cdot 273}{101,3(273 + t)}$$

Bu ifodada P va t tajriba jarayonidagi harorat va bosim. har ikki ifodani birlashtirib, piknometr hajmi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi.

$$V = \frac{C_2 - C_1}{P_{\text{mto}} - 1,29 \cdot 273P / 101,3(273 + t)} M^3$$

Bu turdagi gazning zichligini aniqlashda shu gaz bilan to'ldirilgan piknometrning og'irligi tortiladi va uning og'irligi S_3 deb olinsa, shu piknometr havo bilan to'ldirilib, tortilgan og'irligi esa G_1 deb belgilanadi. Ular orasidagi farq quyidagicha ifoda qilinadi.

$$C_3 - C_1 = V(d_{\text{gaz}} - d_x)$$

Bu ifodadan t harorat va r bosimning har qanday qiymatlarida piknometrdagi gazning zichligi quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi.

$$P_{\text{gaz}} = \frac{C_3 - C_1}{V} + P_x$$

Shu gazning 20° haroratdagi zichligi quyidagi ifoda orqali topiladi.

$$P_{20} = \frac{C_3 - C_1}{V \frac{P_{293} + 1,205}{760(273 + t)}} \text{ kg/m}^3$$

Bu ifodada V – piknometrning hajmi, sm^3 R_x – havoning zichligi $1,29 \text{ kg/m}^3$.

Tabiiy gazlar tarkibida namlik uch xil bo'lishi mumkin:

1. foizli miqdordagi namligi
2. absolyut namligi
3. hajmiy namligi

Tabiiy gazlar tarkibidagi namlikning foizli miqdori energetika sohasida W harfi bilan ifodalanadi va standart $t=20^\circ\text{C}$ haroratda, 101,3 kPa bosimda, 1m^3 hajmdagi quruq gaz tarkibidagi suv bug'ining gramm birligidagimiqdori bilan belgilanadi, g/m^3 . Absolyut namligi esa 1m^3 hajmdagi nam holatdagi gaz tarkibidagi suv bug'i miqdori bilan belgilanadi va W_0 harfi bilan ifodalanadi. Laboratoriya sharoitida gazlarning zichligi ham piknometr asbobi yordamida aniqlanadi. Hajmiy namligi esa W_h harfi bilan ifodalanib tarkibidagi suv bug'i hajmi bilan xarakterlanadi, m^3/m^3 .

Labaratoriya sharoitida tabiiy gazlar tarkibidagi namlikni aniqlash uchun ma'lum hajmdagi gaz og'irligi oldindan tortilgan quruq holatdagi, suv molekulalarni yutib oluvchi modda orqali o'tkaziladi. Belgilangan miqdordagi gaz o'tib bo'lishi bilan u moddaning og'irligi qayta tortiladi. Moddaning dastlabki va keyingi og'irliklari orasidagi farq shu gazning namlik jarajasini ko'rsatadi. Hozirgi vaqtda gazni qayta ishlash korxonalarida bu sohada, aniqlash chegarasi xatoligi $\pm 5\%$ bo'lgan KIVGD turidagi kulonometrik nam o'lchagichlar qo'llanilmoqda.

Gazlar tarkibidagi namlik uning yutilishi natijasi bo'yicha aniqlanganda namlik miqdori (g) quyidagi ifoda orqali hisoblanadi.

$$g = \frac{m \cdot 1000}{V \left(\frac{P_1}{760} \cdot \frac{273 + t}{273 + t} \right)} \text{ g/m}^3$$

Bu ifodada m-namlik yutilgan moddaning og'irligi ortishi, 2 V – t va R ning o'zgarish qiymatlarida moddadan o'tkazilgan gaz hajmi, m³ R₁ – bug'ining t^o, haroratdagi parsial bosimi, mm simob ustuni.

4.5. Bir xil turdagi gaz aralashmasinig yonishi

Oldindan aralashtirilgan bir turdagi aralashmani yonishi, aynan uning ichki kimyoviy reaksiyalari kinetikasiga bog'liq bo'ladi, shuning uchun ham bunday yonish turi kinetik yonish deb nomlanadi.

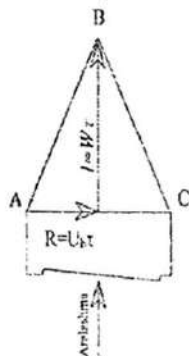
Bir xil turli aralashmasini yonishi alanganing o'txona kamerasiga uzluksiz kirib kelayotgan yonuvchi aralashma fazasida tarqalishi bilan sodir bo'ladi. Yonuvchi aralashmaning harakatlanishi xarakteriga ko'ra laminar va turbulent yonish turlariga bo'linadi. Laminar yonish jarayonida yondirgich vertikal tarizda o'rnatgan bo'lib, og'ish, ya'ni chetlanishlardan saqlash uchun mash'alaga bir turli aralashma berilyapti deb hisoblaymiz. Aralashmaning laminar harakatida uning tezligi yondirgich bo'ylab parabola ko'rinishida tarqaladi. Analogik (o'xshash) hollarda tezlikning tarqalishi yondirgichdan chiqishda ham davom etadi deb qaraladi. Bunday yondirgich devorlarida tezlik juda

sekin va bu tezlik markaziy o'qqa tomon o'zining maksimal qiymatiga ko'tarilib boradi.

Yondirgich og'zida oqim tezligi alanganing normal tarqalish tezligiga tenglashadi va oqim periferasiga kirib keluvchi aralashmani uzluksiz yonishini ta'minlovchi yonuvchi doirani hosil qiladi. Tezlik kichik bo'lgan yondirgich devorlaridan alanga chiqib keta olmaydi va devor orqali issiqlik almashinish hisobiga, bu joyda alangani tarqalish tezligi hamda oqim tezligi kichik bo'ladi.

Yondirgich periferiyasidan chiqishdagi sekinlashgan harakat va yonuvchi gaz oqimini tashqariga diffuziyalanishi natijasida yonuvchi doira hosil bo'ladi. Birinchi borfanga "yonuvchi doira" tushunchasi L.N.Xitrin tomonidan kiritilgan.

Alanga tarqalishining oqim bilan birga oqim periferiyasidan markazga tomon kuchayib borishi natijasida oqimning ilgarilama o'qi yondirgich uchidan biroz oldinga chiqib turadi va konussimon mash'alani hosil qiladi. Alanga frontini tashkil etuvchi ingichka yonish zonasi, odatda och havorang ko'rinishda bo'ladi, Shuning uchun ham mash'ala fazasi yaxshi ajralib turadi.



14-rasm. Bir turdagi aralashma uchun laminar mash'ala uzunligi shakli.

Yondirgich perimetridan oqim markazigacha alanga tarqalishi uchun zarur bo'lgan vaqt sarfi ifodadan aniqlanadi:

$$\tau = R/U_n$$

bu yerda R – yondirgich radiusi, U_n – alangani normal tarqalish tezligi.

Bu vaqt mobaynida, markaziy oqim W tezlik bilan harakatlanadi va quyidagi masofaga boradi:

$$\ell = W \cdot \tau$$

ℓ masofa mash'ala uzunligiga mos keladi. Va laminar mash'ala uzunligi:

$$\ell = (W \cdot R) / U_n$$

Yondirgichning bunday diametrida mash'ala shakli va uning o'lchamlari alanganing tarqalish tezligi va oqimining turli nuqtalaridagi tezlik ko'rsatkichlariga bog'liq bo'ladi. Alangani tarqalish tezligi qanchalik katta bo'lib, oqim tezligi qanchalik kichik bo'lsa Shunchalik qisqa mash'ala va aksincha, U_n qanchalik kichik bo'lib, W qanchalik katta bo'lsa Shuncha uzun mash'ala hosil bo'ladi. Bundan tashqari, mash'ala uzunligi yonuvchi gaz tabiatiga, uning arashmadagi miqdoriga va gaz havo aralashmasining haroratiga bog'liq bo'ladi. Yondirgich diametri kattalashishi bilan mash'ala uzunligi ham ortib boradi.

Agar yonuvchi aralashmada yoqilg'i miqdori ko'p bo'lsa, ya'ni $\alpha \geq 1$ bo'lganda esa, aralashmadagi barcha yoqilg'i havorang konus ichida yonib ketadi.

Yondirgich uchidan oqimning chiqish tezligi kichik bo'lsa, havorang konus kichiklashadi va to'mtoq shaklga kiradi. Qachonki, aralashmaning chiqish tezligi alanganing tarqalish tezligiga teng yoki undan kichik bo'lsa, yondirgichda alanga sakrashi kuzatiladi. Yondirgichda alangani aralashiga yo'l quyilmaydigan aralashma oqimini ruxsat etilgan minimal tezligi, arashma tezligi bo'yicha alanga turg'unligining quyi chegarasi deb ataladi.

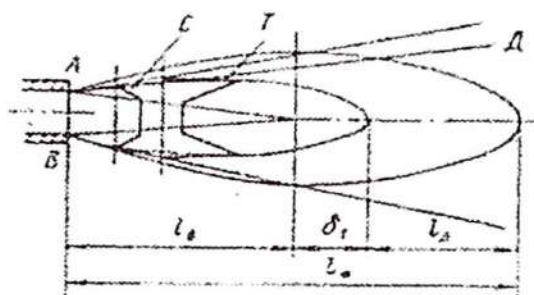
Bir turdagi gaz – havo aralashmasini laminar oqimda yoqish uslubi, sanoat miqiyosida keng tarqalmagan va uncha katta bo'lmagan qizdirish asboblari ishlatiladi.

Gaz aralashmalarini yoqishda yonish jarayonini intensivlashtirish uchun oqim tezligini oshirish va uning harakatini turbulent tartibga keltirish zarur.

Atmosfera bosimida ishlaydigan yondirgichlarda mash'ala kattalashishi bilan yonish turg'unligi pasayadi, shuningdek ularda katta tezlikdagi aralashmani yoqib bo'lmaydi. Tezlik tufayli paydo

bo'layotgan yo'ldosh oqim yonuvchi doirani sovutadi va mash'alaning so'nishiga sabab bo'ladi.

Turbulent mash'alani turg'unlashtirish uchun yonish turg'unligini ta'minlash lozim. O'rnatilgan yoqish rejimlarida bug' generatorining o'txona fazasi yoki yonish kamerasiga yondirish orqali berilayotgan aralashma, yuqori haroratli yonish mahsulotlari muhitida tarqalayotgan noizotermik oqim ko'rinishini oladi. Oqimning turbulent kengayish jarayonida o'txona gazlari miqdori ortishi bilan yonuvchi aralashma ham qiziydi, ham yonish mahsulotlariga aralashadi. Noizotermik oqim nazariyasiga muvofiq, oqimning qizdirilishi turbulent chegarali qatlamda sodir bo'ladi, doimiy tezlikli yadroda esa harorat o'zgarmaydi va oqim haroratiga teng bo'ladi. Qizdirish oqim periferiyasida intensiv amalga oshadi va yondirgich uchidan oqim ichiga tarqaladi.



15-rasm. Bir turdagi aralashma uchun turbulent mash'ala chizmasi.

S – yonuvchi aralashma konsentratsiyasi; T – harorat.

Oqimning tashqi chegaralariga yaqinlashib borgan sari harorat ortadi va yonuvchi aralashmaning konsentratsiyasi esa kamayadi. Rasmdan ko'rinadiki, reaksiya tezligiga haroratning ta'siri reaksiyalanuvchi moddalar konsentratsiyasi ta'siridan kuchliroq va Shuning uchun kimyoviy reaksiya alangalanishi yonish mahsulotlari bilan kuchli aralashgan aralashmaning yonish haroratiga teng haroratli kichik vaqt intervalida sodir bo'ladi. Shuning uchun oqimning alangalanishi alanganing tarqalish tezligi maksimal bo'lgan konussimon yuzaning tashqi qatlamida sodir bo'ladi, Shuningdek, faqat shu yuzada alanganing tarqalish tezligi

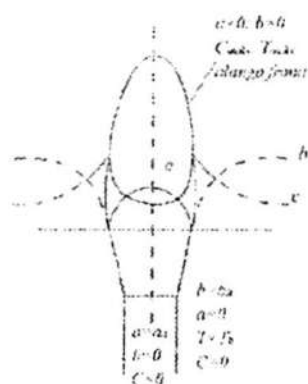
turg'un bo'ladi. Periferiyali alangalanish qatlamlarida turbulent issiqlik almashinuvi sababli, issiqlik qo'shni qatlamlarga tarqaladi va ularning ketma-ket alangalanishiga olib keladi. Qo'shni qatlamlarning qizdirilishi ham turbulent diffuziya bilan sodir bo'ladi.

4.6. Gaz aralashmasini laminar-diffuzion yonish

Yondirgich orqali havo va gaz aralashmasi berilayotgan bo'lsa, uni yoqishda yonish jarayonini atmosferadagi kislorod bilan diffuziya ko'rinishida aralashish tufayli sodir bo'ladi. Shuningdek, gaz va havoni alohida berilganda ham yonish jarayoni o'zaro diffuziya jarayonida amalga oshadi, chunki yonish tezligi aralashish jarayonining intensivligidan aniqlanadi, Shunga uxshash jarayonlar diffuzion yonish deb ataladi.

Harakatlanish xarakteriga ko'ra, diffuzion yonish ham laminar va turbulent diffuzion yonish turlariga bo'linadi.

Laminar diffuzion yonish gaz harakatining laminar rejimida amalga oshadi. Yonish uchun zarur bo'lgan kislorod tashqi tomonidan kiradi va yonuvchi gaz bilan aralashadi; molekulyar diffuziya natijasida olinayotgan aralashma konussimon shakldagi mash'ala hosil qiladi.



16-rasm. Laminar diffuzion mash'alaning tuzilishi.

a, b va s – gaz kislorod va yonish mahsulotlarining konsentratsiyalari

Diffuzion laminar alangalanish jarayonida yonish zonasidagi harorat maksimal qiymatga erishadi. Uglevodorodli birikmalarga

ega gazlar issiqlik jihatidan turg'un sanalmaydi. Yoqish jarayonida tiklanish zonasida kislorod etishmovchiligi natijasida ular qurum va vodorodga parchalanadi. Uglevodorod tarkibli gazlar parchalanishi harorat ortishi bilan tezlashadi. Masalan; metanni parchalanishi $680 - 700^{\circ}\text{C}$ haroratda boshlanadi. Havo bermasdan 950°C gacha qizdirilganda metanning 26 %, 1150°C haroratgacha qizdirilganda esa 90 % qismi parchalanadi.

Shuni ta'kidlash lozimki ko'mir zarrachalarining kimyoviy chala yonishi tarkibidagi uchuvchan birikmalar miqdoriga ham bog'liq. Bunga sabab yoqilg'ilarning yonish haroratida tarkibidagi uchuvchan moddalar asosiy qismiga nisbatan tez yonaboshlaydi buning natijasida issiqlikning bir qismi asossiy yoqilg'i ajralib alangalanib yona boshlaydi, bu holatda koks qismining qizishini va uning to'la darajada yonishini ta'minlaydi. Yoqilg'ining bunday yonishi jarayonida ajralib chiqayotgan issiqlik (Q_a) miqdori yonish kamerasiga berilayotgan issiqlik (Q_b) miqdoridan katta bo'ladi. Ular orasidagi farq ($Q_a - Q_b$) yoqilg'ining uzluksiz yonishini tezlashtiradi va haroratning oshib borishi kimyoviy reaksiyaning tezligini oshiradi. har qanday yoqilg'ilarning yonishida yonish kamerasi issiqligi yoqilg'ining alangalanish haroratidan yuqori bo'lsa, yoqilg'i yonishi jaddalashadi va to'la yonishi ta'minlanadi.

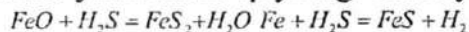
Zarrachalarning diffuzion yonishi nisbatan sekin kechishi natijasida erkin uglerod va og'ir uglevodorodlarning bir qismi yonishga ulgurmasdan, kuyindi holida mash'alani tark etadi. Uglerod tufayli $\text{S} + \text{SO}_2 = 2\text{SO}$ muvozanat holatiga muvofiq SO paydo bo'ladi. Yonish mahsulotlari tarkibiga kiruvchi uglerod, og'ir uglevodorodlar va SO miqdorlari kimyoviy chala yonish miqdorini oshiradi.

Bug' qozonlarining yonish mahsulotlari ta'sirida zanglash jarayonlari harakatlanayotgan tutun gazining haroratiga va tarkibidagi korroziyani keltirib chiqaruvchi moddalaning miqdoriga bog'liq. Shu sababli bug' qozonlari qizdiruvchiyuzalarida zanglash jarayonining qanday harorat ta'sirida sodir bo'lishiga qarab yuqori va past harorati korroziya jarayonlari deyiladi.

Bug' qozonlarida yuqori haroratli korroziya jarayonlari, asosan qozon qurilmasining bug' hosil qiluvchi qurilmalarida hamda

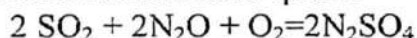
radiatsion qismida joylashgan bug' qizdirgichlari yuzasida sodir bo'ladi: qozon qurilmalarining korroziyalanishi tarkibida oltingugurt miqdori yuqori bo'lgan mazut yoki ko'mir yoqiladigan qozon qurilmalarida, yoqilg'ilarning chala yonishi natijasida, korroziyani keltirib chiqaruvchi oltingugurtning vodorod sulfatli (N_2S) birikmasi hosil bo'lishi natijasida sodir bo'ladi.

Bu moddalar yuqori haroratda metall va metallning himoya qatlami yemirilishi quyidagi reaksiyalar asosida sodir bo'ladi.



Bu reaksiyalar natijasida sodir bo'ladigan korroziya 450-550 °C harorat oralig'ida yuqori tezlikda ketadi.

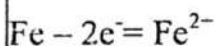
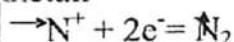
Past haroratli korroziya jarayonlari asosan bug' qozonlarining dum qismidagi tutun chiqish yo'lida joylashga havo va ta'minot suvini qizdiruvchi qurilmalarda sodir bo'ladi. Bu holatdagi korroziya jarayonlarining ketishi tutun gazi tarkibidagi suv bug'larining harorat pasayishi bilan kondensatsiyalanishi natijasida tutun gazi tarkibidagi SO_2 gazi 300 °C da past haroratda suv molekulalari bilan havo kislorodi ta'sirida quyidagi reaksiya asosida birikib sulfat kislotasini hosil qiladi:



N_2SO_4 kislota ning disotsiatsiyalanishi natijasida hosil bo'lgan vodorod N^+ ionlari elektrokimyoviy korroziya jarayonlarini quyidagi mexanizm asosida tezlashtiradi.

eritma

metall



IV bobga doir sinov savollari:

1. Gazsimon yoqilg'ilarning tarkibi.
2. Sun'iy gazlarning olinish usullari.
3. Qattiq yoqilg'ilardan gazsimon yoqilg'ilar olish.
4. Sun'iy yoqilg'ilarning tarkibi.
5. Qattiq yoqilg'ilarni gaz generatorlarda gazlashtirish usullari.
6. IES larda qattiq yoqilg'ilardan sun'iy yoqilg'ilar olish va ularni yoqish.
7. Gazsimon yoqilg'ilarning zichligi va namlik darajasini aniqlash.
8. Bir xil turdagi gazsimon yoqilg'ilarni yoqish.
9. IES qurilmalarida yuqori va past haroratli korroziya jarayonlari.

V BOB. ISSIQLIK ELEKTR STANSIYALARIDA YOQILG'ILARNI YOQISH USULLARI VA YOQILG'I XO'JALIGI

5.1. Bug' qozoni o'txonasida yoqilg'ilarni yoqish usullari va o'txona turlari

Hozirgi zamon o'txona texnikasida yoqilg'ini yoqishda asosan uch xil usuldan – qatlamli, mash'alali va uyurmali yoqish usullaridan foydalaniladi.

Qatlamli yoqish – yoqilg'ini bevosita o'txona panjarasida yoqish usulidir.

Yoqilg'ini kattalashib yoqishda uning yonishi jarayonida panjarada kul va shlak mahsulotlaridan iborat g'ovak qatlam hosil bo'ladi. Uning usti qatlamida uchuvchan moddalari chiqib yona boshlaydi. Bu qatlam ustiga Yangi yoqilg'i qatlami beriladi. Bu yerda u chiqayotgan issiqlik yoki yonayotgan yoqilg'ining hamda o'txona ichidagi qizigan qatlamning issiqligi hisobiga isiydi. Natijada yoqilg'ining yonishga ulgurmagan yuqori qatlami quriydi, ya'ni undagi namlik bug'lanib ketadi, Shundan so'ng sublimatlanish – uchuvchan moddalarning chiqishi va koks hosil bo'lishi boshlanadi.

Yoqilg'ining uchuvchan moddalari va koks qismining yonishi natijasida issiqlik chiqishi hisobiga o'txona ichining harorati ko'tariladi. O'txonaga berilayotgan havo, panjara teshigi va g'ovak shlakli qatlam orqali o'tib, isiydi. Havoning keyingi harakati yonayotgan ko'mir qatlamida bo'lib, yoqilg'i va uning kokos qismining yonishini ta'minlash davomida Yangi yoqilg'i qatlamiga duch keadi. Bu holat yuqori qatlamlarning tez alangalanishini va barqaror yonishini ta'minlaydi. Yonish paytida hosil bo'lgan tutun gazlar o'z issiqligini qozonning isitish sirtlariga beradi va undan chiqib ketadi.

Qatlamlab yoqishda o'txonada doimo yonayotgan yoqilg'ining ma'lum miqdorda zahirasi bo'ladi, bu esa o'txonaning barqaror ishlashiga hamda qozonning yuklamasi o'zgarganida o'txonada yonish jarayonlari faoliyatini faqat yoqilg'i qatlamiga berilayotgan

havoning miqdorini o'zgartirish yo'li bilan rostlashga erishishi mumkin.

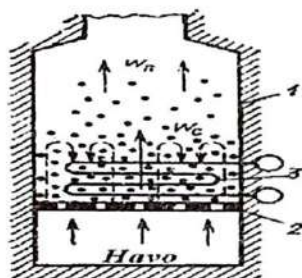
Agarda yoqilg'i yaxshi to'zutilmasa yonish mahsulotlari ichida ko'p miqdorda yonishga ulgurmagan sof uglerod S, uglerod-oksid SO va og'ir uglevodorodlar S_nN_m bo'lishi mumkin.

Suyuq va qattiq yoqilg'iga qaraganda gaz yoqilg'isini mash'ala usulida oson va yaxshi yoqish mumkin. Lekin barcha yoqilg'ini yoqishdagi kabi, uni ham havo bilan yaxshi aralashtirish lozim.

Uyurmaviy usulda qattiq yoqilg'ini chang holida emas, balki yaxshi maydalangan zarrachalar holida yoqish mumkin.

Yoqishning bu usulida o'txona yoqilg'i zahirasi mash'ala usulidagiga qaraganda ko'proq ammo qatlam usulidagiga qaraganda kam bo'ladi. Shuning uchun yoqishning uyurmaviy usulining barqarorligi mash'ala usulidagiga qaraganda yuqori, qatlam usulidagiga nisbatan esa kichik bo'ladi.

Yoqilg'ini qatlamlab yoqish jarayonining o'ziga xos xususiyati ya'ni yoqilg'i zarrachalarini qatlamida barqaror joylashishi zarurligidadir. Shu bilan birgalikda o'txona panjarasidagi yoqilg'i zarralari va bu zarralarga berilayotgan havo tezligi shunday bo'lishi kerakki, yoqilg'i zarralari qatlamdan uchib ketmasiligi lozim. Havoning harakat tezligi katta bo'lsada yoqilg'i zarralarini havo, qatlamidan uchirib ketadi va bu zarrachalar yonishga ulgurmay tutun gazlar bilan birga chiqib ketadi.

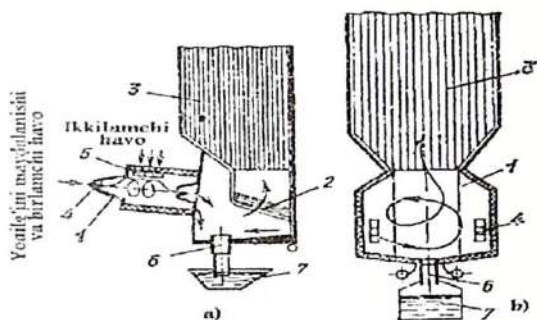


17-rasm. Yoqilg'ini o'txona panjarasida qatlamlab yoqish.

1 – o'txona; 2 – panjara; 3 – issiq qabul qiluvchi yuza.

Yoqilg'ini uyurmaviy usulda yoqish, o'txonada hosil qilingan gaz-havo uyurmasi aralashmasining hosil bo'lishi bilan tavsiflanadi. Yoqilg'ining havo bilan yaxshi aralashishi esa uning to'liq yonishini ta'minlaydi.

Uyurmaviy usulda qattiq yoqilg'ini chang holida hamda yaxshi maydalangan zarrachalar holida yoqish mumkin.



18-rasm. Siklonli o'txonalar.

a – gorizontal siklonli o'txona; b – vertikal siklonli o'txona;

1 – yonish kamerasi (siklon); 2 – shlak ushlab qoluvchi panjara; 3 – sovutish kamerasi; 4 – yondirgich; 5 – ikkilamchi havo soplosi; 6 – shlak chiqarish moslamasi; 7 – shlak yig'uvchi suv bunker.

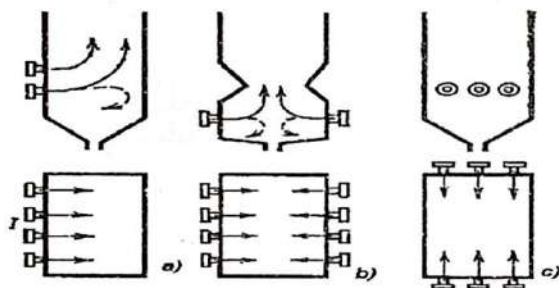
Mash'ala qilib yoqish usulida yoqilg'i va yonish uchun zaruriy havo o'txonaga maxsus moslamalar yordamida yuboriladi. Yoqishning mash'ala usulida yoqilg'i zarralarini havo oqimi va yonish mahsulotlari bilan birgalikda doimiy harakatlantirishi zarur bo'ladi.

Yondirgichlar "yakka tartibli" bo'lib, har birida alohida ravishda yoqilg'ini yoqish ta'minlanadi. Pasma uyurmalangan kukunsimon yonuvchi moddalarni yoqishda ishlatiladigan yondirgichlarni joylashish holati ko'rsatilgan.

Bunda uyurmali yondirgichlar, frontalli va ikki frontalli (rasmda a, b) balandligi bo'yicha bir yoki ikki yarusli bo'lishi mumkin. Yondirgichlar bir frontal (a) bo'ylab joylashgan yondirgichli qozonlarda ekranning orqa devori issiqlik oluvchanligi yuqori darajada bo'ladi. Bu holat o'rtachadan 10–20 % gacha

yuqori bo‘ladi. Bu holda devorlardagi shlaklanishni yo‘qotish uchun yondirgichning ambrazura diametri D_a – 6–7 sm. bo‘lishi lozim.

Yuqori quvvatli bug‘ qozonlarida bir frontalli devorda kerakli yondirgichlarni joylashtirish mumkin bo‘lmasa yondirgichlarni qarama-qarshi holatda ikki frontalli joylashtirish ham mumkin bo‘ladi (b).

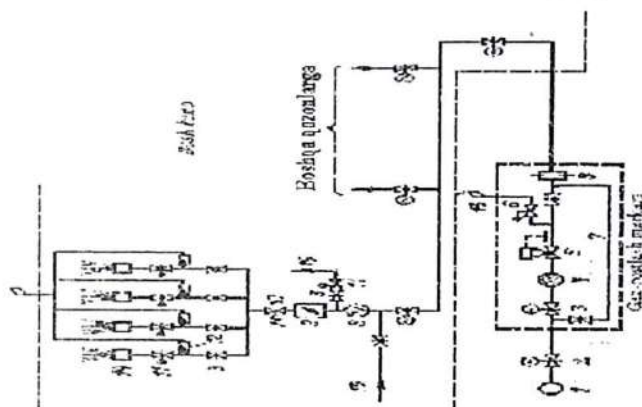


19-rasm Uyurmali chang-ko‘mir yondirgichlarning o‘txona devorlarida joylashishi:

- a – frontalli ikki yarusli;
- b – frontalli ikki tomonli bir yarusli;
- s – yon tomonli bir yarusli.

5.2. Bug‘ qozonlariga gazsimon yoqilg‘ini uzatish

Elektr stansiyaga gaz 0,7–1,3 MPa bosimda gaz taqsimlash stansiyasi yoki magistral gaz quvurlari orqali keltiriladi. Yondirgichlarda yonadigan gazni kerakli 0,13–0,2 MPa bosimgacha tushirish gaz taqsimlash markazi (GTM) da amalga oshiriladi. Bu manbada portlash xavfi bo‘lishi va yuqori darajada shovqin chiqishi mumkin. Shu sababli GTM lari issiqlik elektr stansiyalardan uzoqroq masofada alohida joylashtiriladi.



20-rasm. Gaz yoqilg'isini bug' qozonlariga uzatish chizmasi.

1 – gaz magistrali; 2 – elektr boshqarmali gazli qopqoq; 3 – qo'shimcha qopqoq; 4 – filtr; 5 – bosim rostlagichi; 6 – saqlagich klapani; 7 – baypasli liniya; 8 – sarfni o'lchagichi; 9 – gaz sarfi rostlagichi; 10 – tez harakatlanuvchi klapan; 11 – gazni boshqariladigan qopqoq; 12 – probkali kran; 13 – gazli sham(svecha); 14 – gaz yondirgichlar; 15 – bug' qozonlariga bug' berilishi; 16 – yondirgich uskunasi ga gaz berilishi.

Har qanday GTM da bir nechta (ko'pincha uchta) bosim rostlagichlar o'rnatilgan gaz quvurlari mavjud bo'ladi, ammo bularning bittasi doimozahirada turadi. Bundan tashqari rostlagichlarda alohida baypas tizimi ham bor. Gazni har xil chiqindilardan tozalash maqsadida rostlagich klapanlari oldida filtrlar o'rnatilgan bo'ladi.

Rostlagich klapanlar "o'zidan keyingi" kerakli bosimni ushlab turishga xizmat qiladi. Favqulotda (avariya) holatlarda gaz bosimi keragidan ortiqcha ko'tarilib ketganda, saqlagich klapanlar ishlab, gazni havoga chiqarib yuboradi va gaz quvurida kerakli bosim saqlab qolinadi. Qozonga kelgan gaz quvurining asosiy qurilmalari gaz sarfining avtomatik rostlagichi va tez ishlaydigan klapanlar bilan ta'minlanadi.

Gaz sarfining avtomatik rostlagichi bug' qozondagi doimiy issiqlik quvvatini ta'minlab turadi.

Gaz quvurlarida portlash xavfi sodir bo'ladigan holda impulsli rostlagich qozonga gaz kelishini avtomatik to'xtatadi. Avariya holatda (o'txonada mash'al o'chib qolsa yoki yondirgich oldida havo bosimining kamayishi sodir bo'lsa, tutun so'rgich va havo uzatuvchi ventilyatorlar to'xtab qolishi jarayonlarida ham Shu impulslimoslagich yordamida gazning berilishi to'xtatiladi. Quvurlarni ta'mirlashdan oldin ular ishlamay turgan holatda sodir bo'lishi mumkin bo'lgan portlovchi gaz va aralashmalarni chiqarib yuborish uchun quvurlar havo yordamida purkalib tozalanadi va ulardan chiqayotgan gazni xavfsiz joylarga yuboriladi. Ta'mirga to'xtatilgan yoki zahiraga qo'yilgan qozonlarni ishga tushirishdan oldin gaz quvuridagi gaz-havo aralashmasini yuqori bosimli havo yordamida purkab chiqariladi. Gaz quvuridan olingan namunadagi, gazda kislorodning miqdori 1% dan ortiq bo'lmasligi lozim.

5.3. Suyuq yoqilg'ini bug' qozonlariga uzatish va yoqish jarayoni

Issiqlik elektr stansiyalarida suyuq yoqilg'ilar maxsus vagonlarda keltiriladi.

Ma'lumki, barcha neft mahsulotlari yonish xavfliligi darajasiga ko'ra to'rtga bo'linadi.

Birinchi turga oson yonib ketadigan neft mahsulotlardan: benzin, ligroin hisoblanadi. Ularning to'satdan (birdan) yonish harorati 280°S dan yuqori.

Ikkinchi turga kerosin uning birdan yonish harorati $280^{\circ}-450^{\circ}\text{C}$ oralig'ida bo'ladi.

Uchinchi turga birdan yonish haroratiga $450-420^{\circ}\text{S}$ orasida bo'lgan suyuq neft mahsulotlari: dizel yoqilg'i va mazut kiradi.

To'rtinchi turga birdan yonish harorati 420°S dan yuqori bo'lgan suyuq va qattiq neft mahsulotlari. Bularga surtkich yog'lari, parafin, asfalt, bitum va boshqalar kiradi.

Suyuq yokilg'ilari ko'p miqdorda bo'lsa metall, beton va temirbeton hajmdagi, kam miqdorda bo'lsa kichik hajmli beton xovuzlarda saqlanadi.

Dizel yokilg'isi va mazut yopiq beton yoki temirbeton rezurvarlarida erning tagida yoki yarini er tagida o'rnatilgan holatida saqlanadi.

Saqlanish sharoitlari suyuq yoqilg'ilarning yonish va portlash darajasiga qarab belgilanadi.

Bir xil og'ir yokilg'ini omborxonada saqlash uchun ikkita rezervuar ajratiladi. Har bir rezervuar alohida ravishda yoqilg'ini isitish qurilmasi havfsizligini ta'minlovchi moslamalar bilan jihozlangan bo'ladi.

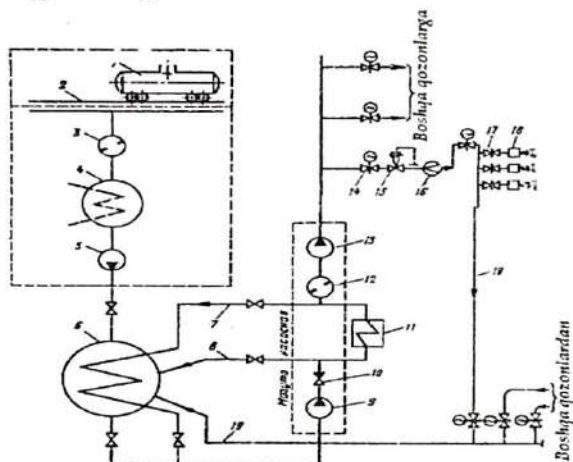
Iste'molchilarga suyuq yoqilg'i maxsus nasoslar yordamida beriladi. Yoqilg'i nasoslarga berilish oldidan maxsus filtrlardan o'tkazib, mexanik iflosliklardan tozalanadi.

Yuqori qovushqoqli mazut uzatish quvurlarida qotib qolmasligi uchun qovushqoqligini kamaytirish va uni oqizishdan oldin sisternalar isitiladi. Isitilgan mazut bug' bilan rezervuarlarga yuboriladi. Quyidagi 21-rasmda IES larda suyuq yoqilg'i xo'jaligining chizmasi keltirilgan.

Yoqilg'ilarning tez alangalanishi va to'la yonishi o'txona kamerasida ularning intensiv ravishda alangalanish haroratiga qadar qizish va kislorod bilan yaxshi aralashishi lozim. Energetik bug' qozonlarining o'txonasida suyuq yoqilg'ilarning to'la yonishini tashkil qilish uchun suyuq yoqilg'ilarni maxsus forsunkalar yordamida mayda tomchili zarrachalarga parchalanadi. Natijada yoqilg'i zarrachalarining sathi oshadi va kislorod bilan to'qnashishlar imkoniyati ko'payadi. Ma'lumki, mazutning qavushqoqligi yuqoriligi bilan birga yoqilg'ining yondirgichdan ravon purkalishi uchun agarda suv aralashmasi bilan purkalganda bosim 0,3–1,5 MPa bo'ladi. Mazutni bunday sharoitda purkab beruvchi yondirgichlar mexanik forsunkalar deyiladi.

Mazut va suv bug'i aralashmasini purkab berishda qo'llaniladigan forsunkalarni bug' mexanik forsunkalar deyiladi. Mazutning o'txona kamerasida to'la darajada alangalanib yonishi Forsunka orqali purkalayotgan zarrachalarning o'lchamiga bog'liq. Agarda mazut tomchilarining maydaligi belgilangan darajadan yuqori bo'lsa, bunday zarrachalar to'la yonishga ulgurmasligi kimyoviy chala yonishga sabab bo'ladi. Aksincha Forsunka orqali

purkayotgan mazut zarrachalarining maydalik darajasi juda kichik bo'lsa, bunday zarrachalar o'txonaga berilayotgan havo ta'sirida yonishga ulgurmay, alanga muhitidan ajralib, yonish mahsulotlariga qo'shilish ehtimolligi ortadi va bunday zarrachalarning chala yonish holatlari kuzatiladi.



21-rasm. Issiqlik elektr stansiyalarida mazut xo'jaligining texnologik chizmasi.

1-mazutli sisterna; 2 – qabul qiluvchi qurilma; 3 – qo'pol tozalash filtri; 4-qabul qilish rezervuari; 5 – haydab berish nasosi; 6 – asosiy rezervuar; 7, 8 va 19 – retsirkulyatsiya liniyalari; 9 – birinchi pog'ona nasosi; 10 – teskari klapan; 11 – mazutni bug'li isitish; 12 – yuqori darajada nozik tozalash filtri; 13 – ikkinchi pog'ona nasosi; 14 – tiqin surma qopqog'i; 15 – sarfini rostlagich; 16 – sarfini o'lchagich; 17 – yondirgich oldidagi surma qopqoq; 18 – forsunka.

Mazutning yupqa purkalishi uchun markazdan qochirma forsunkalar qo'llaniladi, bunday forsunkalar, havoni etkazib beradigan va uni uyurmaloovchi asboblari ya'ni registrlar mazut yondirgichlarini tashkil qiladi. Purkash usulidan qat'iy nazar, forsunkalar quyidagicha: mexanik, bug' mexanik, bug'li va rotatsion turlariga bo'linadi.

Mexanik purkashda mazut oqishining kinetik energiyasiga asoslanib zaruriy bosim yoqilg'i nasosi yordamida hosil qilinadi.

Shu sababli forsunka soplosi orqali bosim ta'sirida katta tezlikda berilayotgan mazut yonish kamerasiga yupqa zarrachalar holida purkaladi.

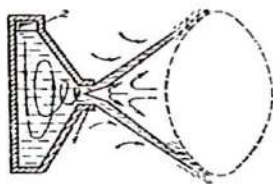
Bug'li forsunkalarda yoqilg'i purkalishi forsunkadan oqib chiqayotgan bug' oqimining kinetik energiyasi hisobiga sodir bo'ladi shu sababli mazut forsunkaga kichik bosimda ham yetkazib berilishi mumkin.

Hozirgi vaqtda mexanik va bug' forsunkalardan tashqari aralash bug' mexanik forsunkalar ham keng qo'llanilib, ularni ishlatish purkashning bu ikkala usulini birgalikda qo'llashdan iboratdir.

Rotatsion forsunkalar markazdan qochirma kuchlar ta'sirida mazutni yupqa purkash bilan birgalikda uni o'txonaga konussimon holatda tarqatib beradi.

Mexanik forsunkalareng ko'p tarqalgan forsunkalar turidir. Bunday forsunkalarda mazutni purkash ortiqcha yuqori bosim berish hisobiga, ya'ni 2.5–4.5 MPa bosimda amalga oshiriladi. Mazut bir necha kanalli forsunkalar orqali girdobli kameraga uzatiladi va chiqishda aylanma harakatdagi mazut soplo orqali o'txonaga purkaladi va 80 m/s tezlikda jadallik bilan aylanish girdobi hosil qilinishi, natijasida rasmda ko'rsatilgan soplodan suyuq yoqilg'i konussimon holatda oqib chiqadi.

Bug' qozonida yuklama kichik bo'lganda mexanik forsunkalar bug'-mexanik rejimida ishlatiladi. Buning natijasida yoqilg'i purkash sifatini pasaytirmasdan rostlash diapazoni 100–120% oraliqda bo'lishi amalga oshiriladi. Bug'-mexanik forsunkalar ikkita kanalli bo'lib ularda mazut va bug' kanal orqali forsunkaning bosh qismiga (0,4–0,9 MPa bosimda o'zatiladi. Bu yerda markazdan qochirma uyurmalangan kamera o'rniga konus-sochgich apparati ishlatiladi. Yuqori tezlikda purkalgan bug' oqimi energiyasi hisobiga mazut tomchilarining mayda zarrachalarga parchalanishini ta'minlaydi. Bu holda berilayotgan bug' sarflari mazut sarfiga nisbatan purkalishining 10% dan oshmasligi kerak. Bunday miqdorda bo'lgan bug', alangalanish yadrosi reaksiyasi hisobiga mazut zarrachalarining yonish reaksiyasi yanada faollashadi.



22- rasm. Suyuqlikning soplodan chiqishidagi harakati va purkalishi:

1— soplo; 2— kirish kanali

Bug'-mexanik forsunkalar unumdorligi mazut bo'yicha 5–7 m³/soatni tashkil etadi. Ular yuqori quvvatli bug' qozonlarida chuqur diapazonda rostlash uchun ishlatiladi.

Bug' forsunkalarda yuqori samaradorligi 1000m/s gacha tezlikdagi bug' oqimi mazutni o'zi bilan birga oqizib ketishi hisobiga erishiladi. Bug'li forsunkaning afzalligi ularning oddiyligi hamda mazutni qizitish harorati (80°C – gacha) yuqori bo'lgan haroratda yuqori sifatda purkalishidan iboratdir. Bunday forsunkalar asosan qattiq yoqilg'i yoqadigan elektr stansiyalarda ham qo'llaniladi. Ammo ular uzoq muddat ishlaganda ko'p bug' sarflanishi sababli tejamli hisoblanmaydi.

Rotatsion forsunkalar. KVGМ turkumli suv isitgich qozonlarida mazutni yoqish uchun rotatsion forsunkalar ishlatiladi. Forsunkalar o'rtacha quvvatli elektrodvigatel bilan ta'minlangan bo'lib, purkalish konusini juda katta chastota bilan aylantirib beradi. Mazutni ortiqcha purkash, bosim orqali amalga oshiriladi. Bunda markazdan qochirma kuch hisobiga mazut konussimon bo'ylab yupqa qatlam va mayda zarrachalar ko'rinishida o'txonaga uzatiladi. Alanga yadrosidan tarqalgan issiqlik hisobiga konus sirti bo'ylab harakatlanuvchi mazut qatlami qisqa vaqt ichida intensiv qizdiriladi va alangalanib yonish boshlanadi.

Suyuq yoqilg'ilarning yondirgichlar orqali bir xil maromda tarqalishi ularning qovushqoqligiga ham bog'liq mexanik forsunkalarda yoqish uchun mazutning shartli qovushqoqlik darajasi 3°C_{hq} dan 6°C_{hq} atrofida bo'lishi kerak. Buning uchun yondirgichlarga berilayotgan mazut oqimi 90–110 °C haroratgacha qizdiriladi.

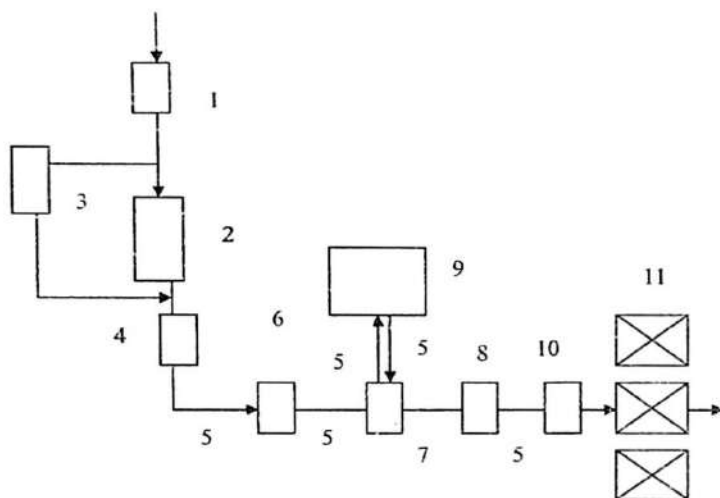
5.4. Qattiq yoqilg'i xujaligi

Elektr stansiyalar qattiq yoqilg'ilar bilan odatda temir yo'li orqali yoki suv transporti yordamida ta'minlanadi. Bir ming kilometrdan uzoq bo'lgan masofadan ko'mir temir yo'l orqali tashiladi. Agar elektr stansiya ko'mir koniga yaqin joyda bo'lsa (10–20 km gacha), yoqilg'ini lentali yopiq konveyerlar yoki osma arqon yo'li yordamida tashish ham mumkin.

Qattiq yoqilg'i ishlatiladigan har bir elektr stansiyalar takomillashgan yoqilg'i transport xo'jaligiga ega bo'ladi. Elektr stansiya hududida yoqilg'i uzatish jarayonlari mexanizatsiyalashtirilgan bo'lib, yoqilg'ini qozonlarga etkazib berish markaziy punktdan boshqariladi. Punktda tekshirish uskunolari va masofaviy boshqarish uskunolari o'rnatilgan.

Elektr stansiyaning yoqilg'i xo'jaligi loyihalashtirilganda yoqilg'i turi, sifati va uni etkazib berish hisobga olinadi. Zamonaviy elektr stansiyalarining yoqilg'i xo'jaligi majmuasiga qabul qilish va tushirish moslamasi, yoqilg'i ombori, ko'mir maydalaydigan moslama, ko'mir changini tayyorlaydigan tegirmonlar, tayyorlangan ko'mir changini qozonlarining yondirgichlariga etkazib beruvchi jihozlar kiradi. Ko'pgina davlatlarda ko'mir asosan temir yo'l transportida keltiriladi. Temir yo'l vagonlarida ko'mirni mexanik ravishda to'kish imkoniyati masofali boshqariladigan vagonlar tagida maxsus lyuklar o'rnatilgan bo'ladi. IES da yoqilg'ini qabul qilinish bilan yoqilg'i – transport xo'jaligi shug'ullanadi. Uning vazifasi asosan elektr stansiyada temir yo'l transportining doimiy ishlashini tashkil qilish va vagonlarni mexanizatsiyali bushatish, yoqilg'i ta'minotidan yoqilg'ini qabul qilish uning sifati va miqdorini nazorat qilish; ko'mir kukuni tayyorlash va uni qozonxonaga uzatishni uzluksiz ta'minlash; minimal isrof bilan ishlaydigan yoqilg'i zahirasini saqlash. Shu bilan birgalikda IES ning yoqilg'i transport xo'jaligi bilan bog'liq bo'lgan qurilmalar, mexanizmlar, mashinalar va inshootlarning texnologik komplekslarini ishlash jarayonlarni ham boshqarish jarayonlariga kiradi.

Quyidagi 23-rasmda qattiq yoqilg'i yoqiladigan IESlarda yoqilg'i xo'jaligining umumiy sxemasi ko'rsatilgan.



23-rasm. IESSi yoqilg'i xo'jaligi qurilmalarining joylashish holati

Bunda 1 – vagonni keltirilayotgan ko'mirni tortib qabul qilish; 2 – vagonni ko'mirdan bo'shatish manbai; 3 – vagonni ko'mirni muzdan eritish xonasi; 4 – ko'mirni birinchi bosqichda maydalash; 5 – ko'mirni uzatuvchi lentali konventarlar; 6 – dag'al maydalangan ko'mir saqlanadigan manba; 7 – ko'mirni ikki yo'nalishga taqsimlash manbai; 8 – ko'mirni ikkinchi bosqichda maydalash; 9 – zahiradagi ko'mirni saqlash manbayi; 10 – lentali tarozi; 11 – maydalangan ko'mir saqlanadigan bunkerlar. Bu rasmdan ko'rinadiki, IESlarga vagonlar yordamida keltirilayotgan ko'mir mahsuloti (1) qish mavsumlarida muzlagan holatda bo'lsa bir necha vagonlarni birgalikda bu (2) issiq xonada muzdan eriguncha saqlab turadi. So'ng vagonlardagi ko'mir mahsuloti ko'mir saqlanadigan (3) maxsus joyga keltirib to'kiladi. So'ng ko'mir maydalash qurilmalari yordamida birinchi bosqichda (4) dag'al maydalanadi so'ng bu holatda maydalangan ko'mir lentali konveynerlar yordamida (5) dag'al maydalanadi ko'mir saqlanadigan manbaga (6) uzatiladi. U yerdan yana lentali konvenerlar (5) orqali ko'mir uzatish manbai (7) dan ikki tomonga bir qismi ikkinchi bosqichda (8) maydalash va quritish qurilmasiga, ikkinchi qismizahira maydoniga (9) uzatiladi. Maydalash qurilmasida kukun holatida maydalangan ko'mir lentali tarozida (10) tortilgandan so'ng bunkerga beriladi. IES siga

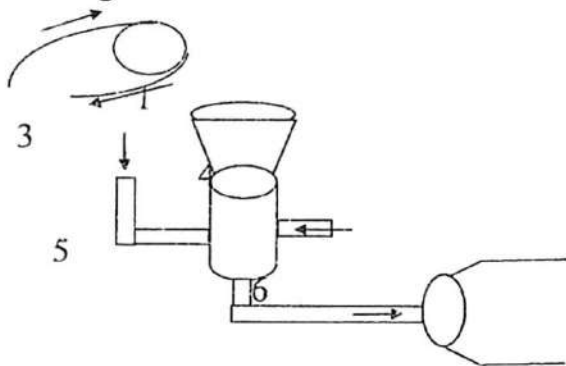
keltirilgan ko'mir mahsulotining namlik (W) darajasi 15–20 % dan yuqori bo'lsa, bunday ko'mir mahsuloti maydalash qurilmasiga berilish oldidan, maxsus quritish uskunalarida quritiladi.

5.5. Qattiq yoqilg'ilarni maydalash va kuritish

Yoqilg'ilarni maydalash va quritish jarayonlari turli xildagi quritish va maydalash uskunalarida amalga oshiriladi. Bunday uskunalarining ishlash quvvati IES larda yoqiladigan ko'mirning turiga hamda IES ning quvvatiga qarab belgilanadi.

IES larga keltirilgan ko'mirning namlik darajasi $W > 15-20$ % dan yuqori bo'lsa, bu turdagi ko'mirni maydalash qurilmasiga borishdan oldin maxsus quritish uskunalarida quritiladi.

Quyidagi rasmda namlik darajasi yuqori bo'lgan ko'mir yoqilg'isini maydalash qurilmasiga berilish oldidan quritish sxemasi keltirilgan.



24-rasm. Ko'mirni quritish qurilmasi sxemasi

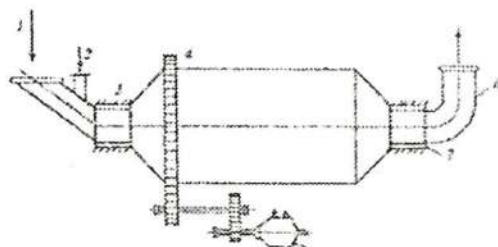
1 – ko'mirning quritish qurilmasiga berilishi, 2 – quritish qurilmasi, 3 – qurituvchi agentning, 4 – qizigan havoning berilishi, 5 – qurigan kumirni maydalash qurilmasiga berilishi, 6 – maydalash qurilmasi.

Bu jarayonda qurituvchi agent harorati 300°C dan yuqori. Bu jarayonda beriladigan qizigan havoning sarfini kamaytirish maqsadida harorati 300°C atrofi da bo'lgan tutun gazidan ham foydalanish mumkin. Ammo tutun gazini ko'p miqdorda berish

natijasida tarkibidagi SO_2 va NO_2 kabi gazlar ko'mir moddasiga yutilishi hisobiga ko'mirning yonishi jarayonlarida yonish mahsulotlar tarkibida SO_2 va NO_2 gazlarining miqdori yanada ko'payadi.

Har qanday quritish qurilmalarida yoqilg'ilarni maydalash qurilmalariga berilishi oldidan yetarli darajada quritilmasa maydalash qurilmasining ishlash samaradorligi pasayadi, ya'ni nam holatdagi yoqilg'i mahsulotlari maydalovchi uskunalarga yopishib ularning harakatlanishini keskin pasaytiradi.

Hozirgi vaqtda yoqilg'ilarni quritish va maydalash jarayonlari maydalash qurilmalarida birgalikda amalga oshirilishi natijasida bu sohada iqtisodiy tejamkorlikka erishilmoqda. Ko'mir yoqiladigan IES larda bu sohada asosan sharikli barabanli (SHBT) hamda bolg'ali (BT) tegirmonlar ko'proq ishlatilmoqda. Masalan, blok quvvati 300 MVtli Yangi Angren IESida bu sohada SHBT tegirmonlar 2016-yil noyabr oyida ishga tushirilgan. 150 MVtli Angren IES ida BT ishlatilmoqda. Quyidagi chizmada SHBT larning sxemasi keltirilgan.



25-rasm. SHBT ning ishlash sxemasi

1 – quritish uskunasi maydalanadigan ko'mirning berilishi.
2-qurituvchi havoning berilishi, 3 – qurituvchi agent berish,
4 – sharikli barabanli tegirmon, 5 – SHBTni harakatlantiruvchi elektrodvigatel, 6 – maydalangan ko'mir zarrachalarini separatorga yuborish, 7 – podshivnik.

SHBT lar silindr ko'rinishda bo'lib, ko'mirni maydalash quvvati soatiga 25 dan 70 tonnagacha bo'ladi. SHBT ning ichki

hajmining uchdan bir qismi, diametri 5–6 sm bo'lgan marganetsdan tayyorlashga sharlar bilan to'ldirilgan bo'lib baraban elektrodvigatel bilan aylanma harakatlantirilishi jarayonida bu sharlar barabanga berilgan ko'mirni yanchib kukun holatgacha maydalaydi. Maydalangan ko'mir zarrachalari ko'mirni quritish uchun berilgan havo oqimi yordamida separatorga yuboriladi. Yetarli darajada maydalanmagan ko'mir zarrachalari qayta tegirmonga beriladi.

SHBT afzallik tomonlari kattalik darajasi har qanday bo'lgan ko'mirni yuqori darajada maydalash xususiyatiga ega bolg'ali tegirmonlarga nisbatan maydalash quvvati yuqori, ishlatiladigan sharlar nisbatan arzon, uzoq muddat ishonchli va tamirsiz ishlaydi. Magnitli separatorsiz ham ishlash imkoniyatiga ega. Shu bilan birgalikda SHBT lar quyidagi kamchiliklarga ham ega, tegirmon barabani katta majmua bo'lishi sababli uni jixozlash jarayonida ko'p miqdorda metal sarflanadi. Ya'ni, og'irligikatta bo'lganligi sababli barabanni yuklangan sharlar bilan birgalikda harakatga keltirish uchun ko'p elektr energiyasi sarflanadi, hamda shovqin bilan ishlaydi. Barabanning ichki diametri 4000 mm, uzunligi 8000 mm, hajmi 100,5 m³ gacha kattalikda bo'ladi. Bunday turdagi tegirmonlarni harakatlantirish uchun quvvat 2450 kVt bo'lgan elektrodvigatellar qo'llaniladi. Barabanning aylanish soni minutiga 15–20 marta. Quyidagi jadvalda ikki xil turdagi tegirmonlarning asosiy ko'rsatkichlari keltirilgan.

11-jadval

Ko'rsatkichlari	SHBT ₁ , 380/550	SHBT ₂ , 380/550
Silindr qismi diametri	3800 mm	3800 mm
Barabanning diametri	3180 mm	3180 mm
Barabanning uzunligi	5500 mm	5500 mm
Barabanning hajmi	43,7 m ³	43,7 m ³
Minutiga aylanish soni	14,7 ay/min	18,5 ay/min
Elektrodvigatelning quvvati	2*520 KVt	2*630 KVt
Umumiy og'irlig'i (shart bilan)	70 t	70 t
Unumdorligi	25 t/s	32 t/s

yoqilg'i elekt stansiyalarda yoqiladigan yoqilg'i sarfi uning xos issiqligiga tarkibidagi mineral aralashmalar miqdoriga, xoslik va namlik darajasiga bog'liq. IESlarda yoqiladigan yoqilg'ining bu ko'rsatkichlari qancha past bo'lsa ularni yoqishga tayyorlash jarayonlarida shuncha ko'p iqtisodiy xarajalar oshadi.

Quyidagi jadvalda IESning umumiy quvvati hamda yoqilg'ining yonish issiqligi bo'yicha 1 soat davomida yoqiladigan miqdordi keltirilgan.

Har xil quvvatli IESlarda 1 soat davomida yoqiladigan yoqilg'i sarfi.

12-jadval

Umumiy quvvati, MW	Q kkal/ kg			
	6000	5000	4000	3000
800	310	375	470	625
1200	420	505	630	840
2400	770	925	1155	1540
3000	972	1163	1455	1945

Keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinadiki, IESlarda yoqilayotgan qattiq yoqilg'ining sarfi uning yonish issiqligiga bog'liq bo'lib, yoqilg'ining yonish issiqligi qancha past bo'lsa, uning sarfi shuncha ko'p bo'ladi.

Buning natijasida IESlarda yoqilg'ilarni quritish, maydalash jarayonlarida sarflanadigan iqtisodiy xarajalar ham ko'payadi.

V bobga doir sinov savollari

1. Qattiq yoqilg'ini yoqishda o'txona turlari.
2. Bug' qozonlariga gazsimon yoqilg'ilarni uzatish va yoqish jarayoni.
3. IESlarda suyuq yoqilg'ilar xo'jaligi va ularni saqlash.
4. Suyuq yoqilg'ilarni yoqish mexanik va forsunkalarning turlari.
5. IESlarning qattiq yoqilg'i xo'jaligi.
6. Qattiq yoqilg'ilarni quritish va maydalash qurilmalari va ularning ishlatilishi.

VI. BOB. TABIIY SUVLARNING TURLARI, KIMYOVIIY TARKIBI VA SIFAT KO'RSATKICHLARI

6.1. Tabiiy suvlarning turlari

Tabiatda suvlar hosil bo'lishi va to'planish jarayonlariga qarab, shartli ravshda uch turga, ya'ni yer osti, atmosfera va yer usti suvlariga bo'linadi. Bunday suvlar fizik hamda kimyoviy xususiyatlari bilan bir-biridan farq qiladi.

Yer osti suvlari. Rangsiz, tiniq, chuchuk yoki sho'r bo'lib, tarkibida asosan suvda yaxshi eriydigan H_2S , J_2 kabi kimyoviy moddalar va Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Fe^{2+} kationlari hamda Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , HCO_3^- anionlari ko'p uchraydi.

Bunday suvlarning kimyoviy tarkibi yer osti tuproq qatlamlari tarkibiga bog'liq bo'lib, yer osti tuproq qatlamlari tarkibida tuz miqdori qancha ko'p bo'lsa, hosil bo'layotgan suvlar tarkibida ham tuz miqdori shuncha ko'p bo'ladi.

Yer osti suvlarining umumiy tuz miqdari har litrida 50–100 mg. atrofida bo'lib, tarkibida O_2 , SO_2 , NO_2 kabi gazlar ham qisman uchraydi. Suv texnikasi sohasida yer osti suvlari ishlatish uchun yer yuzasiga artezian quduqlar orqali chiqariladi. Artezin suvlarini energetika sohasida faqat kam quvvatli IEMlarida, hamda ishlab chiqarish korxonalarini va issiqlik ta'minoti tizimlarini bug' bilan ta'minlaydigan issiqlik tarmoqlarida ishlatish mumkin. Bunday yo'l bilan chiqariladigan suvlar unchalik ko'p miqdorda bo'lmaganligi uchun ular yuqori quvvatli IESlarini suv bilan ta'minlashga yetarli bo'lmaydi.

Atmosfera suvlari. Bu suvlar yer yuzasida asosan yomg'ir, qor va sel kabi yog'inlar yog'ishi natijasida to'planadi. Ularning tarkibi yer osti va yer usti suvlari tarkibiga qaraganda birmuncha toza bo'lib, bunday suvlar tarkibida mineral tuzlarning miqdori litrida 50–60 mg. atrofida bo'ladi. Tabiiy atmosfera suvlari IESlarni suv bilan ta'minlash uchun yetarli bo'lmashligi sababli atmosfera suvlari IES larda umuman ishlatilmaydi.

Yer usti suvlari. Bunday suvlarga anhor, daryo, tabiiy ko'l, dengiz va okean suvlari kiradi. Bu suvlar yer osti hamda atmosfera suvlariga qaraganda kimyoviy tarkibi murakkabligi hamda

tarkibida har xil kimyoviy va mexanik moddalar ko'pligi bilan farq qiladi. Yer usti suvlari tarkibida doimo erigan organik, anorganik moddalar, gazlar har xil mexanik aralashgan mayda zarrachalar uchraydi. Bunday suvlar tabiatda tog' bag'rilarda to'plangan qor va muz qatlamlarining eritish natijasida hosil bo'lib, tarkibi yer usti qatlamlari tarkibiga va bu qatlamlar tarkibidagi moddalarning suvda qay darajada erishiga bog'liq. Tog' yon bog'laridan oqib tushayotgan suvlar to'planish jarayonida yer usti qatlamlarida uchraydigan ohaktosh (CaO), marmar (CaCO_3), dolomit ($\text{CaCO}_3, \text{MgCO}_3$), osh tuzi (NaCl), gips (CaSO_4), tosh tuzi (MgSO_4), temir, oltingugurt, silikat birikmalari va boshqa tog' jinslari bilan to'qnashishi natijasida bu birikmalar tabiiy suvlarni Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Fe^{2+} , Fe^{3+} kabi kationlar hamda Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , HSO_3^- kabi anionlar bilan boyitadi.

IES laridan, zavod-fabrika, neftni qayta ishlash, qurilish, qora metallurgiya va shu kabi ishlab chiqarish korxonalaridan chiqayotgan chiqindi suvlarning daryo va anhor suvlariga qo'shilishi suv tarkiblarini yanada ifloslantiradi. Chunki bunday chiqindi suvlar tarkibida har xil anorgatik kislotalar, ishqorlar, tuzlar bilan birgalikda mis (Cu), qo'rg'oshin (Pb), temir (Fe), alyuminiy (Al), rux (Zn) kabi elementlarning har xil birikmalari ham uchraydi.

Shuni ta'kidlash lozimki, oqar suvlarning kimyoviy tarkibi doirniy ravishda o'zgarib turadi. Bunday o'zgaruvchanlik oqayotgan suvlarning doimiy to'qnaShuvdagi er ustki qatlami tarkibiga, daryo va anhorlarning uzunligiga, ularga qo'shilayotgan chiqindi suvlar tarkibiga va yil faslining o'zgarishi kabi sabablarga bog'liq bo'ladi.

O'zbekiston daryo va anhor suvlarining fizik-kimyoviy tarkibi har xil bo'lishi bilan birgalikda birmuncha loyqadir. Loyqaning ko'payishiga sabab, suvning tez oqishidan tog' va soylardan tushayotgan jismlarning suvga qo'shilishi bo'lsa, kamayishiga, daryo va anhor o'zanining kengayishi va ekinlarni sug'orish uchun suvning olinishi natijasida oqim tezligi sustlashuvi sababdir.

Daryo va anhorlarning uzunligi bo'yicha loyqa miqdorning o'zgarishi ko'p omillarga bog'liq, masalan: Amudaryo suvida loyqa miqdori oqimiga qarab kamayib boradi. Sirdaryo suvida esa Norin shahri atrofida loyqalik kamroq bo'lib, Qoradaryoning qo'shilishi bilan birmuncha oshadi va qo'yi oqimga qarab kamaya boradi. Ko'pgina tadqiqotchilarning tekshirishlari shuni ko'rsatadiki, suvning loyqaligi daryo uzani tik kesimi bo'yicha bir xil tarqalmagan bo'ladi. Daryo o'zani tik kisimi o'rtacha loyqaligidan farq qiladigan daryo oqimi qirg'oq oldi, yuzi va tubiga yaqin oqimlar hisoblanadi. V.N.Gancherov ma'lumotlariga ko'ra daryoning loyqaligi daryo chuqurligi bo'yicha olinganda, yuzi, o'rtasi va tubidagi oqimlarda loyqalik quyidagi nisbatga yaqin bo'lar ekan: 0,34: 1,0: 1,66.

Ko'rinib turibdiki, daryo yuzi oqimidagi loyqalik uning tubi oqimidagi loyqaligidan besh marta kam ekan. IESlari ehtiyoji uchun foydalaniladigan suv daryo tubi oqimiga olinsa, suvning tindirgich uskunalarida tinish vaqti birmuncha kamayadi.

Dengiz va okean suvlarining kimyoviy tarkibidagi kationlar va anionlar o'zaro nisbiy miqdori bir-biriga yaqin bo'lib, ular tarkibida umumiy tuz miqdori suvining har litriga 30–35 grammacha bo'ladi. Boltiq, Kaspiy, Qora dengiz suvlarida har litrida bu miqdor 15–16 gramm atrofida. Dengiz suvlarida ayniqsa NaCl tuzi ko'p miqdorda bo'lib, umumiy qattiqligi litrida 200–225 mg-ekv., karbanatli qattiqligi 15–20 mg-ekv., atrofida bo'ladi. Bunday tarkibli suvlarni yumshatish va tuzsizlantirish suv tozalash sohasida nihoyatda katta iqtisodiy mablag' talab qiladi. Shu sababli dengiz va okean suvlari IES larida bug' olish uchun xomashyo sifatida ishlatilmaydi.

6.2. Tabiiy suvlarning kimyoviy tarkibi

Tabiiy suvlar tarkibida uchraydigan organik, anorganik moddalardan tashkil topgan har xil jins zarrachalari turlicha gidravlik kattalikda bo'ladi. Kimyo kursida biror moddaning mayda zarrachalari boshqa bir modda ichida tarqalishidan hosil bo'lgan aralashmaga dispers sistema deyiladi ("dispers" so'zi lotincha dispergere, ya'ni tarqalmoq so'zi demakdir). Tarqalgan

modda dispers faza, ikkinchisi esa dispersion muhit deb ataladi. Dispers sistemaning barqarorligi dispers faza va dispersion muhit zarralarining katta-kichiklik (disperslik) darajasiga bog'liq bo'ladi.

Tabiiy suvlarni ifloslantiruvchi dispers sistemalar zarrachalarining katta-kichikligiga qarab, uch guruhga bo'linadi:

1 – guruhga dag'al dispers zarrachalar kiradi. Bu guruhga dispers faza zarrachalari o'lchami 100 mmk dan katta bo'lgan zarrachalar kiradi.

2 – Guruhga kolloid dispers zarrachalar deyiladi. Ularning dispers faza zarrachalari o'lchami 1 mmk.dan 100 mmk.gacha bo'ladi.

3 – Guruhga ion yoki molekulyar zarrachalar kiradi. Bunday zarrachalarning o'lchami 1 mmk.dan kichik bo'lib, ular suvda chin eritmalar hosil qiladi.

Dag'al dispers sistemalar muhitning agregat holatiga qarab, bir necha xil bo'lishi mumkin.

Chunonchi, suvdagi tuproq, qum va Shu kabi qattiq jismlarning aralashmasidan hosil bo'lgan sistema suspenziya deyiladi. Bu sistemada suv dispersion muhit, undagi qattiq jismlar esa dispers faza deyiladi. Bunday sistemalar tindirilgan vaqtda suvdan og'ir moddalar tindirgich tagiga cho'kadi. Dispersion muhit ichidagi dispers fazaning cho'kish jarayonini sodimentatsiya deyiladi.

Dispers sistemalarning cho'kish tezligi dispers muhit zichligiga, qavushqoqligiga, mazkur zarrachalarning zichligiga, hamda ularning radiusiga bog'liq bo'ladi.

Agar (t) vaqt ichida zarrachalarning cho'kish jarayonida bosgan yo'li (S) bo'lsa, u holda ularning cho'kish tezligi quyidagicha ifodalanadi:

$$v = \frac{S}{t} \text{ mm / sek}$$

Bu tezlik bilan muhitning qovushqoqligi va zichligi orasidagi bog'lanishi Quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$v = \frac{r^2(D-d)g}{\eta} \text{ mm / sek}$$

Bu yerda: v – cho‘kish tezligi, mm/sek, r – zarracha radiusi, η – muhitning qovushqoqligi, d-muhitning solishtirma og‘irligi, g/sm³, g – erkin tushish tezligi (m/sek²), D – zarrachalarning zichligi, g/sm²

Ifodadan ko‘rinadiki, bir xil dispersion muhitda turli xil moddaning cho‘kish tezligi o‘sha dispers fazaning radiusi kvadratiga, zarracha va muhitning zichliklari ayirmasiga mutanosib bo‘lib, muhit qovushqoqligiga teskari mutanosib ekan. Qanchalik, $D > d$ bo‘lsa, cho‘kish tezligi Shuncha katta bo‘ladi. Aksincha, $D < d$ bo‘lsa, dispers fazaning suv yuziga qalqib chiqishi Shunchalik katta bo‘ladi.

Tabiiy suvlardagi 1-guruh, ya‘ni muallaq dag‘al zarrachalar suvda uchraydigan mexanik jismlar: qum, tuproq, har xil organik birikmalardan iborat bo‘lib, bunday moddalar suvning loyqaligini oshiradi.

Loyqalik hamma yer yuzasidagi oqar suvlarga xos xususiyatdir. Daryo va anhor suvlarida loyqalik ko‘proq qirg‘oq va o‘zanlarning yuvilishidan hosil bo‘lib, suvning loyqaligi yil davomida tez-tez o‘zgarib turadi. Suv loyqaligi tiniqlik degan tushuna orqali ham izohlanadi.

O‘rta Osiyo daryolarining suvlari o‘ta loyqa bo‘lib, bahor faslida har litrida loyqaligi 1000 milligramm va undan ortiq ham bo‘ladi.

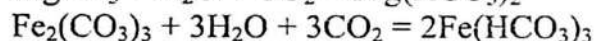
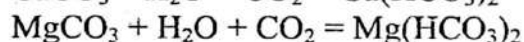
Tabiiy suvlardagi 2-guruh, ya‘ni kolloid zarrachalarga suv tarkibidagi kremniy, temir, alyuminiy birikmalarining kolloid zarrachalari va suvga ko‘kish rang beruvchi gumus moddalar kiradi.

Tabiiy suvlardagi 3-guruh, ya‘ni ion – molekulyar zarrachalarga tuz, ishqor va kislotalarning suvdagi ionlari hamda molekula holatidagi mineral birikmalar kiradi. Tabiiy suvlarda asosan quyidagi: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , H^+ , Fe^{2+} , Al^{3+} kabi kationlar, hamda Cl^- , SO_4^{2-} , HSO_3^- , CO_3^{2-} , HSiO_3^- kabi anionlar ko‘p bo‘ladi.

Bulardan kalsiy va magniy kationlari tabiiy suvlarda eng ko‘p uchraydigan kationlardir, bu kationlar suvning xalq xo‘jaligida, IESlarida va ishlab chiqarishning boshqa tarmoqlarida ishlatilish imkoniyatini belgilaydi. Suvni bu kationlar bilan boyitadigan asosiy manbalar tabiatda ko‘p uchraydigan: CaCO_3 , CaSO_4 ,

MgCO₃, Fe₂(CO₃)₃, Ca(HCO₃)₂, Mg(HCO₃)₂, CaCl₂, MgCl₂, Ca(HSiO₃)₂, Mg(HSiO₃)₂ kabi birikmalardir.

Bulardan: Ca(HCO₃)₂, Mg(HCO₃)₂, Ca(HSiO₃)₂, Mg(HSiO₃)₂, CaCl₂, MgCl₂ birikmalari oddiy sharoitda suvda yaxshi erishi sababli ular suvni bevosita Ca²⁺ va Mg²⁺ kationlari hamda HCO₃⁻, Cl⁻, HSiO₃⁻ anionlari bilan boyitadi. CaCl₂, MgCO₃, Fe₂(SO₃)₃ kabi birikmalari oddiy sharoitda suvda erimasada, suv tarkibidagi SO₂ gazi ta'sirida bu birikmalarning bikarbonatlari hosil bo'ladi:



Hosil bo'lgan bikarbonotlar oddiy sharoitda suvda yaxshi erishi sababli suv tarkibida Ca²⁺, Mg²⁺, Fe²⁺ kationlar va HCO₃⁻, CO₃²⁻ anionlarning konsentratsiyasini oshiradi.

Suvda kam eruvchan moddalarning oddiy sharoitdagi suvda erish darajasi ularning eruvchanlik ko'paytmasi (EK)ga bog'liq bo'ladi.

13-jadvalda suvda kam eruvchan Sa va Mg birikmalarining oddiy sharoitda eruvchanlik ko'paytmasi (EK) qiymatlari keltirilgan.

Ba'zi Sa va Mg birikmalarining 25°C dagi eruvchanlik ko'paytmasi

13.1-jadval

Birikmalar	EK	Birikmalar	EK
Ca(OH) ₂	3.1*10 ⁻²	CaCO ₃	4.84*10 ⁻¹²
CaSO ₄	6.5*10 ⁻⁴	Mg(OH) ₂	5.5*10 ⁻¹²
CaSiO ₃	6.6*10 ⁻⁷	MgCO ₃	1.0*10 ⁻⁵
CaHPO ₄	2.2*10 ⁻⁷	MgF ₂	6.4*10 ⁻⁹
Ca ₃ (PO ₄) ₂	1.0*10 ⁻³⁰	Mg ₃ (PO ₄) ₂	1.7*10 ⁻²⁴

Bu birikmalardan SaSO₃ va Mg(OH)₂ suvda kameriydigan moddalar bo'lganligi sababli suv tozalash qurilmalarida suvdagi Sa²⁺ va Mg²⁺ kationlarining konsentratsiyasini kamaytirishda ularning shu birikmalarini hosil qilib, cho'ktirish usulidan foydalaniladi.

Ba'zi kam eruvchan moddalarning suvda erish holati haroratga bog'liq bo'lib, suvning harorati ko'tarilishi bilan ularning eruvchanligi oshib, eruvchanlik ko'paytmasi kamayadi.

Kalsiy karbonat birikmasining eruvchanligining haroratga bog'liqligi.

14- jadval

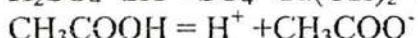
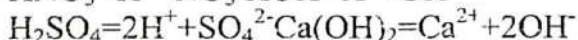
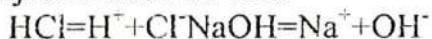
Suvning harorati °C	0	10	20	30	40	50	60	70	80
EK $\text{CaSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	9,1	7,05	5,22	3,93	3,03	2,3	1,83	1,35	↑

Tabiiy suvlarda Ca^{2+} va Mg^{2+} kationlarining konsentratsiyasi har xil miqdorda ya'ni daryo va anhor suvlarida har litrida 5–10 mg-ekv.gacha, sho'r ko'l, dengiz va okean suvlarida esa 10–20 mg-ekv.gacha bo'ladi.

Natriy va kaliy kationlari. Bu kationlarning har qanday anorganik birikmalari oddiy sharoitda suvda yaxshi eriydi va gidrolizga uchramaydi. Bu kationlar suvdagi anionlar bilan birikib, kam eruvchan birikmalar hosil qilmaydi. Ularning suvdagi birikmalari barqaror birikmalar bo'lib, konsentratsiyasi faqat suvning bug'lanishi natijasida o'zgarishi mumkin.

Yer usti suvlarida bu kationlardan ko'proq uchraydigani Na^+ kationidir, bu kation yuqori darajada minerallashgan ko'l, dengiz va okean suvlarida asosan NaCl ko'rinishida bo'ladi.

Vodorod va gidroksid ionlari. Suvda asosan anorganik va organik kislotalar hamda ishqorlarning dissotsiatsiyalanishi natijasida hosil bo'ladi.



Suv ham kuchsiz elektrolit modda bo'lganligi uchun oddiy sharoitda qisman ionlarga dissotsiatsiyalanadi. Bir molekula suvning dissotsiatsiyalanishi natijasida bitta H^+ kationi va bitta OH^- anioni hosil bo'lib, bu ionlarning 23°C haroratdagi umumiy

konsentratsiyasi suvning har litrida $1,8 \cdot 10^{-14}$ g-ionga teng bo'ladi, ya'ni

$$S_N \cdot S_{ON} = 1,8 \cdot 10^{-14} \text{ yoki } C_H^+ = 10^{-7}, S_{ON}^- = 10^{-7}$$

Bu yerda C_H^+ – suvdagi N^+ ionlarining konsentratsiyasi, g-ion/l, S_{ON}^- – suvdagi ON^- ionlarining konsentratsiyasi, g-ion/l.

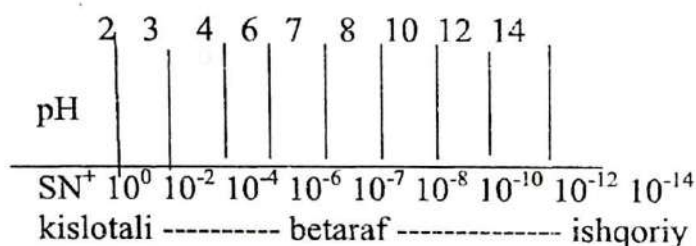
Suvdagi N^+ va ON^- ionlarining miqdori bir-biriga teng bo'lgan, ya'ni $C_H^+ = S_{ON}^- = 10^{-7}$ holati betaraf holat deyiladi. Agar $C_H^+ > S_{ON}^-$ bo'lsa, suvning kislotalik xususiyati oshadi, aksincha $C_H^+ < S_{ON}^-$ bo'lsa, suvning ishqoriylik xususiyati ortadi. Suv tarkibidagi vodorod ionlari konsentratsiyasi suvning reaksiyon faolligini ko'rsatadi.

Kimyo kursida suvdagi N^+ ionlarining haqiqiy konsentratsiyasi o'rniaga Shu konsentratsiyaning teskari ishora bilan olingan logarifmi ko'rsatilib, bu kattalik suvning vodorod ko'rsatkichi deb ataladi va rN harflari bilan belgilanadi.

$$-\lg C_H^+ = pH$$

Masalan, $C_H^+ = 10^{-5}$ bo'lsa, $rN=5$, $C_H^+ = 10^{-9}$ bo'lsa, $rN=9$ bo'ladi va hokazo.

Yuqorida aytilganlardan ravshanki, betaraf eritmada $rN=7$ ga teng. Kislotali eritmada $rN < 7$, ya'ni eritma qanchalik utkir kislotali bo'lsa, rN shunchalik 7 dan kichik, buning aksincha, ishqoriy eritmada $rN > 7$ bo'lib, eritmaning ishqoriyligi qancha yuqori bo'lsa, rN shunchalik 7 dan katta bo'ladi.



Bu nisbatlar quyidagi sxemada yaqqol ko'rsatilgan:

rN ni o'lchashning har xil usuli bor. Eritma reaksiyasini sifat jihatidan indikatorlar deb ataluvchi va rangi vodorod ionlari konsentratsiyasiga qarab o'zgaradigan maxsus nafaollar

(indikator) yordami bilan aniqlash mumkin. Eng ko'p ishlatiladigan indikatorlar lakmus, fenofitalin va metiloranjdir. Bularning kislotali, ishqoriy va betaraf eritmalarida qanday rangda bo'lishi 15-jadvalda ko'rsatilgan.

Turli indikatorlarning rang o'zgarishi.

15-jadval

Indikator	Eritma reaksiyasi		
	kislotali	Betaraf	Ishqoriy
Lakmus	qizil rang	binafsha rang	ko'k rang
Fenofitalin	rangsiz	rangsiz	to'qqizil rang
Metiloranj	pushti rang	to'q sariq rang	sariq rang

Vodorod ionlarining konsentratsiyasi kimyoviy jarayonlarda sodir bo'ladigan o'zgarishlarni belgilashda g'oyat muhim ahamiyatga ega.

Betaraf suvning rN o'zgarishi haroratga bog'liq bo'lib, harorat oshishi bilan rN qiymati kamayib boradi.

Har xil haroratdagi suvning rN va ion ko'paytmasi o'zgarishi.

16-jadval.

Harorat	$K \cdot 10^{-14}$	rN	Harorat	$K \cdot 10^{-14}$	rN
0	0,11	7,47	70	16,2	6,40
10	0,29	7,27	80	25,8	6,29
20	0,68	7,08	90	35,5	6,23
22	1,60	7,00	10	51,3	6,15
30	1,47	6,92	150	234	5,82
40	2,92	6,77	200	550	5,63
50	5,47	6,63	250	676	5,59
60	9,62	6,51	300	898	5,70

Bu yerda K – suvning ion ko'paytmasi, ya'ni bir litr suvdagi N va ON ionlarining miqdori, g-ion/l hisobida.

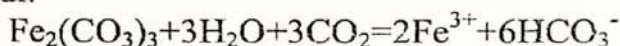
Suvdagi eritmalarida rN qiymatini undagi kuchsiz kislota va kuchsiz asoslarning dissotsiatsiyalanish darajasi belgilaydi. Suvning rNi kamayishi bilan, ya'ni tarkibida N^+ ionlarining miqdori oshishi bilan undagi kuchsiz kislotalar dissotsiatsiyalanish

darajasi kamayib, kuchsiz asoslarning dissotsiatsiyalanish darajasi oshadi.

Tabiiy suvlarda rN 6-8 oralig'ida bo'lib, uning o'zgarishi suvdagi NSO_3^- va N_2SO_3 ning o'zaro nisbatiga bog'liq bo'ladi. rN tabiiy suvlarning ifloslanishida hamda tarkibidagi moddalarning dissotsiyanishida muhim rol o'ynaydi.

Alyuminiy va manganets. Bu elementlar chiqqindi suvlar qo'shilmagan tabiiy suvlarda juda kam miqdorda bo'ladi. Bu elementlarning tabiiy suvlar tarkibida ko'payishi asosan ishlab chiqarish korxonalari va metallurgiya zavodlaridan daryo hamda anhorlarga chiqindi suvlar qo'shilishi natijasida sodir bo'ladi. chunki bunday korxonalarda yig'ilgan chiqindi suvlar tarkibida doimo Al, Fe, Cu, Zn, Mg kabi elementlar ko'p bo'ladi.

Temir. Tabiiy suvlarda temir birikmalari asosan kolloid yoki dag'al dispers holatda uchraydi. Ba'zan temir daryo va botqoq suvlaridahar xil birikmalar holatida ham uchraydi. Oqar suvlar tarkibida temir moddalari ko'payishiga ishlab chiqarish korxonalaridan chiqayotgan oqindi suvlarning daryo va anhorlarga qo'shilishi ham sabab bo'ladi. Tabiiy suvlarni temir ionlari bilan boyitadigan tabatda ko'p uchraydigan birikma asosan $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$ bo'lib, bu birikmaning eruvchanligi suv tarkibidagi SO_2 gazi ta'sirida ortadi:

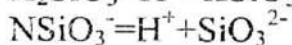
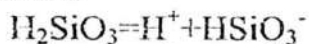


Shu sababli crosti va yer usti suvlarida temir elementining $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_3$ li suvda eruvchan birikmalari ko'p uchraydi.

Kremniy. Tabiiy suvlarda kolloid, molekula hamda ion holatlarida bo'ladi. Kremniy birikmalaridan: kremniy oksidi (SiO_2), metakremniy H_2SiO_3 , SiO_2 , H_2O), urtokremniy H_4SiO_4 (SiO_2 , $2\text{H}_2\text{O}$), qo'sh metakremniy $\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ (2SiO_2 , H_2O) kabi birikmalari tabiiy suvlarda kolloid eritmalar holatida bo'ladi. Kremniy birikmalarining bunday holatda bo'lishiga sabab, ularning oddiy sharoitda suvda kam eruvchanligidir. H_2SiO_3 ning suvda eruvchanligi quyidagi sabablarga: suv haroratiga, o'rniga va suvdagi ba'zi kationlarning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. Suv haroratining oshishi kremniy birikmalarining eruvchanligini

oshiradi. Masalan: bu birikmalarning 20°C da suvdagi eruvchanligi har litrida 150 milligrammga teng bo'lsa, 100°C dagi eruvchanligi 500 milligrammga teng bo'ladi.

H_2SiO_3 kislotali oddiy sharoitda qisman quyidagicha ionlarga ajraladi:



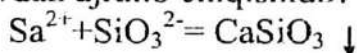
Bu kislotalarning 25°C haroratda dissotsiatsiyalanish darajasi, suvning rNi oshishi bilan qanday o'zgarishi 17-jadvalda keltirilgan.

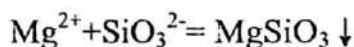
25°C da va rN ning har xil qiymatida kremniy kislotalarining dissotsiatsiyalanishi, % hisobida

17-jadval

Kremniy birikmalari %	RN						
	5	6	7	8	9	10	11
H_2SiO_3	10	99.9	99.	90.9	50.0	8.9	0.8
HSiO_3^-	0	0,1	9	9,1	50	91,0	98.
SiO_3^{2-}	-	-	1.0	-	-	-	2
	-	-	-	-	-	-	1.0

Jadvaldan ko'rinadiki, 25°C haroratda suvning rNi 7 atrofida bo'lganda, H_2SiO_3 birikmasining SiO_3^{2-} ionlarga parchalanishi deyarli sodir bo'lmaydi. Bunday sharoitda kremniy kislotali qisman HSiO_3^- (1% atrofida) ioniga dissotsiatsiyalanadi. Suvda HSiO_3^- ionlar miqdori oshishi suvning rNi 8,5-9 bo'lganda keskin ko'payadi, ya'ni 50% atrofida bo'ladi. Suv tarkibida kremniyning ko'payishi yoki kamayishi suv tarkibidagi Na^+ , Ca^{2+} va Mg^{2+} kationlari konsentratsiyasiga ham bog'liq. Suv tarkibida Na kationi ko'p bo'lsa, kremniy birikmalarining suvdagi eruvchanligi ortadi. Chunki natriy suvning ishqoriyligini oshiradi. Buning aksincha, Ca^{2+} va Mg^{2+} kationlar kremniy birikmalarining suvdagi konsentratsiyasini kamaytiradi, bunga sabab, bu kationlar suvdagi kremniy ionlari bilan birikib, kam eruvchan birikmalar holida suvdan ajralib chiqishidir.



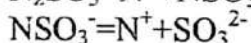
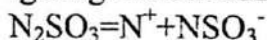


Yer yuzi va artezian suvlarining har litrida kremniy miqdori 1 dan 30 mg.gacha bo'ladi. Kremniy birikmalarining 5 dan to 20 %gacha qismi suvda asosan kolloid holatda uchraydi.

Sulfat ion. (SO_4^{2-}), bu ion yer osti suvlarida dengiz va anhor suvlariga qaraganda bir muncha ko'proq bo'ladi. Suvni SO_4^{2-} ionlar bilan boyitadigan, tabiatda ko'p tarqalgan asosiy birikmalardan biri gips (CaSO_4) hisoblanadi.

Xlor ion. (Cl^-) barcha turdagi tabiiy suvlarda har xil miqdorda uchraydi. Bu ionning miqdori ayniqsa, dengiz va okean suvlari tarkibida yuqori darajada bo'lsa-da, bu ion suvdagi kationlar bilan birikib, kam eruvchan birikmalar hosil qiladi. Suvda Cl^- ionning NaCl holatida ajralib chiqishi asosan suvning uzoq vaqt davomida quyosh nuri issiqligi ta'sirida bug'lanishi natijasida sodir bo'ladi.

Karbonat birikmalari. Tabiiy suvlarda karbonat kislotasi (N_2SO_3), bikarbonat (NSO_3^-), karbonat (SO_3^{2-}) ionlari va uglerod (2) – oksid (SO_2) ko'rinishida bo'lib, bu birikmalar suv tarkibida eng ko'p uchraydigan birikmalardir. Tabiiy suvlar tarkibida bu birikmalar qanday holatda va qancha miqdorda bo'lishi suv o'rniga va haroratiga bog'liqdir. N_2SO_3 ikki negizli kislota bo'lganligi uchun ikki bosqichda dissotsiatsiyanadi:



Dissotsiatsiyanish darajasi eritmaning o'rniga bog'liq. 18-jadvalda 25°C haroratda suv rNi o'zgarishi bilan N_2SO_3 ning dissotsiatsiya darajasi qanday o'zgarishi keltirilgan.

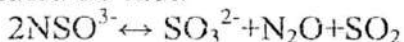
18-jadval

Karbonat birikmalari	RN								
	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\text{SO}_2 + \text{N}_2\text{SO}_3$	100	95	70	20	2	-	-	-	-
NSO_3^-	-	5	30	80	98	95	70	17	2
SO_3^{2-}	-	-	-	-	-	5	30	83	98

Jadvaldan ko'rinadiki, suvning rNi 7–9 oralig'ida bo'lganda, suvda NSO_3^- ionlar konsentratsiyasi eng ko'p ya'ni 80–95%

miqdorda bo'lib, rNning qiymati oshib borishi bilan bu ionlarning SO_3^{2-} ionlariga aylanishi ko'payib borar ekan.

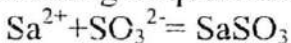
Betaraf suvlarda karbonat birikmalari quyidagi muvozanat holatda bo'ladi:



Bu holatni "uglekislota muvozanati" deyiladi.

Uglekislota muvozanati o'zgarishi suvdagi NSO_3^{3-} hamda SO_2 ning oshishi yoki kamayishiga bog'liq bo'ladi. Agar SO_2 ning suv tarkibidagi miqdori kimyoviy muvozanat holatidan ko'p bo'lsa, ortiqcha miqdordagi SO_2 gazi suvda kam eruvchan SaSO_3 , MgCO_3 kabi birikmalarning eruvchanligini oshiradi. Natijada suv tarkibida Sa^{2+} , Mg^{2+} va NSO_3^{3-} ionlarining konsentratsiyasi ko'payadi. Shu sababli tarkibida SO_2 gazi ko'p bo'lgan suvlar "tajovuzkor" suvlar hisoblanadi. Aksincha, suvda SO_2 ning miqdori muvozanat holatidagidan kam bo'lsa, suvdagi NSO_3^{3-} ionlarning dissotsiatsiyanish darajasi ortib, SO_3^{2-} ionlar konsentratsiyasi ko'payadi.

Hosil bo'lgan SO_3^{2-} ionlar suvdagi Sa^{2+} kationlari bilan birikishi natijasida kam eruvchan SaSO_3 birikmasi hosil bo'lib, suvdan ajralib chiqadi. Natijada suv tarkibida Sa^{2+} va SO_3^{2-} ionlarining miqdori kamayadi:



Suv tarkibida SO_2 gazi kam bo'lgan holat suvning "nostabil" holati deb ataladi. Bunday xolab suv haroratiga bog'liq, ya'ni suv harorati oshishi bilan SO_2 ning suvdagi eruvchanligi kamayadi va suvning nostabil holati o'zgaradi.

Azot birikmalari. Suvda asosan ko'proq nitrat (NNO_3), nitrit (HNO_2) hamda ammoniy gidrooksidi (NH_4) ON holatida uchraydi. Bu birikmalar, suvda organik va har xil o'simlik moddalarning parchalanishidan hamda O_2 ta'sirida oksidlanishidan ham hosil bo'ladi. Suv tarkibida O_2 gazining konsentratsiyasi ko'payishi natijasida NH_4^+ ionlarni, avvalo NO_2^- , so'ng NO_3^- anionlariga aylanishi sodir bo'ladi.

Tabiiy suvlar tarkibida azot birikmalari ko'payishi suvning oqindi suvlar bilan ifloslanishi natijasida ham sodir bo'ladi.

Organik birikmalar. Bunday birikmalar suvda o'simlik va neft mahsulotlarining biologik va kimyoviy parchalanishi natijasida paydo bo'ladi. Suvdagi organik moddalar umumiy nom bilan «gumus» moddalar deyiladi. Gumus moddalar miqdori ko'p bo'lgan suvlar sarg'ish yoki qo'ng'ir rangli bo'ladi. Suvdagi gumus moddalar fizik va kimyoviy xossalari qarang, shartli ravishda uch guruhga bo'linadi.

1-guruhga gumin kislotalar kiradi, ularning umumlashgan kimyoviy ifodasi quyidagicha: $S_{60}N_{52}O_{24}(SOON)_4$. Bu moddalar suvda asosan kolloid birikmalar holatida bo'lib, suvning ishqoriy xususiyati oshishi bilan eruvchanligi tezlashadi.

2-guruhga fulva kislotalarining kolloid birikmalari kiradi.

3-guruhga esa fulva kislotalarining chin eritmaları kiradi.

Gumin kislotalarining karboksid ($SOON$) guruhi tarkibidagi vodorod ionlarining metallar bilan almashishi natijasida hosil bo'lgan birikmalari «gumatlar» deb ataladi. Gumin kislotalarining Na^+ , K^+ va NH_4^+ li gumat birikmalari suvda oddiy sharoitda eriydi, ammo Sa^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} li birikmalari esa yaxshi erimaydi. Ular suvda asosan kolloid birikmalar holatida bo'ladi. Fulva kislotalarining ham Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Fe^{2+} li tuzlari suvda yaxshi eriydi, Al^{3+} va Fe^{3+} li tuzlari esa suvda umuman erimaydi. Organik moddalar ayniqsa botqoqli va torf mahsulotlariga boy bo'lgan hududlarda yig'ilgan suvlar tarkibida ko'p bo'ladi.

Tabiiy suvlarda kislorod (O_2), karbonat anhidrid (CO_2), ammiak (NH_3) va vodorod sulfid (H_2S) kabi gazlar ham erigan yoki yutilgan holatlarda uchraydi. Bu gazlarning eruvchanligi suv haroratiga bog'liq bo'lib, suvning harorati $0^{\circ}S$ dan $100^{\circ}S$ gachako'tarilishi natijasida bu gazlarning eruvchanligi kamayib boradi.

1.9 - jadvalda SO_2 , O_2 va H_2S ning suv yuzasidagi parsial bosimi $R=1$ at bo'lganda, ularning suv harorati $0^{\circ}S$ dan $100^{\circ}S$ gacha ko'tarilgandagi eruvchanligi ko'rsatilgan.

Suv harorati oshishi bilan SO_2 , O_2 va H_2S gazlarining eruvchanligi kamayishi, mg/l

1.9 – jadval

Harorat °S	Eruvchanligi mg/l		
	SO ₂	O ₂	N ₂ S
0	3,350	69,5	7,070
5	2,770	60,7	6,000
10	2,810	53,7	5,110
15	1,970	48,0	4,410
20	1,690	43,4	3,850
25	1,450	39,3	3,380
30	1,260	35,9	2,980
40	0,970	30,6	2,680
50	0,760	26,6	1,780
60	0,580	22,8	1,480
80	-	13,8	0,765
100	-	0	0

Suv yuzasidagi havo bosimi 760 mm simob ustuniga teng bo'lganida, havo tarkibidagi O₂ning suv harorati 0°C dan 100°C gacha ko'tarilgandagi eruvchanligi

20-jadvalda keltirilgan

Havo tarkibidagi O₂ ning suv harorati oshishi bilan eruvchanligi kamayishi, mg/l

20 -jadval.

Suv harorati, °S	O ₂ Mg/l.	Suv harorati, °S	O ₂ Mg/l.
0	14,2	20	9,1
2	13,8	25	8,3
4	13,1	30	7,0
6	12,4	40	6,5
8	11,4	50	5,6
10	11,3	60	4,8
12	10,8	70	3,9
14	10,3	80	2,9
16	9,7	90	1,6
18	9,5	100	0

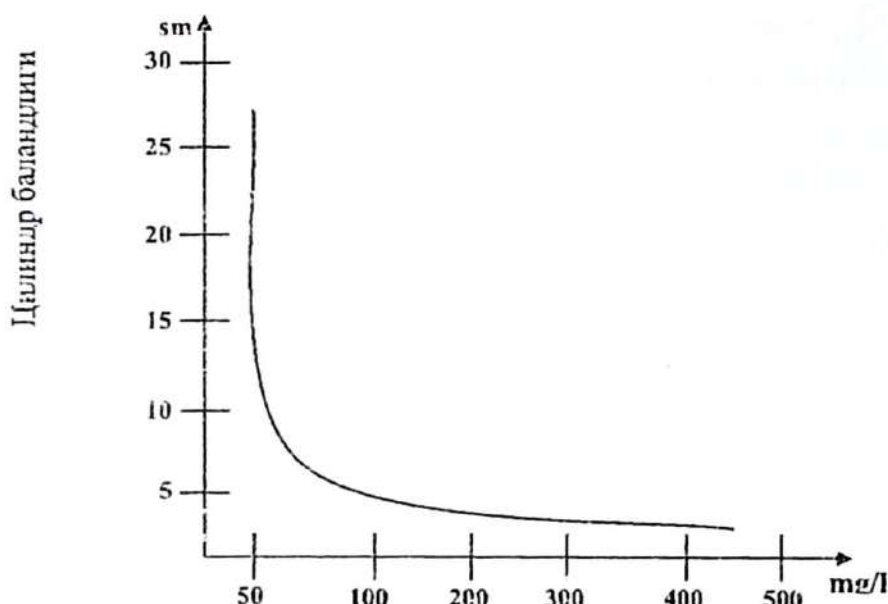
6.3. Suvning sifat ko'rsatkichlari

Suvning sifat ko'rsatkichlari fizik hamda kimyoviy ko'rsatkichlarga bo'linadi, fizik ko'rsatkichiga harorati, rangi,

I IIII, zichligi va loyqaligi kiradi. Kimyoviy ko'rsatkichi tarkibidagi kimyoviy moddalarning kam yoki ko'pligi bilan tavsiflanadi. Suvning fizik ko'rsatkichlari asosan uning ichimlik suv ta'minotida ishlatilishida muhim ahamiyatga ega bo'lib, loyqaligidan boshqa barcha fizik xususiyatlari suvning IESlarida ishlatilishida muhim ahamiyatga ega bo'lmaydi.

Suvning IESlarda ishlatilishini belgilovchi asosiy kimyoviy ko'rsatkichlariga tarkibidagi muallaq dag'al zarrachalar miqdori, quruq qoldiq, mineral qoldiq, umumiy qattiqligi, umumiy ishqorligi va oksidlanish darajasi kiradi.

Muallaq dag'al zarrachalar. Tabiiy suvlar tarkibida bir muncha ko'p miqdorda bo'lib, bunday zarrachalar suvning loyqaligini oshiradi. Tajribada suv loyqaligini tiniqlik degan tuShuncha orqali belgilab, suvning tiniqligini aniqlash uchun balandligi 3°Centimetr bo'lgan shisha silindrga solinib, silindr tagiga standart bo'yicha yozilgan (qalinligi 1 mmlik) harflar qo'yiladi. Yuqoridan qaraganda Shu harflar aniq ko'ringuncha suv ko'paytirib boriladi. Harflarni suv ostidan ko'rish mumkin bo'lgan va millimetrdagi o'lchangan qalinlik Shu suvning tiniqlik darajasini bildiradi. 20-rasmda tarkibidagi muallaq dag'al zarrachalar miqdori oshib borishi bilan suv tiniqligining qanday o'zgarishi tajriba asosida keltirilgan bu rasmdan ko'rinadiki, suv tarkibidagi mualliq zarrachalar miqdori suvning har litrida 50 mg.ga etguncha suv tiniqligi 3°sm.dan 7 sm.gacha deyarli uzgarmay, tarkibidagi zarrachalar miqdori har litrida 50 mg.dan yuqorilashib borishi bilan suv tiniqligi keskin pasayar ekan. Suv tarkibidagi mualliq dag'al zarrachalar miqdorini aniqlash uchun ma'lum hajmdagi suv, oldindan 0,001 milligramm aniqlikda tortilgan qog'oz filtridan o'tkazilib, filtrda qolgan cho'kma 105°S da quritilgandan so'ng tarozida tortiladi. Filtrning cho'kma bilan og'irligi va sof og'irligi orasidagi farq, Shu filtrlangan suv tarkibidagi muallaq dag'al zarrachalar miqdorini ko'rsatadi.



26-rasm. Suv tarkibida mualliq zarrachalar miqdori oshishi bilan tiniqligining o'zgarishi

Muallaq dag'al zarrchalarning suvdagi miqdori mg/l yoki g/m³larda o'lchanadi. Muallaq zarrachalar oqar suvlar tarkibida ayniqsa bahor va yoz oylarida ko'p bo'lib, ularning miqdori suvning har litrida 500–800 milligramgacha bo'ladi. Tabiiy suvlar tarkibida uchraydigan muallaq zarrchalarning o'lchamlari (disperslik darajasi) har xil bo'lishi sababli suv tozalash texnikasi sohasida zarrchalarning disperslik darajasini tavsiflash uchun gidravlik kattalik tuShunchasi kiritilgan.

«Gidravlik kattalik» deganda har xil o'lchamdagi muallaq zarrchalarning harorati 10⁰S bo'lgan suvdagi cho'kish tezligi tuShuniladi va u kattalik mm/sm birligida o'lchanadi.

21-jadvalda tabiiy suvlardagi muallaq zarrachalar o'lchami va «gidravlik» kattaligiga qarab, qanday nomlanishi berilgan.

Tabiiy suvlardagi muallaq zarrchalarning o'lchamlari va gidralik kattaliklari:

21-jadval

O'lchami, mm	Gidravlik kattaligi, mm/sm	Nomlanishi
1,0	100	Yirik qum
0,5	53	O'rtacha yiriklikdagi qum
0,1	6,9	Mayda qum

0,05-0,027	1,7-0,5	Il
0,01-0,005	0,07-0,017	Mayda il
0,027	0,005	Loy
0,001-0,005	0,0007-0,00017	Mayda loy
0,0001	0,000007	Kolloid zarrachalar

Quruq qoldiq. Suvdagi organik va anorganik hamda kolloid birikmalarning umumiy miqdori bilan belgilanadi. Quruq qoldiq tarkibiga suvdagi erigan gazlar, 100° dan past haroratda parchalanadigan NSO_3^- ioni va NH_3 birikmasi kabi moddalar kirmaydi. Suvdagi quruq qoldiq miqdorini aniqlash uchun qog'az filtr orqali filtrlangan suv (filtrat)ni 110°S da bug'lantirib, hosil bo'lgan qoldiqni 110°S da doimiy og'irlikda qolguncha quritgich pechlarda quritilib, so'ng tortiladi.

Mineral qoldiq deganda, suv tarkibidagi barcha kationlar va anionlar hamda Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2 kabi oksidlarning umumiy miqdori tuShuniladi va mg/l, yoki g/t birligida o'lchanadi. Mineral qoldiq miqdori quyidagicha ifodalanadi:

$$\text{C}_{\text{Ca}^{2+}} + \text{C}_{\text{Mg}^{2+}} + \text{C}_{\text{Na}^{2+}} + \text{C}_{\text{HCO}^-} + \text{C}_{\text{SO}_4^{2-}} + \text{C}_{\text{Cl}^-} + \text{C}_{\text{NO}_3^-} + \text{C}_{\text{H}_2\text{SiO}_3} + \text{C}_{\text{Al}_2\text{O}_3} + \text{C}_{\text{Fe}_2\text{O}_3} \text{ mg/l.}$$

bu yerda S – yuqoridagi ion va birikmalarning konsentratsiyasi, mg/l.

Umumiy qattiqlik. (Q_{UM}), suv tarkibidagi Sa^{2+} va Mg^{2+} kationlar birikmalarining umumiy konsentratsiyasi bilan tavsiflanadi. Suvning umumiy qattiqligi texnikada asosiy ko'rsatkichlardan hisoblanadi. Shu sababli suv qattiqligi IESlarida suv tozalash texnologiyasini belgilashda muhim rol o'ynaydi. Suvning umumiy qattiqligi $/Q_{\text{um}}/$: karbonatli (Qk) karbonatsiz $/K_{\text{nk}}/$, magniyli $/Q_{\text{md}}/$ va kalsiyli $/Q_{\text{sa}}/$ qattiqliklarga bo'linadi va har litridagi miqdori mg-ekv yoki g-ekv birligida o'lchanadi. Karbonatli qattiqligi suvdagi Sa^{2+} va Mg^{2+} kationlarning karbonatli $/\text{CaCO}_3/$ va $\text{MgCO}_3/$ hamda bikarbonatli $/\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2, \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2/$ birikmalari konsentratsiyasi bilan tavsiflanadi.

Karbonatsiz qattiqligi esa Shu kationlarning suvdagi sulfatli ($\text{CaSO}_4, \text{MgSO}_4$), xloridli $/\text{CaCl}_2, \text{MgCl}_2/$, nitratli $/\text{Ca}(\text{NO}_3)_2, \text{Mg}(\text{NO}_3)_2/$ hamda

silikatli $/Ca(HSiO_3)_2, Mg(HSiO_3)_2/$ birikmalari konsentratsiyasi bilan tavsiflanadi. Suvning karbonatsiz qattiqligini topish uchun uning umumiy qattiqligidan karbonatli qattiqligi ayriladi. $Q_{nk} = Q_{um} - Q_k$. Agar suvdagi bikorbanat ionlarining konsentratsiyasi umumiy qattiqligidan kichik bo'lsa, karbonatli qattqlik quyidagicha ifoda qilinadi.

$$K_* = \frac{C_{HCO_3^-}}{61,02}, \text{mg-ekv/l}$$

bu yerda $C_{HCO_3^-}$ - suvdagi HCO_3^- ionlarning konsentratsiyasi, mg/l, 61, 02 - HCO_3^- ning ekvivalent og'irligi.

Kalsiyli va magniyli qattqlik suvdagi Ca^{2+} va Mg^{2+} kationlarining konsentratsiyasi bilan belgilanadi.

Bu kationlarning suvdagi mg/l da ifodalangan miqdorini mg.ekv/l da ifodalash uchun Shu mg/l dagi qiymatini ularning ekvivalent og'irligiga bo'lish kerak.

$$K_{Ca} = \frac{C_{Ca^{2+}}}{20,04}$$

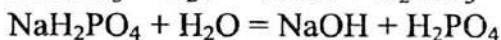
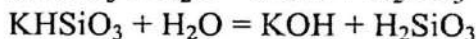
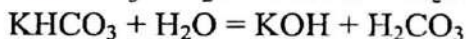
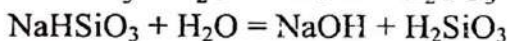
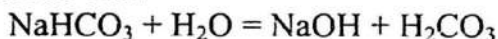
$$K_{Mg} = \frac{C_{Mg^{2+}}}{12,16}$$

bu yerda $C_{Ca^{2+}}$ va $S_{Mg^{2+}}$ suvdagi Ca^{2+} va Mg^{2+} kationlarining konsentratsiyasi, mg/l, 20, 04; 12, 16 - kalsiy va magniy kationlarining ekvivalent og'irligi.

Agar 1 litr suv tarkibidagi kation va anionlarning mg-ekv miqdori quyidagi tartibda bo'lsa, masalan:

$C_{Ca^{2+}}=3$, $C_{Mg^{2+}}=1$, $C_{Na^{2+}}=1$, $C_{HCO_3^-}=3$, $C_{SO_4^{2-}}=1$ va $C_{Cl^-}=1$ bunday suvlarda $K_{YM}=4$, $K_{HCO_3^-}=3$, $K_{Mg}=1$, $K_k=3$, $K_{HK}=2$ mg-ekv bo'ladi. Tabiiy suvlarda qattqlik har xil miqdorda bo'lganligi sababli ularni quyidagicha tavsiflash mumkin: agar suvning har litrida $Q_{um} < 1,5$ mg-ekv bo'lsa, bunday suvlar yumshoq suvlar, $K_{YM} = 1,5 \div 3$ mg-ekv oralig'ida bo'lsa, qattiqligi o'rtacha, $K_{YM} = 3 \div 6$ mg-ekv oralig'ida bo'lgan suvlarning qattiqligi o'rtachadan yuqori va nihoyat $Q_{um} > 12$ mg-ekv bo'lgan suvlar qattiqligi juda yuqori deb ataladi.

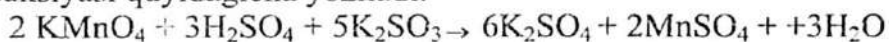
Suvning umumiy ishqoriyligi. // tarkibidagi OH^- , HCO_3^- , SO_3^{2-} , HSiO_3^- , H_2PO_4^- ionlar va kuchsiz organik kislotalarning Na li birikmalari bilan tavsiflanadi. Masalan, suv tarkibida NaHCO_3 , Na_2CO_3 , KHCO_3 , K_2CO_3 , NaHSiO_3 , Na_2HPO_4 kabi birikmlar konsentratsiyasi qancha ko'p bo'lsa, uning umumiy ishqoriyligi ham Shuncha yuqori bo'ladi. Suvning umumiy ishqoriyligi tarkibidagi ionlar turiga qarab, turlicha bo'ladi. Gidratli ishqoriylik /I₂/ – suvdagi ON^- , karbonatli ishqoriylik /Ik/ – suvdagi NSO_3^- , silikatli ishqoriylik /Is/ – suvdagi HSiO_3^- va SiO_3^{2-} , fosfatli ishqoriylik /If/ – suvdagi $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$ va RO_3^{3-} – anionlar konsentratsiyasi bilan tavsiflanadi. Bu anionlarning Na yoki Kli birikmalari suv ishqoriyligini oshirishga daxldordir, chunki ular suvda gidrolizlanishi natijasida NaOH yoki ON kabi kuchli ishqorlar hosil bo'ladi.



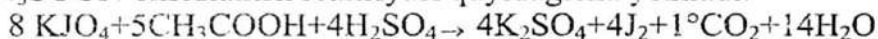
Agar suvdagi HCO_3^- va CO_3^{2-} ionlarining umumiy yig'indisi $C_{\text{HCO}_3^-} + C_{\text{CO}_3^{2-}}$ shu suvning umumiy qattiqligidan katta bo'lsa, ya'ni $C_{\text{HCO}_3^-} + C_{\text{CO}_3^{2-}} > Q_{\text{um}}$ bunday suvlarda NaHCO_3 va Na_2CO_3 birikmalari ko'pligini bildiradi. Suvning umumiy qattiqligidan suvdagi HCO_3^- va SO_3^{2-} ionlarkonsentratsiyasi ayirmasi suvning natriyli qattiqligini ko'rsatadi. Suvning ishqoriyligi ham qattiqligi kabi mg-ekv/l yoki g-ekv/l birligida o'lchanadi.

Suvning oksidlanishi. Suvdagi organik hamda oson oksidlanadigan K_2SO_3 , H_2S va HNO_2 kabi anorganik moddalarning miqdori bilan tavsiflanadi. Oksidlanish suvning shartli ifodasi bo'lib, suvning bu xususiyatini aniqlashda kuchli oksidlovchi moddalar masalan, kaliy permanganat KMnO_4 , kaliy bixromat $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ va kaliy yodat $\text{K}_2\text{J}_2\text{O}_8$ eritmalari ishlatiladi. Suvning oksidlanishi 1 litr suvdagi oksidlanuvchi moddalarni oksidlash uchun sarflangan oksidlovchi moddalar miqdori bilan aniqlanadi va mg/l O_2 birligida ifoda qilinadi. KMnO_4 eritmasi

bilan asosan suv tarkibidagi oson oksidlanadigan anorganik birikmalarning miqdorini aniqlash mumkin. Masalan, KMpO_4 eritmasi ta'sirida suvdagi K_2SO_3 birikmasining oksidlanish reaksiyasi quyidagicha yoziladi:



KJO_4 eritmasi bilan asosan suv tarkibidagi qiyinroq oksidlanadig anorganik birikmalarning miqdori aniqlanadi. Masalan, bu eritma ta'sirida suv tarkibidagi sirka kislotasining SN_3SOON oksidlanish reaksiyasi quyidagicha yoziladi:



Suv tarkibidagi har xil organik va anorganik oksidlanuvchi moddalarning oksidlanishi uchun har xil miqdorda kislorod sarflanishi, hamda kislorod suvdagi barcha oksidlanuvchi moddalarning oksidlanishiga ayni bir vaqtda bir xil ta'sir etishi sababli sarflangan kislorod miqdori bilan suv tarkibidagi barcha oksidlanuvchi moddalarning umumiy miqdorini aniqlash mumkin.

Nazorat savollari

1. Tabiatda suvlarning turlari va hosil bo'lish jarayonlari qanday sodir bo'ladi?
2. Tabiiy suvlar tarkibida uchraydigan zarrachalarning farqi nimada?
3. Kolloid va ion dispers zarrachalar qanday moddalardan tashkil etadi?
4. Ion-molekulyar zarrachalarga qanday ximiyaviy moddalar kiradi?
5. Tabiiy suvlarni Ca va Mg kationlari bilan boyitadigan birikmalar va ularning suvda erish holatlari qanday?
6. Suvda karbonat va kremniy birikmalari qanday holatlarda uchraydi?
7. Tabiiy suvlarda organik birikmalari qanday holatlarda uchraydi?
8. Suvning sifat ko'rsatkichlari necha xil bo'ladi?
9. Suvning qattiqligi va ishqoriyligi qanday xarakterlanadi?
10. Suvning karbonatli va nokarbonatli qattiqligi qanday farq qiladi?

VII.BOB. ISSIQLIK ENERGETIKASIDI SUVNING ISHLATILISHI VA AHAMIYATI

Barcha mamlakatlarda xalq xo'jaligini va sanoat tarmoqlarini elektr energiyasi bilan ta'minlashda issiqlik hamda atom elektr stansiyalari (IES, AES) asosiy energiya manbalari hisoblanadi. IES lar ishlab chiqaradigan energiya turlariga qarab, kondensatsion elektr stansiyasi (KES) hamda issiqlik tarmoqli turbinali elektr markazlari (IEM) ga bo'linadi. KEM larda faqat elektr energiyasi ishlab chiqarilsa, IEM larda elektr energiyasi ishlab chiqarish bilan birgalikda ishlab chiqarish korxonalarini, zavod va fabrikalarni bug' bilan ta'minlash maqsadi ham ko'zda tutiladi.

Suv IESlarida bug' olish uchun asosiy texnologik xomashyo bo'lib, stansiyaning uzluksiz ishlashida eng ko'p miqdorda ishlatiladigan mahsulotdir. Sarflanadigan suv miqdori stansiya-dagi blok-lar quvvatiga bog'liq bo'ladi. Shuni takidlash lozimki, IESlarida turbina agregatiga yuborilayotgan bug'ning sifati va miqdori texnik ekspulatsiya me'yorlarida ko'rsatilganidek doimiy saqlanishi, energoblok quvvatini oshirishdagi muhim omillardan biri bo'lib hisoblanadi. Hozirgi davrda ko'pgina mamlakatlarda hamda jumxuriyatimizda yakka blok-lar quvvati 160, 200, 300, 500, 800 MVt bo'lgan yuqori quvvatli IESlari ishlab chiqarish korxonalarini, xalq xo'jaligini, sanoatni, shahar va qishloqlarni elektr energiyasi bilan uzluksiz ta'minlashda asosiy elektr manbalari hisoblansa, yuqori quvvatli issiqlik tarmoqli turbinali elektr markazlari, issiqlik ham elektr energiyasi bilan ta'minlanuvchi asosiy manbalardan bo'lib hisoblanadi.

IESlarining ishonchli va samaradorli ishlashi shu sohada ishlatilayotgan suv hamda ishlab chiqarilayotgan bug'ning kimyoviy tarkibiga va sifat ko'rsatkichlariga bog'liq. Ma'lumki, suv yaxshi erituvchi modda bo'lganligi sababli tarkibida turli xil moddalar erigan va erimagan holatlarida har xil miqdorda bo'ladi. IESlarida ishlatilayotgan suv tarkibida har xil kimyoviy moddalard qanchalik ko'p miqdorda bo'lsa, qurilmalarning uziuksiz ishlashida bug' hosil qiluvchi va issiqlik almashtiruvchi

quvirlarida zang va turli xil tarkibli tuzlarning qotmalari (nakip) hosil bo'lishi shunchalik ko'payadi.

Quvur devorlarida hosil bo'lgan bunday qatlamlarning issiqlik o'tkazuvchanlik xususiyati metallarnikiga nisbatan birmuncha kichik bo'lganligi sababli, zang va qatlamlar hosil bo'lishi natijasida birinchidan, quvurlar yuzasi torayib, ularning issiqlik o'tkazuvchanlik xususiyati va chidamliligi pasayadi, ikkinchidan, bug' qozonining bug' ishlab chiqarish quvvati kamayib, ishlash muddati qisqaradi hamda yoqilg'i ortiqqcha miqdorda sarflanadi.

Agar qozon suvi tarkibida har xil kremniy birikmalari hamda metall oksidlarining miqdori belgilab qo'yilgan me'yordan oshib ketsa, qozon qurilmalarida bug' olish jarayonida u moddalarning bug' fazasiga o'tishi ko'payib, turbina kuraklari devorlarida ularning tuz va qatlamlari hosil bo'ladi. Bu holat turbina quvvatining keskin kamayishiga hamda turbina parraklarining tez ishdan chiqishiga sabab bo'ladi.

Respublikamizda va boshqa mamlakatlarda yuqori quvvatli IESlarini uzoq yillar ishlatish tajribalari ko'rsatishicha, ularning suv va bug' bilan muloqatda bo'lgan uskunalarning ishonchli va samaradorli ishlashi suv tayyorlashning zamonaviy ratsional usullari asosida tayyorlangan qo'shimcha suvning va turbina kondensatining sifatiga hamda ularni ishlatishda ekipulatsiya me'yorlariga, kimyoviy nazoratni tashkil etishga to'la ravishda rioya qilishga bog'liq.

IESlarini sifatli suv bilan ta'minlashning asosiy vazifalari qo'yidagilardan iborat: bug' hosil qiluvchi va qizdiruvchi quvirlarda kalsiy, magniy birikmalari, temir oksidlari, va natriy kabi birikmalarning qatlamlari hosil bo'lishini keskin kamaytirish, bug' va suv bilan doimo muloqatda bo'lgan asosiy va qo'shimcha uskunalarning hamda issiqlik tarmoqlarining zanglashiga yo'l qo'yilmaslik, ularning uzoq muddat ishonchli va samarali ishlashini ta'minlash, yuqori quvvatli IESlari turbina kuraklarida qatlamlar hosil bo'lishiga yo'l qo'ymay, uning kamida 5000–600°C uzluksiz ishlashini ta'minlashdan iborat.

Bug' hosil qiluvchi va issiqlik almashtiruvchi quvurlarida zang va turli xil tarkibli tuzlarning qotmalari (nakip) hosil bo'lishi shunchalik ko'payadi.

Quvur devorlarida hosil bo'lgan bunday qatlamlarning issiqlik o'tkazuvchanlik xususiyati metallarnikiga nisbatan birmuncha kichik bo'lganligi sababli, zang va qatlamlar hosil bo'lishi natijasida birinchidan, quvurlar yuzasi torayib, ularning issiqlik o'tkazuvchanlik xususiyati va chidamliligi pasayadi, ikkinchidan, bug' qozonining bug' ishlab chiqarish quvvati kamayib, ishlash muddati qisqaradi hamda yoqilg'i ortiqqcha miqdorda sarflanadi.

Agar qozon suvi tarkibida har xil kremniy birikmalari hamda metall oksidlarining miqdori belgilab qo'yilgan me'yordan oshib ketsa, qozon qurilmalarida bug' olish jarayonida u moddalarning bug' fazasiga o'tishi ko'payib, turbina kuraklari devorlarida ularning tuz va qatlamlari hosil bo'ladi. Bu holat turbina quvvatining keskin kamayishiga hamda turbina parraklarining tez ishdan chiqishiga sabab bo'ladi.

Respublikamizda va boshqa mamlakatlarda yuqori quvvatli IESlarini uzoq yillar ishlatish tajribalari ko'rsatishicha, ularning suv va bug' bilan muloqatda bo'lgan uskunalarning ishonchli va samaradorli ishlashi suv tayyorlashning zamonaviy ratsional usullari asosida tayyorlangan qo'shimcha suvning va turbina kondensatining sifatiga hamda ularni ishlatishda ekipulatsiya me'yorlariga, kimyoviy nazoratni tashkil etishga to'la ravishda rioya qilishga bog'liq.

IESlarini sifatli suv bilan ta'minlashning asosiy vazifalari qo'yidagilardan iborat: bug' hosil qiluvchi va qizdiruvchi quvirlarda kalsiy, magniy birikmalari, temir oksidlari, va natriy kabi birikmalarning qatlamlari hosil bo'lishini keskin kamaytirish, bug' va suv bilan doimo muloqatda bo'lgan asosiy va qo'shimcha uskunalarning hamda issiqlik tarmoqlarining zanglashiga yo'l qo'yilmaslik, ularning uzoq muddat ishonchli va samarali ishlashini ta'minlash, yuqori quvvatli IESlari turbina kuraklarida qatlamlar hosil bo'lishiga yo'l quymay, uning kamida 5000–600°C uzluksiz ishlashini ta'minlashdan iborat.

IES va IEMlarida suv tayyorlash jarayonida quyidagi talablar bajarilishi zarur:

Birinchidan, kam iqtisodiy xarajat sarflab, suv va kondensatni texnik ekspulatsiya me'yorlari talabi darajasida tozalash;

Ikkinchidan, suv tayyorlash jarayonida chiqindi suvlarning toza suv havzalariga qo'shilishiga yo'l qo'ymaslik va bu suvlarni IES ning ehtiyoji uchun qayta ishlatish;

Uchinchidan, zamonaviy va arzon uskunalaridan foydalanib, suv tayyorlash qurilmalarining uzluksiz va samaradorli ishlashini ta'minlashdan iborat.

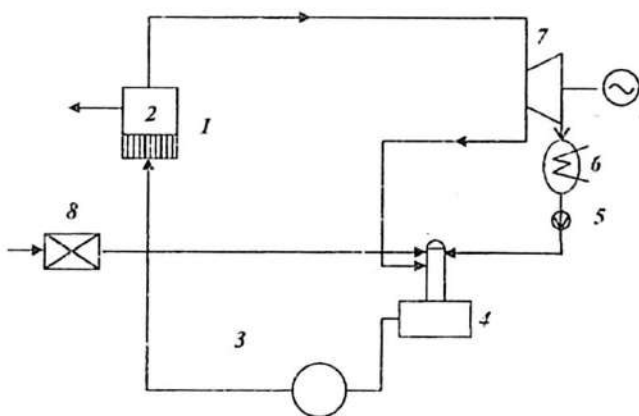
IESlarida suv asosan quyidagi maqsadlarda ishlatiladi:

a) bug' qozoni va bug' hosil qiluvchi boshqa uskunalarda bug' olish uchun asosiy texnologik xomashyo sifatida;

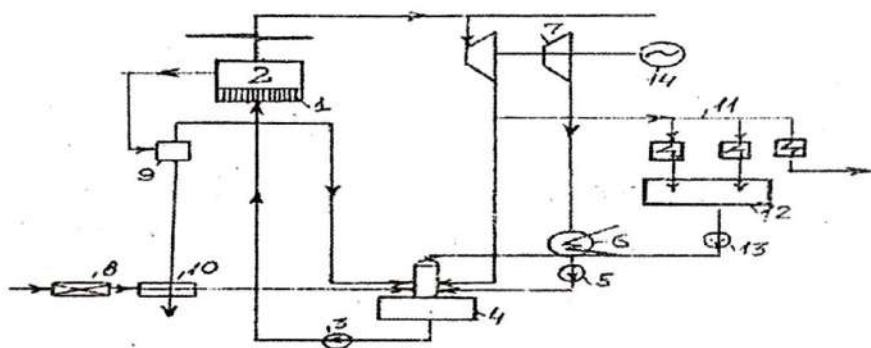
b) ishlatilgan bug'ni turbina kondensatorida kondensatsiya qilishda unda turli xil qurilmalarda sovutuvchi suv sifatida;

v) issiqlik tarmoqlarida issiqlik tashuvchi manba sifatida;

g) IESlarining yig'uvchi va ta'mirlovchi sexlarini hamda yig'ilgan, jihozlangan hamda ishlayotgan qurilmalarni kislota eritmasi bilan yuvish jarayonida bajariladigan barcha tadbirlarni suv bilan ta'minlash sohasida ishlatiladi.



2.1-rasmda. KES lar tizimida suv va bug'ning harakatlanish sxemasi



27- rasm. IEM lari tizimida suvning harakatlanish sxemasi

Bu sxemalarda 1 – ekonomayzer, 2 – bug‘ hosil qiluvchi va qozon kurilmasi, 3 – so‘rg‘ich, 4 – deaerator, 5 – kondensat so‘rg‘ichi, 6 – turbina kondensatori, 7 – bug‘ turibinasi, 8 –suv tozalash qurilmasi, 9 – bug‘ va suvni ajratuvchi qurilma, 10 – qo‘shimcha suv isitgichi, 11 – bug‘ talab qiladigan tashqi iste‘molchi manba, 12 – ishlatilgan kondensatni yig‘uvchi bak, 13 – tashqi iste‘molchi manbaning kondensat so‘rg‘ichi, 14 – generator.

IES larining uzluksiz ishlashi davrida uning qurilmalarida doimo ishlatiladigan va tashqi omillar ta‘sirida o‘zgarib, fizik hamda kimyoviy xossalar bilan bir-biridan farq qiladigan suvlar qo‘yidagicha nomlanadi: tabiiy suv manbalaridan so‘rg‘ichlar yordamida olinib, suv tozalash qurilmasi va elektr stansiyasining boshqa tarmoqlariga yuboriladigan tabiiy suv- datlabki suv (D_{ds}) deb, kimyoviy va termik usullarda tozalanib, elektr stansiyalarida isrof bo‘lgan bug‘ va kondensatning o‘rmini to‘ldirish uchun stansiyaga yuboriladigan kimyoviy toza suvni yoki distillatni qo‘shimcha suv (D_{qs}) deb, bug‘ geniratorida bug‘lanayotgan suvni qoplash uchun deaerator va yuqori bosimli qizdirgichlar orqali bug‘ qozoni ekonomayzeriga yuborilayotgan suvni bug‘ qozonining ta‘minot suvi (D_{ts}) deb, bug‘ qozonida uzluksiz bug‘ga aylanayotgan suv qozon suvi (D_{qs}) deb ataladi. Turbina kondensatorida bug‘ning konensiyalanishidan hosil bo‘lgan suvni

turbina kondensati (D_{tk}) deyiladi. Turbina kondensati KESlarida bug' qozonlariga berilayotgan ta'minot suvning asosiy qismini tashkil etib, tarkibida mineral moddalar miqdori ko'p bo'lmaydi. Bug' talab qiladigan tashqi iste'molchi manbalarda ishlatilgan bug'ning suvga aylanib, stansiyaga qaytayotgan qismi qaytarib yuoriladigan kondensat (D_{qk}) deyiladi.

Bug' qozonlarida qozon suvining va boshqa bug' hosil qiluvchi apparatlarda bug'ga aylanuvchi suvning umumiy tuz miqdorini belgilangan me'yorda saqlash uchun ulardan uzluksiz yoki davriy ravishda chiqarilib turiladigan suvni konsentrat yoki haydaladigan suv (D_{hs}) deyiladi. Ishlatilgan bug'ni suvga aylantirish uchun turbina kondensatoriga beriladigan suvning sovutuvchi suvni (D_{ss}) deyiladi.

IES larining uzluksiz ishlash jarayonida stansiyaning issiqlik tarmoqlarida, tashqi iste'molchi manbalarida bug' va kondensatning ma'lum miqdori isrof bo'ladi ya'ni yo'qoladi. Bunday isroflanish IESlarining asosan quyidagi uskunalarida: bug' qozonida, turbina agregatida, deaeratorida, kondensator so'rg'ichlarida hamda yuqori bosim va haroratda ishlaydigan bug' va suv qizdirgichlarida sodir bo'ladi. KESlarda yuqorida qayd etilgan uskunalar me'yorida ishlashida bug' va kondensatning yo'qolgan miqdori bug' qozonida ishlab chiqarilayotgan bug' miqdorining 1–3 %ini tashkil qiladi. Bu yo'qolgan bug' va kondensatning o'rnini to'ldirish uchun suv tozalash qurilmalaridan stansiyaga doimiy ravshda yuqori darajada tozalangan qo'shimcha suv yuborilib turiladi.

KESlarida bug' qozoniga yuborilayotgan ta'minot suvining miqdori qo'yidagicha ifoda qilinadi:

$$D_{ts} = D_{tk} + D_{qs}, (t/soat)$$

Bu yerda D_{ts} – ta'minot suvining miqdori, $t/soat$, D_{tk} – turbina kondensatining miqdori, $t/soat$, D_{qs} – qo'shimcha suvning miqdori, $t/soat$.

Agar KES larida qo'shimcha suvning miqdori 1–3% atrofida bo'lsa, bunday stansiyalarda ta'minot suvining asosiy qismini turbina kondensati tashkil etadi. Bu holda ta'minot suvining tuz miqdori quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$a_{ts} = \frac{D_{TK}}{D_{TS}} \cdot a_s + \frac{D}{D_{TS}} \cdot a_{ks}$$

Bu yerda: a_{ts} — ta'minot suvining tuz miqdori g/t;

a_{tk} — turbina kondensatining tuz miqdori g/t;

a_{qs} — qo'shimcha suvning tuz miqdori, g/t;

KES larida qo'shimcha suv miqdori turbina kondensati miqdoridan bir muncha kam bo'lishi sababli D_{ts} — ning tuz miqdori oshishi asosan D_{tk} — ning tuz miqdoriga bog'liq bo'ladi.

IEM larining uzliksiz ish davrida bug' va kondensatning yo'qolishi ikki tomonlama, ya'ni stansiya ichidagi uskunalarda hamda bug' yuboriladigan tashqi iste'molchilarda sodir bo'ladi. Bu iste'molchi manbalarda yo'qolgan suv va kondensat miqdori bug' berilayotgan tashqi iste'molchi manbalar va uskunalarining texnologik konstruksiyasiga, ularning ishonchli ishlashiga hamda ularda ishlatilayotgan bug' miqdoriga bog'liqdir.

2.1-rasmda ko'rsatilganidek, IEMlarida suv ikki xil yopiq kontur bo'ylab, harakatda bo'ladi:

- birinchi konturda turbina kondensatori orqali to'g'ri deaeratorga,

- ikkinchi konturda esa ko'p tarmoqli turbinadan olingan bug' tashqi ishlab chiqarish manbalarda ishlatilgandan so'ng ifloslangan kondensatni tozalovchi maxsus qurilmalarda yuqori darajada tozalangandan so'ng deaeratorga yuboriladi.

IEMlarida bug' qozoniga yuborilayotgan ta'minot suvining sarfi quyidagicha ifodalanadi:

$$D_{ts} = D_{tk} + D_{qs} + D_{qk} + D_{gk} \text{ (t/soat) yoki (kg/sek)}$$

Bu yerda: D_{qk} — tashqi manbadan har soatda stansiya qaytayotgan kondensat miqdori, t/soat. D_{tk} — bug' qozoni kengaytirgichdan har soatda stansiya qaytayotgan bug' miqdori t/s.

IEMlarining tashqi va ichki manbalarida bug' va kondensatning yo'qolgan miqdori KESlaridagiga qaraganda bir muncha ko'p bo'ladi. Bunday turdagi stansiyalarning tashqi manbalarida yo'qolgan bug' va kondensat miqdori qancha ko'p bo'lsa, uning

o'rini to'ldirish uchun suv tozalash qurilmalarida tozalanadigan suv miqdori ham Shuncha ko'p bo'ladi.

Ba'zi ishlab chiqarish korxonalarining IEMlarida tashqi iste'molchi manbalardan stansiyaga qaytayotgan kondensat nihoyatda ifloslangan bo'lib, uning ifloslik darajasi hatto tabiiy suvning ifloslik darajasidan ham yuqori bo'ladi. Bunday kondensatni qo'shimcha suv darajasida tozalash uchun bir muncha murakkab suv tozalash usullari talab qilinishi hamda ularni tozalashda sarflanadigan iqtisodiy mablag' tabiiy suvlarni tozalashga qaraganda bir muncha ko'p bo'lishi sababli, suv tanqisligi katta bo'lmagan stansiyalarda bunday kondensatlarni yuqori darajada tozalash talab qilinmaydi va ular chiqindi suvlarni tozalovchi maxsus qurilmalarda tozalanib, stansiyada boshqa maqsadlar uchun ishlatiladi. Bunday turdagi stansiyalarda yo'qolgan kondensat o'rni asosan qo'shimcha suv bilan qoplanishi sababli ta'minot suvining asosiy qismi qo'shimcha suvdan iborat bo'ladi. Shu sababli IEMlarida ta'minot suvi tuz miqdori o'zgarishi KESlardagi kabi faqat turbina kondensati tarkibiga bog'liq bo'lmay, asosan, qo'shimcha suvning tuz miqdoriga bog'liq bo'ladi.

IEMlarida ta'minot suvining tuz miqdori quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$a_{ts} = \frac{D_{TK}}{D_{TS}} \cdot a_{TK} + \frac{D_{KS}}{D_{TS}} \cdot a_{Kc} + \frac{D_{KK}}{D_{TS}} \cdot a_{Kk} + a_{GK} \frac{D_{KV}}{D_{TS}} \text{ g/t}$$

Bu yerda: $a_{q,k}$ – stansiyaga tashqi iste'molchidan qaytayotgan kondensatning tuz miqdori, g/t., $a_{b,k}$ – bug' kengaytirgichdan olingan bug'ning tuz miqdori, g/t.

7.1. Issiqlik elektr stansiyalarida ishlatiladigan suvning ifloslanish sabablari

IESlarning uzluksiz ish jarayonida, doimiy harakatda bo'lgan bug' va kondensatning tarkibi tobora yomonlashib, uning ifloslik darajasi ekspluatatsiya me'yorlarida belgilanib qo'yilgan miqdordan oshib ketadi buning natijasida issiqlik almashtirgich sirtlarda har xil qatlamlar ajralib chiqish hollari tezlashadi. IES va

IEMLarida uzluksiz davriy harakatda bo'lgan suv va bug'ning ifloslanishi quyidagi sabablarga ko'ra sodir bo'ladi.

a) kondensatorlarda sovutuvchi suvning kondensator quvurlari orqali turbina kondensatiga so'rilishi;

b) past va yuqori bosimli issiqlik almashtirgichlarda ta'minot suviga havo so'rilishi;

v) turbina kondensatiga yoki ta'minot suviga yuqori darajada tozalanmagan distillat yoki suv tozalash qurilmalarida talab qilinadigan me'yorgacha tozalanmagan suvning qo'shilishi;

g) issiqlik ta'minotli turbinalarda turbina kondensatiga tashqi manbalardan qaytayotgan ifloslangan kondensatning qo'shilishi kabi omillar natijasida sodir bo'ladi.

Bu omillarning qanchalik darajada bug' va kondensat ifloslanishiga ta'sir etishi IES va IEMlari turlariga va asosiy uskunalarning samaradorli hamda ishonchli ishlashiga bog'liq.

Kondensatorlarda sovutuvchi suvning kondensatlanayotgan bug'ga so'rilishi asosan sotuvchi suv bosimining kondensatlanayotgan bug' bosimiga qaraganda yuqoriligi hamda sovutkich turbinalari ikki tomonlama zanglashidan quvurlarda har xil kattalikdagi tirqishlar hosil bo'lishi, natijasida sodir bo'ladi. Shuni ta'kidlash lozimki, kondensatorning uzluksiz ishlashi jarayonida sovutuvchi suvning turbina kondensatiga so'rilishi barcha IES va IEMlarda sodir bo'ladigan holatdir.

Shu sababli so'rilgan suv miqdori kondensatlanayotgan bug' miqdorining 0,001–0,003% dan katta bo'lmasa, bunday holat stansiya uchun me'yori holat hisoblanadi, kondensator quvurlarining zanglashi natijasida ularda makrotirqishlar hosil bo'lsa, so'rilgan suv miqdori me'yoridagi holatidan 10–20 marta (0,01–0,02%) ko'p bo'lishi mumkin. Agar kondensator quvurlaridan biri yorilib, undan o'tayotgan suv turbina kondensatiga butunlay qo'shilayotgan bo'lsa, so'rilayotgan suvning miqdori me'yoridagi holatidan 200 marta (0,2%) ko'p bo'ladi. Bunday holda, turbina kondensatining so'rilgan suv va havo hisobiga ifloslanishi asosan sovutuvchi suv tarkibiga bog'liq bo'ladi.

Agar kondensatorda sovutuvchi suv sifatida minerallasgan anhor yoki daryo suvlari ishlatilsa, turbina kondensatiga soʻrilgan suv bilan asosan Ca va Mg birikmalari qushiladi. Aksincha yuqori minerallasgan dengiz yoki koʻl suvlari ishlatilsa, turbina kondensati tarkibida yuqoridagi birikmalar bilan birgalikda Na birikmalari hamda kalloid va organik birikmalarning miqdori ham yuqori boʻladi.

IESlarida bugʻ va kondensatning ifloslanish darajasini kamaytirish uchun quyidagi talablarga amal qilish zarur.

– IESlarning yuqori harorat va bosimda ishlaydigan asosiy va qushimcha qurilmalarining bugʻ va kondensat oʻtadigan qismlarini zanglashga chidamli metallardan tayyorlash;

– bugʻ va suv taʼsirida boʻlgan kondensator quvurlarini hosil boʻlgan qatlamlardan vaqtida, sifatli tozalash;

– turbina kondensatiga soʻriladigan suv miqdorini keskin kamaytirish;

– bugʻ hosil qilib, distillat oluvchi qurilmalardan, stansiyaga yuboriladigan distillat sifati, doimo talab qilinadigan meʼyorda boʻlishini taʼminlash;

– suv tozalash qurilmalarida stansiyaga yuborilayotgan qushimcha suvning sifati va koʻrsatkichlari doimo belgilangan meʼyorda boʻlishi;

– tashqi manbalardan stansiyaga qaytayotgan kondensatni kondensat tozalovchi qurilmalarda talab qilingan meʼyorda tozalangandan soʻng stansiyaga yuborish.

– bugʻ qozonlarida qozon suvining uzluksiz bugʻga aylanishi jarayonida uning tuz miqdori koʻpayishini ruxsat etiladigan meʼyordan oshmaslik holatini taʼminlash kabi omillar, stansiyada doimiy harakatda boʻlgan suv va bugʻning ifloslanish darajasini keskin kamaytiradi hamda stansiyadagi uskunalarning uzoq muddat samarali va ishonchli ishlashini taʼminlaydi.

Nazorat savollari

1. IES larining turlari va bug' ishlab chiqarishda suvning ahamiyati nimadan iborat?
2. IES larda suv tayyorlash jarayonida qanday talablar bajarilishi zarur?
3. KES va IEM larida suv va bug'ning davriy aylanishi qanday farq qiladi?
4. IES larida ishlatiladigan suvlar qanday nomlanadi?
5. KES va IEM ning ishlash jarayonlarida yo'qotiladigan suv va bug'ning miqdori nimalarga bog'liq?
6. KES va IEM larida suv balansi tenglamasi qanday farq qiladi?
7. IES larida harakatda bo'lgan suv va bug'ning ifloslanish sabablari?
8. IES larida bug' va kondensatning ifloslanishini kamaytirishda qanday talablar bajarilishi zarur?
9. Qurilmalarni zanglashdan saqlash usullari nimalardan iborat?

VIII. BOB. ISSIQLIK ELEKTROSTANSIYALARIDA SUVNI DAG'AL VA KOLLOID ZARRACHALARDAN TOZALASH

IESlarida bloklar soni qancha ko'p bo'lib, bug' qozonining unumdorligi qancha yuqori bo'lsa, bug' ishlab chiqarish uchun shuncha ko'p miqdorda suv zarur bo'ladi. Suvga bo'lgan bunday ehtiyojni to'la ta'minlash uchun tarkibi birmuncha toza bo'lgan yer osti va atmosfera suvlari yetarli bo'lmaydi. Shu sababli IESlarini suv bilan ta'minlashda asosan daryo, anhor va ko'l suvlari ishlatilishi. I- bobda ta'kidlangan edi. Ammo bunday suvlar tarkibi xil kimyoviy va mexanik moddalar ko'p miqdorda bo'lishi sababli IESlarida ularni tozalash uchun murakkab sxemali hamda unumdorligi yuqori bo'lgan suv tozalash qurilmalari zarur bo'ladi.

Suv tozalash qurilmalari sxemalarini va bu qurilmalarda ishlatiladigan uskunalarni tanlash, stansiyada tozalanadigan tabiiy suvning kimyoviy tarkibiga va suvni qay darajada tozalash zaruratiga bog'liqdir.

Suv tozalash texnikasi sohasida tabiiy suvlarni tarkibidagi dag'al, kolloid va ion zarrachalardan kimyoviy tozalash ikki xil usulda olib boriladi. Birinchi usulda suvga alyuminiy sulfat $/Al_2(SO_4)_3/$, temir sulfat $/FeSO_4/$, ohak $/CaO/$, soda $/Na_2SO_3/$, ishqor $/NaOH/$, natriy fosfat $/Na_3PO_4/$ kabi birikmalarning eritmasi qo'shib, cho'kma hosil qilish yo'li bilan tozalanadi. Suvga bunday reagentlar qo'shilganda suv dag'al va kolloid zarrachalardan tozalanib, tarkibidagi ba'zi ion zarrachalarning konsentratsiyasi ham qisman kamayadi.

Ikkinchi usulga suvni ionitlar yordamida tozalash kiradi. Ionitlar suv tarkibidagi ionlar konsentratsiyasini yuqori darajada kamaytirish qobiliyatiga ega bo'lgan moddalardir. Ular yordamida suvni har qanday ekspluatatsiya ma'yorlarida belgilab qo'yiladigan darajagacha tozalash mumkin. Shu sababli, ionitlar IESlarida qo'shimcha suv tayyorlash va turbina kondensatini tozalashda hamda issiqlik tarmoqlari uchun suvni yumshatishda keng miqyosda qo'llaniladi.

8.1. Kolloid zarrachalarning xossalari

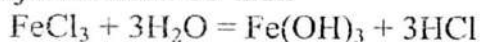
Tabiiy suvlarda uchraydigan bir xil moddalarning kolloid dispers zarrachalari bir xil qutbda zaryadlangan bo'lib, bunday zarrachalar bir-birini elektrostatik kuch ta'sirida itarib turadi. Shu sababli suvdagi bunday zarrachalar erkin holatda cho'kishga qarshi agregat barqarorlikka ega bo'lgan zarrachalar hisoblanadi. Agregat barqarorlikka ega bo'lgan moddalar deb, uzoq vaqt davomida o'zining dispers holatini saqlab turadigan moddalarga aytiladi. Kolloid zarrachalarning o'lchami ancha kichik bo'lganligi uchun bu zarrachalar suvda tartibsiz va to'xtovsiz harakatda bo'ladi. Bunday holatni tarkibidakolloid zarrachalar bo'lgan suvni ultramikroskop orqali tekshirib, ishonch hosil qilish mumkin. Chunki suvdagi kolloid zarrachalarni oddiy mikroskop bilan ko'rib bo'lmaydi. Ular filtr hog'oz teshiklaridan o'tib ketadi, lekin o'simlik yoki hayvon organizmidagi membranalaridan o'tmaydi. Kolloid sistemalarning dispers fazalari dispersion muhitdan ma'lum sirtlar bilan ajralgan mustaqil fazani tashkil etadi. Shuning uchun kolloid sistemalar mikroeterogen sistemalar deyiladi.

Suvdagi har qanday moddalarning kolloid zarrachalari barqaror bo'ladi. Ularning barqarorligi kimyo kursidan ma'lum bo'lishicha, kolloid zarracha sirti katta moddadan tashkil topgan yadro bo'lganligi uchun bunday zarrachalarda adsorbsiya xususiyati katta bo'ladi. Shuning uchun bunday yadroga suvdagi ionlar oson yopishadi, ya'ni yadro atrofiga adsorbsiyalanadi. Natijada kolloid zarrachalarning yadrosi juda ko'p atom yoki molekulalardan iborat betaraf moddaga aylanadi va uning atrofini adsorbsiyalangan ionlar qurshab oladi, bu adsorbsiyalangan ionlar kolloid zarrachalarning barqaror – mustahkamligini ta'minlayadi.

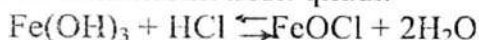
Yadro va adsorbsiyalangan ionlar birgalikda granula deb ataladi. Granula adsorbsiyalangan ionlar hisobiga ma'lum zaryadga ega bo'lgani uchun uning atrofiga qarama-qarshi zaryadli ionlar yig'iladi: lekin bu ionlar yadroga zaifroq tortilib turadi va dispersion muhitning bir qismini tashkil qilib, kolloid zarrachalarning diffuzion qavatini tashkil qiladi. Granula va uning atrofiga tortilib turgan qarama-qarshi ionlardan iborat bo'lgan

sistema mitsella deb ataladi. Kolloid zarrachalarning zaryadi har doim granula zaryadi bilan ifodalanadi.

Misol tariqasida $\text{Fe}(\text{OH})_3$ kolloid zarrachaning suvdagi mitsella ko'rishini ko'rib chiqaylik. Bunday kolloid zarrachalar FeCl_3 , $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_3$ kabi suvda eruvchan birikmalarning gidrolizlanishi natijasida hosil bo'ladi:



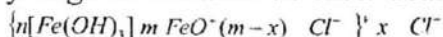
Hosil bo'lgan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ suvdagi NSI bilan reaksiyaga kirishib, FeOCl birikmasini hosil qiladi.



Hosil bo'lgan FeOCl molekulari suvda FeO va Cl ionlariga dissotsillanadi:

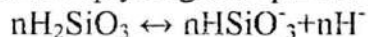


Natijada bir necha $\text{Fe}(\text{OH})_3$ molekulalardan tashkil topgan yadro atrofida FeO^+ va qisman Cl^- ionlaridan tashkil topgan – adsorbsiyalangan musbat qavat /granula/ va bu qavatni qurshab olgan Cl^- ionlaridan iborat diffuzion qavat hosil bo'lib, mitsellaning barqarorligini ta'minlaydi. Bunday holatda $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ning mitsellasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi: Granula



yadro adsorbsion qavat dif. qavat
mitsella

Bu sistemada $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ning kolloid zarrachasi granula zaryadi bilan xarakterlanib, musbat holatda bo'ladi. Yana bir misol tariqasida kremniy kislotasi kolloid zarrachasining suvdagi mitsella tuzilishini ko'rib chiqaylik. Tabiiy suvlarda kremniy birikmalari SiO_2 va H_2SiO_3 holatda bo'ladi, deb faraz qilsak, H_2SiO_3 molekulasida suvda quyidagicha qisman dissotsiatsiyalanadi:



Bu sistemada kolloid zarrachaning yadrosi SiO_2 molekulalaridan tashkil topadi va uning mitsellasi quyidagicha ko'rinishda bo'ladi:



yadro adsorbsion qavat diffuzion qavat

Suvda bunday kolloid zarrachalar manfiy zaryadlangan bo'ladi.

8.2. Kolloid zarrachalarning koagulyatsiyasi

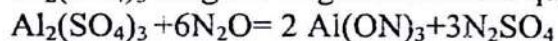
Suv tozalash texnikasida suvni kolloid dispers holatdagi zarrachalardan tozalash, suvni koagulyatsiyalash deyiladi. Koagulyatsiyalash deganda suvdagi juda kichik zarrachalarning molekulyar tortishish kuchlari ostida bir-biriga birikib, kattalashishi tushuniladi. Koagulyatsiya jarayoni shu zarrachalarning kattalashib, parchalar (xlopya) hosil qilishi va u parchalar bir-biri bilan yopishib, suvdan ajralib cho'kish bilan yakunlanadi. Bu holat asosan suvdagi zarrachalarning disperslik darajasi kamayishi natijasida suvda makrofazalar hosil bo'lishi bilan sodir bo'ladi. Bunday makrofazalar hosil bo'lish mexanizmi zarrachalarning kristallanish jarayonidan tubdan farq qiladi. Kristallanish bu bir xil ion yoki molekulalarning o'zaro kimyoviy bog'lanib, kristall panjaralar hosil qilib kattalashishiga aytiladi.

Koagulyatsiya natijasida makrofazalar hosil bo'lishi esa bir xil ion yoki molekulalarning birikishidan hosil bo'lmay, balki turli xil kolloid zarrachalarning o'zaro birikishidan hosil bo'ladi.

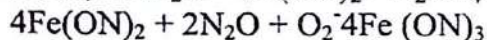
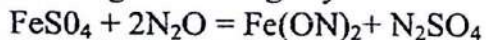
Suvdagi kolloid zarrachalarni kogulyatsiyalash uchun suvga har xil kimyoviy reagentlar qo'shiladi. Bunday kimyoviy reagentlar kimyoviy koagulyantlar deb, koagulyatsiya jarayonini tezlashtirib, makrofazalar hosil bo'lishiga sababchi bo'lgan moddalar esa koagulyatorlar deb ataladi.

Suv tozalash texnikasida koagulyant moddalar sifatida eng ko'p qo'llanadigan moddalardan alyuminiy sulfat $Al_2(SO_4)_3$, temir sulfat $FeSO_4$ va temir xlorid $FeCl_3$ kabi texnik tuzlardir. Bu tuzlar suvda gidrolizlanishi natijasida amfolit xususiyatiga ega bo'lgan koagulyatorlar, ya'ni alyuminiy gidrooksidi: $Al(ON)_3$ va temir gidrooksidi $Fe(ON)_3$ hosil bo'ladi.

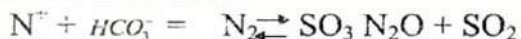
$Al_2(SO_4)_3$ ning suvda gidrolizlanishi quyidagicha boradi:



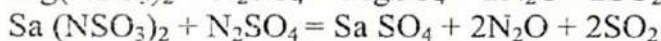
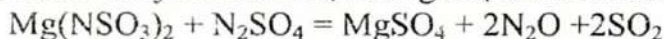
$FeSO_4$ ning suvda gidrolizlanishi natijasida esa avval temir /II/ gidrooksidi $Fe(ON)_2$ hosil bo'lib, so'ng hosil bo'lgan $Fe(ON)_2$ ishqoriy muhitda, ya'ni $rN > 8$ bo'lganda suvdagi O_2 yordamida temir /III/ gidrooksidiga aylanadi.



Yuqoridagi reaksiyalardan ko'rinadiki, koagulyant moddalarning gidrolizlanishi natijasida N_2SO_4 kislatasi, $FeCl_3$ ishlatilganda esa NCl kislotasi hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan bu kislotalar agar suvda HCO_3^- ionlari bo'lmasa, suv kislotaligini oshiradi. HCO_3^- ionlari bo'lgan, holda kislotaning N^+ kationlar suvdagi HCO_3^- ionlar bilan reaksiyaga kirishib, o'zaro betaraflanishi natijasida suvning bikarbonatli ishqoriyligi kamayib, tarkibida SO_2 ning miqdori birmuncha oshadi.



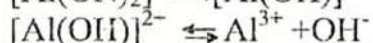
Agar HCO_3^- ionlari suvdagi $Sa(NSO_3)_2$ yoki $Mg(NSO_3)_2$ birikmalari holatida bo'lsa, bu moddalar koagulyantlarning gidrolizlanishi natijasida hosil bo'lgan kislotalar bilan reaksiyaga kirishishi natijasida $SaSO_4$ va $MgSO_4$ tuzlari hosil bo'ladi.



Bu tuzlar suvning nokarbonatli qattiqligini oshiradi.

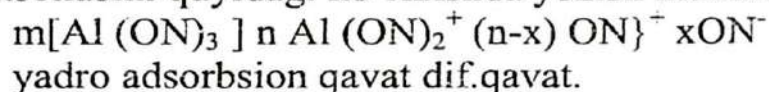
Suvga koagulyant qo'shib, kolloid zarrachalarni cho'ktirishda koagulyatsiya jarayonining borishi suvdagi N^+ ionlari konsentratsiyasiga, suvning pH iga, haroratiga, koagulyant dozasi, hamda suvdagi loyqa moddalarning ko'p yoki kamligiga bog'liq bo'ladi.

Suvda $Al(SO_4)_3$ va $FeSO_4$ kabi koagulyant moddalarning gidrolizlanishi natijasida hosil bo'lgan $Al(ON)_3$ yoki $Fe(ON)_3$ moddalar amfolit moddalar bo'lganligi uchun suvning rN qiymatiga qarab, bu gidrooksidlar ikki xil dissotsiatsiyanadi. Masalan, suvning rN qiymati 7 dan kichik bo'lsa /kislotali muhit/, $Al(ON)_3$ quyidagi reaksiyalar asosida ishqoriy dissotsiatsiyanadi:

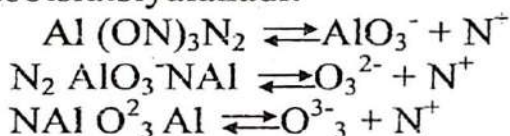


$Al(ON)_3$ uch valentli birikma bo'lganligi uchun dissotsiatsiyanishi uch bosqichda boradi. Birin-ketin bunday dissotsiatsiyanish natijasida ionlarga ajralish jarayoni eng birinchi bosqich bo'yicha kuchli boradi, ikkinchi va uchinchi

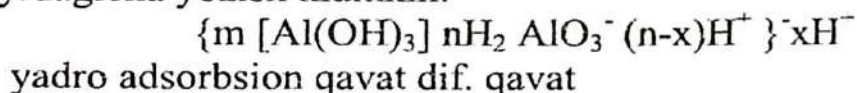
bosqichlarda ajralish jarayoni birmuncha kamroq bo'ladi va kam ionlar hosil bo'ladi. Kislotali muhitda suvda $\text{Al}(\text{ON})_3$ ning bunday disosionlanishi natijasida $\text{Al}(\text{ON})_2^+$, $\text{Al}(\text{ON})^{2+}$, Al^{3+} va ON^- ionlari hosil bo'ladi. Natijasida kolloid zarrachaning yadrosi $\text{Al}(\text{ON})_3$ molekulalaridan tashkil topib, bu yadro atrofida $\text{Al}(\text{ON})_2^+$, $\text{Al}(\text{ON})^{2+}$, Al^{3+} va qisman ON^- ionlaridan tashkil topgan adsorbsion qavat hosil bo'ladi. Bunday kolloid zarrachalarning diffuzion qavati ON^- ionlaridan tashkil topadi va hosil bo'lgan kolloid zarrachaning granulatsiya musbat zaryadlangan bo'ladi. Agar kolloid zarrachaning adsorbsion qavati faqat $\text{Al}(\text{ON})^{2+}$ va qismi ON^- ionlaridan hosil bo'lgan bo'lsa, bunday kolloid zarrachaning mitsellasini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:



Aksincha, suvning qiymati 7 dan katta bo'lsa ya'ni ishqoriy muhitda $\text{Al}(\text{ON})_3$ quyidagi reaksiyalar asosida kislotali dissotsiatsiyalanadi:



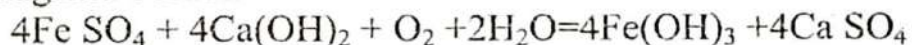
Bu reaksiyalarda ham yuqoridagi kabi ikkinchi va uchinchi bosqichlarda ionlarga ajralish jarayoni birinchi bosqichga nisbatan birmuncha kamroq boradi. Ishqoriy muhitda N^+ va N_2AlO_3^- , NAlO_3^{2-} , AlO_3^{2-} ionlari hosil bo'lishi natijasida kolloid zarrachaning $\text{Al}(\text{ON})_3$ molekulalaridan tashkil topgan yadrosi atrofida adsorbsion qavat N_2AlO_3^- , NAlO_3^{2-} , AlO_3^{2-} va qisman N^+ ionlaridan iborat bo'ladi. Kolloid zarrachaning diffuzion qavati esa N^+ ionlaridan tashkil topadi. Bunday holatdagi kolloid zarrachaning granulatsiya manfiy zaryadlangan bo'ladi. Agar adsorbsion qavat faqat NAlO_3^{2-} va qisman N^+ ionlaridan hosil bo'lsa, bunday kolloid zarrachaning mitsellasini ishqorli muhitda quyidagicha yozish mumkin:



Keltirilgan reaksiyalardan ko'rinadiki, suvning ishqoriy yoki kislotali holatlari qancha katta bo'lsa, $\text{Al}(\text{OH})_3$ ning

dissotsiatsiyalanish darajasi ham shuncha katta bo'lib, shuncha ko'p ionlar hosil bo'ladi. Bu ionlar ta'sirida hosil bo'lgan alyuminiy birikmasi kolloid zarrachalari rN ning 7 dan katta qiymatlarida ham elektr zaryadiga ega bo'lganligi uchun suvdagi kolloid zarrachalar alyuminiy mitsellasiga qo'shib, kattalashib, katta zarrachalarga, ya'ni parchalarga aylanishi sodir bo'lmaydi. Agar suvning qiymati 6–8 oralig'ida bo'lib, ya'ni betaraf muhit bo'lsa, suvdagi $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ning gidrolizlanishi natijasida hosil bo'lgan $\text{Al}(\text{OH})_3$ birikmasi deyarli dissotsiatsiyalanmaydi. Betaraf muhitda $\text{Al}(\text{OH})_3$ izoelektrik holatda bo'lganligi uchun zarrachalari musbat yoki manfiy zaryadga ega bo'lmaydi. Izoelektrik holatda bo'lgan $\text{Al}(\text{OH})_3$ molekulalari sirti faol moddalar bo'lgani uchun uning atrofiga suvdagi har xil kolloid moddalar yopishishi natijasida ular kattalashib, suvda katta-katta parchalar hosil qiladi va suvdan ajralib cho'kadi.

Suvni kolloid zarrachalardan tozalash uchun koagulyant sifatida $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ moddasi qo'llanilganda, suvning rNi 9–10 atrofida bo'lishi kerak, chunki betaraf muhitda FeSO_4 ning gidrolizlanishidan hosil bo'lgan $\text{Fe}(\text{OH})_2$ birikma $\text{Fe}(\text{OH})_3$ birikmasiga oksidlanmaydi. Shu sababli suvga Fe_2SO_4 qo'shib, koagulyatsiyalash jarayonida suvini 9–10 ga keltirish uchun suvga $\text{Ca}(\text{ON})_2$ eritmasi qo'shiladi. Qo'shilgan $\text{Ca}(\text{ON})_2$ $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ni $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ga oksidlash bilan birgalikda suvdagi Ca^{2+} va Mg^{2+} kationlarining konsentratsiyasini ham kamaytirib, suv qattiqligini pasaytiradi. $\text{Ca}(\text{ON})_2$ ta'sirida $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ning hosil bo'lishi quyidagicha boradi:



Shu sababli suv tozalash texnikasida FeSO_4 tuzi koagulyant sifatida suvni ayni bir vaqtda kolloid zarrachalardan tozalash hamda reagent qo'shib yumshatish zarur bo'lgan hollarda ishlatiladi. Bunday sharoitda hosil bo'lgan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ birikmasi suvdagi kolloid zarrachalarning koagulyatsiyasini tezlashtirib, ularning katta-katta parchalari hosil bo'lishini to'la ta'miniyaydi.

Hosil bo'lgan parchalarning suvdan ajralib chiqish tezligi ularning katta-kichikligiga va zichligiga bog'liq: qancha katta hajmdagi parchalar hosil bo'lib, ularning zichligi qancha katta

bo'lsa, bunday parchalar suvdan shuncha tez va to'liq ajralib, suv tagiga tezroq cho'kadi.

Agar bu ikki $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ va FeSO_4 tuzlarini koagulyant sifatida bir-biriga taqqoslasak FeSO_4 tuzi quyidagi afzalliklarga ega:

1) FeSO_4 tuzi ishlatilganda koagulyatsiya jarayonini suvning tabiiy haroratida olib borish mumkin, ya'ni qizdirish talab qilinmaydi. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ tuzi ishlatilganda esa suv harorati $35-40^\circ\text{C}$ bo'lishi zarur bo'lganligi sababli suvni qizdirish talab etiladi, chunki tabiiy suvning o'rtacha harorati $15-20^\circ\text{C}$ dan yuqori bo'lmaydi.

2) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ kolloid sistemasining cho'kish tezligi $\text{Al}(\text{OH})_3$ kolloid sistemasi cho'kish tezligidan birmuncha yuqori, bunga sabab, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ning zichligi $\text{Al}_2(\text{OH})_3$ ning zichligidan 1,5 marta kata ekanligidir, ya'ni $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ning kolloid parchalari $\text{Al}(\text{OH})_3$ nikiga qaraganda 1,5 marta tezlikda cho'kadi. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ning bu xususiyati suv tozalash texnikasida texnologik jarayonlarni tezlashtirib, suvning tindirgichlarda tinish vaqtini birmuncha qisqartiradi.

3) FeSO_4 tuzi ishlatilganda koagulyant dozasi suvning har litriga 0,1–0,5 mg.ekv miqdorda, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ishlatilganda esa koagulyant dozasi 0,5–1 mg.ekvoralihida, ya'ni ikki marta ko'p miqdorda olinadi. Eksploatatsiya sharoitida suvga qo'shiladigan koagulyant dozasi har kuni laboratoriya sharoitida tajriba asosida aniqlanadi.

FeSO_4 tuzining bunday afzalliklari bilan birgalikda, uning asosiy kamchiligi, ya'ni koagulyatsiya jarayoni bu tuzishtirokida olib borilganda suvni 9–10 oralig'ida bo'lishini ta'minlash uchun suvga qo'shiladigan $\text{Sa}(\text{ON})_2$ suv tarkibida Sa^{2+} kationlarining konsentratsiyasini oshiradi. Shu sababli, reagent qo'shib, umumiy qattiqligini kamaytirish talab qilinmaydigan suvlarni koagulyatsiya qilish uchun koagulyant sifatida $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ tuzini ishlatish tavsiya etiladi.

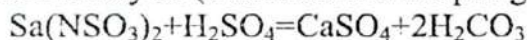
Keyingi vaqtlarda suv tozalash texnikasida koagulyant sifatida yuqorida qayd etilgan koagulyant moddalardan tashqari alyuminiy oksid ([$\text{Al}_2(\text{OH})_5$] $\text{Cl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) va alyumi natriy (NaAlO_2) kabi moddalar ham keng qo'llanilmoqda. Bu moddalar ishtirokida

koagulyatsiya jarayonini olib borishda suv o'zgartirish talab qilinmaydi.

8.3. Koagulyatsiya natijasida suv tarkibining o'zgarishi

Koagulyatsiya natijasida suv tarkibi quyidagicha o'zgaradi:

Birinchidan, $Al_2(SO_4)_3$ yoki $FeSO_4$ tuzlarining gidrolizlanishi natijasida hosil bo'lgan H_2SO kislotasi suvdagi $Sa(NSO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$, bilan birikishi natijasida suv tarkibidagi HCO_3^- ionlarining konsentratsiyasi (biokorbanatli ishqorligi) kamayadi.



Ikkinchidan, suvdagi $HSiO_3^-$ ionlar konsentratsiyasi ham kamayadi va uning kamayish miqdori quyidagi ifodadan topiladi:

$C_{HSiO_3^-} = 0.75 \cdot C_{HSiO_3^-}^s$, mg/kg bu yerda S^g – suvdagi SiO_3^{2-} ionlarining dastlabki konsentratsiyasi, mg/kg.

Uchinchidan, suv tarkibidagi gumus va muallaq moddalar miqdori kamayishi hisobiga suvning tiniqligi oshadi.

To'rtinchidan, suvning karbonatli qattiqligi $Q_Q = Q_Q^g - D_Q$ koagulyant dozasi hisobiga kamayishi, nokarbonatli qattiqligi esa $Shu Q_{NQ} = Q_{NQ} + D_Q$ miqdorga oshishi hisobiga suvning umumiy qattiqligi o'zgarmaydi $Q_{UM} = Q_Q + Q_{NQ}$, bu yerda Q_Q , Q_{NQ}^g – dastlabki suvning karbonatli, nokarbonatli qattiqligi mg-ekv/l.

Beshinchidan, suvning ishqoriyligi koagulyant dozasi miqdoriga kamayadi.

$$I_Q = I_{UM} - D_K$$

Bu yerda I_Q – qoldiq ishqoriylik, mk-ekv/l.

Oltinchidan, suvda SO_4^{2-} ionlarining konsentratsiyasi koagulyant dozasi miqdoriga oshadi.

$$C_{SO_4^{2-}} = C_{SO_4^{2-}}^s + D_K \quad 48,03 \text{ mg/l}$$

Bu yerda $C_{SO_4^{2-}}^s$ suvdagi dastlabki SO_4^{2-} - ionlar konsentratsiyasi, mg/l, 48,03 – SO_4^{2-} ionining ekvivalent oxirligi, mg-ekv/l.

8.4. Suvni cho'kma hosil qilish usuli bilan tozalash va bu jarayonda ishlatiladigan qurilmalar

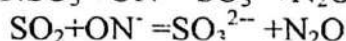
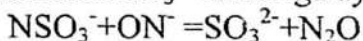
Suvda Ca va Mg kationlarining kam eruvchan birikmalarini hosil qilib, bu kationlarni cho'ktirishga, cho'kma hosil qilish usuli bilan suvni yumshatish deyiladi. Bu kationlarni cho'kmaga tushirish ularning CaSO_3 va Mg(OH)_2 kabi kam eruvchan birikmalarini hosil qilishga asoslangan. Yumshatiladigan suvda bunday birikmalarni hosil qilish uchun suv tarkibidagi SO_3^{2-} va ON^- ionlar konsentratsiyasini oshirish talab etiladi. Bu ionlarning konsentratsiyasini oshirish uchun suvga kalsiy gidroksidi (Ca(OH)_2) natriy karbonat (Na_2CO_3) natriy gidroksidi / NaOH / kabi tarkibida ON^- yoki SO_3^{2-} ionlari bo'lgan birikmalar qo'shiladi. Suvga bunday moddalar qo'shilganda suv tarkibida CO_3^{2-} va ON^- ionlarining konsentratsiyasi oshib, suvda kam eruvchan CaSO_3 , hamda Mg(OH)_2 kabi birikmalar hosil bo'ladi. Suv tozalash texnikasi sohasida cho'kma hosil qilib, suvni tozalash jarayoni ham koagulyatsiyalashdagi kabi maxsus tindirgichlarda olib boriladi

8.5. Suvni ohak eritmasi bilan yumshatish

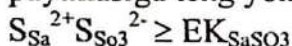
Bu usulda yumshatiladigan suvga ohak eritmasi Ca(OH)_2 qo'shiladi. Suvga Ca(OH)_2 eritmasi qo'shilishi natijasida uning erishi jarayonida suv tarkibida Ca^{2+} va ON^- ionlarining konsentratsiyasi qo'payadi.



Suvda ON^- ionlari konsentratsiyasi ko'payishi natijasida suv tarkibidagi bikarbonat (HCO_3^-) ionlari hamda SO_2 gazi, quyidagi reaksiyalar asosida karbonat CO_3^{2-} ionlariga aylanadi.



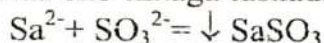
Hosil bo'lgan karbonat (CO_3^{2-}) ionlar suvdagi Ca^{2+} kationlari bilan birikib, CaCO_3 holatida cho'kmaga tushadi. Bu birikmaning cho'kmaga tushishi suv tarkibidagi Ca^{2+} va CO_3^{2-} ionlar konsentratsiyasi ko'paytmasi CaCO_3 ning eruvchanlik ko'paytmasiga teng yoki katta bo'lgan holda sodir bo'ladi:



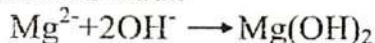
Bu ifodada EK_{SaSO_3} kalsiy korbanat birikmasining eruvchanlik ko'paytmasi.

Ma'lumki, kimyo fanida kam eruvchan moddalarning suvdagi eruvchanligi ularning eruvchanlik ko'paytmasi bilan tavsiflanadi va EK harflari bilan belgilanishi. 2.2 bo'limda takidlangan edi. Kam eruvchan moddalarning suvda erishi suv haroratiga bog'liq bo'lsa ularning to'yingan eritmasidagi ionlar konsentratsiyalari ko'paytmasi ayni haroratda o'zgarmas kattaliklardir. Kimyoviy moddalarning EKsi qanchalik kichik bo'lsa, ularning cho'kmaga tushishi ham Shunchalik tez sodir bo'ladi.

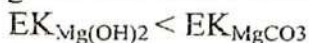
SaSO_3 ning 25°C dagi $EK=43:10^{-9}$ g-ion/l ga teng bo'lganligi uchun Sa(ON)_2 eritmasi qo'shilgan suvda Sa^{2+} kationlari SaSO_3 holida cho'kmaga tushadi



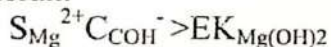
Shu eritma qo'shilgan suvdagi Mg kationlari esa Mg(OH)_2 holatida cho'kadi.



Bunga sabab, Mg(OH)_2 ning eruvchanlik ko'paytmasi MgCO_3 ning EK dan kichik ekanligidir;



Mg(OH)_2 cho'kmasi hosil bo'lishi uchun ham Mg^{2+} va OH^- ionlari konsentratsiyasi ko'paytmasi uning EK ga tenglashishi yoki undan katta bo'lishi kerak.



Chunki 25°C haroratda Mg(OH)_2 ning $EK_{\text{Mg(OH)}_2} 5,510^{-12}$ g-ion/l ga teng bo'lsa, Shu haroratda SaCO_3 ning $EK_{\text{Mg(CO)}_3} = 1,0 \cdot 10^{-5}$ g-ion/l ga teng.

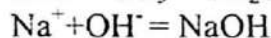
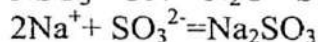
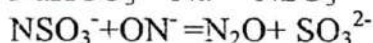
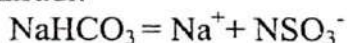
Tajriba asosida aniqlanishicha, agar yumshatilayotgan suv tarkibida Sa^{2+} kationlar konsentratsiyasi NSO_3^- ionlar konsentratsiyasidan katta bo'lsa, ya'ni $S_{\text{Sa}^{2+}} > S_{\text{NSO}_3^-}$, bunday suvlarga qo'shilgan Sa(ON)_2 suvdagi faqat Sa^{2+} kationlarini cho'ktirish uchun sarflanadi. Agar suvda bu ionlar konsentratsiyasi, ya'ni $S_{\text{Sa}^{2+}} < S_{\text{NSO}_3^-}$ holatda bo'lsa, unday suvga qo'shilgan Sa(ON)_2 suvdagi Sa^{2+} hamda Mg^{2+} kationlarining birgalikda cho'kishini ta'minlaydi.

Suvni Ca(ON)_2 eritmasi bilan yumshatish umumiy qattiqligi ishqoriyligidan katta bo'lgan suvlarda $K_{\text{UM}} > I_{\text{UM}}$ yuqori natija beradi. Bunday holatdagi suvlarni yumshatishda sarflanadigan 100%li SaO dozasi quyidagi ifodadan topiladi:

$$D_{\text{CaO}}^{100\%} = 28(Q_k + K_{\text{Mg}} + C_{\text{CO}_2} + \alpha) \text{ mg/l}$$

Bu yerda Q_k – dastlabki suvning karbonatli qattiqligi, mg-ekv/l, K_{Mg} – dastlabki suvning magniyli qattiqligi, mg-ekv/l C_{CO_2} – suvdagi CO_2 gazining konsentratsiyasi, mg-ekv/l, α – SaO ning ortiqcha qushiladigan dozasi, 0,2-0,5 mg-ekv/l oralig'ida bo'ladi. 28 – SaO ning ekvivalent og'irligi.

Aksincha, suvning $Q_{\text{UM}} < I_{\text{UM}}$ bo'lsa, ularning ayirmasi suvdagi NaHCO_3 ionlarining konsentratsiyasini, ya'ni suvning natriyli ishqoriyligi yuqori ekanligini ko'rsatadi. Bunday suvlarga ohak qo'shilishi natijasida hosil bo'lgan SO_3^{2-} va ON^- ionlari suv tarkibida Na_2SO_3 va NaON birikmalarining konsentratsiyasini oshiradi:



Shuning uchun ham tarkibida NaHCO_3 birikmasi bo'lgan suvga Ca(ON)_2 qo'shib, uning ishqoriyligini past darajaga kamaytirib bo'lmaydi.

Suvni yumshatish koagulyatsiya jarayoni bilan birgalikda olib boriladigan holda, yuqorida ta'kidlanganidek, koagulyant sifatida ishlatiladigan FeSO_4 tuzining Fe(ON)_3 ga aylanishi ishqoriy muhitda sodir bo'lishi sababli, suvga qo'shiladigan Sa(ON)_2 ning dozasi birmuncha ko'proq olinadi. Bu holda uning suvga qo'shiladigan dozasi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$D_{\text{CaO}}^{100\%} = 28(K_k + K_{\text{mg}} + S_{\text{SO}_2} + \alpha + D_k) \text{ mg/l}$$

Bu yerda: D_k – koagulyant dozasi, mg-ekv/l.

Suvni koagulyant hamda ohak eritmaları aralashmasi bilan tozalash natijasida tarkibi quyidagicha o'zgaradi:

Karbonatli qattiqligi yoki qoldiq ishqoriyligi $Q_k = 0,7$ mg-ekv/l ga tushadi.

Nokarbonatli (karbonatsiz) qattiqligi $Q_{nk}=Q_{nk}^d+D_k$. koagulyant dozasi miqdoriga oshadi.

Umumiy qattiqligi $Q_u=Q_{nk}^d+D_k+0,7$ teng bo'ladi.

SO_4^{2-} ionlarining konsentratsiyasi koagulyant dozasi miqdoriga oshadi:

$$S_{SO_4^{2-}}=S_{SO_4^{2-}}^0+48,03 D_k \text{ mg/l}$$

Bu yerda: 48,03 - SO_4^{2-} ionining ekvivalent og'irligi.

SiO_3^{2-} ionlarining konsentratsiyasi kamayishi quyidagi ifodadan topiladi:

$$S_{SiO_3^{2-}}=S_{SiO_3^{2-}}^0-0,6 \text{ mg/l}$$

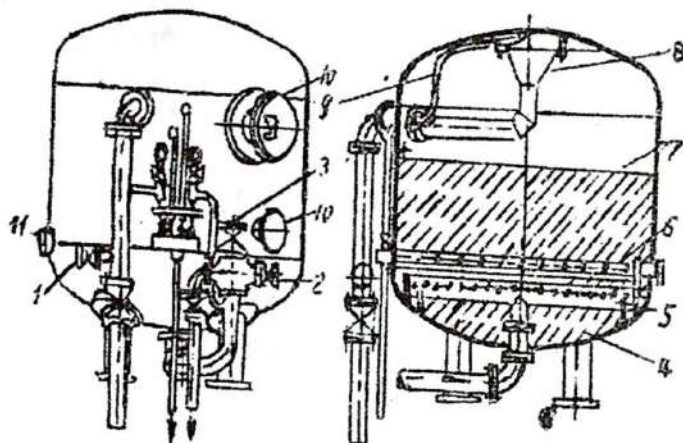
8.6. Suv tozalash sohasida kullaniladigan mexanikfiltrlar

Mexanik filtrlar suv tozalash qurilmalarda tabiiy hamdaoqindi suvlarni dag'al va muallaq zarrachalardan tozalash sohasida keng qo'llaniladi. Bu sohada ishlatiladigan mexanik filtrlar turli xil ko'rinishda bo'ladi. Ular tashqi ko'rinishga qarab, tik yoki yotiq holatda bo'lsa, filtrdan o'tayotgan suv bosimiga qarab, bosimli yoki bosimsiz, bo'ladi. Suv tozalash sohasida ishlatiladigan mexanik filtrlarning turlari filtrdagi filtrlovchi qatlamlar soniga qarab bir, ikki va uch qatlamli, ayni bir vaqtda muvoziy ishlaydigan kameralar soniga qarab, bir, ikki va uch kamerali bo'ladi.

Zavod sharoitida mexanik filtrlar turli xil kattalikda va har xil hajmlarda ishlab chiqariladi. Ular har xil qalinlikdagi po'lat materiallardan silindr shaklida yasalgan bo'lib, tag va ustki tomoni sferik shaklda bo'ladi. Ichki devorlari esa zanglashdan saqlaydigan materiallar bilan qoplanadi. Mexanik filtrlarni suv tozalash qurilmalarda yotiq yoki tik holatda o'rnatish mumkin. Bunday filtrlardan IESlarida tabiiy suvlarni tozalashda eng ko'p ishlatiladigani bosimli bir qatlamli filtrlardir (29-rasm). Ularning ishlatilishi 6 atmosfera bosimigacha mo'ljallangan bo'lib, tozalanayotgan suv quvur (1) orqali filtrning tepa qismiga o'rnatilgan voronka shaklidagi havo ajratkich (8) ga beriladi. Havosi ajratilgan suv qalinligi 1,5–2 metr oralig'ida bo'lgan filtr materiali yuzasiga (7) bir xil miqdorda oqib tushadi. Filtrlovchi

material tagida maxsus suv taqsimlovchi (5) va havo yuboruvchi (6) tirqishli quvurlari bo'lib, bu quvurlar filtr tagidagi beton yuza (4) ga mustahkam o'rnatilgan bo'ladi. Filtrdagi bu suv taqsimlovchi quvur filtrlovchi materialning tozalanayotgan suv bilan oqib ketmasligini hamda uni yuvishda tagidan berilayotgan suvning bir xil taqsimlanishini ham ta'minlaydi.

Havo yuboriluvchi quvurlardan yuborilayotgan havo filtrning ish jarayonida zichlanib qolgan filtrlovchi material qatlamlarini bir-biridan ajratishga va o'nga yayratish uchun berilayotgan suvning bu qatlamlar orasidan erkin oqishiga yordam beradi. Filtrning sirtida ikkita qopqoq shaklidagi eshigi (10) bo'lib, tepa eshigi uni filtrlovchi material bilan to'ldirish, pastki eshigi esa ishlatilgan filtr materiallarini undan chiqarib tashlash hamda filtrning ichki qismida ta'mirlash ishlarini bajarish uchun mo'ljallangan.



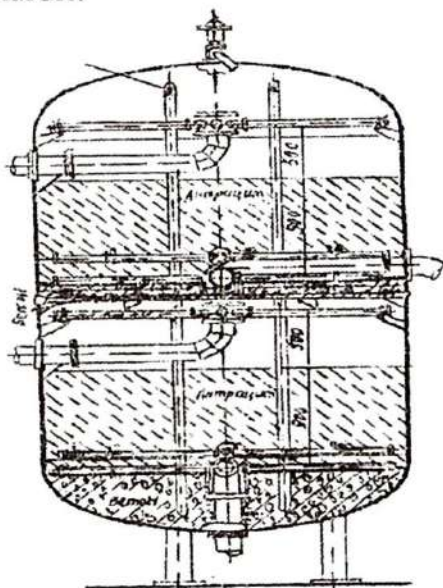
29-rasm. Bosimli mexanik filtrlarning tashqi va ichki ko'rinishi.

1 – tozalanayotgan suv yuboruvchi quvur; 2 – tozalangan suvni chiqaruvchi quvur; 3 – yayratish uchun suv yuboriladigan quvur; 4 – filtr tagidagi beton qatlam; 5 – suv taqsimlovchi tizim; 6 – havo yuboruvchi quvur; 7 – filtrlovchi material qatlami; 8 – havo ajratgich; 9 – havoni chiqarib yuborish; 10 – filtr eshiklari.

Filtrning suv taqsimlovchi tizimi uning asosiy elementlaridan biri bo'lib, filtrning me'yorida ishlashida muhim ahamiyatga ega. Taqsimlovchi tizimlar turli xil ko'rinishda bo'ladi, ulardan eng ko'p qo'llaniladigani tirqishli hamda qalpoqli taqsimlovchi tizimlardir.

Tirqishli tarqatuvchi tizimlar metall quvurlardan yoki almashtirib qo'yish mumkin bo'ladigan tirqishli plastmassa quvurlardan yasaladi. Tirqishning kengligi filtrlovchi material par o'tib ketmasligi uchun filtrdagi donador materiallarning eng kichigidan 0,1 mm.gacha kichik bo'lishi zarur.

Qalpoqchali tarqatuvchi tizimlar filtr tagidagi temir-beton yuzaga yotqazilgan teshikli quvur yuzasiga o'rnatiladi. Bunday qalpoqchali tarqatuvchilardan eng ko'p ishlatiladigani plastmassadan yasalgan (VTI-K) hamda sopoldan yasalgan turidagi qalpoqchalardir.



30-rasm. Ikki kamerali filtrning ichki ko'rinishi.

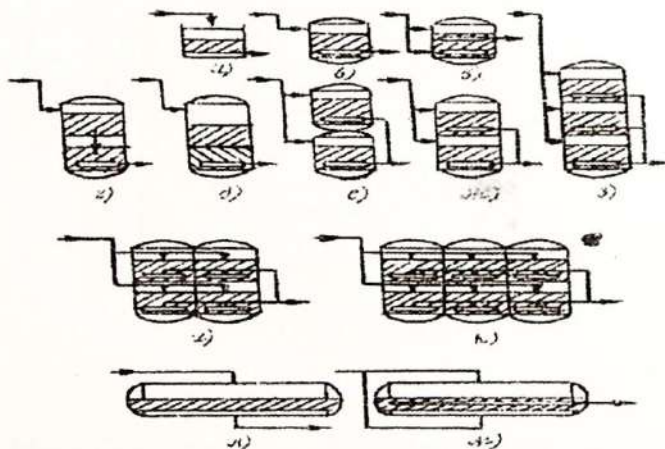
Keyingi yillarda zavod sharoitida ikki kamerali filtrlar ham ishlab chiqarilmoqda va ular suv tozalash qurilmalarda keng qo'llanilmoqda Bunday filtrlarning bir kamerali filtrlardan farqi

ularda filtrlovchi materiallar joylashtirilgan kameralar bir-biridan oraliq quvurlar bilan ajratilgan bo'ladi.

Bunday filtrlarda tozalanayotgan suv yuqori kameraning tepa qismiga berilsada, kamera oralig'ida yuqori kamerada tozalangan suvni chiqaruvchi va pastki kameraga suv beruvchi tizimlar o'rnatilgan bo'lib, kameralari bir-biridan beton qatlam bilan ajratilgan bo'ladi. Pastki kamera tagida tozalangan suvni chiqaruvchi tizim mazkur filtrlarda ham temir-beton yuzaga o'rnatilgan bo'ladi.

Ikki kamerali filtrlar boshqa turdagi filtrlarga qaraganda quyidagi afzalliklarga ega: ularning unumdorligi bir kamerali filtrlarga qaraganda 2–2,5 marta yuqori hamda ikki qavatliarga nisbatan ancha ixcham va bo'yi past bo'lib, suv tozalash qurilmalarda kam joyni egallaydi. Hozirgi davrda bunday mexanik filtrlar turli xil konstruksiyada ishlab chiqarilib, keng ko'lamda ishlatilmoqda.

31-rasmda Rossiya davlatida ishlab chiqariladigan har xil turdagi mexanik filtrlarning negizona /prinsipial/ chizmalari ko'rsatilgan.



31-rasm. Mexanik filtrlarning turlari.

a,b,v,e,l,m – bir qatlamli; g,j – ikki qatlamli; a,b,v,l,m – bir kamerali; z – uch kamerali; i,k – batareyali ikki kamerali; l,m – yotiq /gorizontal/ filtrlar.

Bu filtrlar/a,b,v,g,l/, bir oqimli, /v,m/ ikki oqimli deb ham ataladi.

Hozirgi vaqtda suvlarni dag'al zarrachalardan tozalashda ikki oqimli filtrlar ham keng qo'llanilmoqda. Bunday filtrlarda filtrlanadigan suvning ko'p miqdori (70–80foizi) filtrga filtrlovchi materiali tagidan berilib, yuqorisiga qarab filtrlanadi. Bu holda iflosning ko'p qismi quyi qatlamlarda ushlanib qoladi. Suvning qolgan qismi (20–30foizi filtrlovchi material yuqorisidan berilib, pastga qarab filtrlanadi. Tozalangan suv filtrlovchi material sathidan 0,5–0,6 m. pastda o'rnatilgan – teshiklari 0,5 mm.dan katta bo'lmagan polietilendan yoki vinilplastdan yasalgan toza suvni yig'ib oluvchi quvur orqali filtrdan oqib chiqib ketadi. Shu quvur yuqorisidagi filtrlovchi material yirikligi 0,5–0,6 mm; quvur tagidagi qatlam qalinligi -- 0,9–1,0 m; yirikligi – 0,6–2,0 mm bo'ladi. Bunday filtrlarda filtr materiallari qalinligi bo'ylab iflosni ushlab qolishda to'liq ishtirok etgani uchun suvning o'tish tezligi soatiga – 12 m., agarda zo'r berib ishlaganda 15 m. olinadi.

Bunday filtrlarni yuvish oddiy filtrlarni yuvishga qaraganda murakkabroq. Ularni yuvishda avval tepa quvur yuzasidagi qatlamlar yayratiladi. Buning uchun shu quvur orqali har kvadrat metr yuzaga soniyasiga 6-8 litr suvni 1 daqiqa davomida yuboriladi, Shundan so'ng filtrning tag qismiga joylashgan tarqatuvchi quvurlar tizimi orqali har kvadrat yuzasiga soniyasiga 13–15 l. suv 5–6 daqiqa davomida yuboriladi. Shu yo'l bilan har ikkala material qatlamlari to'la yayratiladi. Tag tomonidan suv berilayotgan vaqtda qatlam orasidagi teshik quvurlarga ifloslar kirib qolmasligi uchun shu teshik quvurlarning har kvadrat metr yuzasidan soniyasiga 2 l. miqdorda suv berib turiladi. Yuvilgan loyqa yuqoriga ko'tarilib, filtr tepa qismidagi tarnovga tushadi vatashqariga chiqib ketadi. Filtrdan chiqib ketayotgan suv toza bo'lganda, pastdan yuvadigan suvni berish to'xtatiladi. O'rtadagi teshik quvurlardan berilayotgan suv 1–2 daqiqa kechroq to'xtatiladi.

Adabiyotlarda yozilishicha, filtrning har ikki qatlamida ham filtrlovchi material sifatida antratsit yoki kvars qumini ishlatish

mumkin. Filtrdan o'tayotgan suvning tezligini suv tozalash darajasiga qarab 25–30 m.ga oshirilsa bo'ladi.

8.7. Mexanik filtrlarda ishlatiladigan filtrlovchi materiallar

Mexanik filtrlarda filtrlovchi materiallar sifatida kvars qumi, maydalangan antratsit ko'miri va maydalangan shlak kabi suvda erimaydigan donador materiallar ishlatiladi. Bunday materiallarni ishlatishda ularga qo'yiladigan talablar quyidagilardan iborat: ular suv tarkibidagi dahal va muallaq zarrachalarni yaxshi tutib qoladigan, kimyoviy reagentlar ta'siriga chidamli, tez maydalanib ketmaydigan, mexanik jihatdan mustahkam va tozalanayotgan suvni qo'shimcha moddalar bilan ifloslantirmaslik xususiyatlariga ega bo'lishi zarur.

IESlarning suv qurilmalarda ishlatiladigan mexanik filtrlarda filtrlovchi material sifatida eng ko'p qo'llaniladigan materiallar kvars qumi va maydalangan antratsit ko'miridir. Ammo kvars qumi ishlatilganda filtrdan o'tayotgan suv harorati 60°C dan, esa 9 dan oshmasligi kerak. Chunki ishqoriy muhitda va 60°C dan yuqori haroratda kvars qumining suvda eruvchanligi ko'payib, filtrdan o'tayotgan suvni kremniy birikmalari bilan ifloslantiradi. Shu sababli IESlarda kvars qumini asosan past va o'rtacha bosimda ishlaydigan bug'qozonlari uchun qo'shimcha suv tayyorlovchi qurilmalarda qo'llaniladigan mexanik filtrlarda ishlatish tavsiya etiladi. Chunki bunday bug'qozonlari uchun tayyorlanadigan suvlarda kremniy birikmalarining konsentratsiyasi birmuncha yuqoriroq miqdorda belgilangan bo'lishi sababli, suvni kremniy birikmalaridan to'la tozalash talab etilmaydi. Kvars qumining shu xususiyati tufayli kvars qumli filtrlar, bosimi 100 kg/sm.dan yuqori bo'lgan bug'qozonlari uchun qo'shimcha suv tayyorlovchi qurilmalarda ishlatilmaydi. Chunki bunday bug'qozonlariga tayyorlanadigan qo'shimcha suvni va turbina kondensatini kremniy birikmalaridan chuqur tozalash talab qilinadi.

Kvars qumli filtrlar IESlarida va ishlab chiqarishning boshqa tarmoqlarida asosan chiqindi suvlarni dahal va mexanik birikmalardan tozalashda keng qo'llaniladi.

Yuqori bosimda ishlaydigan bug'qozonlari uchun suv tayyorlovchi qurilmalarda ishlatiladigan mexanik filtrlarda filtrlovchi material sifatida asosan antratsit ko'miri ishlatiladi. Antratsit ko'miri kvars qumiga qaraganda kimyoviy jihatdan bir muncha chidamli bo'lib, kuchsiz kislotali hamda ishqorli muhitlarda o'z xususiyatlarini o'zgartirmaydi. Uniharorati 100°C gacha rNi 4 – 10 oralig'ida bo'lgan suvlarni filtrlashda bemalol ishlatish mumkin.

Filtrlovchi materiallar, donachalarining katta-kichikligiga qarab ikki xilga bo'linadi: donachalarning yirikligi 0,35 – 1,5 mm bo'lgan kvars qumi o'rtacha o'lchamli filtrlovchi material hisoblansa, yirikligi 0,4 – 20 mm bo'lgan donachalar katta o'lchamli filtrlovchi materiallar hisoblanadi. Antratsit ko'mirining asosan 0,8 – 1,8 mm bo'lgan fraksiyasi ko'proq ishlatiladi. Texnikada filtrlovchi materiallarni saralash uchun maxsus elaklardan foydalaniladi. Bunday elaklarning teshiklari katta-kichikligiga qarab, ulardan o'tayotgan donachalarning o'lchamini aniqlash mumkin. Filtrlovchi materiallarning chidamliligi mexanik filtrlarning uzoq muddat ishlashini ta'minlaydi. Mexanik chidamliligi mustahkam bo'lmagan materiallar filtni yuvish va yayratish jarayonida tez emirilib, o'tayotgan suv oqimi bilan filtdan chiqib ketadi. Filtrlovchi materiallarning yana bir asosiy xususiyatlaridan biri ularning solishtirma ifloslanish sig'imi kattaligidir. Solishtirma ifloslanish sig'imi kattaligi bir metr kub hajmdagi filtrlovchi materialda tutilib qolingan iflos moddalarning miqdori bilan tavsiflanadi va kg/m^3 hisobida ifodalanadi. Bu kattalik kvarsli qum uchun – $0,75 \text{ kg/m}^3$, antratsit uchun esa – $1,0 \text{ kg/m}^3$ ga teng.

8.8. Mexanik filtrlarning ishlatilishi

Mexanik filtrlarning ish davri uch qismga bo'linadi:

1 – yayratish; 2 – yuvish; 3 – suvni filtrlash.

Yayratish – bu, suvni filtirlash jarayonida zichlashib qolgan material donachalarini bir-biridan ajratish hamda ular orasida yig'ilgan iflosliklarni filtdan chiqarib yuborish uchun bajariladigan jarayon. Bu jarayonni filtdan o'tayotgan suvning tiniqlik darajasi belgilangan me'yordan pasayishi va suv

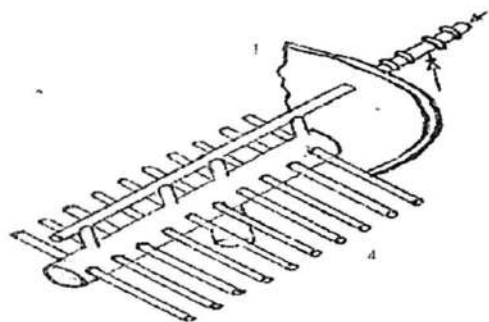
taqsimlovchi sistemalardagi bosimning me'yordan oshishi sodir bo'lganda bajarish talab etiladi. Yaratish jarayonni bajarishda tiniq suv so'rg'ich yordamida ma'lum bosim ta'sirida filtr tagidagi taqsimlovchi tizimlarga ulangan quvurdan beriladi. Filtr materiali tagidan katta bosim va tezlikda berilgan suv uni tepaga ko'taradi, buning natijasida filtrlovchi material betartib ravishda aralashib, unga yopishgan loy va dahal zarrachalardan iborat bo'lgan iflosliklar material donachalaridan ajraladi va yayratuvchi suv bilan yuqoriga ko'tarilib, filtrning tepa qismiga o'rnatilgan tarnovlari orqali tashqi quvurlarga chiqarib yuboriladi. Tarnov filtr materiali sathidan shunday balandlikka o'rnatiladiki, o'ngga faqat iflos suv tushadi.

Agar filtr materiali sathidan tarnov yuqori chetigacha bo'lgan oraliq masofa S bo'lsa, u masofa quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$S = \frac{h \cdot y}{100} + 0.25$$

Bu yerda: h – filtr material qatlami qalinligi, m; y – qatlamning nisbiy kengayishi, u 30–50% ga teng.

Filtrni sifatli yayratish uchun hamda uning ehtiyojiga sarflanadigan suvni tejash maqsadida hozirgi vaqtda filtrni havosuv aralashmasi bilan yayratish usuli keng qo'llaniladi. Yayratish jarayonida filtrdan suv o'tkazish vaqti 7–10 daqiqa oralig'ida bo'ladi. Yaratish jarayoni tugugandan so'ng yuvish jarayoni boshlanadi. Bu jarayonda filtr yuqorisidan filtrga tiniq suv soatiga 5 m tezlikda 5–10 daqiqa davomida, toza suv rezervuarlaridan maxsus so'rg'ich orqali yoki o'z oqishi bilan yuqori balandlikka o'rnatilgan bakdan yuboriladi. Filtrdan chiqayotgan dastlabki loyqa filtrat, filtrning pastki taqsimlovchi tizimlari orqali uning chiqaruvchi quvurlariga yihilib, chiqindi quvuriga oqizib yuboriladi. Filtr ehtiyojiga sarflanayotgan suvni tejash maqsadida keyingi birmuncha tiniq filtrat, suv yig'uvchi maxsus bakka yuboriladi va bu suv filtrlarni yayratishda yana qayta ishlatiladi. Yuvish jarayoni 20–25 daqiqa davomida amalga oshiriladi.



32-rasm. Filtrga havo beruvchi sistemaning chizmasi
 1 – markaziy quvur (kollektor); 2 – havo taqsimlovchi quvur;
 3 – tutashtiruvchi quvur; 4 – havo tarqatuvchi quvurlar;
 5 – quvurlarga havo berish.

Filtrning har kvadrat metriga beriladigan suv miqdori yuvish tezligini belgilaydi va yuvish intensivligi deb ataladi. Yuvish intensivligi 1 m^2 yuzadan 1 soniya davomida o'tayotgan suvning miqdori bilan o'lchanadi va ($\text{l/ m}^2\text{s}$) birligida ifoda qilinadi. Yuvish intensivligi kattaligi filtr materiallari xiliga, donachalarning o'lchamiga va suv haroratiga bog'liq bo'lib, kvarsli qum uchun $15\text{--}18 \text{ l/ m}^2\text{s}$, antratsit uchun $10\text{--}12 \text{ l/ m}^2\text{s}$ qabul qilingan. Filtrlarni yayratish uchun sarflanadigan suv va yuvish intensivligi, filtrlarga o'rnatilgan suv sarflovchi asboblarni yordamida boshqarib turiladi.

5.5-rasmda filtrga havo beruvchi tizimning chizmasi berilgan. Bu rasmda ko'rsatilganidek, siqilgan havo filtr tagidan maxsus quvurlar orqali kollektorning bir necha joyidan beriladi. Filtrlarni havo – suv aralashmasi bilan yayratish quyidagi tartibda bajariladi: filtrning tagidagi quvuridan avval har kvadrat metr yuzasiga 1–2 daqiqa davomida soniyasiga $15\text{--}20 \text{ m}$ tezlikda faqat havo yuboriladi, so'ng soniyasiga 3–4 m tezlikda 5 daqiqa havo-suv aralashmasi yuboriladi va nihoyat 2 daqiqa davomida soniyasiga 5–6 m tezlikda faqat suv yuboriladi.

Yuvish jarayoni tugallangandan so'ng filtrdan tozalanayotgan suv o'tkazish yana davom ettiriladi. Filtrdan suv o'ta boshlagan vaqtdan to navbatdagi yayratish jarayonini bajarishgacha bo'lgan

vaqt filtrning foydali ish vaqti (filtrotsikl) deb ataladi. Loyihalash me'yorlarida ko'rsatilishicha, mexanik filtrlarning foydali ish vaqti, ya'ni suvni filtrlash vaqti 8 soatdan kam bo'lmashligi kerak.

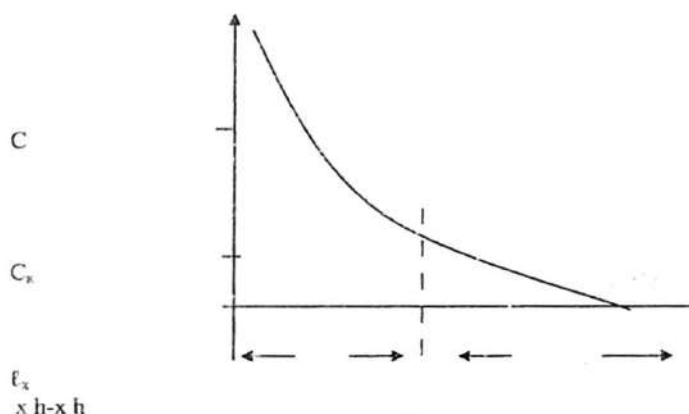
Suvni filtrlash jarayonida undagi dahal zarrachalarning filtrlovchi material donachalariga yopishib qolish hollari quyidagi omillarga: suvning filtrdan o'tish tezligiga, suvdagi dahal zarrachalarning katta-kichikligiga va material qatlami balandligiga bog'liq bo'ladi.

Bosimli mexanik filtrlarda tozalanayotgan suvning filtrdan o'tish tezligi suv loyqaligiga qarab belgilanadi. Eksploatatsiya me'yorlarida ko'rsatilishicha, agar filtrga reagentlar yordamida tindirgichda tozalangan suv yuborilsa, suvning filtrdan o'tish tezligi soatiga 5–5,5 metr, tindirgichda tozalanmagan suv uchun bu tezlik 4–5 metrdan katta bo'lmaydi. Kimyoviy reagentlar yordamida tozalanmagan loyqa suv filtrdan o'tishi jarayonida undagi dahal zarrachalar material qatlamining asosan yuza qismiga yopishib, bu yuzada har xil qalinlikdagi loy qatlami hosil qiladi. Hosil bo'lgan bu qatlam birinchidan, undan o'tayotgan suvdagi dahal zarrachalarning pastki qatlamlar orasiga bemalol o'tishiga to'sqinlik qilishi sababli pastki qatlamlar suvni tozalashda to'la ishtirok eta olmaydi, ikkinchidan, bu loy qatlam yopiq filtrlarda material qatlami yuzasida suv bosimining ko'tarilishiga ham sabab bo'ladi. Agar filtrdan tindirgichda tozalangan suv filtrlansa, bunday suvlar tarkibidagi dahal zarrachalar birmuncha mayda o'lchamli bo'lganligi sababli ular filtr materialining faqat yuza qatlamida tutilib qolmay, balki zarrachalarning tutilib qolish hollari pastki qatlamlar oralig'ida ham sodir bo'ladi.

Mexanik filtrlarda filtrlash mexanizmi va qonuniyatlarini o'rganish yuzasidan o'tkazilgan tajribalarning ko'rsatishicha, suvdagi dag'al zarrachalarning filtrlovchi material donachalari yuzasiga yopishib, bu donachalar atrofida kattalashishi zarrachalarning o'zaro molekulyar tortishish kuchi ta'sirida sodir bo'ladi.

Filtrlash jarayonida mayda zarrachalarning filtr donachalari atrofida kattalashgan zarrachalarga yopishish ehtimolligi mayda zarrachalarning o'zaro birikishi hollaridan ko'ra ko'proq bo'lar

ekan. Chunki mayda zarrachalarning kattaroq zarrachalar bilan to'qnashish ehtimolligi ularning o'zaro to'qnashish ehtimolligidan ko'ra ko'proq sodir bo'ladi.



33-rasm Filtrdan o'tayotgan suv zarrachalarining filtr hajmi bo'ylab tutilish holati.

Bu rasmda absissalar o'qiga filtrirlovchi qatlam qalinligi (h), ordinatalar o'qiga filtrdan o'tayotgan suvdagi dog'al zarrachalar miqdori qo'yilgan. Ordinatalar o'qdagi S -nuqta filtrga yuborilayotgan suvdagi muallaq dag'al zarrachalar miqdorini, S_k — nuqta esa shu zarrachalarning filtratda qolgan qoldiq miqdorini ko'rsatadi.

Rasmdagi 1-chiziq filtrlash jarayonida filtirdan o'tayotgan suvdagi zarrachalarning miqdori qanday kamayishini ko'rsatadi. Rasmdan ko'rinadiki, filtrdan suv o'ta boshlaganda suvdagi zarrachalarning material donachalariga yopishish hollari asosan uning yuqori (x) qatlamida ko'proq bo'lib, ($h-x$) qatlamda zarrachalarning tutilishi filtrdan o'tayotgan suv hajmi tobora ortib borishi davomida sodir bo'lar ekan.

O'tayotgan suv hajmi tobora ortib borishi jarayonida zarrachalarning pastki qatlamdagi material donachalariga yopishish hollari kamayib, zarrachalarning filtrdan o'ta boshlashi

natijasida filtrat loyqalana boshlasa, filtrga suv yuborish to'xtatilib, filtr yana yaayratiladi va yuviladi.

Hozirgi zamonaviy suv tozalash qurilmalarida mexanik filtrlarning ishlash jarayonini avtomatik tizimlarda boshqarish va nazorat qilish, ularning ishonchli hamda samarali ishlashini yuqori darajada taminlaydi.

Nazorat savollari

1. Tabiiy suvlar tarkibida uchraydigan dag'al va kolloid zarrachalar qanday birikmalaridan tashkil topgan?

2. Kolloid zarrachalarning tuzilishi va xossalariqanday.

3. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ kolloid zarrachalarining mitsella ko'rinishi qanday holatda bo'ladi.

4. Kolloid zarrachalarni cho'ktirishda ishlatiladigan reagentlar va ularning suvda erish xususiyatlariqanday.

5. FeSO_4 va $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ tuzlarining suvdagi kolloid zarrachalarni cho'ktirishdagi farqiqanday.

6. Suvni kolloid zarrachalardan tozalash natijasida suv tarkibining o'zgarishiqanday bo'ladi.

7. Suvga flokulyant qo'shib tozalash jarayonida ishlatiladigan flokulyatorlarning turlari.

8. Suvni koagulyatsiya qilishda ishlatiladigan asosiy va qo'shimcha qurilmalar va ularni ishlatish yo'llari.

9. Mexanik filtrlarning turlari va ishlatilish sohalari.

10. Mexanik filtrlarda suvni filtrlash jarayonlari qanday amalga oshiriladi.

11. Mexanik filtrlarda ishlatiladigan filtrlovchi material-larning turlari va ularning qo'llanilishi imkoniyatlari.

12. IESSida mexanik filtrlar qanday maqsadlarda ishlatiladi.

IX. BOB. SUV TOZALASH SOHASIDA ISHLATILADIGAN IONITLAR VA ULARNING XIMIYAVIY XOSSALARI

Ionitlar suv tozalash sohasida suvni tarkibidagi ionlardan tozalash uchun keng ko'lamda ishlatiladigan kimyoviy moddalardir. Ionitlar smola holatida yuqori molekulyar organik moddalardan ximiyaviy usullar bilan sintez qilib olinadi. Ularning tarkibida suvdagi ionlar bilan o'zaro almashinish xususiyatiga ega bo'lgan ko'p miqdordagi ionlar bo'ladi. Suv bunday ionitlar orqali filtrlanganda tarkibidagi ionlar, ionitlar tarkibidagi ionlar bilan almashinishi natijasida suvning, hamda ionitning ximiyaviy tarkibi o'zgaradi.

Suvni ionitlar yordamida tozalash jarayonida suv tarkibidagi kationlar ionitlar tarkibidagi kationlar bilan almashinsa, bunday metodga suvni kationitlash deb ataladi.

Agar bu jarayon suv tarkibidagi anionlarning ionitlar tarkibidagi anionlar bilan almashinishi natijasida sodir bo'lsa, u holda bunday metodga suvni anionitlash deb ataladi.

Hozirgi davrda suvni kationitlash hamda anionitlash metodlari issiqlik energitikasi sohasida va boshqa yuqori darajada toza suv ishlatiladigan ishlab chiqarish tarmoqlarida juda keng qo'llaniladigan ishonchli hamda yuqori samarali usullar hisoblanadi. Suvni ionitlar yordamida tozalash unga kimyoviy reagentlar qo'shib tozalash metodidan tubdan farq qiladi, chunki bu metodda tozalanayotgan suvga hech qanday reagentlar qo'shilmayligi, suv tarkibida cho'kadigan moddalar hosil bo'lmasligi tufayli, suvni reagentlar qo'shib tozalashdagi kabi ionitli qurilmalar uchun katta hajimdagi tindirgichlar, ishlatiladigan reagentlar eritmasini tayyorlashda qo'llaniladigan uskunalar, hamda tindirgichdan cho'kmani chiqarishda qo'llaniladigan qo'shimcha qurilmalar zarur bo'lmaydi.

Shu bilan birgalikda ionit qurilmalari ishlatish uchun birmuncha qulay va ishonchli bo'lganligi sababli ular suv tozalash qurilmalarida uncha katta hajimdagi maydonni ham egallamaydi. Bu hol suv tayyorlash qurilmalarini joylashtirishda muhimdir. Ionitlarning suv tozalash qobiliyati nihoyat darajada yuqori va

ishonchli, hamda uzluksiz ishlash muddati bir necha yillardan iboratdir.

Ionitlar yordamida suvni tarkibidagi Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , kabi kationlardan va SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , HCO_3^- , HSiO_3^- kabi anionlardan hamda har xil organik moddalardan yuqori darajada tozalash mumkin. Shuni takidlash lozimki, ionitlar yordamida tabiiy suvlarni tarkibidagi kolloid holatdagi hamda ion holatda bo'lmagan zarachalardan tozalash iqtisodiy jihatdan katta mablag' talab qiladi. Shu sababli, tarkibida bunday zarrachalar ko'p bo'lgan suvlarni to'g'ridan-to'g'ri ionitli filtrlarda tozalash tavsiya etilmaydi.

Ionitlar neytral, kuchsiz kislotali hamda ishqorli muhitlarda suvda mutlaqo erimaydigan polimer moddalardir. Ular suvda yaxshi bo'kish, dissotsiatsiyalanish, tarkibidagi qo'zg'aluvchan ionlarni oson ajratish va suvda gidrolizlanish kabi xususiyatlarga ega. Ionitlarning bunday xossalari ularning ion almashtirish xususiyatini belgilashda muhim rol o'ynaydi.

Ionitlarning bo'kishi ularning hajmi kengayishi bilan xarakterlanadi. Oddiy sharoitda quruq holatdagi ionit hajmining suvdagi bo'kkan ionit hajmiga nisbati shu ionitning bo'kish koeffitsiyenti deb ataladi va bu koeffitsiyent 1 m^3 quruq holatdagi ionit zichligining bo'kkan ionit zichligiga nisbati bilan xarakterlanadi:

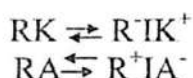
$$K = \frac{\rho_k}{\rho_b}$$

Bu yerda: ρ_k – quruq ionit zichligi, kg/m^3 ; ρ_b – bo'kkan ionit zichligi, kg/m^3 .

Ionitlar suvdagi qanday ionlarni almashtirish xususiyatiga qarab kationitlarga hamda anionitlarga bo'linadi. Suv tozalash sohasida suvdagi kationlarni almashtirish xususiyatiga ega bo'lgan ionitlarga kationitlar anionlarini almashtirish xususiyatiga ega bo'lgan ionitlarga anionitlar deb ataladi.

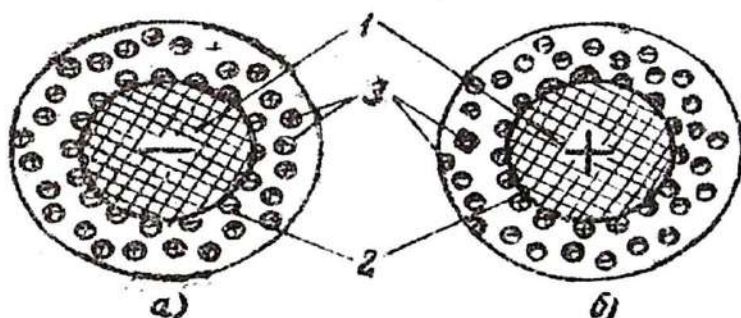
Elektrolitik nuqtai nazaridan qaraganda ionit moddalar hamelektrolit moddalar hisoblanadi. Chunki ularning dissotsiatsiyalanishi natijasida suvda erimaydigan yuqori molekulali elektrolitlar va almashuvchan ionlar hosil bo'ladi.

Suv tozalash texnikasi sohasidagi chet el adabiyotlarida ionit moddalarning suvda erimaydigan qismini shartli ravishda R harfi bilan ifodalab, kationitlarning shartli ifodasini RK, anionitlarini, RA holatida belgilangan. Bu holda ularning dissotsiatsiyanishi quyidagicha:



Bu yerda: RIK va RIA kationit va anionitning shartli qabul qilingan ifodasi, ifodadagi K-kationitning almashuvchi kationlari, R-ionitlarining yuqori molikulyar qismi A-anionitning almashuvchi anionlari, I- belgi ionitlarning dissotsiatsiyanishini ko'rsatuvchi shartli belgi.

Ionitlar suvda va boshqa elektrolit eritmalarida yaxshi dissotsiatsiyanishi sababli, ularning almashuvchi ionlari suvda erimaydigan yadrosi atrofida qo'zg'aluvchan ionlar buluti hosil qiladi. 6.1-rasmda kationit (a) va anionitlar (b) atrofida ionlar buluti hosil bo'lish holati ko'rsatilgan.



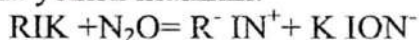
34-rasm. Ionitlarda ionlar buluti hosil bo'lish holati

Bu rasmda 1 – ko'p atomli ionitning erimaydigan sintetik smola (karkas) qismi; 2 – karkas bilan bog'langan funksional guruh; 3 – ionitning almashuvchi ionlari.

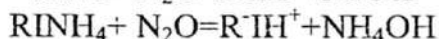
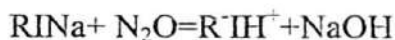
Suv tozalash texnikasi sohasida ishlatiladigan ionitlar tarkibidagi almashuvchi ionlari musbat zaryadli bo'lsa, ularni

kationit smolalari deb, almashtiruvchi ionlari manfiy zaryadli bo'lgan ionitlarni esa anionit smolalari deb ataladi.

Ionitlarning suvda gidrolizlanishi, oddiy neorganik moddalardagi kabi sodir bo'ladi. Shuni takidlash lozimki ionitlarning gidrolizlanishi ya'ni suvda parchalanishi ularning salbiy xususiyati hisoblanadi. Ularning suvdagi gidrolizlanish holatini quyidagicha yozish mumkin:



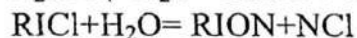
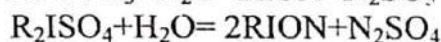
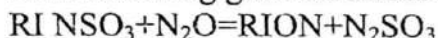
Kationitlarning gidrolizlanish darajasi kuchli yoki kuchsiz kationitli xossalariga bog'liq bo'lib, gidrolizga asosan kuchsiz kislotali tuz ko'rinishidagi $RINa$ yoki $RINH_4$ holatdagi kationitlar ko'proq uchraydi.



Bu reaksiyalardan ko'rinish turibdiki, suv tozalash jarayonida bunday turdagi kationitlardan o'tkazilayotgan suvning ishqoriy xususiyati ortadi.

Anionitlarning asosan kuchli asosli radikal (R) va kuchsiz kislotali anionlar (NSO_3^- , $HSiO_3^-$) dan hamda kuchsiz asosli radikal va kuchli kislotali anionlar (NSO_4^- , Cl^- , NO_3^-) dan tarkib topgan tuzlari suvda yaxshi gidrolizlanadi.

Anionitlarning gidrolizlanishi quyidagicha sodir bo'ladi:



Bu reaksiyalardan ko'rinadiki, anionitlarning gidrolizlanishi natijasida bunday anionitlardan o'tayotgan suvning kislotalik xususiyati oshar ekan. Ionitlarning gidrolizlanish darajasi qancha yuqori bo'lsa, ularning suv tozalash qobiliyati Shuncha yomonlashadi.

Ionitlarning ion almashtirish qobiliyati ularga yutilgan ionlar miqdori bilan o'lchanadi ularning bu xususiyatini ularning ishchi ion almashtirish hajmi deb ataladi va ϵ harfi bilan belgilanadi. Ionitlarning ishchi ion almashtirish hajmi kattaligi $1m^3$ bo'lgan

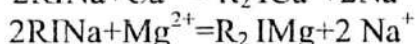
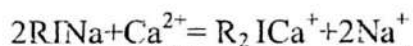
ionitga yutilgan ionlar miqdori bilan o'lchanadi va g-ekv/m³ yoki mg-ekv/m³ brligida ifoda qilinadi.

9.1. Issiqlik energetikasida suvni kationitlar yordamida yumshatish. Suvni natriy kationitli filtrlar yordamida yumshatish

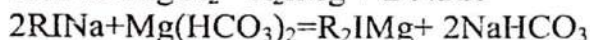
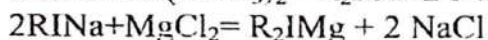
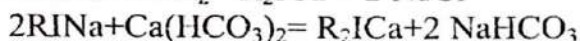
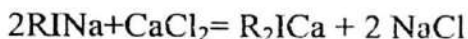
Kationitlar suv tozalash jarayonida suvni tarkibidagi Sa^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ kationlardan tozalash uchun ishlatiladi. Suv tozalash texnikasi sohasida suvni Sa^{2+} va Mg^{2+} kationlaridan tozalash suvni yumshatish deb ataladi. Bu sohada ishlatiladigan filtrlarni kationitli filtrlar deyiladi. Kationitlarga qanday kation shimdirilishiga qarab, ularShu shimdirilgan kation nomi bilan ataladi. Agar kationitlarga natriy kationi shimdirilsa, suvdagi kationlar bilan almashinuvchi kation natriy, (Na^+) vodorod kationi shimdirilsa, almashinuvchi kation vodorod kationi (N^+) bo'ladi. Kationitlar IESlarida va boshqa yumshoq suv iste'mol qiladigan korxonalarining suv tozalash qurilmalarida keng ko'lamda ishlatiladi.

Suv tozalash qurilmalarida ishlatiladigan natriy kationitli filtrlar birinchi (Na_1) va ikkinchi (Na_2) pog'onali bo'ladi. Birinchi pog'onali filtrlarda filtrlovchi material sifatida asosan sulfoko'mir, KU-1 kabi kuchsiz kislotali, ikkinchi pog'onali filtrlarda esa KU-2, Vafatit, Emberlayt IRA-400 kabi kuchli kislotali kationitlar ishlatiladi. Suv tozalash sohasida suvni natriy kationitlar yordamida yumshatish, suvni natriy kationitlash deb, yumshatilgan suvni esa natriy kationitli suv deb ataladi.

Suv natriy kationitli filtrlardan o'tish jarayonida undagi Sa^{2+} va Mg^{2+} kationlarining kationitga yutilishi yani tarkibidagi natriy kationi bilan almashinishi quyidagi reaksiyalar natijasida sodir bo'ladi:



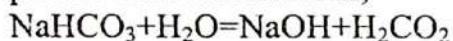
Agar bu kationlar tabiiy suvlarda CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, MgCl_2 , $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ kabi suvda yaxshi eriydigan tuzlar holatida bo'lishi sababli, kationitlarda kation almashish jarayoni molekulyar holatda quyidagicha yoziladi:



Suvni natriy kationitlash natijasida uning umumiy qattiqligi har litrida 5–10 mkg–ekv.gacha pasayib, tuz miqdori va natriyli ishqoriyligi biroz oshadi. Tarkibidagi anionlar miqdori esa o'zgarmaydi. Tuz miqdori oshishiga sabab, yuqoridagi reaksiyalardan ko'rinadiki kation almashish natijasida suvdagi har bir Sa^{2+} yoki Mg^{2+} kationi, kationitdagi ikkita kationi bilan almashinib, natriy kationini kationitdan suvga o'tkazadi. Boshqacha qilib aytganda, suvdagi 20,04 va 12,16 og'irlik qismdagi Sa^{2+} va Mg^{2+} kationlari, kationitdagi 23 og'irlik qismdagi Na kationlar bilan almashadi. Bu yerda 20,04, 12,16 va 23 kalsiy, magniy va natriy kationlarining ekvivalent oxirligi. YA'ni suvdagi 20,04 yoki 12,16 og'irlik qismdagi kalsiy va magniy birikmalari o'rniga $23 \cdot 2 = 46$ og'irlik qismdagi natriy birikmalari almashadi.

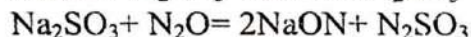
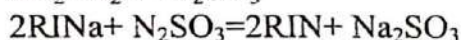
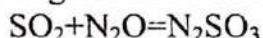
Suvning natriyli ishqoriyligi oshishi esa quyidagi sabablarga ko'ra sodir bo'ladi.

Birinchidan; kation almashishi jarayonida hosil bo'lgan natriy karbonat tuzlari suvda gidrolizlanib fil'trat tarkibida ON^- ionining miqdorini oshiradi: masalan,



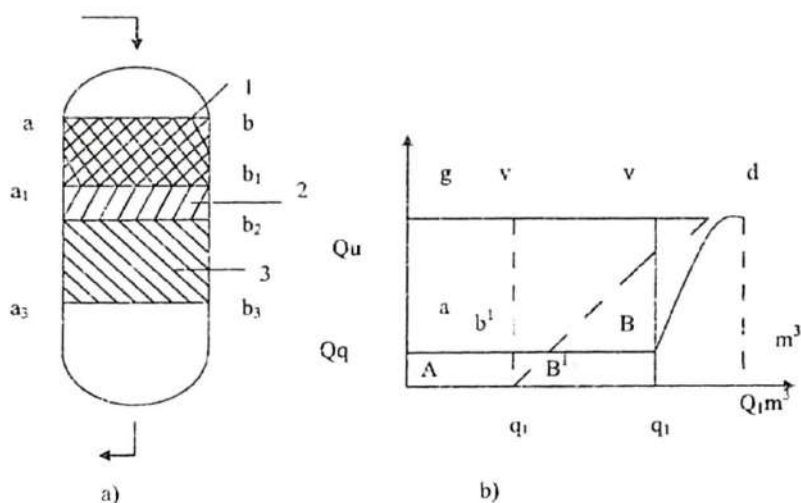
Bu reaksiya tezligi suv haroratiga bog'liq bo'lib, suv harorati oshishi ishqoriylikni yanada oshiradi.

Ikkinchidan; ishqoriylik oshishi fil'trdan o'tayotgan dastlabki suv ishqoriyligiga, ya'ni tarkibidagi NSO_3^- ionlar konsentratsiyasiga ham bog'liq. Filtrdan o'tayotgan suvda NSO_3^- ioni qancha ko'p bo'lsa, natriy kationitli suv ishqoriyligi Shuncha oshadi. Agarda filtrlanayotgan suv tarkibida SO_2 gazi ko'p bo'lsa bu holda filtrat ishqoriyligi oshishi kationitning tarkibiy o'zgarishi hisobiga sodir bo'ladi:



Natriy kationitli suvning tarkibida tuz miqdori ko'p va ishqoriyligi yuqori bo'lganligi sababli, bunday suvni yuqori bosimda ishlaydigan bug' qozonlari uchun qo'shimcha suv sifatida ishlatib bo'lmaydi. Chunki bunday suvlardan issiqlik almashtiruvchi va bug' hosil qiluvchi yuzalarda qatlamlar ajralib chiqishi ko'payadi.

Kationitlarda kation almashish tezligi suvdagi barcha kationlar uchun bir xil bo'lmay ular orasida quyidagicha: $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$ qonuniyat mavjud bo'lib, bu qatordagi Ca^{2+} kationi Mg^{2+} kationidan, Mg^{2+} kationi esa K^+ kationidan aktivroq hamda ko'proq miqdorda kationitga yutiladi. Bu qatordagi har bir oldingi kation o'zidan keyingi kationni kationitdan siqib chiqarish qobiliyatiga ham ega. Masalan Ca^{2+} kationi Mg^{2+} kationini, Mg^{2+} kationi K^+ kationini kationitdan siqib chiqara oladi. Bu holat fil'tratga K^+ kationlarining o'tishi Mg^{2+} kationlarga, Mg^{2+} kationlarning o'tishi Ca^{2+} kationlariga qaraganda oldinroq boshlanishini ham ko'rsatadi.



35-rasm. Natriy kationit filtrning kesimi (a) va unda suv qattiqligi o'zgarishi filtrat miqdoriga bog'liqlik grafigi. (b)
1 – ishlatilgan qatlam. 2 – ishlayotgan qatlam (yumshatish zonasi)., 3 – ishlatilmagan qatlam.

35-rasmda natriy kotionitli filtrdan o'tayotgan suv hajmi ortib borishi bilan kation almashishi jarayonida filtrat qattiqligi qanday o'zgarishi ko'rsatilgan. Bu ramsda absissalar o'qiga filtrdan o'tayotgan suv hajmi ortib borishi, ordinatalar o'qiga Shu suvning umumiy qattiqligi o'zgarishi qo'yilgan. Rasmdagi GD chizig'i dastlabki suvning umumiy qattiqligini, ABD chizig'i filtrning ish davrida undan o'tayotgan suv qattiqligi nazariy jihatdan, ABD chizig'i esa amaliy jihatdan qanday o'zgarishini ko'rsatadi.

Ionit filtrlarda filtrlash mexanizmi va qonuniyatlarini urganish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar ko'rsatishicha, suvning filtrdan o'tish davrida ion almashish jarayoni ionitning umumiy hajmida ayni bir vaqtda bir xil tezlikda bo'lmas ekan. Agarda filtrdagi ionitning umumiy hajmini shartli ravishda uch yuqori, o'rta va quyi qatlamlardan iborat deb qaralsa, filtrdan dastlabki suv o'ta boshlaganda ion almashish jarayoni avval ionitning yuqori qatlamida ko'proq sodir bo'ladi, o'tayotgan suv miqdori oshib borishi bilan, ion almashish jarayoni yuqori qatlamdan pastki qatlama siljib tusha boshlaydi. Agar bu jarayonni rasmda ko'rsatilgan filtrda tuShuntiradigan bo'lsak, kation almashish avvalo ($a_6-b_1a_1a$) yuza oralig'ida sodir bo'lib, kationitning bu oralig'dagi (abb_1a_1) hajmi dastlab ishlayotgan filtrning ion almashayotgan qatlami yoki suv yumshatish zonasi deb ataladi. Filtrdan o'tayotgan suv miqdori tobora ko'payib borishi bilan kation almashish jarayoni yuqori qatlamdan $a_1 b_1 - a_2 b_2$ yuza oralig'iga siljib, kationitning ($a_1 b_1 b_2 a_2 a_1$) hajmi ishlayotgan zonaga ya'ni suv yumshatuvchi zonaga aylanadi. Bunday holatdagi kationitning umumiy hajmini uch xil: ishlatilgan (1), intensiv ishlayotgan (2) va ishlatilmagan (3) zonalarga ajratish mumkin. Kationitning ishlayotgan zonasi ($a_1 b_1 - b_2 a_2 a_1$) hajmdan ($a_2 b_2 - b_3 a_3$) maydon oralig'iga siljiguncha filtrdan o'tayotgan suvning qattiqligi kamayishi grafikdagi AB chizig'ida ko'rsatilganidek bir xil miqdorda bo'ladi. Kation almashish jarayoni ($a_2 b_2 - b_3 a_3 a_2$) hajmda intensiv boshlanganda suvdagi Sa va Mg kationlarining filtratga o'tishi boshlanadi. Bu holat grafikda B nuqta bilan ko'rsatilgan. B – nuqta kationitning ish qobiliyati

pasayish boshlanganligini ko'rsatadi. Kationitdan o'tayotgansuv miqdori tobora ortib borishi bilan filtrat tarkibida Sa va Mg kationlarning konsentratsiyasi BD chizig'ida ko'rsatilgandek ortib borib, tez fursatda filtrat qattiqligi dastlabki suv qattiqligiga tenglashadi. Rasmdagi D nuqta kationitning butunlay ish qobiliyati yo'qolgan holatini ko'rsatadi.

Agar kationitning umumiy hajmini grafikdagi $ABDG$ yuza bilan tasvirlasak, u holda $ABVG$ yuza kationitning ish davrida unga yutilgan kalsiy va magniy kationlarining ekvivalent miqdorini ko'rsatadi, BVD yuza esa kationitning ishlatilmay qolgan hajmini ko'rsatadi. Bu BVD yuzani kationitning qoldiq ion almashtirish hajmi deb ataladi.

Amalda ishlayotgan filtrlarda filtratga Sa va Mg kationlarning o'tishi grafikdagi ABD chizig'ida ko'rsatilganidek bo'lmay, ularning filtratga o'tishi grafikda ko'rsatilgan, B^1 nuqtadan boshlanadi, ya'ni kationitning ish qobiliyati pasayishi va filtrat tarkibiga Sa va Mg kationlarining o'ta boshlashi amalda ishlayotgan filtrlarda birmuncha oldinroq boshlanib, bu holat B^1D chizig'ida ko'rsatilganidek bo'ladi. Bunday holda kationitning to'la ishchi ion almashtirish hajmini grafikdagi AB^1V^1 yuza ko'rsatadi. Grafikdan ko'rinadiki, bu yuza kattalaigi $ABVG$ yuza kattaligidan bir muncha kichik bo'lib, kationitda ishlatilmay qolgan B^1V^1DB yuza BVD yuzaga nisbatan katta, ya'ni amalda ishlayotgan filtrlarda kationitning ishlatilmay qolgan hajmi ko'proq bo'lar ekan.

Agar Q miqdorda o'tayotgan suv tarkibidagi kationlarning kationitga yutilgan miqdorini $(Q_u - Q_q)Q$ holatda ifoda qilinsa, bu qiymat filtrning ishchi hajmini $/E_u/$ yoki unga yutiladigan kationlarning umumiy miqdorini bildiradi.

$$E = (Q_{um} - Q_q)Q$$

Bu ifodada: Q_{um} – filtrdan o'tayotgan suvning umumiy qattiqlik, mg-ekv/l.; Q_q -filtrat (qoldiq) qattiqligi, mg-ekv/l.; Q -filtrdan o'tgan suvning miqdori, m^3 .

Q_{um} va Q_q qiymatlarni o'zaro solishtirganda Q_q qiymati Q_{um} qiymatidan bir necha marta kichik bo'lgani uchun uni hisobga olmay yuqoridagi ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$E_u = Q_{um} Q \text{ g.ekv.}$$

$Q_{um} Q$ – qiymatlar ko'paytmasining filtrdagi bo'kkan kationit hajmiga nisbati, kationitning ishchi ion almashtirish hajmi kattaligini $/\varepsilon/$ ko'rsatadi:

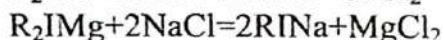
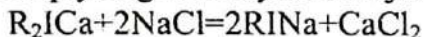
$$\varepsilon = \frac{Q_{um} Q}{hf} \text{ gekv/m}^3$$

bu yerda h – kationit qatlami balandligi, m ; f – fil'tr yuzasi, m^2 .

Suv tozalash sohasida ishlatiladigan barcha xildagi kationitlarning suv yumshatish qobiliyati va ishchi ion almashtirish hajmi kattaligi har xil bo'ladi. Ularning bu xususiyatlari yumshatilgan suv miqdori bilan belgilanadi. Barcha kationitlarga xos xususiyatlardan biri, filtrdan o'tayotgan suv miqdori tobora ortib borishi bilan ularning ishchi ion almashtirish hajmi va kation almashtirish qobiliyati tobora pasaya borib suv yumshatish qobiliyati deyarli tugaydi. Kationitlarning ish qobiliyati tugagan holatini ularning «holdan tolgan» holati deb ataladi.

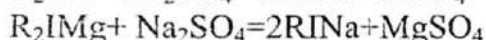
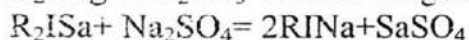
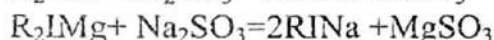
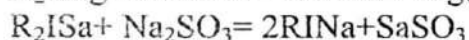
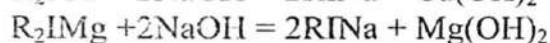
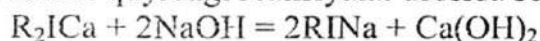
«Holdan tolgan» kationitning ishchi ion almashtirish hajmini qayta tiklash uchun undagi yutilgan kationlarni tarkibidan chiqarib, kationitga Yangi almaShuvchi kationlar qayta shimdiriladi. Bunday yo'l bilan kationitning ishchi ion almashtirish qobiliyatini tiklash, kationitni regeneratsiya qilish deyiladi.

«Holdan tolgan» natriy kationitlarning holatini $R_2I\text{Sa}$ va R_2IMg ko'rinishda bo'ladi. Ishchi ion almashtirish xususiyatini yo'qotgan «holdan tolgan» natriy kationitli filtrlarni regeneratsiya qilish uchun filtrdan asosan osh tuzi $/NaCl/$ eritmasi o'tkaziladi. Filtrdan $NaCl$ eritmasi o'tish jarayonida kationitda yutilgan Ca^{2+} va Mg^{2+} kationlar osh tuzi eritmasi tarkibidagi Na kationi bilan almashinib, kationitning ishchi ion almashtirish qobiliyati qayta tiklanadi. Bu holat quyidagi reaksiyalar natijasida sodir bo'ladi.



Regeneratsiya jarayonida hosil bo'lgan $CaCl_2$ va $MgCl_2$ birikmalari suvda yaxshi eruvchan moddalar bo'lganligi uchun kationitning ximiyaviy xususiyatiga salbiy ta'sir ko'rsatmay

regeneratsiya paytida hamda kationitni yuvish davrida yuvuvchi suv bilan filtrdan oson chiqib ketadi. Reaksiya tenglamalaridan ko'rinadiki, "holdan to'lgan" kationitning dastlabki /RINa/ holatini tiklash uchun regeneratsiya reagenti sifatida tarkibida Na kationi bo'lgan NaON, NaNSO₃ yoki Na₂SO₄ kabi moddalarni ham ishlatish mumkin. Ammo bu reagentlar amalda Na-kationitli filtrlar uchun ishlatilmaydi. Bunga sabab, Masalan, Na-kationitni regeneratsiya qilish uchun bu reagentlardan NaON yoki Na₂SO₄ eritmasi ishlatilsa, kationitning ishchi ion almashtirish qobiliyati tiklanishi quyidagi reaksiyalar asosida sodir bo'ladi:



Bu reaksiyalardan ko'rinadiki, regeneratsiya jarayonida hosil bo'lgan Ca(OH)₂Mg(OH)₂SaSO₃MgSO₃CO₄ va MgSO₄ birikmalari suvda kam eruvchi moddalar bo'lganligi uchun kationit donachalari oraligida u moddalarning qattiq birikmalari hosil bo'lib, kationit donachalarining bir-biri bilan jipslashib, qotib qolishiga sabab bo'ladi. Bu holat filtrning suv o'tkazish va ion almashtirish qobiliyatini yomonlashtiradi.

Regeneratsiya reagenti sifatida NaHCO₃ ishlatilganda suvda kam eruvchan moddalar hosil bo'lmasada, lekin bikarbonat natriy, NaCl tuzi kabi arzon emas hamda tabiatda erkin holatda ko'p miqdorida uchramaydi. Ana shu sabablarga ko'ra bu moddalar natriy kationitli filtrlarni regeneratsiya qilishda qo'llanilmaydi.

Shuni takidlash lozimki, suv tozalash jarayonida ionit filtrlarni regeneratsiya qilishda ishlatiladigan reagentlar sanoatda ko'p miqdorda ishlab chiqarilishi, arzon narxda bo'lishi hamda regeneratsiya jarayonida hosil bo'ladigan moddalar suvda yaxshi eriydigan bo'lishi, lozim. Bunday xususiyatga ega bo'lgan moddalar ionit filtrlarning samaradorli va ishonchli ishlashini ta'minlaydi.

Regeneratsiya jarayoni barcha ionitli filtrlarda ketma-ket bajariladigan 3 ta operatsiyadan iborat: ya'ni filtrning pastki quvuridan quyi tomonidan suv berib, ionitni yayratish (1), ionit qatlami orqali filtrdan regeneratsiyalaydigan eritmani o'tkazish (2), regegeneratsiya eritmasidan ionitni yuqoridan pastga qarab suv berib yuvish (3).

1. YAYRATISH: Bu operatsiyani bajarishdan maqsad mexanik filtrlardagi kabi ionitni tarkibida yig'ilgan mexanik birikmalardan tozalash hamda filtrning ish davrida zichlashib qolgan ionit donachalarini bir-biridan ajratishdan iborat. Filtrlarni yaratishda yuborilayotgan suvning tezligi soatiga 4–5 metr, yayratish vaqti filtrdan chiqayotgan suv tiniqligi, yuborilayotgan suv tinikligigatenglashguncha davom ettiriladi, bu jarayon barcha ionit filtrlarida 10–15 minut atrofida davom etadi.

2. REGENERATSIYA eritmasini o'tkazish. Bu operatsiyada yukorida ta'kidlangandek «holdan tolgan» ionitning dastlabki ion almashtirish qobiliyatini qayta tiklash uchun filtrning konstruksiyasiga qarab ionit qatlamidan regeneratsiya eritmasini har xil yo'nalishda o'tkazishdan iborat.

3. YUVISH: Bu operatsiyada filtrdan regeneratsiya eritmasi o'tkazilgan yo'nalishda suv yuborib, ionitni regeneratsiya eritmasidan yuviladi. YUvish jarayonida filtrdan o'tayotgan suv tezligi soatiga 5–8 metr, yuvish vaqti 10–15 minut bo'ladi.

Ionitlarning ishchi ion almashtirish qobiliyatini tiklashda bu operatsiyalardan regeneratsiya eritmasini o'tkazish asosiy operatsiya hisoblanadi. Filtrdan regeneratsiya eritmasi qanday yo'nalishda o'tkazilishiga qarab bu jarayonini 2 xil usulda amalga oshirish mumkin:

1-tozalanadigan suv hamda regeneratsiya eritmasi filtrdan bir xil yo'nalishda o'tkazilsa, bunday regeneratsiyalash usuliga to'g'ri yo'nalishda regeneratsiyalash deyiladi.

2-regeneratsiya eritmasi tozalanadigan suv yuboriladigan yo'nalishga teskari holatda o'tkazilsa, bunday usulga qarama-qarshi yo'nalishda regeneratsiyalash deyiladi.

Ikkinchi usulda tozalanadigan suvni filtr yuqorisidan regeneratsiya eritmasini filtrning tag qismidan yuborish yoki

aksincha eritmani filtrning yuqorisidan tozalanadigan suvni esa filtrning tag qismidan yuborish ham mumkin. Regeneratsiya eritmasining qanday yo'nalishda filtrdan o'tkazilishi asosan filtrning konstruksiyasiga va quvurlar sistemasiga bog'liq. Eritma hamda suv yuboruvchi quvurlar sistemasi yuqori qismida bo'lgan filtrlar faqat to'g'ri yo'nalishda regeneratsiya qilinadi. Regeneratsiya eritmasini yuboruvchi quvurlar sistemalari tag qismida bo'lgan filtrlar qarama-qarshi yo'nalishda regeneratsiya qilinadi. Tajribada ko'rsatilishicha filtrlarni to'g'ri yo'nalishda regeneratsiyalash natijasida ionitning quyi qatlami yuqori qatlamiga nisbatan kamroq darajada regeneratsiyalanadi. Bunga sabab, birinchidan regeneratsiya jarayonida ionitning yuqori qatlamlari orqali quyi qatlamlaridan o'tayotgan eritmaning konsentratsiyasi tobora pasayishi bo'lsa, ikkinchidan eritma tarkibida regeneratsiya mahsulotining konsentratsiyasi oshib borishidir. Buning natijasida quyi qatlamlardagi ba'zi regeneratsiyalangan ionitlarning yana dastlabki holatiga qaytishi ham sodir bo'ladi. Shu sabablarga asosan bunday usulda regeneratsiyalangan filtrlarning quyi qatlamlarida ion almashish jarayoni yuqori qatlamlariga qaraganda kamroq darajada bo'ladi.

Filtrni qarama-qarshi yo'nalishda regeneratsiyalash jarayonida regeneratsiya eritmasi filtrning quyi qismidan yuqoriga yuborilsa, bunday filtrlardagi ionitning pastki qatlamlari yuqori qatlamiga qaraganda ko'proq darajada regeneratsiyalanadi. Shu sababli, bunday filtrlarning quyi qatlamlarida ion almashish jarayoni yuqori darajada bo'ladi.

Shuni ta'kidlash lozimki, suv tozalash qurilmalarda Na-kationitli filtrlarni asosan korbonatli qattiqligi kamroq bo'lgan suvlarni yumshatish uchun ishlatish maqsadga muvofiqdir. Chunki, korbonatli qattiqligi katta bo'lgan suvlar Na-kationitli filtrlarda yumshatilsa yumshatilayotgan suv tarkibida NaHCO_3 va Na_2CO_3 tuzlari ko'payib ketadi. Ya'ni bu tuzlarning gidrolizlanishi natijasida suvning natriyli ishqoriyligi ortadi. Ishqoriyligi yuqori bo'lgan suvlar yuqorida aytilganidek bug' hosil qiluvchi bug' qozonlarining me'yorida ishlashiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Birinchi pog'onali natriy kationitli filtrlarda filtrdan o'tayotgan suvning tezligi soatiga 15–20m. Bunday filtrlar yordamida suv qattiqligini litrida 0,2–0,5 mg-ekv gacha, Na_2 - kationitli filtrlaryordamida esa suv qattiqligini litrida 0,01–0,02 mg-ekv gacha tushirish mumkin. Na_2 - filtrdan o'tayotgan suv tezligi soatiga 30–40 m. Suv yumshatish qurilmalarda birinchi va ikkinchi pog'onali filtrlarni ketma-ket ishlatish quyidagi afzalliklarga egadir: birinchidan suv yuqori darajada yumshatiladi, ikkinchidan Na_2 – kationitli filtrlarga ishlatilgan regeneratsiya eritmasini Na_1 - kationitli filtrlarga qayta ishlatish, natijasida filtrlarni regeneratsiya qilishda sarflanadigan NaCl tuzi miqdorini tejash mumkin. Na_1 - filtrlarda ishlatilgan eritma esa yuvish va boshqa operatsiyalarni bajarish jarayonida hosil bo'lgan suvlar bilan birgalikda chiqindi suvlarga qo'shiladi. Suv tozalash jarayonlarida suvni yumshatish faqat Na_1 - kationitli filtrlar yordamida olib borilsa qurilmalardagi Na_1 -filtrlarni regeneratsiya qilish filtratga Ca kationlari o'ta boshlashi bilan to'xtalishi sababli, bunday qurilmalardagi Na_1 - kationitli filtrlarning regeneratsiya oralig'idagi foydali ish vaqti (filtrotsikl) kamroq bo'lib, bir kecha kunduzdagi regeneratsiyalash soni ko'proq bo'ladi. Agar yumshatilayotgan suv qattiqligi qanday darajada bo'lishi iste'mol qilayotgan korxonaning ekspluatatsiya me'yorlarida belgilangan bo'lsa, u holda qurilmadagi Na_1 kationitli filtrlarni regeneratsiya qilish uchun yumshatilayotgan suv qattiqligi Shu korxona tamonidan belgilab qo'yilgan me'yorga etganda to'xtatiladi.

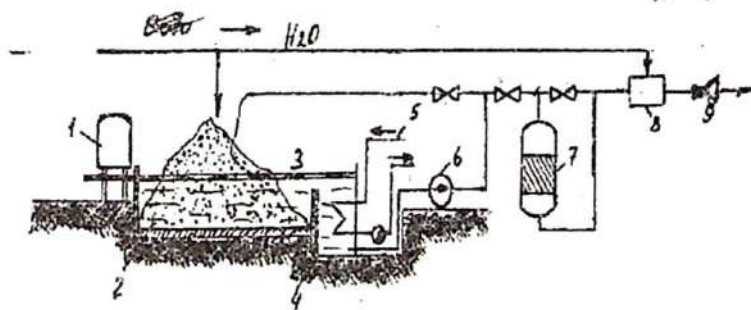
Ikki pog'onali natriy kationitli qurilmalarda Na_2 – kationitli filtrlarni regeneratsiya qilish filtratga Ca va Mg kationlari o'ta boshlashigacha kutilmay, regeneratsiya oralig'ida Ca^{2+} kationi o'ta boshlaguncha ulardan qancha miqdorda suv o'tkazish mumkinligi oldindan hisoblangan bo'ladi. Shu sababli Na_2 – kationitli filtrlarda ularning foydali ish vaqti ko'proq bo'lib, ko'proq miqdordagi suvni yumshata oladi va regeperatsiyalash oralig'idagi ishlash vaqti ham uzoqroq bo'ladi.

9.2. Natriy kationitli qurilmalarning yordamchi uskunalari

Bu rasmda avval Na_2 so'ng Na_1 filtrlarni to'g'ri yo'nalishda regeneratsiya qilish natijasida regeneratsiyadan keyin kationitlar hajmida qolgan Ca va Mg kationlarining konsentratsiyasi kationit qatlami balandligi bo'yicha qanday miqdorda bo'lishi chizilgan holatda ko'rsatilgan. Rasmdan ko'rinadiki, eritma avval Na_2 filtrlardan o'tishi sababli, bu filtrlarda kationit tarkibida qolgan Ca va Mg kationlar miqdori Na_1 -filtrlardagiga qaraganda birmuncha kam. Shu sababli Na_2 filtrlarning samaradorligi yuqori hamda ishlash muddati ancha unumli bo'ladi.

Suvni yumshatadigan natriy kationitli qurilmalarning yordamchi uskunalari asosan osh tuzini quruq yoki xo'l holatda saqlaydigan omborlar, temir beton hovuzlar, kationitni yayratishda, yuvishda ishlatiladigan suvni saqlash uchun baklar, tuz eritmasi sarfini o'lchaydigan asboblari eritmani tortib olib kationitga yuboruvchi so'rg'ichlar yoki dozatorlar hamda eritmani qizdiruvchi uskunalardan iborat bo'ladi.

Suv yumshatish qurilmalarida osh tuzi ko'pincha temir beton hovuzlarda xo'l holatda saqlanadi. 36-rasmda tuzni temir beton hovuzlarda saqlash va eritmasini tayyorlash, hamda eritmani filtrlarga yuborish sxemasi ko'rsatilgan.



36-rasm. Natriy kationit kurilmasi uchun tuz eritmasi tayyorlaydigan xo'jalikning sxemasi.

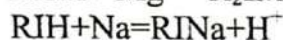
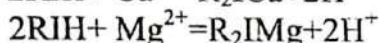
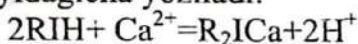
1 – tuz keltiruvchi vagon; 2 – tuzni bo'tqa holatda saqlovchi hovuz; 3 – teshikli to'siq; 4 – tuz eritmasini saqlanadigan va qizdiriladigan hovuz; 5-isituvchi qurilma; 6 – eritmani tortib oluvchi so'rg'ich; 7 – kvars qumli filtr; 8 – quyuq tuz eritmasini saqlovchi bak; 9 – eritmani filtrlarga yuboradigan ejektor.

Tuz eritmasi saqlanadigan hovuzlar (2) binodan tashqarida bo'lib, unga temir yo'l vagonlari yoki boshqa transport vositalari bemaolol kela oladigan bo'lishi kerak. Hovuzdan tuz eritmasi teshikli (3) to'siq orqali qizdiradigan hovuzga (4) kelib qo'yiladi va undagi isituvchi sistemalarga bug' berilib eritma qizdiriladi. Eritma maxsus so'rich (6) orqali so'rib olinib kvars qumli filtrdan soatiga 4-5 m tezlikda o'tkaziladi. Filtrda tozalangan quyuq tuz eritmasi bak (8) da suv bilan aralashtirilib kerakli darajagacha suyultirilgach ejektor (9) yordamida filtrlarga yuboriladi.

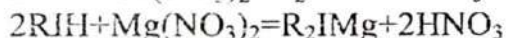
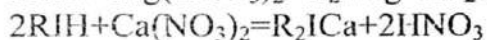
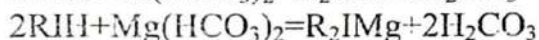
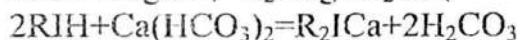
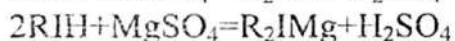
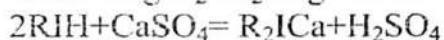
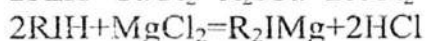
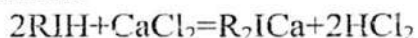
Tuz sarfi bir kecha kunduzda 500 kg dan kam bo'lgan suv yumshatadigan qurilmalarda tuzni isitilmaydigan xonalarda saqlab, eritish uchun maxsus tuz erituvchi qurilmalardan foydalanish ham mumkin. Bu holda tuz faqat kationitni regeneratsiya qilish oldidan eritiladi. Tuz erituvchi qo'llanilganda undan chiqayotgan eritma avval quyuqroq (20% li) keyin tobora suyuqlashib borishi (0,5%gacha) sababli, eritmaning bir xil konsentratsiyali bo'lishi uchun tuz erituvchidan chiqayotgan eritma qo'shimcha bakka yig'iladi va undan so'ng kationitga kerakli % li eritma tayyorlanib, so'ng yuboriladi.

9.3. Suvni vodorod kationitli filtrlar yordamida yumshatish

Suv tozalash qurilmalarida N- kationitli filtrlar ham Na-kationitli filtrlar kabi suvni yumshatish ya'ni tarkibidagi Ca, Mg hamda Na kationlaridan tozalash uchun ishlatiladi. N- kationitli filtrlardan o'tayotgan suv tarkibidagi bu kationlarning kationit tarkibidagi N- kationlar bilan almashish reaksiyalari ion holatda quyidagicha yoziladi:



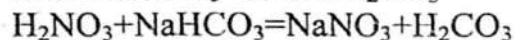
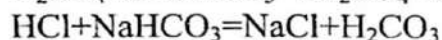
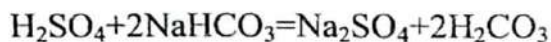
Agar suv tarkibida bu kationlar CaCl_2 , MgCl_2 , CaSO_4 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ kabi birikmalar holatida bo'lishi nazarda tutilsa, u holda N- kationitli filtrlarda kation almashish jarayoni molekulyar ko'rinishda quyidagicha yoziladi.



Suvni N- kationitlash natijasida suv tarkibidagi Ca, Mg va Na kationlarining konsentratsiyasi kamayishi bilan suvning umumiy ishqoriyligi va tuz miqdori ham kamayadi. Ammo kislotalik xususiyati oshadi. N- filtrlarda yumshatilgan suvni vodorod kationitli suv deb ataladi. Vodorod kationitli suvning kislotalik xususiyati oshishi yumshatilayotgan suv tarkibidagi tuzlarining kation almashish jarayonida HCl , H_2SO_4 , HNO_3 , kabi kislotalarga aylanishi natijasida sodir bo'ladi. Bu hol yuqoridagi reaksiyalarda yaqqol ko'rinadi. Yumshatilayotgan suv tarkibida SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- ionlarining miqdori qancha ko'p bo'lsa, vodorod kationitli suvning kislotalik xususiyati ham Shuncha oshaadi. Kislotaligi yuqori bo'lgan suv metallarda korroziya jarayonini tezlashtirishi sababli, vodorod kationitli suvni ionitlar yordamida qo'shimcha tozalamasdan IES larida va toza suv talab kiladigan boshqa sohalarda umuman ishlatib bo'lmaydi.

Suv tozalash sohasida N- kationitli suvning kislotalik xususiyatini kamaytirish asosan, Na- kationitli suv bilan aralashtirish yoki anionitli filtrlarday uqori darajada tuzsizlantirish yo'li bilan amalga oshiriladi.

N-kationitli suv, ishqoriy xususiyatli Na-kationitli suv bilan aralashganda kislotalik xususiyati kamayishi N-kationitli suv tarkibidagi kuchli kislotalarning Na-kationitli suv tarkibidagi NaHCO_3 birikmasi bilan neytrallanishi natijasida sodir bo'ladi:

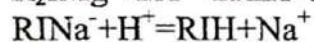
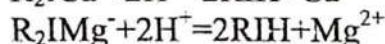
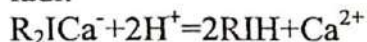


N-kationitli suv ON-anionitli filtrlardan o'tkazilganda esa uning kislotalik xususiyati kamayishi tarkibidagi kuchli kislota anionlarining SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- anionitning ON anionlari bilan almashinishi natijasida, filtrate tarkibida shu anionlarning konsentratsiyasi kamayishi hisobiga sodir bo'ladi. N-filtrlarda ham suvdagi Ca, Mg va Na kationlarining kationitdagi vodorod kationi bilan almashinish tezligi Na-kationitlardagi kabi barcha kationlar uchun bir xil bo'lmay, ularning almashishida ham quyidagicha $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na}$ ketma-ketlik mavjud.

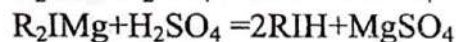
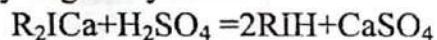
Bu qatordagi har bir oldingi kation keying kationga nisbatan ko'p miqdorda va yuqori tezlikda kationitga yutilishi, hamda har bir oldingi kation o'zidan keyin turgan kationni kationitdan siqib chiqarish xususiyatiga ham ega. Bu kationlardan kationitga eng aktiv yutiluvchi kation sakationi, eng passivi esa Na kationidir.

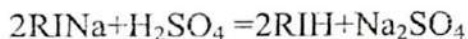
N-kationitli filtrlar filtrat kislotaligi kamayishi yoki filtratga Sa yoki Na kationlaridan biri o'ta boshlashi bilan regeneratsiyalash uchun to'xtatiladi. N-kationitlarning ishchi ion almashtirish qobiliyatini qayta tiklash uchun regeneratsiya reagenti sifatida H_2SO_4 yoki HCl kislotaning suyultirilgan eritmasi ishlatiladi. Ularni regeneratsiyalashda yayratish, regeneratsiya eritmasini filtrdan o'tkazish va kationitlarni yuvish operatsiyalari Na-kationitli filtrlardagi kabi amalga oshiriladi.

N-kationitli filtrlar H_2SO_4 kislotasi bilan regeneratsiya qilinganda, kationitda yutilgan kationlarning kislota tarkibidagi N kationlari bilan almashinishi quyidagi reaksiyalar natijasida sodir bo'ladi.



Regeneratsiyalanish jaryoni molekulyar ko'rinishda quyidagicha yoziladi:



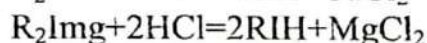
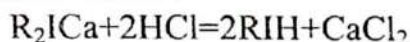


N-kationitli filtrlarni H_2SO_4 eritmasi bilan regeneratsiyalashda kislota konsentratsiyasi muhim rol o'ynaydi. YUqorida keltirilgan reaksiya tenglamalaridan ko'rinadiki, hosil bo'lgan SaSO_4 suvda kam eruvchan birikma bo'lganligi uchun regeneratsiya jarayonida Sa va SO_4^{2-} ionlar konsentratsiyasi yig'indisi, SaSO_4 ning eruvchanlik ko'paytmasidan ortib ketasa: ya'ni $C_{\text{Ca}^{2+}} + C_{\text{SO}_4^{2-}} > EK_{\text{CaSO}_4}$ bo'lsa, kationit donachalari oralig'ida SaSO_4 ning qattiq holatdagi kristall birikmalari hosil bo'lishi boshlanadi. Hosil bo'lgan bu kristallar kationit donachalarining o'zaro bir-biri bilan yopishib qolishiga sabab bo'ladi. Suv tozalash sohasidagi adabiyotlarda kationitlarning bunday holatini "gipslanish" holati deyiladi. Kationit donachalarning "gipslanishi" filtrning gidravlik qarshiligini va uni yuvishda sarflanadigan suv miqdorini oshiradi. Natijada regeneratsiya jarayonida kationitning ishchi ionalmashtirish hajmi to'la tiklanmaydi. Regeneratsiya jarayonida kationit donachalarining "gipslanishi" asosan quyidagi sabablarga, ya'ni kislota konsentratsiyasiga va kislotaning filtrdan o'tish tezligiga bog'liq. Regeneratsiyalash jarayonida kationitqatlaminin "gipslanishiga" yo'l qo'ymaslik uchun amalda ko'p qo'llaniladigan asosiy usullardan biri, N-kationitli filtrlarni ikki bosqichda regeneratsiyalashdir. Bu usulda, birinchi bosqichda filtrdan H_2SO_4 ning suyuqroq 0,5–2% li eritmasi o'tkazilib, kationitda yutilgan Sa va Mg kationlarning asosiy qismi N kationlar bilan almashingandan so'ng, regeneratsiya jarayoni yuqori darajada bo'lishi uchun ikkinchi bosqichda kationitdan H_2SO_4 ning quyuqroq konsentratsiyali 3–4% li eritmasi o'tkaziladi.

Filtrdan H_2SO_4 ning 0,5–2% li eritmasi o'tish jarayonida hosil bo'lgan Sa^+ va SO_4^{2-} ionlar konsentratsiyasi yig'indisi SaSO_4 ning eruvchanlik ko'paytmasidan katta bo'lmisligi sababli kationit tarkibida SaSO_4 ning qattiq kristallari ajralib chiqishiga imkoniyat bo'lmaydi. Lekin bu metodda quyidagi kamchiliklar mavjud; birinchidan regeneratsiyalash uchun sarflanadigan eritmaning miqdori birmuncha ko'payadi; ikkinchidan eritmaning filtrdan o'tish vaqti uzayishi hisobiga uning ishlamagan holati ko'proq

bo'ladi, uchinchidan, regeneratsiyaga H_2SO_4 ning qanchalik suyultirilgan eritmasi ishlatilsa N-kationitli filtrlarning ishchi ion almashtirish hajmi tiklanishi shunchalik kichik bo'ladi va suv tozalash qobiliyati hamda unumdorligi pasayadi. Regeneratsiya jarayonida $SaSO_4$ ning qattiq birikmasi hosil bo'lmasligi uchun qanday konsentratsiyali eritma ishlatish mumkinligini aniqlash maqsadida o'tkazilgan tajribalar natijalari ko'rsatishicha, regeneratsiyalash uchun eng qulay eritma N_2SO_4 ning 0,75% li eritmasi ekanligi aniqlangan. Ammo bundan suyuq konsentratsiyali eritma ishlatilganda N-kationitning ishchi ion almashtirish hajmi to'la tiklanmay regeneratsiya darajasi kichik bo'ladi. Aksincha qanchalik yuqori konsentratsiyali eritma ishlatilganda regeneratsiya jarayonida $SaSO_4$ ning o'ta to'yingan eritmasi hosil bo'lishi sababli, kationit tarkibida bu birikmaning kristallanishi shunchalik tezlashadi. $SaSO_4$ ning kristallanish tezligi regeneratsiya eritmasi haroratiga va eritmaning kationit qatlamidan o'tish tezligiga ham bog'liq. Eritma haroratiguncha past bo'lib, uning kationitdan o'tish tezligi qancha sekin bo'lsa, $SaSO_4$ ning qattiq holatda eritmada ajralib chiqishi va bu birikma ta'sirida kationit qatlamlarining bir-biriga yopishib qolish hollari shuncha tez bo'ladi. Shu sababli eritmaning filtdan o'tish tezligi va kationit bilan to'qnashish vaqti tajribada aniqlanishicha o'ta to'yingan eritmada $SaSO_4$ ning kristallari ajralib chiqish vaqtidan kam bo'lishi kerak.

N-kationitli filtrlarni regeneratsiya qilish uchun xlorid kislotasi eritmasi ishlatilganda regeneratsiya jarayoni quyidagi reaksiyalar asosida boradi:



Bu reaksiyalardan ko'rinadiki, regeneratsiya jarayonida Sa va Mg kationlarining suvda yaxshi eriydigan $CaCl_2$ va $MgCl_2$ tuzlari hosil bo'ladi. Bu qilinmaydi. Ammo HCl kislotasi N_2SO_4 kislotaga qaraganda uchuvchan hamda o'tkir hidli bo'lganligi sababli, inson salomatligiga salbiy ta'sir etadi. Shu sababli HCl kislotasi suv tozalash qurilmalarida N-kationitli filtrlarni regeneratsiya qilish uchun keng ko'lamda tuzlar regeneratsiya eritmasi bilan

birgalikda, hamda kationitni yuvish davrida yuvindi suv bilan filtrdan oson oqib chiqadi.

Shu sababli HCl ishlatilganda N filtrlarni bosqichli regeneratsiya qilish talab qo'llanilmaydi.

9.4. Vodorod kationitli filtrlarning turlari

Suv tozalash qurilmalarida ishlatiladigan N-kationitli filtrlar turli xil konstruksiyada bo'ladi. Ularni birinchi N_1 /, ikkinchi N_2 /, uchinchi N_3 /, qarama-qarshi N_q / va bosqichli qarama-qarshi oqimli N_{bq} / hamda to'yintirmay regeneratsiya qilinadigan N_r / filtrlar deb nomlanadi. Bunday filtrlar konstruksiyasi bo'yicha hamda ishlatiladigan filtrlovchi materiallari xiliga qarab, bir-biridan farq qiladi. Ularning suv yumshatish qobiliyatlari ham har xil.

Birinchi pog'onali (N_1)-kationitli filtrlar. Bunday filtrlarda filtrlovchi materiallar sifatida sulfoko'mir yoki kuchsiz kislotali kationitlar ishlatiladi. N_1 -filtrlar yordamida suv qattiqligini har litrida 0,02-0,03 mg-ekv. gacha, tarkibidagi Na-katiolarning konsentratsiyasini 0,1-0,2 mg-ekv.gacha kamaytirish mumkin. Suv yumshatish qurilmalarida N_1 -filtrlarning ishlatilish sohasi juda keng. Ular Na-kationitli filtrlar bilan ketma-ket yoki parallel holatlarda; ikki va uch bosqichli suvni tuzsizlantiruvchi qurilmalarda esa mexanik hamda birincha pog'onali anionitni filtrlar oralig'ida ishlatiladi. Ularning kationit qatlami qalinligi 2-2,5 m, suvning filtrdan o'tish tezligi soatiga 20-30 m atrofida, bir kecha kunduzda regeneratsiyalash soni 2-3 martadan oshmasligi kerak.

N_1 - kationitli filtrlar filtratning kislotalik xususiyati kamayishi hamda filtrat tarkibida Sa kationining konsentratsiyasi belgilab qo'yilgan me'yordan osha boshlashi bilan regeneratsiya qilish uchun to'xtatiladi. Ularni regeneratsiya qilishda N_2SO_4 ning 1-4% li eritmasi ishlatiladi va regeneratsiya jarayoni yuqorida aytilganidek, ikki bosqichda olib boriladi.

Ikkinchi pog'onali (N_2)-kationitli filtrlar. Bunday filtrlarda filtrlovchi materiallarsifatida kuchli kislotali KU-2 turidagi kationitlar ishlatiladi.

Suv tozalash qurilmalarida bunday filtrlar yordamida suv qattiqligini 0,002–0,005 mg-ekv/l gacha tarkibidagi Na-kationining konsentratsiyasini 0,005 mg-ekv/l. gacha tuShurish mumkin. N_2 -filtrlar orqali tozalanayotgan suvning kislotali xususiyati 0,05 mg-ekv./l.dan yuqori bo'lmaydi N_2 -filtrlar ikki va uch bosqichli suv tozalash qurilmalarida suvni asosan Na kationidan tozalash uchun ishlatiladi. Bunday qurilmalarda N_2 -filtrlar birinchi pog'onali anionitli filtrlardan keyin o'rnatiladi. N_2 -filtrlarda kationit qatlami qalinligi 2–1,5 m, suvning filtrdan o'tish tezligi soatiga 30–50 m oralig'ida bo'ladi.

N_2 -kationitli filtrlar, filtrat tarkibida Na-kationining konsentratsiyasi belgilab qo'yilgan me'yordan osha boshlaganda regeneratsiya qilish uchun to'xtatiladi. Ularni regeneratsiya qilish uchun N_2SO_4 ning 3–5% li eritmasi ishlatiladi.

N_2 -filtrlarga yutilgan Ca va Mg kationlarining miqdori N_1 -kationitli filtrlardagiga qaraganda birmuncha kambo'lgani uchun bunday konsentratsiyali eritma ishlatilganda kationit tarkibida suvda kam eruvchan moddalar hosil bo'lmaydi.

Shuni ta'kidlash lozimki N_1 va N_2 filtrlar keima-ket ishlatiladigan qurilmalarda N -filtrlarni regeneratsiya qilish uchun sarflanadigan kislota miqdorini tejash maqsadida N_2 -filtrlarda ishlatilgan eritmani N_1 -filtrlarni regeneratsiya qilish uchun qayta ishlatish mumkin.

Uchinchi pog'onali N_3 -kationitli filtrlar. Bunday filtrlar asosan suv tozalash qurilmalarida yuqori quvvatli bug' qozonlariga qo'shimcha suv tayyorlovchi hamda kondensat tozalovchi qurilmalarda ishlatiladi. Ularda filtr materiali sifatida kuchli kislotali kationitlar ishlatilib kationit qatlami qalinligi 0,5–1 m, undan o'tayotgan suvning tezligi soatiga 50–100 m atrofida bo'ladi.

Ularni regeneratsiya qilinguncha filtrdan qancha miqdorda suv o'tkazish mumkinligi oldindan belgilab qo'yiladi. N_3 filtrlarni regeneratsiya qilishda N_2SO_4 ning yanada quyuqroq 15–6% eritmasi ishlatiladi.

Uch bosqichli suv tozalash qurilmalarida ham N -kationitli filtrlarning regeneratsiyasiga sarflanadigan kislota miqdorini tejash

maqsadida N_3 -filtrlarda ishlatilgan kislota eritmasini N_1 -filtrlarni regeneratsiya qilish uchun qayta ishlatiladi.

N_K -kationitli filtrlar. Bunday filtrlarda regeneratsiya eritmasini hamda yumshatiladigan suvni yuboruvchi quvurlar sistemasi qarama-qarshi yo'nalishda o'rnatilgan bo'ladi. Bu quvurlar sistemasi qanday holatdaligiga qarab regeneratsiya eritmasini filtrdan har xil oqimda, yani filtrlarning material qatlami bo'ylab yuqoridan pastga yoki aksincha pastdan yuqoriga o'tkazish mumkin. Odatda bunday turdagi filtrlarda konstruksiyasi bo'yicha, eritmani filtrning tagidan yuqoriga, yumshatiladigan suvni esa yuqorisidan pastga qarab o'tkazish mo'ljallangan.

Bunday konstruksiyali filtrlarda tozalanayotgan suv dag'al zarrachalar hamda ionit materiallari yemirilishidan hosil bo'lgan ionit chiqindilari bilan ifloslanmaydi. N_Q -filtrlarni regeneratsiyalashda N_2SO_4 ning 0,75–1% eritmasi filtrning pastki qismidagi quvurlari orqali filtrning tepa qismi tomon yo'naltirilib, kationit sadhidan 0,3–0,4 m pastroq qatlami orasida o'rnatilgan quvuri orqali chiqarib yuboriladi (rasm 7–12). Kislota eritmasining kationitdan o'tish tezligi filtr material qalinligiga bog'liq. Uning qalinligi 2 m dan kam bo'lsa, kislotaning filtrdan o'tish tezligi soatiga 6 m, agar qalinligi 2 m dan ko'p bo'lsa, kislotaning o'tish tezligi soatiga 8–10 m bo'lishi kerak.

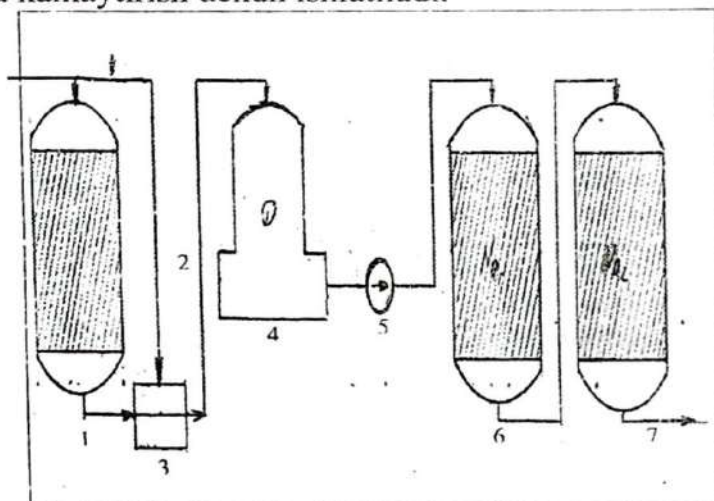
Nazorat savollari

1. Suvni N-kationitli filtrlar yordamida yumshatish qonuniyatlari.
2. N – kationitli filtrlarning turlari va ularning ishlatilish sohalari.
3. N – kationitli filtrlar yordamida suvni qanday kationlardan tozalash mumkin?
4. N – kationitli filtrlarni regeneratsiya qilishda ishlatiladigan reagentlar.

X BOB. SUVNI YUMSHATISH SOHASIDA VODOROD VA NATRIY KATIONIT QURILMALARNING ISHLATILISHI

10.1. Suvni ketma-ket o'rnatilgan N va Na-kationitli filtrlarda yumshatish

Suv tozalash texnikasi sohasida bunday filtrli qurilmalar suv ishqoriyligini kamroq darajada, qattiqligini har qanday belgilangan miqdorda kamaytirish uchun ishlatiladi.



37-rasm. Ketma-ket o'rnatilgan N va Na-kationitli qurilmaning negizona chizmasi

Bunday qurilmalarni ishlatishda yumshatilayotgan suv ikki qismga ajratilib suvning bir qismi (1) N-kationitli filtrdan o'tkazilib, filtrdan o'tmagan ikkinchi qismi bilan (2) maxsus bakda (3) aralashtiriladi. N-kationitli filtrdan o'tayotgan suvning kislotalik xususiyati yuqori bo'lganligi sababli yumshatilmagan suv bilan aralashganda undagi N^+ -kationlar filtrdan o'tkazilmagan suv tarkibidagi NSO_3^- anionlar bilan o'zaro birikishi natijasida, suvning karbonatli ishqoriyligi kamayadi.



Hamda hosil bo'lgan N_2SO_3 ning parchalanishi hisobiga SO_2 gazi hosil bo'ladi.

Suvni SO_2 gazidan tozalash dekarbanizator (4) yordamida aeratsiya qilib bajariladi. Dekarbonizatorida SO_2 dan tozalangan suv so'rg'ich (5) yordamida Na_1 filtrga (6) yuboriladi. Tozalanayotgan suv oxirgi bosqichdagi Na_2 -filtrdan (7) o'tishi natijasida qattiqligi har litrida 10 mkg-ekv.gacha kamayadi.

Yumshatilgan suvning ishqoriyligi kamayishi asosan tarkibidagi NSO_3^- ionlar konsentratsiyasiga va N-kationitli filtrdan o'tayotgan suv miqdoriga bog'liqligi sababli, yumshatilayotgan suvning belgilangan me'yordagi ishqoriyligini N-kationitli filtrdan o'tayotgan suv miqdorini ko'paytirish yoki kamaytirish yo'li bilan amalga oshirish mumkin.

Bunday qurilmalarda dekarbonizatorga tushayotgan to'la yumshatilmagan suv qattiqligi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$K_{um}^b = (1-x)Q_{um} + xQ_{um}^N$$

bu yerda: Q_{um}^b - bak (3) dagi suvning umumiy qattiqligi, mg-ekv/l; Q_{um} - takbiy umumiy qattiqligi, mg-ekv/l; Q_{um}^N - N-kationli suvning umumiy qattiqligi mg-ekv/l; x N-kationitli filtrdan o'tayotgan suvning miqdori, m^3 . 1-qurilmaga berilayotgan suvning umumiy ishqoriyligi.

N-kationitli filtrdan o'tayotgan suv $/x/$ miqdori qancha ko'p bo'lsa, bakdagi aralashgan suv qattiqligi ham Shuncha kichik bo'ladi. Ishqoriyligi esa tarkibidagi N-kationlar bilan neytralanmay qolgan NSO_3^- ionlar miqdoriga bog'liq. U quyidagi ifodadan topiladi:

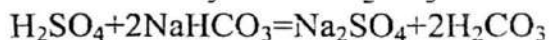
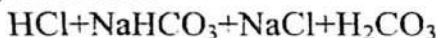
$$C_{\text{HCO}_3}^K = (1-x)C_{\text{HCO}_3} - xA$$

Bu ifodada: $C_{\text{HCO}_3}^K$ - bakdagi aralashgan suvning qoldiq ishqoriyligi, mg-ekv/l; C_{HCO_3} - dastlabki suvdagi NSO_3^- ionlarining konsentratsiyasi, mg-ekv/l; A - N-kationitli suvning kislotaligi, mg-ekv/l.

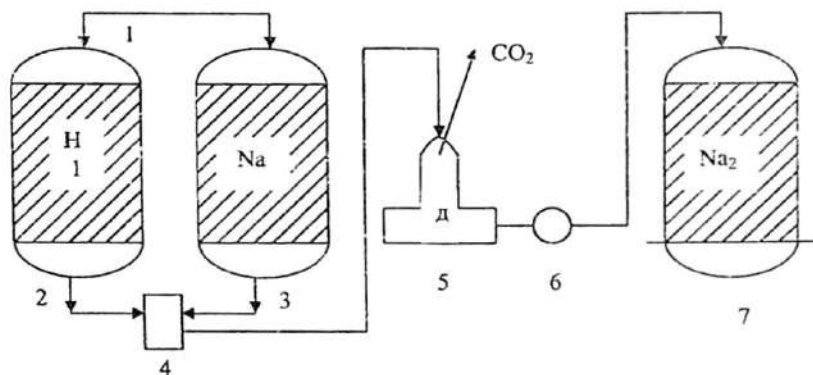
10.2. Suvni parallel ishlatiladigan N va Na-kationitli filtrlarda yumshatish

Bunday qurilmalarda tozalanish uchun filtrlarga yuborilayotgan suv (1) ikki qismga bo'linib, parallel ishlaydigan N va Na

kationitli filtrlardan baravarmiqdorlarda (2,3) o'tkaziladi. Bu filtrlardan o'tkazilayotgan suv neytralizator bakida (4) aralashishi natijasida N-kationitli suv tarkibida hosil bo'lgan HCl, H₂SO₄ kislotalari, Na-kationitli suv tarkibidagi NaHCO₃ birikmasi bilan neytrallanadi.



Neytrallanish jarayonida hosil bo'lgan H₂CO₃ kislotasi beqaror birikma bo'lganligi uchun bu birikma N₂O va SO₂ gaziga parchalanishi natijasida suv dekarbonizatorga berilib 5) SO₂ gazidan tozalanadi.



37-rasm. Parallel ishlatiladigan N va Na-kationitli qurilmaning negizona chizmasi

Neytralizator bakidan dekarbonizatorga yuborilayotgan suv tarkibidagi SO₂гази, dekarbonizatorda aeratsiya orqali havoga chiqarib yuborilgandan so'ng tozalangan suv so'rg'ich yordamida yuqori darajada yumshatish uchun Na₂ filtrga yuboriladi.

Suv tozalash qurilmalarida ishlatiladigan bunday filtrlarda filtr materiali sifatida asosan sulfoko'mir ishlatiladi. Har ikki qurilmada ham N kationitli filtrlarni regeneratsiya qilish uchun N-kationitli suv qattiqligi va kislotaliligi belgilab qo'yilgan me'yorga etganda to'xtatiladi. Bu filtrlarni regeneratsiya qilishda kationitni yayratish operatsiyasi oddiy N-kationitli filtrlardagi kabi amalga oshiriladi. Regeneratsiya qilish uchun H₂SO₄-kislotaning 1–1,5%li eritmasi ishlatiladi. Eritma filtrning yuqori qismidan yuboriladi.

Kationitning to'la regeneratsiyalanish darajasi eritmaning filtdan o'tish tezligiga kislota konsentratsiyasiga, solishtirma sarfiga va kationitning ximiyaviy xususiyatlariga bog'liqdir. Bunday filtrlarda kationit qatlami qalinligi 1,5–2 m bo'ladi.

Regeneratsiya jarayonida kationit smolalari jipslashib qolmasligi uchun regeneratsiyalashda sarflanadigan kislota eritmasi filtdan soatiga 9–10 m tezlikda to'xtovsiz o'tkaziladi va eritma o'tib bo'lishi bilan kationit darhol yuviladi.

Ketma-ket o'rnatilgan N-Na filtrlarda N-kationitli filtr regeneratsiyasiga ishlatiladigan kaislotaning solishtirma sarfi nazariy hisoblangan miqdoridan 12–15 foizga ortiqcha bo'lsa kifoya.

Chunki bunday qurilmalarda kislota ortiqcha miqdorda sarflanib N-kationitning ishchi ion almashirish hajmini dastlabki holatga to'la qaytarish talab qilinmaydi.

Bunday filtrlarda kationitda yutilgan 1 g-ekv. miqdordagi kationlarni kationitdan chiqarish uchun sarflanadigan kislota nazariy hisoblangan miqdori 49g.ga teng. Amalda esa kislota sarfi 55–56 g. atrofida bo'ladi. Bunday rejimda regeneratsiyalangan N-kationitli filtrlar suv qattiqligini to'la darajada kamaytira olmaydi. Ammo bu hol N-filtr uchun unchalik muhim emas, chunki qurilmadagi Na_1 va Na_2 -kationitli filtrlar suv qattiqligini har qanday belgilangan darajada kamaytirish qobiliyatiga egadir.

N-kationitli filtr parallel ishlaydigan (rasm 8.2) N-, Na-kationitli qurilmada N-kationitli suv qattiqligi Na-kationitli suv qattiqligi bilan teng bo'lishi kerak. Shu sababli bu qurilmadagi N-kationitli filtrlarni regeneratsiya qilish uchun sarflanadigan kislota miqdori N-kationitdan o'tayotgan suv tarkibidagi kuchli kislota anionlarining (SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^-) konsentratsiyasiga bog'liqdir. Suv tarkibida bu anionlarning miqdori qancha ko'p bo'lsa, Shuncha ko'p miqdorda kislota sarflanadi.

Iqtisodiy hisoblash natijalari ko'rsatishicha, suvni parallel N-Na-kationitlashda tozalanayotgan suv tarkibida SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- anionlarining umumiy konsentratsiyasi litriga 2 mg-ekv. bo'lsa, N-kationitli filtrning regeneratsiyasiga ishlatiladigan N_2SO_4 ning solishtirma sarfi 100 g.ekv.dan ko'p bo'ladi. Shu sababli parallel ishlaydigan N-Na-kationitli qurilmalarda N-filtrni regeneratsiya

qilishda kislota ko'proq sarflanadi har ikki qurilmalarda N-filtrlarni regeneratsiya qilish jarayonida sarflanadigan kislota miqdori tejalishida, ketma-ket ishlaydigan N-Na kationitli qurilmalar parallel ishlaydigan N-Na-kationitli qurilmalarga qaraganda afzalroq bo'ladi.

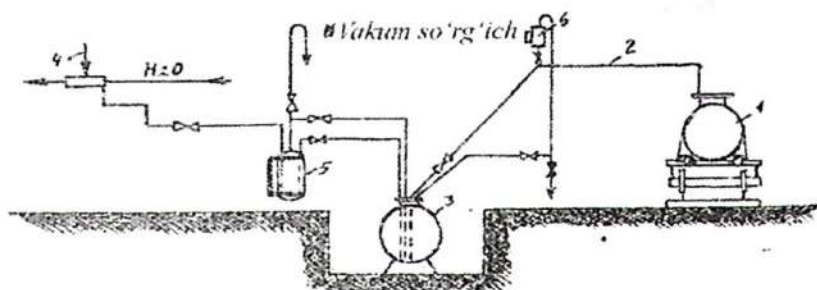
Tarkibida aniqlanishicha SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- anionlar konsentratsiyasi litrida 2 mg-ekv.dan katta bo'lgan suvlar ketma-ket ishlatiladigan N-Na kationitli qurilmalarda yumshatilishi jarayonida N-kationitli filtrni regeneratsiya qilishda kislota iqtisod qilinsada, ammo bu qurilmalardagi Na-kationitli filtr regeneratsiyasiga ishlatiladigan NaCl tuzining solishtirma sarfi, parallel ishlatiladigan qurilmadagi Na-kationitli filtr regeneratsiyasiga sarflanadigan miqdoridan ko'proq bo'ladi.

Har ikki xil qurilmalarda ham N-kationitli filtrlarni regeneratsiyalashda filtrga berilayotgan kislota konsentratsiyasini maxsus o'lchov asboblari yordamida yoki filtrdan chiqayotgan namunani titrlash yo'li bilan tarkibini aniqlash orqali regeneratsiya eritmasi sarfini kamaytirish, ularni yuvish jarayonida filtrdan chiqayotgan suv qattiqligi va kislotaligi kamayishini aniqlash yordamida kationitning to'la yuvilishini nazorat qilish va suv loyqaligi bo'yicha yayratish jarayonini sifatli bajarish tadbirlari, N-filtrlarning samaradorligini oshiradi va ularga sarflanadigan kislota miqdorini kamaytiradi.

10.3. Vodorod kationitli filtrlarning kislota xo'jaligi

IESlar va IEMlariga o'tkir 98% sulfat kislota temir yo'l orqali 50–60 tonnali sistemalarda keltiriladi. Shu sababli suv tozalash qurilmasidagi kislota saqlanadigan idishning hajmi mana Shu sistemani kichik bo'lmasligi kerak. 8.6-rasmda kislota xo'jaligi sxemasi keltirilgan, bunda o'tkir sulfat kislota sistemadan (1) sifon (2) yordamida stansiya sistemasiga (3) vakuum so'rg'ich orqali quyiladi, vakuumni esa maxsus o'rnatilgan vakuum so'rg'ichlar hosil qiladi. Bu sistemadan kislota yana vakuum bosim orqali kislota sarfini o'lchaydigan (5) o'lchov bakiga yuboriladi. Bu bakdan kislota ejektor

(4) orqali tortib olinib, Shu ejektor yordamida 1–1,5% gacha suyultirilib so'ng regeneratsiya qilinadigan filtrlarga yuboriladi



38-rasm. N-kationitli filtrlarning kislota xo'jaligi chizmasi

O'lov bakining hajmi odatda bir yoki bir necha filtrlarni regeneratsiya qilish uchun sarflanadigan kislota miqdoriga mo'ljallangan bo'ladi. Kislota eritmasining konsentratsiyasi maxsus o'lov asboblari yordamida nazorat qilinadi. Kislota eritmasini suyultirish uchun ejektorga yuborilayotgan suv miqdori ventili yordamida boshqariladi.

IESlarga o'tkir sulfat kislotasi har uch oyga etadigan miqdorda keltiriladi va maxsus isitiladigan xonalarga joylashtirilgan sistemalarda saqlanadi, chunki sulfat kislota past haroratda yaxlab qolish xususiyatiga ega. Agarda sistemalar o'rnatilgan joylarni isitish imkoni bo'lmasa, sistemalar va kislota yuboruvchi sifon tutatgichlar sirti past haroratda bug' yoki suv oqimi yordamida qizdiriladi.

Nazorat savollari

1. Na va H kationitlarning farqi.
2. Birinchi va ikkinchi pog'onali kationitli filtrlarning ishlatilish sohalari.
3. Ketma-ket o'rnatilgan N-Na kationitli qurilmaning ishlash qonuniyati.
4. Paralel o'rnatilgan N-Na qurilmaning ishlash qonuniyati.
5. Regeneratsiya jarayoni qanday amalga oshiriladi?
6. N kationitli suv tozalash qurilmalarida tozalangan suvning ishlatilish sohalari.
7. Na va N kationitli qurilmalarning turlari va ularning ishlash qonuniyatlari.

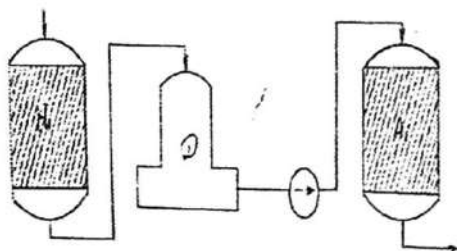
XI. BOB. SUVNI ANION ALMASHTIRISH METODI BILAN TUZSIZLANTIRISH

Anion almashtirish usuli hozirgi zamonaviy issiqlik energetikasida va atom elektr stansiyalarida suvni tarkibidagi barcha kuchli (SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^-) va kuchsiz (HCO_3^- , $HSiO_3^-$) anionlardan tozalashda keng qo'llaniladigan metodlardan hisoblanadi. Suv tozalash texnikasi sohasida suvni bunday anionlardan tozalashga suvni tuzsizlantirish deb ataladi.

Anion almashtirish metodi bilan suvni tuzsizlantirish kuchli va kuchsiz asosli anionitli filtrlar yordamida amalga oshiriladi. Anionitlarning anion almashtirish qobiliyati ularning ximiyaviy tuzilishiga aktiv funksional gruppalarining turiga va miqdoriga bog'liqligi hamda ularning kimyoviy shartli formulasi $RIOH$ ekanligi 5 bobda qayd etilgan edi.

11.1. Suvni kuchsiz asosli anionitli filtrlar yordamida tuzsizlantirish

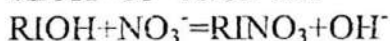
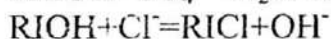
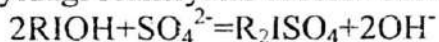
Suv tozalash qurilmalarida ishlatiladigan anionitli filtrlar, yuklangan filtrlovchi materiallari xiliga qarab, birinchi va ikkinchi pog'onali filtrlarga bo'linadi. Birinchi pog'onali anionitli filtrlarda (A_1) filtrlovchi material sifatida kuchsiz asosli anionitlar ishlatiladi va bunday filtrlar suv tozalash qurilmalarida N_1 - kationitli filtrlardan keyin o'rnatiladi. 39-rasmda suvni kamroq tuzsizlantiruvchi qurilmalarda A_1 - filtrning o'rnatilish sxemasi ko'rsatilgan.



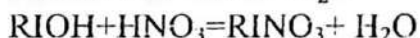
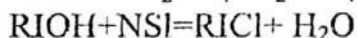
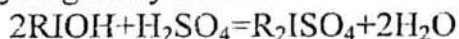
39-rasm. Suvni kamroq tuzsizlantiruvchi qurilmaning
soddalashgan sxemasi

Issiqlik va atom elektr stansiyalarida, qo'shimcha suv tayyorlaydigan suv tozalash qurilmalarini tanlash va ishlatish tuzsizlantiriladigan suv tarkibiga va bug' qozonining bug' ishlab chiqarish quvvatiga bog'liq. Loyihalash me'yorlari bo'yicha IESlarda anionitli filtrlar qurilmasi tuz miqdori ya'ni tarkibidagi kuchli anionlar konsentratsiyasi yig'indisi ($\sum A = C_{SO_4^{2-}} + C_{Cl^-} + C_{NO_3^-}$) har litrida 5mg ekv.dan katta bo'lmagan suvlarni tuzsizlantirishda qo'llaniladi. Ionitli qo'rilmalar yordamida, issiqlik elektr stansiyalar hamda issiqlik markazlarini har qanday miqdordagi yuqori darajada tuzsizlantirilgan suv bilan ta'minlash iqtisodiy jihatdan arzon hamda ishonchli usullardan bo'lib hisoblanadi.

Suv tozalash qurilmalarida anionitli filtrlarning ishonchli va samaradorli ishlashi ular yordamida tozalanadigan suv tarkibiga bog'liqdir. Agarda suv tarkibida kolloid zarrachalar, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ kabi kationlar hamda CO_2 gazi qanchalik ko'p miqdorda bo'lsa, aniotlarning ishlash muddati va unumdorligi Shunchalik pasayadi. Shu sababli anionitlar yordamida tuzsizlantirilayotgan suv avvalo tindirgichlar va kationitli filtrlar hamda dekarbonizator yordamida yuqorida qayd qilingan moddalardan sifatli ravishda tozalanishi zarur. Suv tozalash qurilmalarida A_1 -filtrlarga beriladigan N_1 -kationitli suv kislotali xususiyatli bo'lganligi uchun suv tarkibidagi kuchli kislota anionlarining anionit tarkibidagi ON-anionlari bilan almashinishi quyidagi reaksiyalar asosida boradi:



Agarda N_1 -kationitli suv tarkibidagi bu anionlar H_2SO_4 , HCl , HNO_3 kabi kislotalar holatida bo'lishini e'tiborga olsak, anionit filtrlarda anion almashish jarayoni molekulyar ko'rinishida quyidagicha yoziladi:



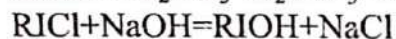
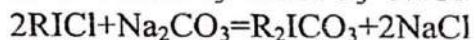
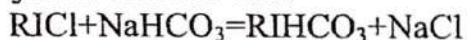
Anionitga kuchli kislota anionlarining yutilishi natijasida filtrlardan o'tayotgan N-kationitli suvning tuz miqdori har litrida 0,05-0,01 mkg.gacha kamayadi.

Kuchli kislota anionlarining kuchsiz asosli anionitlarga yutilishi barcha anionlar uchun bir xil tezlikda bo'lmay ular orasida quyidagi $\text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{NO}_3^-$ qonuniyat mavjud. Bu qatordagi har bir oldingi anion keying anionga qaraganda aktivroq va ko'proq miqdorda anionitga yutiladi va har bir oldingi anion o'zidan keyin turgan anionni anionitdan siqib chiqarish qobiliyatiga ham ega. Masalan, SO_4^{2-} ioni Cl^- ionini, Cl^- ioni esa NO_3^- ionini anionitdan siqib chiqaraoladi. Bu holat filtratga NO_3^- ionlarining o'tishi Cl^- ionlariga, Cl^- ionlarining o'tishi SO_4^{2-} ionlariga qaraganda oldinroq boshlanishini ham ko'rsatadi.

Tabiiy suvlar tarkibida NO_3^- ionlarining miqdori Cl^- va SO_4^{2-} ionlariga qaraganda bir muncha kam bo'lishi sababli, to'la darajada tuzsizlantiruvchi qurilmalarda A_1 -anionitli filtrlar filtratga Cl^- ionlari o'tishi boshlanishi bilan regeneratsiya qilish uchun to'xtatiladi. Suvni qisman tuzsizlantiruvchi qurilmalarda, tuzsizlantirilgan suv tarkibida Cl^- ionlarining konsentratsiyasi texnik ekspluatatsiya me'yorlarida belgilab qo'yilgan miqdordan oshmasa, A_1 -filtrlarning ishchi ion almashtirish hajmidan to'laroq foydalanish maqsadida ularni regeneratsiya qilish bir muncha kechroq, ya'ni filtratga SO_4^{2-} ionlari o'ta boshlaganda to'xtatiladi.

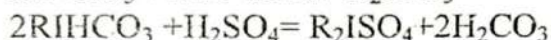
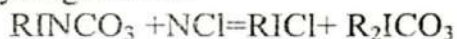
A_1 -anionitli filtrlarning ishchi ion almashtirish qobiliyatini qayta tiklash uchun regeneratsiya reagenti sifatida NaOH , NaHCO_3 , Na_2CO_3 kabi moddalarni ishlatilish mumkin.

Anionitdan bu moddalarning eritmaları o'tishi natijasida uning ishchi ion almashtirish qobiliyati tiklanishi quyidagi reaksiyalar natijasida sodir bo'ladi:



Reaksiyalardan ko'rinadiki, A -filtrlar regeneratsiyalanishi jarayonida faqat natriyning suvda yaxshi eruvchan birikmalari hosil bo'lishi sababli, bu birikmalar ionitlarni regeneratsiyalash hamda ularni yuvish jarayonlarida filtrdan oson chiqib ketadi.

A₁-filtrlarni regeneratsiya qilishda NaHCO₃ yoki Na₂CO₃ birikmalarini ishlatish iqtisodiy jihatdan birmuncha arzon va qulay bo'lsada, ularni faqat suvni kremniy birikmalaridan tozalash talab qilinmaydigan qurilmalardagi A₁-anionitli filtrlarni regeneratsiya qilish uchun ishlatish mumkin. Chunki NaHCO₃ yoki Na₂CO₃ eritmasi bilan regeneratsiya qilingan anionitlarning almashinuvchi anionlari HCO₃⁻ yoki CO₃²⁻ anionlari bo'ladi va regeneratsiyalangan holati RIHCO₃ yoki R₂ICO₃ ko'rinishida bo'lishi sababli bunday anionitlarda anion almashish jarayoni quyidagichadir:



Reaksiyalardan ko'rinadiki, bunday anionitlar yordamida suvni tuzsizlantirish natijasida suv tarkibida H₂CO₃ birikmasi miqdori ko'payadi va bu birikmalar N₂O va SO₂ gaziga parchalanishi natijasida tuzsizlantirilgan suv tarkibida SO₂ gazi miqdori ko'payishiga sabab bo'ladi.

Bu holat birinchidan suvni SO₂ gazidan tozalashni talab qilsa, ikkinchidan suv tarkibidagi H₂CO₃ birikma A₂-filtrning ishlash muddatini kamaytiradi. Shu sababli NaHCO₃ va Na₂CO₃ birikmalarini suvni to'la tuzsizlantirish hamda kremniy birikmalaridan tozalash talab qiladigan qurilmalaridagi anionitli filtrlarni regeneratsiya qilishga tavsiya etilmaydi. Ikki va uch bosqichli qurilmalardagi A₁-filtrlarni regeneratsiya qilish uchun asosan NaOH ning 2–4%li eritmasi ishlatiladi.

Anionitli qurilmalarda ishlatiladigan NaOH eritmasining sarflanadigan miqdorini tejash maqsadida A₂-filtrlar regeneratsiyasiga ishlatilgan eritmani A₁-filtrlarni regeneratsiya qilishda qayta ishlatish mumkin. Agar u eritma konsentratsiyasi suyuq bo'lsa, u holda eritmaga yuqori konsentratsiyali toza /NaOH/ eritmasi qo'shib konsentratsiyasi quyuqlashtiriladi.

Anionitli filtrlarni regeneratsiya qilishda ham yayratish va yuvish operatsiyalari N-kationitli filtrlardagi kabi bajariladi. Lekin bu filtrlarni yayratish, regeneratsiya eritmasini tayyorlash va anionitni yuvish uchun kationitli filtrlarda yumshatilmagan, suvni ishlatish mumkin bo'lmaydi, chunki yumshatilmagan suv

tarkibidagi Ca va Mg kationlari anionit tarkibidagi SO_3^{2-} yoki ON^- anionlari bilan birikib ionit qatlamlari oralig'ida CaSO_3 yoki $\text{Mg}(\text{OH})_2$ kabi suvda kam eruvchan birikmalar hosil qiladi. Bunday anionitlardan kislotali suv o'tishi jarayonida, bu moddalar kislota ta'siridan erib anionitli suvning qattiqligini oshiradi. Shu sababli anionit filtrlarda yuqoridagi operatsiyalarni bajarish jarayonida N_1 -kationitli filtrlarda yumshatilgan suv ishlatilishi talab qilinadi.

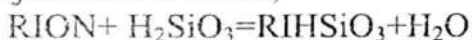
11.2. Suvni kuchli asosli anionitlar yordamida kremniy birikmalaridan tozalash

KES va IEMlarida bug' olish uchun ishlatiladigan suv tarkibida kremniy birikmalari qancha ko'p bo'lsa, ishlab chiqarilayotgan bug' tarkibida ham u birikmalarining konsentratsiyasi shuncha ko'p bo'ladi. Bunga sabab kremniy birikmalarining ayniqsa SiO_2 oksidi va H_2SiO_3 - kislotasining suv va bug' fazasidagi eruvchanligi harorat ko'tarilishi bilan oshadi.

Bug' qozonida yoki bug' ishlab chiqaradigan qurilmalarda olinayotgan bug'ning harorati ko'tarilishi bilan bu moddalarning bug' fazasidagi eruvchanligi ham ortib boradi. Tarkibida kremniy birikmalari belgilangan me'yordan ko'p bo'lgan bug', turbina agregatidan o'tib borishi jarayonida bosimi va harorati pasaya borish natijasida turbina kuraklari yuzasida kremniy birikmalarining qatlamlari ajralib chiqishi sodir bo'ladi. Bu holat turbinaning quvvatini va ishlash muddatini keskin kamaytiradi.

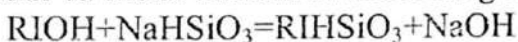
Shuning uchun ham yuqori quvvatli issiqlik elektr stansiyalarida hamda issiqlik tarmoqli elektr markazlarida, bug' olish uchun ishlatiladigan suvni kremniy birikmalaridan yuqori darajada tozalash talabqilinadi. IES larida bu jarayon asosan kuchli asosli anionitli filtrlar yordamida amalga oshiriladi. Kuchli asosli anionitlar suvni kuchli hamda kuchsiz kislota anionlaridan tozalash qobiliyatiga ega bo'lsada, lekin ular kuchsiz anionitlarga nisbatan qimmat turadi va sanoatda olinish texnologiyasi ham birmuncha murakkab jarayonlardan iborat, shu sababli suvni tuzsizlantiruvchi qurilmalarda kuchli asosli anionitlar faqat

ikkinchi pog'onali anionit (A_2) filtrlarda hamda aralash ionitli filtrlarda ishlatiladi. Ionitli qurilmalarda A_2 filtrlar N_2 – kationitli filtrlardan keyin o'rnatilishi sababli A_2 - filtrga yuborilayotgan suv, tarkibidagi barcha kationlardan va kuchli kislota anionlaridan tozalangan bo'ladi. Shuning uchun ham A_2 - filtrlar suvni kremniy birikmalaridan tozalovchi filtrlar hisoblanadi. A_2 - filtrlardan o'tayotgan suv tarkibidagi kremniy ionlarning anionit tarkibidagi (ON)- anionlari bilan almashinishi quyidagi reaksiya natijasidasodir bo'lib,

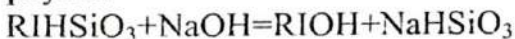


filtrat tarkibida kremniy birikmalarining konsentratsiyasi litriga 0,02 mg gacha tushadi.

Suvni kremniysizlantirish jarayonida kremniy birikmalarining konsentratsiyasi qanchalik kamayishi va anionitlarning ishchi ion almashtirish hajmidan to'laroq foydalanish, quyidagi sabablarga, ya'ni suvda kremniy birikmalari qanday holatda bo'lishiga, hamda tozalanayotgan suv tarkibida Na^+ , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- va HCO_3^- ionlarning ko'p yoki kamligiga bog'liq bo'ladi. Agar suv tarkibida Na^+ kationi ko'p miqdorda bo'lsa unday suvda kremniy $NaHSiO_3$ holatida bo'ladi. Tarkibida $NaHSiO_3$, ko'p bo'lgan suvning A_2 - filtrdan o'tishi jarayonida anion almashish quyidagicha sodir buladi va filtrat tarkibida $NaOH$ ning konsentratsiyasi ko'payadi:



Hosil bo'lgan $NaOH$, birikmasi anionitdagi dastlabki yutilgan kremniy ionlarini anionitdan filtratga qayta siqib chiqaradi. Natijada tuzsizlantirilgan suv tarkibida yana $NaHSiO_3$, birikmasi ko'payadi:



Shu sababli A_2 - filtrga yuborilayotgan suv tarkibida Na^+ kationi qancha ko'p bo'lsa, A_2 - filtr-ning suvni kremniysizlantirish darajasi ham shuncha kichik bo'ladi. Shuni ta'kidlash zarurki, suvni kremniy birikmalaridan tozalash jarayonida suv tarkibida har xil kationlar miqdori qancha ko'p bo'lsa, filtrat tarkibida qoldiq kremniy birikmasi miqdori ham shuncha yuqori bo'ladi.

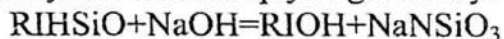
Shu sababli kuchli asosli anionitlar yordamida suvni kremniy birikmalaridan tozalash uchun A_2 - filtrlarga yuborilayotgan suv

avval tarkibidagi kationlardan yuqori darajada tozalangan bo'lishi zarur.

Anionitlarning suvni kremniysizlantirish qobiliyatiga tozalanayotgan suv tarkibidagi kuchli kislota anionlari qanday ta'sir qilishi Yaponiya olimlari ROM va XOOS tomonidan o'rganilgan. Ular o'tkazgan tajribalar ko'rsatishicha kuchli asosli Emberloyt IRA-400 yordamida tuzsizlantirilayotgan suv tarkibida SO_4^{2-} , Cl^- va NO_3^- anionlarining miqdori ortib borishi bilan anionitning kremniysizlantirish hajmi kamayib, regeneratsiyasi uchun ishlatiladigan NaOH ning solishtirma sarfi ortib borar ekan. Bunday qonuniyat Rossiyada ishlab chiqariladigan kuchli asosli AV-17 va AV-18 turdagi anionitlar uchun ham mos keladi.

A₂- filtrlarning ishchi ion almashtirish hajmidan to'laroq foydalanish hamda regeneratsiyalash oraliqidagi ishlash muddatini uzaytirish, filtrlarga yuborilayotgan suvdagi kremniy miqdoriga hamda filtrat tarkibida kremniy me'yori qanday belgilangan bo'lishiga ham bog'liq. A₂- filtrlarga yuborilayotgan suv tarkibida kremniy birikmalarining konsentratsiyasi qancha kam bo'lsa, hamda filtrat tarkibidagi belgilangan me'yori ham juda kichik miqdorda bo'lishi talab qilinmasa A₂-filtrlar Shuncha uzoq muddat samarali ishlaydi va ehtiyojiga sarflanadigan xarajatlar ham Shuncha kam bo'ladi.

A₂-filtrlar regeneratsiya qilish uchun filtrat tarkibida kremniy birikmalarining konsentratsiyasi belgilangan me'yordan ko'tarilaboshlashi bilan to'xtatiladi. Ularni regeneratsiya qilish uchun asosan 4-6% li NaOH eritmasi ishlatiladi. Regeneratsiya natijasida "holdan tolga" anionitning ishchi ion almashtirish qobiliyati tiklanishi quyidagi reaksiya natijasida sodir bo'ladi:



Anionitlarning suvni kremniy birikmalaridan tozalash darajasi regeneratsiya uchun ishlatiladigan NaOH eritmasining solishtirma sarfiga bog'liq. Shu sababli uning amalda sarflanadigan miqdori nazariy hisoblangan miqdoridan bir necha marta ko'p bo'ladi.

Rossiyadagi issiqlik texnikasi instituti olimlarining laboratoriya hamda ishlab chiqarish sharoitida o'tkazgan tajribalari natijalari ko'rsatishicha, sarflanadigan NaOH miqdorini kamaytirish uchun,

suv tozalash qurilmalarida bosqichli qarama-qarshi yo'nalishda regeneratsiya qilinadigan A₂-filtrlarni ishlatish maqsadga muvofiq ekan.

Bunday filtrlarda kuchli anionitlarni tejash maqsadida birinchi pog'onada o'rtacha kuchli (EDE- 10P) ikkinchi pog'onada esa kuchli anionitlarni (AV-17) ishlatish mumkin.

Ularni regeneratsiyalashda sarflanadigan ishqorning solishtirma sarfi 60 g/g ekv. Agar ikkala pog'ona si ham kuchli asosli anionit bilan to'ldirilgan bo'lsa, unday filtrlarni regeneratsiyalashda sarflanadigan ishqorning solishtirma sarfi 80-100 g/g ekv olinadi.

Tadqiqotchilarning ta'kidlashicha A₂-filtrlarni bosqichli qarama-qarshi yo'nalishda regeneratsiya qilinganda anionitli filtrlarga sarflanadigan NaOH ning umumiy miqdori to'g'ri yo'nalishda regeneratsiyalashda sarflanadigan miqdoriga qaraganda 30-40% ga kam bo'lardi.

Ionitli qurilmalarda A₂-filtrlar regeneratsiyasiga ishlatilgan eritma A₁-filtrlar regeneratsiyasiga qayta ishlatilganda suv tozalash qurilmalarida anionitli filtrlar uchun ishlatiladigan NaOH ning solishtirma sarfi o'rtacha 70-80g/g ekv gacha kamayadi.

21- jadval.

Ba'zi anionitlarning ishchi ion almashtirish hajmining sarflanadigan NaOH miqdoriga bog'liqligi.

Anionit-lar	NaOH ning solishtirma sarfi g/g ekv		Ishchi ion almashtirish hajmi g ekv/m ³	
	0,1 mg/l	0,5 mg/l	0,5 mg/l	0,1 mg/l
EDE-10P	32,0	60,3	760	405
AV-15	30,7	378,0	482	392
AV-16	176,0	238,0	817	582
AV-17	420,0	528,0	500	397
Emberleyt				
-400	530	730	415	416

Bu keltirilgan natijalar har litrida kremniy kislotasi 10 mg bo'lgan suvni qalinligi 0,5 m bo'lgan anionit qatlamidan soatiga 10 metr tezlikda o'tkazilishi natijasida olingan. Filtrni regeneratsiya qilishda NaOH ning 2 va 0,2 foizli eritmalari ishlatilgan.

21-jadvaldan ko'rinadiki, kuchli asosli anionitlarning suvni kremniysizlantirish hajmi filtrat tarkibida kremniy miqdorining qanday bo'lishiga hamda regeneratsiya uchun sarflanadigan NaOH miqdoriga bog'liq bo'lib, suvni qanchalik yukori darajada kremniysizlantirish talab etilsa, anionitning regeneratsiyasiga Shuncha ko'p miqdorda NaOH ishlatilishi kerak ekan.

Regeneratsiya jarayonida sarflanadigan 100% li NaOH ning miqdori quyidagi ifodadan topiladi.

$$A_{\text{NaOH}} = G_{\text{NaOH}} E_A V$$

Bu ifodada G_{NaOH} texnik ishqor tarkibidagi NaOH ning miqdori % ϵ - ishlatilayotgan ionitning ishchi ion almashtirish hajmi gkv/m^3 , v -ionitning hajmi m^3 . Agar kuchli asosli anionitli filtrlarda suvdagi barcha anionlarning hamda dekarbonizatorida aeratsiya orqali tozalangan suv tarkibida qolgan CO_2 ning yutilishi ham hisobga olinsa, u holda anionitning umumiy ishchi ion almashtirish hajmi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$E_A = Q(C_{\text{SQ}^-} + C_{\text{Cr}} + C_{\text{HSiQ}_3} + C_{\text{CO}_2})$$

bu yerda: Q -filtrning ish davrida undan o'tkazilgan suv hajmi m^3 ; C-SQ^- , Cl^- va HSiQ_3 - ionlarining konsentratsiyasi mg-ekv/kg .

C_{CO_2} -dekarbonizatorida aeratsiya orqali tozalangan suv tarkibidagi CO_2 gazining miqdori mg ekv/kg ;

Shuni ta'kidlash lozimki, anionitlarning regeneratsiya darajasi yuqori bo'lishi filtrdan o'tkazilayotgan ishqor eritmasining haroratsiga ham bog'liq, eritma harorati qancha yuqori bo'lsa anionitlarning regeneratsiya darajasi ham Shuncha yuqori bo'ladi. Ammo anionit smolalari yuqori haroratga chidamsiz moddalar bo'lganligi uchun $60-70^\circ\text{C}$ haroratdan boshlab ularning ximiyaviy xususiyatlari o'zgara boshlaydi va ishchi ion almashtirish qobiliyati pasaya boradi. Shu sababli ishlatiladigan ishqor eritmasi harorati $40-50^\circ$ dan yuqori bo'lmasligi lozim.

A₂- filtrlarni regeneratsiya qilish jarayonida anionitni yayratish, regeneratsiya eritmasini tayyorlash va yuvish operatsiyalarini bajarish uchun tuzsizlantirilgan va dekarbonizatorida CO₂ gazidan tozalangan suv ishlatiladi.

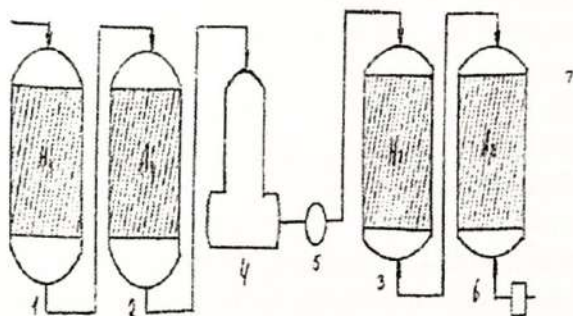
Bu filtrlarda yuvish operatsiyasining tugallanishi filtdan chiqayotgan suv ishqoriyligi kamayishi bo'yicha belgilanadi.

A₂-filtrlar suvni asosan kremniy birikmalaridan tozalash uchun ishlatilishi sababli, bunday filtrlar suv tarkibidagi kremniy birikmalarining konsentratsiyasini kamaytirish talab qilinadigan yuqori bosimli barabanli hamda to'g'ri oqimli bug' qozonlari uchun qo'shimcha suv tayyorlovchi qurilmalarda qo'llaniladi.

11.3. Suv tuzsizlantirishda ikki bosqichli qurilmalarning ishlatilishi

IESlarda bug' olish uchun ishlatiladigan suvni ximyoviy usullar bilan tuzsizlantirishda ikki yoki uch bosqichli ionitli qurilmalar ishlatiladi.

9.2-rasmda barabanli bug' qozonlariga qo'shimcha suv tayyorlashda qo'llaniladigan ikki bosqichli ionitli qurilmaning sximasi va bunday qurilmalarda A₂-filtrning o'rnatilish holati ko'rsatilgan.



40-rasm: Ikki bosqichli ionitli qurilmaning soddalashtirilgan negizona sxemasi:

1 – N₁; 2–A₁; 3–N₂ filtrlar 4 – dekarbonizator, 5 – so'rg'ich, 6 –A₂-filtr, 7 – tuzsizlantirilgan suv saqlanadigan bak.

Bunday sxemali qurilmalarda har xil konstruksiyali ya'ni to'g'ri, qarama-qarshi va bosqichli qarama-qarshi oqimlarda regeneratsiya qilinadigan filtrlarni ishlatish mumkin.

Ishlatiladigan filtrlarning soni ko'p yoki kamligi hamda hajmlari qanday bo'lishi tozalanayotgan suv miqdoriga bog'liq. Bunday qurilmalarda asosan zavod sharoitida ishlab chiqariladigan standart filtrlar ishlatiladi. Agar qurilmaga yuborilayotgan suvning har litrida Na-kationning miqdori 1 mg dan katta bo'lsa, bunday qurilmalarda loyihalash me'yorlarida ko'rsatilishicha sxemadagi N_1 -kationitli filtr o'rniga qarama-qarshi oqimda regeneratsiya qilinadigan (N_{qq})-kationitli filtr qo'llaniladi. N_{qq} -filtrlarda qanday kationitlar ishlatilishidan qat'iy nazar ularni regeneratsiya qilish filtrat tarkibidagi Na-kationing konsentratsiyasi bo'yicha belgilanadi. Bunday filtrlar regeneratsiya qilish uchun filtratning har litrida natriy kationlarining konsentratsiyasi 0,1 milligrammga etganda to'xtatiladi. Qurilmadagi boshqa filtrlarni regeneratsiya qilish 5-bobda ta'kidlanganidek amalga oshiriladi. A_1 -filtrlarni regeneratsiya eritmasidan ya'ni NaOH/ birikmasidan to'la yuvishda yuvadigan suvning solishtirma sarfi qo'llanmalardagi jadvalda ko'rsatilishicha kationitli filtrlarga sarflanadigan miqdoriga qaraganda bir muncha ko'p chunki kuchsiz asosli anionitlarning ishqor birikmasidan yuvilish jarayoni juda sekin boradi. Shu sababli, ularni yuvish uchun ko'p miqdorda suv va uzoq vaqt sarflanadi. Agar suv NaOH eritmasidan to'la yuvilmagan filtrlarda tuzsizlantirilsa, bunday suv tarkibida Na kationining konsentratsiyasi bir muncha ko'payadi. Shuning uchun ham bunday qurilmalardagi suvni Na-kationidan butunlay tozalash maqsadida qurilmadagi N_2 -kationitli filtrlarda faqat monofunksionalli kuchli kislotali kationitlar ishlatiladi.

Ularning soni N_1 -kationitli filtrlardan kam bo'lsada, ammo ulardan o'tayotgan suv tezligi yuqori, ya'ni soatiga 40–50 metr. N_2 -kationitli filtrlarda suvni natriy kationidan to'la tozalash zarur bo'lganda ularni regeneratsiya qilish filtratga Na kationlari o'ta boshlamasdan avval to'xtatiladi. Ya'ni bunday filtrlardan Na kationlari o'tishi boshlanguncha qancha hajmdagi suvni filtrlash mumkinligi oldindan hisoblangan bo'ladi. Ammo bunday holda kationitning ishchi ion almashtirish hajmidan to'la foydalanila

olinmaydi. Shu sababli uning ishchi ion almashtirish hajmi kichikroq bo'ladi. N_2 -kationitli filtrlarning ishchi ion almashtirish hajmidan to'laroq foydalanish uchun birinchidan kationit regeneratsiyasiga ishlatiladigan kislotaning solishtirma sarfi ko'proq ya'ni 100g/g.ekv/ bo'lishi kerak. Ikkinchidan regeneratsiya jarayonini quyidagi tartibda o'tkazish zarur: birinchi navbatda kationitga sarflanadigan umumiy kislotaning 30 foizini 1 foizli eritma holatida, ikkinchi navbatda eritmaning yana 30 foizini 3 foizli eritma holatida va nihoyat qolgan 40 foizini 6 foizli eritma holatida filtrdan o'tkazib regeneratsiya qilinganda KU-2 kationitning ishchi ion almashtirish hajmi 1 foizli eritma bilan regeneratsiyalangandagi holatiga qaraganda 30–40 foizga yuqori bo'ladi.

Shuni ta'kidlash lozimki, A_2 -filtrlarga yuborilayotgan suvning tarkibida Na kationlari bo'lmasligi birinchidan: suvning yuqori darajada tuzsizlanishini, ikkinchidan A_2 -filtrlarning uzoq muddat samaradorli ishlashini hamda ulardan o'tayotgan suvning kremniy birikmalaridan yuqori darajada tozalanishini ta'minlaydi.

Shu sababli yuqorida ta'kidlanganidek kuchli asosli anionitlar suvdagi HCO_3^- -anionlarini to'la yutish xususiyatiga ega bo'lsada, suvni HCO_3^- -ionlardan, aeratsiya qilib, dekarbonizatorida tozalash iqtisodiy jihatdan kam mablaq talab qiladi. Chunki tarkibida ko'p miqdorda HCO_3^- anioni bo'lgan suvni A_2 - filtrlarda tozalash anionitning suvni kremniysizlantirish qobiliyatini va ishchi ion almashtirish hajmini kamaytiradi hamda regeneratsiya jarayonida ishlatiladigan NaOH ning solishtirma sarfini ko'paytiradi.

A_2 -filtrlarning regeneratsiyasi yuqori darajada bo'lishi uchun NaOH ning solishtirma sarfi nazariy sarflanadigan miqdoridan 6–10 marta ortiqcha olinishi sababli, A_2 -filtrlarda ishlatilgan eritma tarkibidagi NaOH ning konsentratsiyasi A_1 -filtrlarni regeneratsiya qilish uchun yetarli bo'ladi. Shu sababli bunday qurilmalarda A_1 -filtrlardan birini regeneratsiya qilish vaqti A_2 -filtrlardan biriga to'g'ri kelsa, A_1 va A_2 filtrlarni ayni bir vaqtda, regeneratsiya qilish ya'ni eritmani avval A_2 -filtrlardan so'ngra A_1 -filtrdan o'tkazilsa, ularni regeneratsiya qilishda sarflanadigan ishqor miqdori hamda vaqt tejaladi. Har ikki filtrlarda anionitni regeneratsiya mahsulotidan yuvish jarayoni ham ayni bir vaqtda

olib borilganda dekarbonizatorida CO_2 gazidan tozalangan suv, regeneratsiya eritmasi yuborilgan oqimda avval A_2 -filtrdan so'ng A_1 -filtrdan o'tkaziladi.

Bu jarayonni bajarishda A_2 -filtrdagi kuchli asosli anionitning yuvilishi A_1 -filtrdan oldinroq tugallanadigan bo'lsa, u holda A_2 – filtrga yuvadigan suv berilishi to'xtatilib, A_1 -filtrni yuvishni davom ettirishda N_1 -kationitli suv ishlatiladi, chunki alohida regeneratsiya qilinadigan A_1 -filtrlarni yayratish va yuvish uchun N_1 -kationitli suv ishlatilishi yuqorida qayd qilingan edi. Bu jarayonlarni bajarishda ishlatilgan yuvindi suvlar qayta ishlatish maqsadida alohida baklarga yig'iladi.

Tajriba asosida aniqlanishicha anionit filtrlarni bunday sharoitda regeneratsiya qilish uchun ishlatiladigan NaOH ning umumiy solishtirma sarfi 80 g/g-ekv dan kam bo'lmazligi zarur. Chunki NaOH ning solishtirma sarfi bu miqdordan kam bo'lsa, A_1 -filtrni to'la regeneratsiyalash uchun yetarli bo'lmaydi, natijada anionitning regeneratsiya darajasi kichik bo'lib, ishchi ion almashtirish hajmi ham kichik bo'ladi.

22-jadvalda ikki pog'onali ionit qurilmalarida tuzsizlantirilayotgan suv tarkibidagi ionlar miqdori qanday o'zgarishi keltirilgan.

22- jadval.

Ikki pog'onali ionitli filtrlarda suvdagi ionlar miqdorining kamayish darajasi

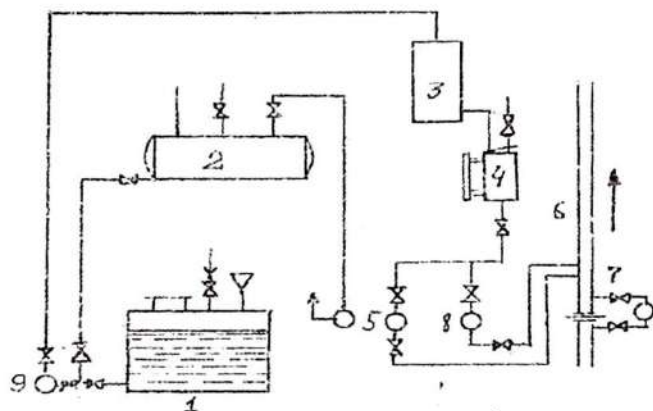
Suv tarkibidagi ba'zi ionlar.	Bir-ligi mg ekv/l yoki mg/l	N	A_1	N_2	D-B	A_2
1	2	3	4	5	6	7
$C_{Ca^{2+}} + C_{Mg^{2+}}$	Mgekv/l	0,02 ga tushadi	o'zgar-maydi	to'la yutiladi	-	-
SNa	«-»	0,10 ga tushadi	o'zgar-maydi	0,01 ga tushadi	o'zgar-maydi	o'zgar-maydi
C_{HCO_3}	«-»	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ga parchalanadi	deyarli o'zgar-maydi	parchalanadi	parchalanadi	to'la yutiladi

$C_{SO_4^{2-}}$	«-»	o'zgar-maydi	to'la yutiladi	-	-	-
C_{Cl^-}	«-»	«-»	0,03 ga ushadi	-	o'zgar-maydi	to'la yutiladi
$C_{NO_3^-}$	«-»	«-»	to'la yutiladi	-	-	-
C_{SO_4}	Mg/l	«-»	O'zgar-maydi	o'zgar-maydi	o'zgar-maydi	0,02 ga tushadi

11.4. Anionit filtrlarning yordamchi qurilmalari va reagent xo'jaligi

Ikki va uch pog'onali suv tuzsizlantiruvchi qurilmalarda, anionit filtrlarning yordamchi uskunalariga ishqor eritmasini saqlovchi zanglashga chidamli katta hajmdagi maxsus baklar va uning sarfini o'lchovchi asboblarni, eritmani bakdan tortib olib anionit filtrlarga yuboruvchi so'rg'ich yoki dozatorlar, yayratishda ishlatiladigan suvni saqlovchi baklar, filtrlarning ish jarayonini boshqaruvchi va nazorat qiluvchi har xil o'lchov asoslari kiradi.

41-rasmda anionit filtrlar uchun quyuq ishqor birikmasini saqlaydigan va suyultirilgan eritmasini tayyorlaydigan yordamchi xo'jalikning sxemasi ko'rsatilgan.



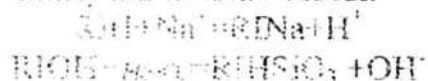
41-rasm. Ishqor eritmasi saqlanadigan va tayyorlanadigan xo'jalikning sxemasi.

IESlarda bunday qurilmalarga ishqor eritmasi temir yo'l vagonlarida yoki boshqa transport vositalari yordamida keltirilib konsentrlangan eritma saqlovchi maxsus rezervuarga (1) qo'yiladi. Qurilmadagi bu rezervuar ortiqcha miqdordagi ishqor eritmasi saqlovchi manba hisoblanib, undan kerakli miqdordagi eritma maxsus naycha orqali sarflovchi bakka (2) oqizib yuboriladi. Agarda anionit filtrlarni regeneratsiya qilish uchun quruq holatdagi NaOH, NaHCO₃ yoki Na₂CO₃ birikmalari ishlatilsa, bu bak ularning eritmasini tayyorlash uchun ham moslashtirilgan bo'lib, bakning tepa qismida reagentlarni solish uchun darcha hamda erituvchi suvni yuboruvchi naycha ham o'rnatilgan bo'ladi. Bakdagi eritma so'rg'ich (9) orqali ishqor miqdorini ko'rsatuvchi bakka, (3) yuborilib, undan ishlatiladigan konsentratsiyali eritma tayyorlanadigan o'lchov bakiga (4) oqib tushadi. Bu bakda kerakli konsentratsiyadagi eritma, naycha orqali suv yuborib tayyorlanadi. Tayyorlangan eritma so'rg'ich-dozator (5) yordamida eritma yuboruvchi quvur (6) orqali filtrlarga beriladi. Bu quvur orqali yuborilayotgan eritmaning dozasi uning yo'liga o'rnatilgan sarfini o'ylovchi asbob (7) bilan boshqarib turiladi. Qurilmadagi ikkinchi so'rg'ich-dozator (8) ning quvvati yuqoriroq bo'lib bu so'rg'ich filtrlarga quyugroqdozadagi eritmani yuborish uchun ishlatiladi.

11.5. Aralash ionitli filtrlarning turlari va ularning ishlatilishi

Suv tozalash qurilmalarida aralash ionitli filtrlar yordamida suvni tarkibidagi barcha kation va anionlardan tozalash mumkin. Ammo bunday filtrlar IES larida faqat qo'shimcha suv tayyorlovchi uch pog'onali qurilmalarda suvni yuqori darajada kremniysizlantirish va natriy ionlaridan tozalash, hamda kondensatini tozalovchi qurilmalarda kondensatni, chuqur tuzsizlantirish uchun keng qo'lamda ishlatiladi. Suv tozalash sohasida bu filtrlarni qisqacha nom bilan «FSD» deb ataladi. Bu nom quyidagi rus so'zlarining bosh harflaridan olingan: «Filtr smeshennogo deystviya». Aralash ionitli filtrlarda (AIF) filtrlovchi ionitlar sifatida kuchli kislotali kationitlar hamda kuchli asosli anionitlar aralash yoki alohida qatlamlar holatida ishlatiladi.

IES larga qo'shimcha suv tayyorlovchi qurilmalarda, AIFlar quriluvining asosiy pog'onasida o'rnatilishi sababli, filtdagi kationit smolalar suvni Nakatliotlonda, anionit smolari esa HSiO_3 anionlaridan tozalanish uchun ishlatilgan. Bu ionlarning filtrga yutilishi quyidagi reaksiyalar asosida boradi.



AIF lar taqsimloyishi bo'yicha hamda ularda ishlatiladigan ionitlar qanday holatda joylashganligiga qaratib boshqa xildagi ionitli filtrlar bilan farq qiladi.

Konstruktivlarga qaratib filtrlarda ionitlar alohida kameralarda yoki aralashgan holatda bitta kameralda joylashgan bo'lishi ham mumkin. Ionit smolalari aralash holatda bo'lgan AIF larni regeneratsiya qilish texnologiyasi boshqa turdagi ionitli filtdan farq qiladi. Ularni regeneratsiya qilish uchun avval filtdagi kationit va anionit smolalari alohida ajratiladi. Buning uchun AIF ning tag qismidagi quvur orqali ionitlarni yayratish operatsiyasidagi kabi suv yuboriladi. Filtrga suv berilganda, anionit smolalarining zichligi kationit smolalarining hamda suvning zichligidan kichik bo'lganligi sababli, anionitlar filtrning yuqori qismiga, kationit smolalari esa pastki qismiga yig'ilib ular ikki qatlarga ajraladi. Ikki qatlarga ajratilgan ionit smolalarni regeneratsiya qilish ham ikki xil usulda ya'ni shu filtrning ichida yoki filtdan tashqaridagi maxsus filtda amalga oshirilishi mumkin. Suv tozalanish qurilmalarida AIF larning ionitlarini regeneratsiya qiladigan maxsus filtrlarga regeneratsiya filtri deb ataladi.

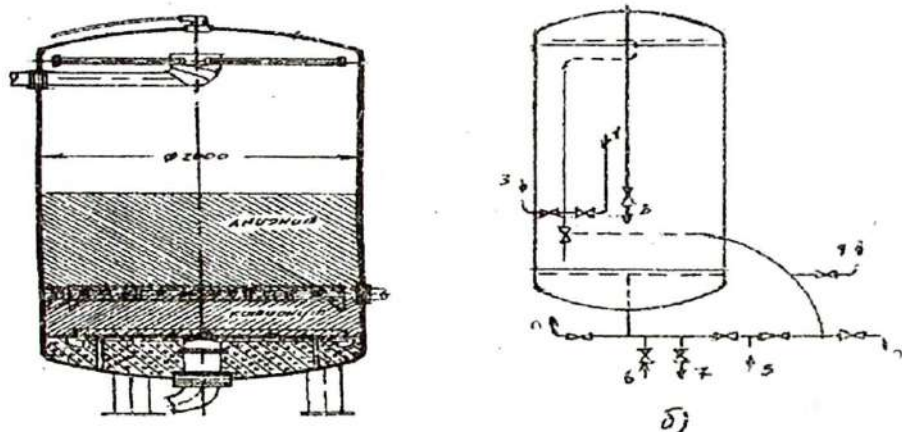
Ionitlar ishchi filtr korpusiga kameralarida bo'lgan AIF larning uchta joyida taqsimlovchi quvurlar sistemasi bo'ladi va bu taqsimlovchi sistemalari ionitfiltrning ichida regeneratsiya qilish uchun xizmat qiladi.

Taqsimlovchi quvurlar sistemalari AIF ning yuqori, o'rta va tag qismlariga o'rnatilgan bo'ladi. Bulardan yuqori qismidagi taqsimlovchi sistema quyidagi maqsadlar uchun tozalanadigan suvni filtrga yuborish, anionit qatlamini regeneratsiya qilishda

filtrga ishqor eritmasini va yuvadigan suvni yuborish; yayratish hamda ionitlarni ajratish jarayonida beriladigan suvni va havoni chiqarib yuborish uchun xizmat qiladi.

O'rta qismidagi taqsimlovchi sistemakationit qatlamini regeneratsiya qilishda kislota eritmasini yuborish, hamda anionit qatlamidan o'tayotgan ishqor eritmasi bilan aralashgan regeneratsiya mahsulotini filtrdan chiqarib yuborish uchun ishlatiladi.

Tag qismidagi taqsimlovchi sistema-kationit qatlamidan o'tayotgan kaslota eritmasi bilan aralashgan regeneratsiya mahsulotini, tozalanayotgan suvni filtrdan chiqarib yuborish hama ionitlarni yayratishda filtrga suv va havo berish uchun ishlatiladi.

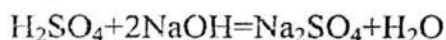


42-rasm Ionitlari ichida regeneratsiya qilinadigan filtrning ichki /a/ va tashqi /b/ ko'rinishi.

1 – tozalanadigan suvni yuborish: 2 – tozalanadigan suvni chiqarish: 3 – ishqor eritmasini yuborish: 4 – kislotaeritmasini yuborish va ishqor eritmasini chiqarish: 5 – yayratadigan suvni yuborish: 6 – siqilgan havo yuborish: 7 – yuvadigan suvni chiqarish: 8 – havoni chiqarish. 9 – kislota eritmasini chiqarish.

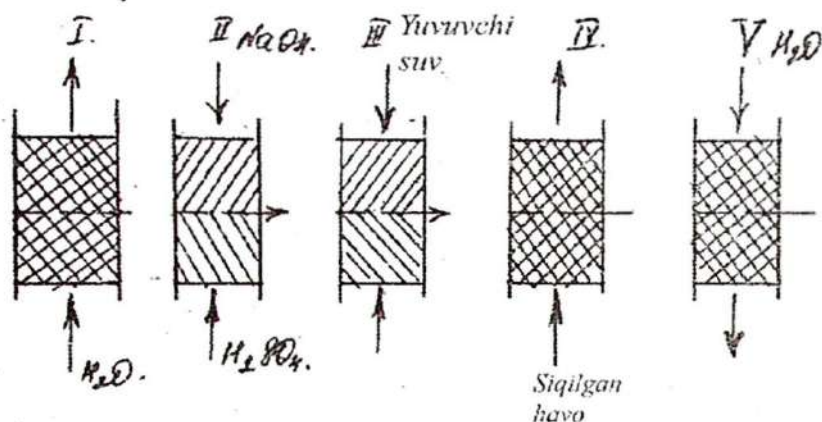
Agarda kislota yuboruvchi sistemasi filtrning tag qismida o'rnatilgan bo'lsa, u holda har ikkala qatlamda joylashgan ionitlar qatlamini ayni bir vaqtda yoki navbat bilan avval anionit qatlamini so'ng kationit qatlamini regeneratsiya qilish mumkin.

Kationit va anionit qatlamlarini bir vaqtda parallel ravishda regeneratsiya qilishda (II) filtrning tepa qismidagi quvurlar sistemasidan ishqor eritmasi, pastki qismidagisidan kislota eritmasi bir vaqtda yuborilib, kationit va anionit qatlamlaridan o'tayotgan eritmalar o'rta qismidagi quvurlar sistemasidan aralashgan holda chiqarib yuboriladi. Bu usulning afzallik tomoni regeneratsiya eritmalarini filtdan o'tkazishda kam vaqt sarflanadi, kamchiligi ishqor va kislota eritmalarining o'zaro aralashishi natijasida tuz hosil bo'lishi



sababli aralashgan eritmani boshqa filtrlarni regeneratsiya qilish uchun qayta ishlatib bo'lmaydi. Bu esa suv tozalash qurilmalarida kislota va ishqor eritmasining ortiqcha sarflanishiga sabab bo'ladi.

Ikkinchi usulda ya'ni ionitlarni navbat bilan regeneratsiya qilishda avval filtdagi qaysi qatlam regeneratsiya qilinadigan bo'lsa, regeneratsiya qilinadigan ionit qatlamidan Shu qatlamga tegishli quvurlar sistemasi orqali regeneratsiya eritmasi yuborilib, regeneratsiya qilinmayotgan ionit qatlamidan esa regeneratsiya eritmasiga qarama-qarshi oqimda toza suv yuborilib turiladi, ulardan o'tayotgan suv hamda regeneratsiya eritmasi filtrning o'rta qismidagi quvuri orqali chiqarib yuboriladi. Masalan, kationit qatlamini regeneratsiya qilinayotganda, kationit qatlamidan kislota eritmasi o'tish jarayonida anionit qatlamidan suv, aksincha anionit qatlamidan ishqor o'tkazilayotganda kationit qatlamidan suv o'tkazilib turiladi. Bu usulda toza suv bilan regeneratsiya eritmaları aralashishi natijasida eritmaning konsentratsiyasi biroz suyulsada, ammo regeneratsiya eritmalarini boshqa ionitli filtrlarni regeneratsiya qilish uchun qayta ishlatish mumkin. AIF larda ionitni yuvish (III) ularga havo berib aralashtirish (IU), tozalanyotgan suvni (U) filtdan o'tkazish quyidagi 9.5-rasmda ko'rsatilgan tartibda bajariladi.



43-rasm. Aralash ionitlarni regeneratsiya qilish sxemasi.

I – ionitlarni ajratish: II – kislota va ishqor eritmalarini yuborish; III – yuvish: IV – havo berib, ionitlarni qayta aralashtirish: V – tozalanadigan suvni o'tkazish tartiblari.

Aralash ionitli filtrlarda har bir m^3 kationit uchun kislotaning solishtirma sarfi 70 kg, Shu hajmdagi anionit uchun ishqorniki 100 kg bo'ladi.

AIF lardagi kationit qatlamlarida asosan natriy kationi yutilishi sababli regeneratsiyalashda kislotaning yuqoriroq konsentratsiyali ya'ni 3–5% li eritmasi, ishqor eritmasining esa anionitli filtrlardagi kabi 4–6% li eritmasi ishlatiladi. Regeneratsiya jarayonida belgilangan miqdordagi kislota va ishqor eritmasi filtdan o'tishi bilan ionit qatlamlari darhol yuviladi. Buning uchun tuzsizlangan suv ionit qatlamlaridan regeneratsiya eritmaları o'tkaziladigan yo'nalishda yuborilib yuvindi suv filtrning o'rta qismidagi quvuri orqali chiqarib yuboriladi. Bu operatsiya tugallangandan so'ng, filtrning tag quvuri orqali unga siqilgan havo yuborib ionitlar aralashtiriladi. Ionitlarning kompressor orqali berilayotgan havo tarkibidagi yog' mahsulotlari bilan ifloslanmasligi uchun filtrning havo yuboriladigan yo'lga yog' mahsulotlarini yutib qoladigan moslama o'rnatilgan bo'ladi. Havo yordamida to'la aralashtirilgan ionitlar yana tuzsizlantirilgan suv bilan oxirgi marta yuviladi. Bu

operatsiya yuvindi suv tarkibida kremniy miqdori 20 mkg/kl, natriy miqdori esa 10 mkg/kl ga tushuncha davom ettiriladi. Filtrlarni bunday yo'l bilan regeneratsiya qilishda 3,5–4 soat vaqt sarflanadi.

Ionitlarni regeneratsiya mahsulotidan to'la yuvish maqsadida filtrdan yuvadigan suv o'tkazilgandan so'ng tozalanish uchun yuborilayotgan suvning ham dastlabki qismi tozalangan suvga qo'shilmay, filtrning ehtiyoji uchun ishlatiladigan suv yig'uvchi bakka yuboriladi.

Regeneratsiya jarayoni o'zida qilinadigan filtrlarda tozalanish uchun yuborilayotgan suv tezligi soatiga 50 metr dan oshmasligi kerak, chunki bunday filtrlarda ionit qatlamlarining umumiy balandligi 1,2–1,5 metr bo'lsada ammo, filtrning o'rta va tag qismidagi quvurlar sistemasi oralig'idagi kationit qatlami balandligi 0,5 metr dan yuqori bo'lmaganligi sababli filtrdan o'tayotgan suv tezligi soatiga 50 metr dan tez bo'lsa, mayda o'lchamdagi kationitlarning hamda suv tarkibidagi kationlarning suv tezligi ta'sirida tozalanayotgan suvga o'tish ehtimolligi ortadi.

Tozalanayotgan suv miqdori ko'pligi sababli suvning filtrdan o'tish tezligini oshirish zarur bo'lsa, bunday qurilmalarda, regeneratsiya jarayoni maxsus filtrlarda amalga oshiriladigan AIF lar ishlatiladi. Bunday filtrlarning konstruksiyasi birmuncha soddaroq bo'ladi. Ularning o'rta qismida quvurlar sistemasi, regeneratsiya jarayonini amalga oshirishda qo'llaniladigan qo'shimcha qurilmalar hamda ularni jihozlovchi maxsus armaturalar ham bo'lmaydi. Suv qurilmalarida bunday filtrlarni ishchi filtrlar deb ataladi. Bunday ishchi filtrlarda ionitlar regeneratsiya qilinmasligi tufayli ularni kislotaga chidamli materiallar bilan qoplash ham talab qilinmaydi. Ularning tashqi kommunikatsiya sistemalari ham soddalashgan bo'lib, ta'mirlash uchun ham birmuncha qulay.

Bunday turdagi filtrlarda kationit hamda anionit smolalari aralashgan holatda bo'ladi. Ularning umumiy qalinligi 0,9–1,0 metr. Tozalanayotgan suvning filtrdan o'tish tezligi soatiga 100–125 metr. Unday qurilmalarda ishchi filtrdagi kationit hamda anionit smolalarini ajratib alohida filtrda regeneratsiya qilish

jarayoni quyidagi tartibda bajariladi: filtrlarni tutashtiruvchi quvur va quvurlarga o'rnatilgan zulfınlar ichida ionit smolalari tiqilib qolmasligi uchun avval ishchi filtrlarda ionitlar 3–5 minut yayratilib, zichlashib qolgan donachalari bir-biridan ajratiladi va tarkibidagi dag'al zarrachalardan tozalanadi.

Bu operatsiya tugagandan so'ng ishchi filtrdagi ionitlar birinchi regeneratsiya filtriga suv oqimi bilan gidravlik usulda yo'naltirilib, ishchi AIF regeneratsiya qilinadigan ionitdan to'la bo'shatiladi.

Bo'shatilgan filtr oldindan regeneratsiya qilingan va maxsus bakda saqlangan ionitlar bilan qayta to'ldirilib, yana ishga tushirib yuboriladi. Chunki, bunday qurilmalarda aralash ionitli filtrlarning uzluksiz ishlashi uchun bitta filtrga yetarli miqdordagi regeneratsiyalangan ionitlar maxsus baklarda saqlangan bo'ladi. AIF larni regeneratsiya qilishda sarflanadigan vaqt, ularni regeneratsiya qilinadigan ionitlardan bo'shatish, regeneratsiya qilingan ionitlar bilan to'ldirish, siqilgan havo berib ionitlarni aralashtirish va yuvish operatsiyalarini bajarishda sarflanadigan vaqtning umumiy yig'indisidan iborat bo'lib, bu vaqt 1 soatdan ko'p bo'lmaydi.

Bunday qurilmalarning yana bir afzallik tomoni regeneratsiya jarayonida kationit smolalarining ishqor eritmasi, anionit smolalarining kislota eritmasi bilan aralashish hollari ham sodir bo'lmaydi.

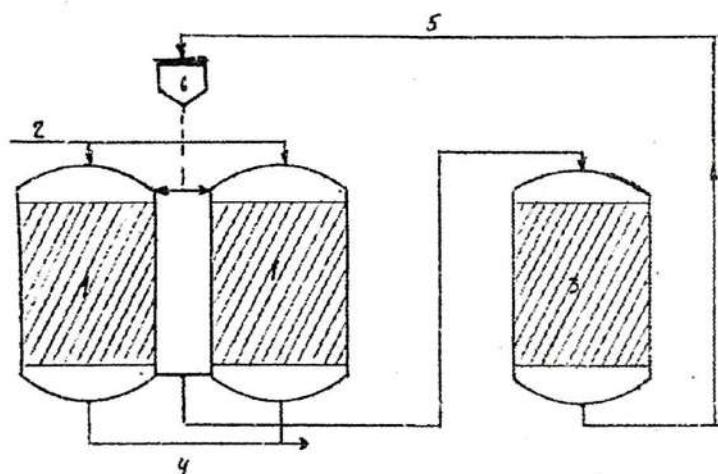
Aralash ionit smolalarini regeneratsiya qilishdan oldin avvalo ularni alohida kationit va anionit holatda ajratish zarur. Bu jarayonni amalga oshirish uchun filtrning tag quvuri orqali suv beriladi, suv anionit smolalarini filtrning tepa qismiga kationit smolalarini esa pastki qismiga yig'ib, ikki qatlam orasida ma'lum hajmda suv qatlami hosil qiladi. Ikki qatlamga ajratilgan ionitlarni bir-biriga aralashtirmay ajratib olish, shu ionitlar oralig'idagi suv qatlami filtrning ionitlarni chiqaruvchi quvuridan qanchalik tepa yoki past yuzada bo'lishiga bog'liq. Agar ana shu suv qatlamiga tegib turgan kationitning sathi chiqaruvchi quvur teshigidan yuqoririq bo'lsa, quvur orqali anionitni filtr rechenatorga o'tkazishda quvur teshigidan yuqoridagi kationitlar anionitlar bilan qo'shilib filtr regeneratorga o'tib ketadi. Aksincha bo'lsa, ya'ni

suv qatlamining sathi chiqaruvchi quvurdan pastroq holatda bo'lsa, bu holda anionitni filtr rechenatorga o'tkazishda quvur teshigidan pastidagi anionitlar filtrda qolib, kationitlar bilan aralashib qoladi.

Ionitlarni ajratish jarayonida qancha ko'p miqdorda kationitlar anionitlarga aralashgan bo'lsa, regeneratsiyalangan anionitlarning ishchi anion almashtirish hajmi ham shuncha kam bo'ladi. Shu sababli aralash holatda ishlatiladigan ionitlarning ishchi ion almashtirish hajmi yuqori bo'lishi filtrdagi kationit va anionit smolalarining bir-biridan to'la ajralishiga ham bog'liq. Ularni to'la ajratish uchun anionit smolalari bilan kationit smolalari orasida ko'proq hajmda suv qatlami hosil qilish va anionitlarni chiqaruvchi quvurdan yuqoriroq yuzada, yig'ish zarur, bu holda kationit smolalarining anionitlar bilan aralashishiga imkoniyat bo'lmaydi. Shu yo'l bilan anionitlardan to'la ajratilgan kationitni gidrovlik usulida regeneratsiya filtriga o'tkazilgandan so'ng uning tepa qismidagi quvuri orqali 3–4% li H_2SO_4 eritmasi soatiga 4–6 metr tezlikda o'tkazilib, regeneratsiya qilinadi va to'la darajada regeneratsiyalangan kationitlar suv oqimi bilan bakka yuborilib regeneratsiya filtri bo'shatiladi. So'ng ishchi filtrda qolgan anionit ham shu filtriga o'tkazilib shu tezlik va shunday yo'nalishda 4–5% li NaOH eritmasi bilan regeneratsiya qilinadi. Regeneratsiya jarayonida ishlatiladigan 100% li kislotaning solishtirma sarfi har m^3 kationit uchun 80 kg. Shu hajmdagi anionit uchun 100% li ishqorning solishtirma sarfi 120 kg. olinadi. Ionitlarni regeneratsiya mahsulotlaridan yuvishda tuzsizlantirilgan suv ishlatiladi. Yuvilgan anionitlar ham regeneratsiya filtridan gidravlik usulda regeneratsiyalangan ionit saqlanadigan bakka yuboriladi va shu bakda havo yordamida aralashtirilib navbatdagi regeneratsiyagacha saqlanadi.

44-rasmda ionitlarni alohida filtrda regeneratsiya qiladigan aralash ionitli qurilmaning sxemasi ko'rsatilgan. Bu sxemada ionit smolalari ishchi filtrda (1) yuqorida qayt qilingan tartibda ajratilgandan so'ng, avval kationit so'ng anionit smolalari regeneratsiya filtriga (3) o'tkazilib, navbat bilan regeneratsiya qilinadi. Regeneratsiyalangan ionitlar bunkerga (6) yuborilib, filtr

recheneratorga navbatdagi regeneratsiyalash uchun bo'shatib qo'yiladi.



44-rasm. Aralash ionitlarni alohida filtrda regeneratsiya qilish sxemasi:

1 – AIF, 2 – AIF ga suv yuborish, 3 – filtr regenerator
4 –tozalangan suvni AIFdan chiqarish, 5 – regeneratsiyalangan ionitni bakga yuborish, 6 – regeneratsiyalangan ionitlar saqlanadigan bak.

Bunday usulda regeneratsiya qilingan ionitlarning regeneratsiya darajasi filtr ichida regeneratsiya qilingan ionitlarga qaraganda yuqori bo'ladi. Shu sababli ularning ishchi ion almashtirish hajmi katta va regeneratsiya oralig'idagi ish muddati ko'proq.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Karimov I.A. O'zbekiston XXI asrga intilmoqda T.: "O'zbekiston", 2000-y
2. Развития технологий подготовки и сжигания топлива на электростанциях;
3. Семенов Ю.К., Дъков В.И. и др. Перспективы развития тепловых электростанций на твердом топливе. Теплоэнергетика №1. 1992.
4. Белоселский Б.С., Глухов Б.Ф. Подготовка и сжигание высокоподогретых мазутов на электростанциях и промышленных котельных. -М.: Издательство МЕИ, 1994.
5. Лебедев А.Н. Подготовка и размол топлива на электростанциях. -М.: Энергия, 1990.
6. Масленников В.М., Вискубенко Ю.А., Штеренберг В.Я. Парогазовые установки с внутритцикловой газификацией топлива. -М.: Наука, 2010.
7. Abramov A.I. i dr. Povishenie ekologicheskoy bezopasnosti TES. -М.: MEI, 2002.
8. Yusupaliyev R.M. Issiqlik elektr stansiyalarida suv tayyorlash texnologiyasi. O'quv qo'llanma ToshDTU. 2003-y.
9. Yusupaliyev R.M. Issiqlik energetikasida suv tayyorlash texnologiyasi va kimyoviy nazorat. Darslik T.: "Cho'lpon", 2013-y.
10. Очков. М.С «Водоподготовка». Москва, МЕИ. 2003г.
11. Громагласов Г.И. «Водоподготовка». Москва, Атомиздат 1995 г.
12. Шкроб М.С., Вихрев В.Ф. Водоподготовка. Москва: Энергия, 1989г.
13. Мартинова О.И., Водоподготовка. Москва: Атомиздат, 1989г.
14. Аколзин П.А., Маргулова Т.Х., Мартинова О.Н. Водный режим паротурбинных блоков сверхкритических параметров. – Москва: Энергия, 1992г.
15. Маргулова Т.Х. Применение комплексон в теплоэнергетике. - Москва: Энергия, 1995г.

16.Субботина Н.П. Водный режим и химический контроль на тепловых электростанциях. – Москва: Энергия, 1998г.

17.Водоподготовка, водный режим и химиконтроль на паросиловых установках /Под ред. М.С.Шкроба и В.И.Вулфсона.- Москва: Энергия, 2002г.

18.Справочник химика-энергетика. Водоподготовка и водный режим парогенераторов/Под ред. С.М.Гурвича.- Москва: Энергия, 1991г.

19.Маргулова Т.Х., Мартинова О.И. Водные режимы тепловых и атомных электростанций.- Москва: Высшая школа, 1989г.

20.Химический контроль на тепловых и атомных электростанциях/Под ред. О.И.Мартиновой.- Москва: Энергия, 1980г.

22..Стерман Л.С., Покровский В.Н. Химические и термические методы обработки воды на ТЭС.- Москва: Энергия, 1991г.

23..Рихтер Л.А., Волков Э.П., Покровский В.Н. Охрана водного и воздушного бассейнов от выбросов тепловых электростанций.- Москва: Энергоиздат, 1991г.

24..Правила техники безопасности при обслуживании оборудования химических секторов электростанций и сетей.- Москва: Атомиздат, 1983г.

25..Yusupaliyev R.M. «IES larda tabiiy suvlarni kimyoviy reagentlar yordamida tozalash» Toshkent ToshDTU 2000-y.

Internet:

WWW.Sorbentsu.

WWW.hata.by.

WWW.teplo-ximiya, narod.ru.

WWW.vpix.ru.

Qaydlar uchun



"Sano-standart"

ISBN 978-9943-6116-3-4



9 789943 611634