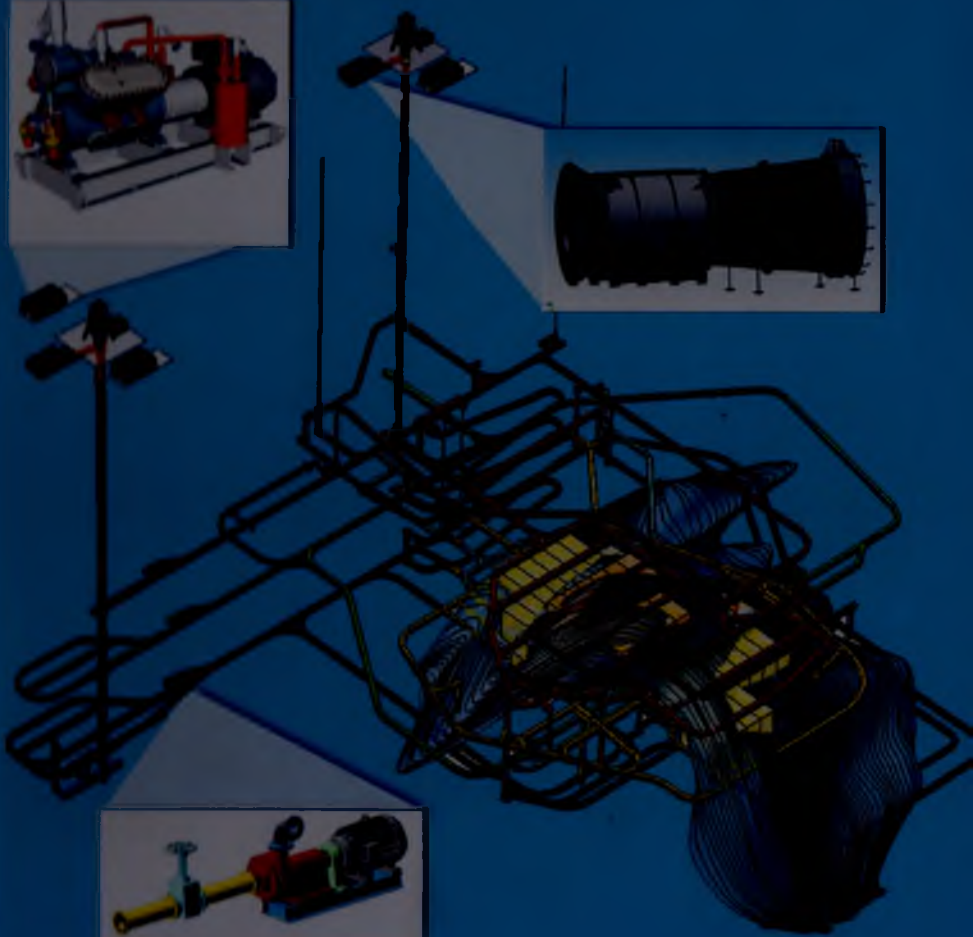


A. SADIKOV, B. BARATOV

TURG'UN MASHINALAR



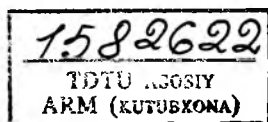
**O'ZBEKISTAN RESPUBLIKASI
OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

SADIKOV ABDURAUF, BARATOV BAXTIYOR

TURG'UN MASHINALAR

*5310700 – “Elektrotexnika, elektromexanika va
elektrotexnologiyalar” (Konchilik elektromexanikasi) yo'nalishi
talabalari uchun o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etiladi*

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining
2014 yil 9-iyun 220 -sonli buyrug'iga asosan nashrga tavsiya
etilgan.*



TOSHKENT – 2015

Sadikov A., Baratov B.N., “Turg’un mashinalar”. O’quv qo’llanma. –T.; «Navro’z», 2015, 248 bet.

O’quv qo’llanma kirish, 4 qism, adabiyotlar ro’yxati va mundarijadan tashkil topgan.

Birinchi qismda suyuqlikni ko’chirishda qo’llaniladigan gidravlik mashinalar haqida umumiy ma’lumotlar, ularning ishini belgilovchi asosiy ko’rsatkichlar keltirilgan.

Ikkinchi qismda parrakli turbomashinalarning sinflar, asosiy elementlari, ish prinsipi va suyuqlikka energiyani uzatilishi keltirilgan.

Qo’llanmaning qolgan qismlarida konchilik korxonalarida ishlatiladigan suv chiqarish, shamollatish va pnevmatik qurilmalarning vazifalari, elektromexanik uskunalar va ishlatish ko’rsatkichlari aks ettirilgan.

Kitob “Turg’un mashinalar” fanidan tasdiqlangan dastur asosida yozilgan bo’lib, 5310700 – “Elektrotexnika, elektromexanika va elektrotexnologiyalar” (Konchilik elektromexanikasi) yo’nalishi talabalari o’quv qo’llanma sifatida foydalanishlari mumkin.

Taqrizchilar: Maxmudov A. – t.f.n., Navoiy davlat konchilik instituti, Elektrotexnika, elektromexanika va elektrotexnologiyalar kafedrası dotsenti.

Egamberdiyev I.P. – t.f.n., Navoiy davlat konchilik instituti, uslubiy bo’lim boshlig’i.

Shaxodjayev L.Sh. - t.f.n., Toshkent davlat texnika universiteti, Konchilik elektromexanikasi kafedrası dotsenti.

***Ushbu qo'llanma ustoz Sadikov Abdurauf
hotiralariga bag'ishlanadi.***

So'z boshi

Respublikamizning konchilik sanoati zamonaviy elektr mexanik xo'jalik bilan ta'minlangan bo'lib, ular qatoriga ventilyator, suv chiqarish va pnevmatik qurilmalar ham kiritilgan.

Bu qurilmalar muayyan bir joyda o'rnatilib ishlatilganligi uchun ularni turg'un mashinalar va qurilmalar deb nomlangan.

Bu qurilmalar konchilik korxonalarining barchasida mavjud bo'lib, ular ko'p metall-konstruksiya va elektr energiya talab qiladigan qurilma hisoblanadi. Ularning iste'mol qiladigan elektr energiya hajmi konchilik korxonasi iste'mol qiladigan elektr energiyaning taxminan 50-60 foizini tashkil qiladi. Bu qurilmalarni loyihalash va ekspluatatsiya qilishdk ularning texnikaviy ko'rsatkichlaridan unumli foydalanish korxonaga elektr energiya sarfini tejash imkoniyatini yaratadi.

Konchilik korxonalarining faoliyati yer osti lahimlardagi sharoitiga bog'liq. Sanitar-gigienik va xavfsizlik talablari qanoatlantiradigan ish sharoiti turg'un mashina va qurilmalarning ishonchli va barqaror ishlashiga bog'liq.

O'quv qullanmani yozishda mualliflarning ushbu fandan o'qigan ma'ruzalari va B.J.Boymirzayev bilan hamkorlikda yozilgan, 2007 yilda "Iqbol-Ziyo" nashriyotida chop etilgan "Konchilik mexanikasi" o'quv qo'llanma asos qilib olindi.

Davlat tilida texnikaga shu jumladan turg'un mashinalar va qurilmalarga oid atamalar sof o'zbek tilida byerish ancha mushkul ish bo'lganligidan mualliflar bu borada jiddiy qiyinchiliklarga uchradi. Shuning uchun qo'llanmada ishlatilgan ba'zi atamalarga e'tiroz bildirilishi hamda ular bir qarashda g'alatish tuyulishi mumkin. Shuning uchun mualliflar, o'quv qo'llanma to'g'risidagi barcha fikr va mulohazalarni mamnuniyat bilan qabul qiladilar.

Mualliflar.

Kirish

O'zbekistonning iqtisodiy rivojlanish sur'atini har tomonlama tezlatish uchun konchilik sanoatining xalq xo'jaligida tutgan o'rni katta ahamiyatga ega.

Hozirgi vaqtda O'zbekiston konchilik sanoati rivojlangan mamlakatlar qatoriga kiradi. Shu bilan bir qatorda uning zaminida sanoat ishlab chiqarishiga jalb etilmagan juda katta va qimmatbaho mineral xom-ashyo resurslari mavjud. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti I.A.Karimov ta'kidlashicha «O'zbekiston zaminida mavjud bo'lgan boyliklarga ega mamlakatlar jahon xaritasida ko'p emas. Bu boyliklarni ko'pchiligi hozirgi kungacha ishga tushirilmagan». [1]

O'zbekiston o'z boyliklari bilan haqli suratda faxrlanadi. Bu yerda Mendeleev davriy sistemasining barcha elementlari topilgan. Hozirga qadar 2,7 mingdan ziyod turli foydali qazilma konlari va ma'dan namoyon bo'lgan istiqbolli joylar aniqlangan. Ular 100ga yaqin mineral xom-ashyo turlarini o'z ichiga oladi. Shundan 60dan ortig'i ishlab chiqarishga jalb etilgan. 900 dan ortiq kon qidirib topilgan bo'lib, ularning tasdiqlangan zahiralari 920 milliard AQSh dollarini tashkil etadi. Har yili respublika konlaridan taxminan 5,5 milliard dollarlik miqdorda foydali qazilmalar qazib olinmoqda va ular yoniga 6-7 milliard dollarlik yangi zahiralalar qo'shilmoqda. [2]

Bir qator foydali qazilmalar, chunonchi, oltin, uran, mis, tabiiy gaz, volfram, kaliy tuzlari, fosforitlar va kaolinlar bo'yicha O'zbekistonda tasdiqlangan zahiralalar va istiqbolli rudalar jihatidan butun dunyoda yetakchi o'rinni egallaydi. Masalan oltin zahiralari bo'yicha respublika dunyoda 4-chi o'rinda, uni qazib olish bo'yicha 7-o'rinda, mis zahiralari bo'yicha 10-11 o'rinda, uran zahirasi bo'yicha 7-8 o'rinda turadi. O'zbekiston hududidagi ko'mir zahiralari 3 milliard tonnani tashkil qiladi. Undan 1 milliard tonnasi yuqori sifatli toshko'mirdir.[3]

Foydali qazilmalarni qazib olish va ularni xalq xo'jaligiga jalb etish mamlakatimizda islohatlar tobora yuqori ko'tarilishi uchun salmoqli asos bo'ladi.

Hozirgi kunda O'zbekiston Respublikasi hududida 2800 ga yaqin turli foydali qazilma konlari topilgan. Ulardan 850 dan ko'prog'i razvedka qilingan va 400ga yaqini ishlatilmoqda. Bu konlarni qazib olayotgan korxonalarning ishlab chiqarish quvvati kon massasi bo'yicha 25-50 ming tonnani tashkil qiladi.[3]

Bu konchilik korxonalariga Olmaliq kon metallurgiya kombinati, Navoiy kon metallurgiya kombinati, O'zbekiston «Ko'mir» ochiq aksioncrlik jamiyati va ko'plab neft va tabiiy gaz qazib chiqaruvchi korxonalar misol bo'la oladi.

Respublikamizning indisturial rivojlanishi konchilik sanoatini o'sishi bilan uzviy bog'liq. O'z navbatida, konchilik sanoatini rivoji va ishlab chiqarilayotgan mahsulotning ko'payishi, yangi shaxta va kar'erni ishga tushirish, eskilarini ta'mirlash, yangi zamonaviy texnika va texnologiyalarni qo'llash, ilm-fan va texnika yutuqlarini ishlab chiqarishga jalb etish bilan amalga oshiriladi. Bu borada ishlab chiqarish jarayoni kompleks mexanizatsiyalashgan va avtomatlashtirilgan texnologiyalarga suyanadi.

Zamonaviy shaxta va kar'rlar qudratli elektromexanik xo'jalikka ega bo'lib, ular tarkibiga suv chiqarish, ventilyator, pnevmatik va yuk ko'tarish qurilmalari ham kiradi. Bu qurilmalar muayyan joyga o'rnatilib, ishlatilishi bilan boshqa kon mashina va uskunalaridan farqlanadi. Shuning uchun ularni turg'un (стационар) mashina va qurilmalar deb nomlangan.

Turg'un mashina va qurilmalar ishi ishonchli va barqaror bo'lishi foydali qazilmalarni qazib olish jarayonida bajariladigan barcha ishlarga ijobiy ta'sir qiladi va ish unumdorligini ortib borishini ta'minlaydi.

Konchilik suv chiqarish qurilmalari kon lahimlariga sizib chiqaridagn suvlarni yer sathiga chiqarib tashlash uchun qo'llaniladi. Deyarli barcha shaxta va kar'rlarda (ayrim suvsiz konlardan tashqari) suv chiqarish qurilmalari mavjud.

Shaxta va kar'er maydoni joylashgan hududning gidrogeologik shariotiga ko'ra kaon lahimlariga sizib chiqadigan suv miqdori [4] 100 m³/s dan 2000 m³/s ni tashkil etadi. Masalan Angren ko'mir razrezi maydoniga oxirgi 10 yil davomida oqib kelgan suv oqimining o'rtacha miqdori 400 m³/s dan 650 m³/s ni tashkil etadi.[5]

Hozirgi kunda yer osti suvlarini yer sathiga chiqarib tashlash uchun unumdorligi 30 m³/s dan 850 m³/s gacha va zo'riqmasi 50 m dan 1300 m gacha bo'lgan nasoslar qo'llanilmoqda. [6,7] Ularning elektr yuritkichining quvvati 1000–1500 kVt.dan ko'proq bo'lishi mumkin. Shuning uchun suv chiqarish qurilma ishi tejamli va ishonchli bo'lishi lozim.

Konchilik ventilyator qurilmalari kon lahimlarini to'liq shamollatish (toza havo bilan ta'minlash) uchun o'rnatiladi. U tadbir joiz bo'lsa, shaxtaning "o'pkasi" vazifasini o'taydi. Bundan tashqari qurilma

metan gazi ajralib chiqishi xavfli bo'lgan konlarda uning portlashini oldini olish va boshqa zaharli gazlarni yer ostida ishlaydigan ishchi va xizmatchilarning sog'lig'iga salbiy ta'sir qilmaydigan darajagacha suyultirish vazifasini ham bajaradi.

Shaxta maydoni katta va chuqur konlarda shamollatishga sarflanadigan toza havo miqdori, og'irlik birligida, qazib olinayotgan foydali qazilma miqdoridan 4–5 marta katta bo'lishi mumkin.

Hozirgi kunda shaxtalarni shamollatish uchun unumdorligi 10 m³/sek.dan 700 m³/sek.gacha va bosim 500 Pa.dan 7000 Pa.gacha bo'lgan markazdan qochma va o'q chiziqli ventilyatorlar qo'llanilmoqda.[7,8]

Suv chiqarish va ventilyator qurilmalari kon korxonasida sarflanadigan umumiy elektr energiya sarfining 50–70% tashkil etadi. Shuning uchun bu qurilmalarning ishi imkon bor darajada kamroq elektr energiya iste'mol qiladigan bo'lishi lozim. Bu esa konning iqtisodiy ko'rsatkichiga ijobiy ta'sir etadi.

Konchilik sanoatida elektr energiya bilan bir qatorda siqilgan havo energiyasi ham qo'llaniladi. Siqilgan havo energiyasi pnevmatik qurilma bilan ishlab chiqariladi va iste'molchilarga yetkazib beriladi.

Havo energiyasi portlovchi gazlarning ajralib chiqish xavfi yuqori bo'lgan bo'lgan konlarda, qattiq tog' jinslarni burg'ulashda qo'llaniladigan burg'ulash mashinalarda, pnevmatik yuritmal ventilyator, nasoslar va erlift qurilmalarida ishlatiladi.

Siqilgan havo energiyasining tannarxi elektr energiyalikiga nisbatan qimmatroq bo'lgani sababli, undan elektr energiyadan foydalanish mumkin bo'lmagan hollarda qo'llaniladi.

Turg'un mashina va qurilmalarni oqilona ishlatilganda, kon korxonalarida xavfsiz va sanitariya-gigienik normalar talabiga javob beradigan ish sharoitini yaratadilar. Bu esa korxonaning ishlab chiqarish quvvatini oshishiga va iqtisodiy ko'rsatkichlarini yaxshilanishiga olib keladi.

Ushbu «Turg'un mashinalari» fanidan o'quv qo'llanma talabalarga konchilik korxonalarga qo'llaniladigan suv chiqarish, ventilyator va pnevmatik qurilmalar to'g'risida umumiy tushunchalar, ularning asosiy va yordamchi uskunalarining konstruktiv tuzilishlari, qurilmalarni konchilik korxonalarida joylashishi va iqtisodiy samarador, ishonchli hamda xavfsizlik qoidalari asosida ekspluatatsiya qilish bo'yicha bilim berishga mo'ljallangan.

I-qism. Gidravlik mashinalar va turbomashinalarning nazariy asoslari

1-bob. Suyuqlikni harakatlantiruvchi gidravlik mashinalar to'g'risida umumiy ma'lumotlar

1.1. Suyuqlik energiyasi

Suyuqlik boshqa fizik jismlar singari zarrachalar, ya'ni oraliqlari juda kichik bo'lgan zarralardan tashkil topgan bo'lib, u uzluksiz (непрерывный) ko'rinishda bo'ladi va oquvchanlik xususiyatiga ega.

Suyuqlik harakatining asosiy qonunlari o'zining mohiyatiga ko'ra qattiq jism qonunlariga o'xshashdir. Biroq qattiq jism bilan suyuqlikning xususiyatlari bir xil bo'lmaganligi uchun suyuqlik harakati masalalarini o'rganishda uning asosiy xususiyatlarini e'tiborga olish kerak bo'ladi.

Suyuqlikning qattiq jismlardan farqi uning yengil harakatlanuvchanligidir. Shuning uchun u juda kichkina tashqi kuch ta'sirida o'zini shaklini o'zgartirish xususiyatiga ega. Masalan suyuqlik sharsimon idishga qo'yilsa shar shaklini yoki silindrsimon idishga qo'yilsa silindr shaklini oladi. Hattoki u o'zining shaklini og'irligi hisobiga ham o'zgartirishi mumkin.

Qattiq jismlarda esa buning aksi. Uning shaklini faqat katta tashqi kuch ta'sirida o'zgartirish mumkin.

Suyuqlik keng qamrovli tushuncha bo'lib oqim (oqish) xususiyatiga ega bo'lgan muhit ya'ni suyuqlik va gazlar tushuniladi. Demak u kapillyar changli gaz ko'rinishida bo'ladi.

Kapilyar ko'rinishdagi suyuqlik kam siqiladigan va gazlar esa siqiluvchan bo'ladi. Kapillyar va gaz ko'rinishidagi suyuqliklarning fizik xususiyatlari (ko'rinishi, zichligi va boshqalar) bir-biridan farq qiladi. Agar gazlarni siqiluvchanligi hisobga olinmasa (havoning ventilyatorlardagi harakati) ularning mexanik xususiyatlari o'zaro o'xshashdir. Ma'lum hajmdagi kapillyar suyuqlik tashqi kuch ta'sirida hajmini o'zgartirmaydi. Gazlarda esa buning aksi. Uning hajmi gazning siqilishi yoki kengayishiga qarab o'zgaradi.

Demak kapillyar suyuqlikning shakli qattik jismga nisbatan o'zgaruvchan va uning hajmi kam o'zgaradigan xususiyatga ega. Gazlar esa tashqi kuch ta'sirida o'zining shaklini va hajmini o'zgartirish xususiyatiga ega. Yuqorida keltirilgan tushunchalar bilan bir qatorda suyuqlikka oid masalalarni o'rganishda uning zichligi, nisbiy og'irligi va qovushqoqligi (вязкость) alohida ahamiyatga ega.

Gidromashinalarni loyihalashda va ularni ishlatish (эксплуатация) jarayonida suyuqlikning asosiy fizik xossalari alohida ahamiyatga ega.

Solishtirma og'irlik: suyuqlik og'irligining u egallagan hajmga nisbati solishtirma og'irlik deyiladi. Ya'ni:

$$\gamma = \frac{G}{W} : \frac{N}{m^3} \quad (1.1)$$

Bu yerda: G – suyuqlikning og'irligi, N ;
 W – suyuqlikning hajmi, m^3 .

Solishtirma og'irlikning o'lchov birligi SI sistemasida, texnik sistemada esa kg/m^3 bo'lib, o'zaro quyidagicha bog'lanadi:

$$1 \frac{kg}{m^3} = 9,80665 \frac{N}{m^3};$$

Masalan: issiqlik darajasi $4^\circ S$ bo'lgan toza suvning solishtirma og'irligi:

$$\gamma = 1000 \frac{kg}{m^3} - \text{texnik sistemada};$$

$$\gamma = 1000 \cdot g \frac{N}{m^3} - \text{SI sistemasida}.$$

Solishtirma hajm. Suyuqlikning og'irlik birligidagi miqdorining hajmi solishtirma hajm deyiladi va u hajmni og'irlikki bo'lgan nisbati bilan aniqlanadi:

$$\varpi = \frac{W}{G} ; \quad \frac{m^3}{N} ; \quad (1.2)$$

Suyuqliklarning solishtirma og'irligi – “ γ ” va solishtirma hajmi – “ ϖ ” bosim va temperaturaga bog'liq bo'lib, ular o'rtaidagi bog'lanish ideal gazlar uchun quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\frac{P}{\gamma} = R \cdot T \quad \text{va} \quad P \cdot \varpi = R \cdot T ;$$

Bu yerda: P – bosim, N/m^2 ;
 T – absolyut temperatura, K ;
 R – gaz doimiysi, $J/kg \cdot grad$.

Suyuqlik zichligi: Suyuqlikning hajm birligiga to'g'ri keladigan tinch holatdagi massasi uning zichligi deb ataladi. Bu ta'rifga asosan zichlik:

$$\rho = \frac{m}{W} ; \quad kg/m^3 \quad (1.3)$$

Bunda: m – suyuqlik massasi, $N \cdot s^2/m$;

Solishtirma og'irlik (1.1) va zichlik (1.3) o'zaro quyidagicha bog'langan:

$$\gamma = \rho \cdot g$$

Suyuqlikni surilishga ko'rsatadigan qarshiligini uning qovushqoqligi deb ataladi. Suyuqlik ma'lum darajadagi qovushqoqlik hossasiga ega. U suyuqlik zarrachalarini o'zaro nisbiy harakati jarayonida, ichki qarshiliklar ko'rinishida namoyon bo'ladi. Ayrim suyuqliklar, masalan qovushqoqlik darajasi kichik bo'lgan suv va havo engil harakatlanuvchan va qovushqoqlik darajasi yuqori bo'lgan glitsirin, og'ir moylar og'ir harakatlanuvchan bo'ladi.

Suyuqlikning qovushqoqlik darajasi uning oquvchanlik hususiyatini belgilaydi.

Uning oquvchanlik sarfi va energiyasi kabi xossalarini paydo qiladi.

Suyuqlik sarfi bu vaqt birligida oqimning ixtiyoriy muhitdan oqib o'tadigan miqdoridir. U hajm – Q (m^3/s), massa – m (kg/s) va og'irlik – G (N) ko'rinishida bo'ladi.

Hajm, massa va og'irlik ko'rinishidagi suyuqlik oqimining sarfi o'zaro quyidagi ko'rinishda bog'langan:

$$m = \rho \cdot Q; G = \rho \cdot g \cdot Q$$

Bu yerda: ρ - suyuqlikning zichligi, kg/m^3 ;

g – erkin tushish tezlinishi, m/s^2 ;

Suyuqlik energiyasi. Oqimning ixtiyoriy kesim yuzasidagi to'liq nisbiy energiya Bernulli tenglamasi bilan topiladi. Ya'ni: [9,10]

$$E_G = \frac{P}{\gamma} + Z + \frac{C^2}{2g} = \frac{P}{\rho \cdot g} + Z + \frac{C^2}{2g} = const \quad (1.4)$$

Bu yerda: $\gamma = \rho \cdot g$ - solishtirma og'irlik, N/m^3 ;

P – bosim, Pa ;

Z – kesim balandligi, m .

Tenglamani tashkil etuvchilari

$\frac{P}{\rho \cdot g}$ - bosimning nisbiy potensial,

Z – kesim balandligining nisbiy holati,

$\frac{C^2}{2g}$ oqimning nisbiy kinetik energiyalarini ifodalaydi. Ularning

har biri oqim sarfining bir Nyuton og'irligiga bo'lgan nisbati ko'rsatiladi

va oqim sarfining og'irligi bo'yicha nisbiy energiyalar deb nomlangan. Ularning o'lchov birligi Dj/N yoki $Dj/N=m/N=m$.

Yuqoridagi (1.4) ifodaning har birini erkin tushish tezlanishi – g ga ko'paytirsak Bernulli tenglamasi quyidagi ko'rinishga keladi:

$$E_m = \frac{P}{\rho} + g \cdot Z + \frac{C^2}{2} = const \quad (1.5)$$

Tenglamaning tashkil etuvchilari yig'indisi oqimning massasi bo'yicha to'liq nisbiy energiyasi deb nomlangan va uning o'lchov birligi Dj/kg yoki m^2/sek^2 .

Yuqoridagi (1.5) tenglamani zichlik ρ ga ko'paytirsak, u quyidagi ko'rinishga keladi:

$$E_v = P + \rho \cdot g \cdot z + \frac{\rho \cdot C^2}{2} = const \quad (1.6)$$

Uning har bir tashkil etuvchisi mos ravishda bir metr kub ($1m^3$) havoning potensial holat va kinetik energiyalarini ifodalaydi. Ularning o'lchov birligi Dj/m^3 .

Suyuqlik bir kesim yuzasidan ikkinchisiga (1.1-rasm I-I va II-II kesimlar) oqib o'tishi jarayonida uning to'liq nisbiy energiyasini o'zgarishi – ΔE (1.4 va 1.6) ifodalar bilan topiladi va u suyuqlikni harakatga keltiruvchi omildir.

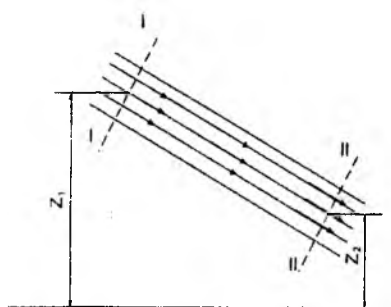
Suyuqlik og'irligi bo'yicha

$$\Delta E_G = \frac{P_1 - P_2}{\rho \cdot g} + (z_1 - z_2) + \frac{C_1^2 - C_2^2}{2g}; \quad (1.7)$$

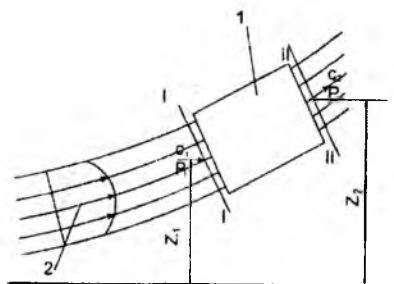
Suyuqlik hajmi bo'yicha

$$\Delta E_v = (P_1 - P_2) + \rho \cdot g \cdot (z_1 - z_2) + \frac{\rho(C_1^2 - C_2^2)}{2}; \quad (1.8)$$

Yuqoridagi (1.7) va (1.8) tengliklardagi $\rho = const$, $g = const$ bo'lganligi sababli suyuqlik, kesimlardagi bosimlar ($P_1 - P_2$) va taqqoslash tekisligigacha bo'lgan balandliklar ($z_1 - z_2$) farqlari bo'lgan hollarda harakatga keladi.



1.1-rasm. Suyuqlikni tabiiy oqimi



1.2-rasm. Suyuqlikni sun'iy oqimi
1-gidravlik mashina

Umumiy potentsial energiya farqi tabiiy ravishda ham namoyon bo'lishi mumkin. Masalan daryo, yomg'ir, qor va muzliklarni erishishi natijasida paydo bo'ladigan suvlar har doim past tarafga qarab oqadi. Tog'lik hududlarda joylashgan konlar gorizonttal yoki qiya (штольня) kon lahimlari bilan ochilganda balandliklar farqi paydo bo'ladi. Buning natijasida kon suvlari lahim bo'ylab yer sathiga oqib chiqadi. Bunday konlarda suv chiqarish qurilma o'rnatishga ehtiyoj qolmaydi, aksariyat hollarda suyuqlikni balandlikka ko'tarish, harakatga qarshi bo'ladigan turli qarshiliklarni yengib o'tish uchun sun'iy ravishda to'liq nisbiy energiya farqini paydo qilish talab qilinadi. Sun'iy ravishda to'liq nisbiy energiya farqi *gidravlik mashinalar* vositasida amalga oshiriladi.

Gidravlik mashinaning ishchi organi suyuqlik oqimi bilan o'zaro muloqotda bo'lib (1.2-rasm), unga tashqaridan sun'iy ravishda energiya uzatadi. Uzatilgan energiya miqdori suyuqlikni kerakli balandlikka ko'tarish va qarshiliklarni yengib o'tish uchun sarflanadigan ishga yetarli bo'lishi kerak.

1.2. Suyuqlikni harakatlantiruvchi gidravlik mashinalar va ularni tasnifi

Gidravlik mashinalar konchilik sanoatida shaxta va kar'rlarni shamollatish, kon suvlarini yer sathiga chiqarib tashlash va siqilgan havo energiyasida ishlaydigan kon mashinalari va uskunalarini yuqori bosimli havo bilan ta'minlashda qo'llaniladi. Ular quyidagi alomatlar bo'yicha tasniflanadi:

- a) Harakatlantiruvchi muhit turiga ko'ra:
 - havo yoki gazlarni harakatlantiruvchi;

- suv va suvli aralashmalarni harakatlantiruvchigidravlik mashinalar.

Havo yoki gazlarni harakatlantiruvchi mashinalar guruhiga ventilyatorlar, havo purkagichlar va kompressorlar kiradi.

Ventilyator va havo purkagichlar havo yoki gazlarni harakatlantiruvchi mashinalardir. Kompressorlar esa havoni siqish va uni iste'molchilarga yetkazib berish uchun qo'llaniladigan mashinadir.

Suv va suvli aralashmalarni harakatlantiruvchi mashinalar guruhiga nasoslar, loyqa so'rgichlar (землесосы) va ko'mir so'rgichlar (углесосы) kiradi.

Nasoslar kon suvlarini, loyqa so'rgichlar, suv va tog' jinslari aralashmasini, ko'mir so'rgich, suv va ko'mir aralashmasini harakatlantiruvchi mashinalardir.

b) Ish organining konstruktiv tuzilishiga ko'ra gidravlik mashinalar uch guruhga bo'linadi.

- parrakli
- porshenli
- rotatsion

Parrakli gidravlik mashinalarning ish organi ish g'ildirak hisoblanadi va u o'qqa mustahkam o'rnatiladi. Ish g'ildirak aylanma harakat bilan aylanib parraklar bilan energiyani suyuqlik oqimiga uzatadi. Ish g'ildirakda suyuqlikning harakat yunalishiga qarab ular markazdan qochma o'q chiziqli va diametral mashinalarga bo'linadi. Suyuqlik markazdan qochma mashinalarda ish g'ildirak radiusi, o'q chiziqli mashinalarda mashina o'qi va diametral mashinalarda ish g'ildirak diametri bo'ylab harakatlanadi, uning oqimi tinimsiz hamda bir me'yorda bo'ladi.

Porshenli gidravlik mashinalarning ish organi silindr ichida ilgarilama-qaytarma harakat bilan harakatlanadigan porshen hisoblanadi. Bu turdagi mashinalarda suyuqlik bosimini ortishi porshenni harakati natijasida silindr hajmi kamayishi bilan amalga oshiriladi.

Rotatsion gidravlik mashinalar guruhiga ish organining konstruktiv tuzilishi turlicha bo'lgan vintli, tishli, uyurma va rotatsion mashinalar kiradi.

v) Suyuqlik oqimiga energiya uzatish uslubi bo'yicha gidravlik mashinalar uch guruhga bo'linadi. Bular:

- uyurmali (вихревые)
- hajmiy
- boshqa muhit energiyasi asosida ishlaydigan.

Energiyani suyuqlikga uyurma orqali uzatish parrakli gidravlik mashinalarga tegishlidir. Bunday energiya uzatish parraklarning suyuqlik oqimi bilan o'zaro ta'siri natijasida paydo bo'ladigan ko'tarish kuchiga asoslangan.

Energiyani suyuqlikga hajmiy ko'rinishda uzatish ish bo'shliq hajmini majburiy ravishda (porshen orqali) kamaytirishga asoslangan. Ish bo'shliq hajmi kamaygan sari undagi suyuqlikning bosimi ortadi va yuqori bosimdagi suyuqlik ish bo'shliqdan haydab chiqariladi.

Boshqa muhit energiyasi asosida ishlaydigan gidravlik mashinalar guruhiga tizilma (сруппные) nasoslar, erliftlar va boshqa mashinalar kiradi. Bu ko'rinishdagi gidravlik mashinalarda suyuqlik tashqaridan yuqori bosim bilan beriladigan suv yoki havo energiyasi orqali harakatga keladi.

Konchilik korxonalarida asosan parrakli va hajmiy gidravlik mashinalar qo'llaniladi.

Parrakli gidravlik mashinalarni turbomashinalar deb ham aytiladi.

1.3. Gidravlik mashinalarning asosiy elementlari va ishlash prinsipi

Parrakli gidravlik mashinalar, ya'ni turbomashinalar suyuqlik oqimi, ish g'ildirak o'qiga nisbatan, yo'nalishiga qarab uch guruhga bo'linadi. Bular markazdan qochma, o'q chiziqli va diametral turbomashinalar. Bu turdagi turbomashinalarning konstruktiv tuzilishi bir-biriga yaqin va ishlash prinsiplari bir xil.

Markazdan qochma turbomashinalarning tuzilishi (1.3-rasmlarda) ko'rsatilgan. Ularning asosiy bo'laklarini ish g'ildirak 1, parraklar 2, o'q 3, suyuqlik oqimini turbomashinaga kiritish patrulkasi 4, spiralsimon qobiq 5, diffuzor 6 tashkil qiladi.

Ish g'ildirak old, orqa disklar va ular oralig'ida o'rnatilgan parraklardan tashkil topgan bo'lib o'qga mustahkam o'rnatilgan.

Ish g'ildirak harakatga keltirilganda parraklar oralig'idagi suyuqlik markazdan qochma kuch ta'sirida spiral qobig'ga otilib chiqadi. Buning natijasida ish g'ildirakning old bo'shlig'idagi bosim tashqi muhit (atmosfera) bosimidan kamayib ketadi. Suyuqlik bosim kam bo'lgan tomonga qarab harakatga keladi va u kiritish patrulkasi orqali so'rilib, ish g'ildirakga o'q yo'nalishida kiradi.

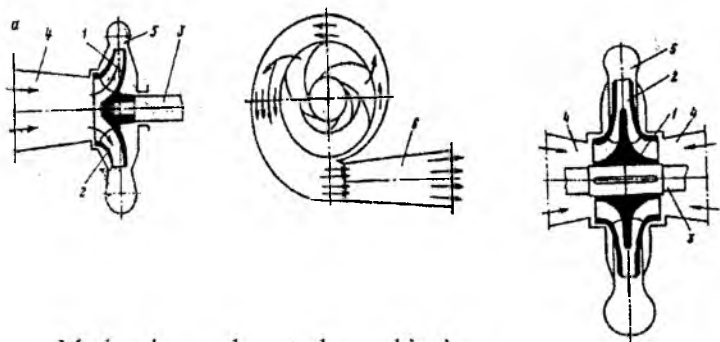
Ish g'ildirakda suyuqlik oqimi o'z yo'nalishini taxminan 90° o'zgartiradi va shu yo'nalishda parraklar oralig'idan spiralsimon qobig'ga otilib chiqadi.

Markazdan qochma turbomashinalarda bu jarayon tinimsiz davom etadi. Shuning uchun ularning unumdorligi bir me'yorda bo'ladi.

Markazdan qochma turbomashinalarning qolgan bo'laklari spiralsimon qobiq va diffuzor harakatsiz bo'laklar bo'lib, ular suyuqlik oqimiga yo'nalish beradi. Bundan tashqari diffuzor turbomashinadan chiqadigan suyuqlikning kinetik energiyasining bir qismini potensial energiyaga o'zgartirishga xizmat qiladi.

Markazdan qochma turbomashinalarning ish g'ildiragi bir tomonlama so'ruvchi (1.3a-rasm), ya'ni suyuqlik ish g'ildirakga bir tomondan so'riladi va ikki tomonlama so'ruvchi (1.3b-rasm). Bu ko'rinishdagi ish g'ildirakga suyuqlik ikki tomondan so'riladi va ular turbomashina unumdorligini oshirish uchun qo'llanilgan.

Konchilik sanoatida markazdan qochma turbomashinalarning nasos, ventilyator va kompressor kabi turlari ishlatiladi.

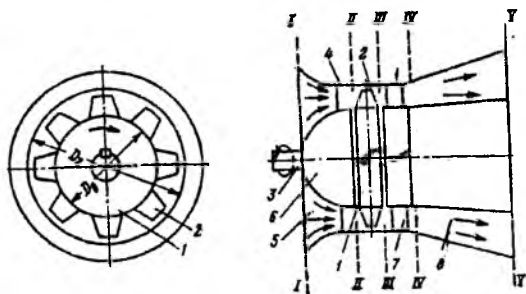


1.3-rasm. Markazdan qochma turbomashinalar

O'q chiziqli turbomashinalar. Ularning tuzilishi 1.4-rasmda ko'rsatilgan. O'q chiziqli turbomashina ish g'ildirak 1, parraklar 2, o'q 3, qobiq 4, kollektor 5, ravonlagich 6, yo'naltiruvchi apparat (ayrim o'q chiziqli mashinalarda yo'naltiruvchi apparat bo'lmaydi. Shuning uchun u rasmda ko'rsatilmagan), to'g'rilovchi apparat 7 va diffuzor 8 kabi qismlardan tashkil topgan. Ish g'ildirak vtulkaga, uning aylanish tekisligiga teng oraliqlarda va ma'lum burchak bilan o'rnatilgan bir necha parraklardan iborat. U vtulka orqali o'qqa mustahkam o'rnatiladi.

Ish g'ildirak turbomashinalarni asosiy qismi bo'lib, faqat uning parraklari yordamida energiya suyuqlikga uzatiladi. Suyuqlik oqimining harakati ravon, uyurma harakatlarsiz bo'lishi uchun kollektor va ravonlagich o'rnatilgan. Yo'naltiruvchi apparat ish g'ildirakning oldida bo'lib, u mashina qobig'iga o'rnatiladi. Yo'naltiruvchi apparat bir xil

oraliqda o'rnatilgan va har biri o'zining o'qi atrofida ma'lum burchakga burilishi mumkin bo'lgan bir necha parraklardan iborat. U suyuqlik oqimini ish g'ildirakga ma'lum burchak bilan uzatib berish vazifasini bajaradi.



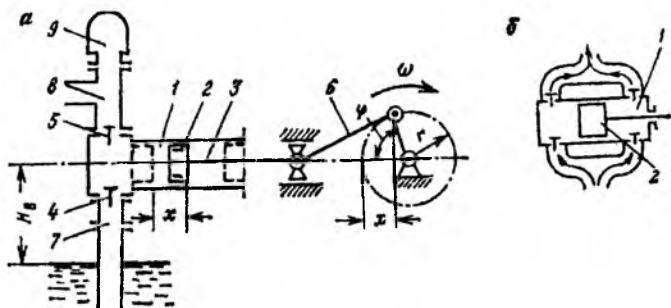
1.4-rasm. O'q chiziqli turbomashina sxemasi.

O'q chiziqli turbomashinalarda suyuqlik oqimi kollektor 5, rayonlagich 6 orqali, mashina o'qiga nisbatan parallel ravishda harakatlanib va yo'naltiruvchi apparat orqali o'tib ish g'ildirak 1-ga kiradi. Suyuqlik ish g'ildirakdan o'tish jarayonida uning to'liq nisbiy energiyasi ortadi, shu energiya bilan to'g'rilovchi apparat 7 va diffuzor-8 lardan o'tib mashinadan chiqadi.

To'g'rilovchi apparat parraklari mashina qobig'iga o'rnatiladi va u ish g'ildirakdan mashina o'qiga nisbatan ma'lum burchakga burilgan holatda chiqadigan oqimni asl holatiga, ya'ni parallel holatiga keltirib beradi. Hajmiy gidravlik mashinalar guruhiga porshenli, plunjerli, tishli (местеренчатые), vintli va boshqa turdagi mashinalar kiradi. Ulardan eng ko'p qo'llaniladigani porshenli, plunjerli va diafragmali gidravlik mashinalardir.

Porshenli gidravlik mashina (1.5-rasm) ish bo'shliq (цилиндр) 1, porshen 2, shtok 3, so'rish 4 va haydash 5 qopqoqlari, krivoship-shatun mexanizmi 6, suv so'rilish 7 va suv haydalish 8 patrubkalari va havo qalpoqchasi 9 kabi bo'laklardan tashkil topgan.

Ish bo'shliq ya'ni silindrga surish 4 va haydash 5 qopqoqlari o'rnatilgan. Ish bo'shliqda porshen 2 va shtok 3 krivoship-shatun mexanizmi 6 yordamida ilgarilama-qaytarma harakatda harakatlanadi.



1.5-rasm Porshenli nasoslar sxemasi: a-bir tomonlama (sodda), b-ikki tomonlama

Suv soʻrilish patrubkasiga suv soʻrilish quvuri, suv haydali sh patrubkasiga esasuv haydali sh quvurlari ulanadi.

Porshen oʻng tomonga qarab harakatlanganda ish boʻshliqning porshendan oldi qismida vakuum (bosim atmosfera bosimidan kichik) hosil boʻladi. Buning natijasida suyuqlik suv soʻrilish quvuri va soʻrish qopqogʻining qarshiliklarini yengib oʻtib, ish boʻshliqni toʻldiradi.

Bu jarayonni soʻrish jarayoni deyiladi va u porshen ish boʻshliqning oxirgi qismiga yetguncha davom etadi. Soʻrish jarayonida ish boʻshliqqa uning hajmiga teng hajmdagi suyuqlik soʻriladi, yaʼni:

$$V = F \cdot l \quad \text{m}^3 \quad (1.9)$$

Bu yerda: F - porshen yuzasi, m^2 ;

l – soʻrish jarayonida porshenning harakat yoʻli, m.

Keyin porshen chap tomonga qarab harakatlandi. Harakatninig boshlanishida soʻrish qopqogʻi yopiladi. Porshenning chap tomoniga qarab harakati davomida ish boʻshlikdagi suyuqligining bosimi ortadi va haydash qopqogʻining qarshiligini yengib oʻtib suv haydash quvuriga chiqadi.

Porshen ish boʻshliqda bir marta borib-kelish oraligʻi harakat davri (цикл) deyiladi. Harakat davrida porshenli gidravlik mashina bilan uning ish boʻshliq hajmiga teng boʻlgan hajmdagi suyuqlik suv haydash quvuriga haydab chiqariladi. Bu jarayon doimiy ravishda takrorlanib turadi. Shuning uchun porshenli gidravlik mashina bilan suv haydash quvuriga chiqadigan suyuqlik oqimi bir meʼyorda boʻlmaydi.

Bir silindrli porshenli gidravlik mashina porshen suyuqlikka ikki tomonlama taʼsir koʻrsatish usulida ham ishlashi mumkin.

Boshqa muhit ta'sirida ishlaydigan gidravlik mashinalarni texnikada okimli (гидроструйные) mashinalari deb yuritiladi.

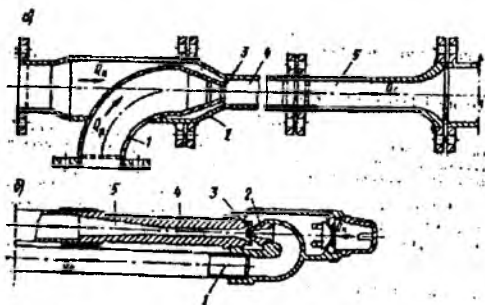
Oqimli mashinaning konstruktiv tuzilishida harakatlanuvchi qism bo'lmaydi. Shuning uchun energiya suyuqlikga tashqi muhit, ya'ni yuqori bosimli suv yoki havo orqali uzatiladi.

Yuqori bosimli suv bilan ishlaydigan oqimli mashinalarni gidroelevator va siqilgan havo ta'sirida ishlaydigan mashinalarini esa erlift qurilmalari deyiladi.

Gidroelevator (1.6-rasm) yuqori bosimli suv berish quvuri 1, suv so'rilishi bo'shlig'i 2, soplo 3, aralashish bo'shlig'i 4 va diffuzor 5 kabi bo'laklardan tashkil topgan. Suv berish quvuri 1, suv so'rish bo'shlig'i 2-ning ichiga o'rnatilgan. Uning bir tomoniga (kesim yuzasi katta bo'lgan) suv quvuri ulanadi. Ikkinchi tomoni (kesim yuzasi kichik bo'lgan) konussimon shaklga ega bo'lib, soplo deyiladi. Aralashish bo'shlig'i 4 bir tomoni bilan suv so'rish bo'shlig'i 2-ga, ikkinchi tomoni bilan esa diffuzor -5 ga ulangan. Diffuzorning ikkinchi tomoniga suv haydalish quvuri ulanadi. [11,12]

Gidroelevatorlarning ishlash usuli Bernulli tenglamasiga asoslangan. Bu tenglamaga ko'ra ideal suyuqlik oqimining nisbiy to'liq energiyasi nisbiy potensial va kinetik energiyalar yig'indisiga teng hamda u oqimning har bir kesim yuzasi uchun o'zgarmas ya'ni:

$$E = \frac{P}{\rho \cdot g} + \frac{C^2}{2g} = const. \quad (1.10)$$



1.6- rasm Hidroelevator qurilma sxemasi.

a- po'latdan tayyorlangan, b- cho'yandan tayyorlangan.

Konussimon shakldagi soplarning kesim yuzasi kichiklashib borishi sababli, soplodan chiqadigan suvning ham tezligi kattalashadi. Buning natijasida uning nisbiy kinetik energiyasi ortadi. Yuqoridagi (1.10)

tenglamaga asosan nisbiy potensial energiyasi esa kamayadi. Suv zichligi $\rho = const$; $g = const$ bo'lganligi uchun nisbiy potensial energiyani kamayishi bosimni kamayish hisobiga bo'ladi.

Demak konussimon shakldagi soplodan chiqadigan ishchi suv oqimining ma'lum bir tezligida suv so'rilish bo'shlig'idagi bosimi atmosfera bosimidan kamayib ketadi va vakuum hosil bo'ladi.

Buning natijasida suv so'rilish quvuri orqali gidroelevatorga so'riladi. Aralashish bo'shlig'ida suv, ish suvi bilan aralashadi va ular birgalikda yer sathiga chiqarib tashlanadi.

1.4. Suyuqlikni harakatga keltiruvchi gidravlik mashinalarning asosiy ko'rsatkichlari

Nasos, ventilyator, kompressor va vakuum nasoslarni ishlatish jarayonida foydalanadigan parametrlarni gidravlik mashinalarning asosiy ko'rsatkichlari deb tushuniladi. Asosiy ko'rsatkichlar qatoriga gidravlik mashinaning foydali ish koeffitsienti kiritilgan. [13,14]

a) **Gidravlik mashina unumdorligi (sarfi).** Vaqt birligida mashina orqali oqib o'tadigan suyuqlik hajmi, og'irligi yoki massasi unumdorlik deb nomlanadi. Mos ravishda gidravlik mashina unumdorligi hajmiy, og'irlik va massalik ko'rinishiga ega bo'ladi. Ular o'zaro quyidagicha bog'langan (1.1 jadval):

1.1.-jadval

№	Unumdorlik ko'rinishi	Adabiyotlarda belgilanishi	O'lcham birliklari
1	Hajmiy	Q	m ³ /soat, m ³ /min, m ³ /sekund
2	Massalik	m	Kg /sek
3	Og'irlik	G	N/sek

b) **Gidravlik mashina zo'riqmasi (bosimi).** Suv yoki havoni harakatlantiruvchi parrakli gidravlik mashinalar (1.7-rasm) uchta asosiy bo'laklardan tashkil topgan bo'ladi. Bular ish g'ildiragi – 2, suyuqlikni ish g'ildiragiga kirish – 1 va uning ish g'ildirakdan chiqish 3, 4 bo'laklaridir.

Elektr yuritkich yordamida gidravlik mashinaning ish g'ildiragi aylanma harakatga keladi va suyuqlik bilan ish g'ildirak parraklari

o'rtasida aerodinamik muloqot paydo bo'ladi, u kuch maydonini hosil qiladi. Bu kuch maydoni suyuqlikni harakatga keltiradi.

Demak elektr yuritkichning mexanik energiyasi suyuqlikga uzatiladi va uning to'liq nisbiy energiyasi ortadi. Mexanik energiyani suyuqlikga uzatish jarayoni faqat gidravlik mashinalarning ish g'ildiragi bilan bajariladi (1.7-rasm). Mashinaning boshqa bo'laklarida esa, ularning gidravlik qarshiliklari hisobiga, suyuqlik energiyasi kamayadi.

Ish g'ildirak parraklar orqali suyuqlik oqimiga uzatilgan mexanik energiya gidravlik mashinalarning zo'riqmasi (bosimi) deyiladi hamda u oqimning II-II va I-I (1.7-rasm) kesim yuzalaridagi suyuqlikning to'liq nisbiy energiyalarining ayirmasiga teng bo'ladi.

Standart bo'yicha qabul qilingan atamalarga ko'ra 1 kg og'irlikdagi suvga uzatilgan mexanik energiya nasos zo'riqmasi (напор) va 1 m³ havoga uzatilgan energiya esa ventilyator bosimi (давление) deb atalgan. Nasos hosil qiladigan zo'riqma – H va ventilyator orqali paydo bo'ladigan bosim – P harflari bilan belgilangan hamda quyidagi tengliklar bilan topiladi:

- Suyuqliklarda

$$\Delta E_G = H = E_{G2} - E_{G1} \quad (1.11)$$

- Havo va gazlarda

$$\Delta E_G = P = E_{v2} - E_{v1} \quad (1.12)$$

Bernulli tenglamasiga binoan I-I va II-II kesim yuzalarida oqimning to'liq nisbiy energiyasi quyidagi tengliklar bilan topiladi.

- Suyuqliklarda

$$E_{G1} = \frac{P_1}{\rho \cdot g} + Z_1 + \frac{C_1^2}{2g}; \quad E_{G2} = \frac{P_2}{\rho \cdot g} + Z_2 + \frac{C_2^2}{2g}; \quad (1.13)$$

- Havo va gazlarda

$$E_{v1} = P_1 + \rho \cdot g \cdot Z_1 + \frac{\rho \cdot C_1^2}{2g}; \quad E_{v2} = P_2 + \rho \cdot g \cdot Z_2 + \frac{\rho \cdot C_2^2}{2g}; \quad (1.14)$$

Yuqorida ko'rsatilgan (1.11) va (1.13) tengliklardan nasos zo'riqmasi:

$$H = \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} + (z_2 - z_1) + \frac{C_2^2 - C_1^2}{2g}; \quad (1.15)$$

Hamda (1.12) va (1.4) tengliklardan ventilyator bosimi

$$P = (P_2 - P_1) + \rho \cdot g \cdot (z_2 - z_1) + \frac{\rho \cdot (C_2^2 - C_1^2)}{2}; \quad (1.16)$$

Bu yerda: P_1 va P_2 – oqimning gidravlik mashinaga kirish (I-I kesim) va chiqish (II-II) .yuzasidagi bosim, Pa;

C_1 va C_2 – oqim tezliklari, m/sek;

z_1 va z_2 – taqqoslash tekisligidan I-I va II-II kesimlargacha bo‘lgan tik masofa, m.

Ikki kesim uchun Bernulli tenglamasi asosida yozilgan (1.14) va (1.15) tengliklardagi $(z_2 - z_1) + \frac{(P_2 - P_1)}{\rho \cdot g}$; $\rho \cdot g \cdot (z_2 - z_1) + (P_2 - P_1)$ oqimning

potensial va $\frac{(C_2^2 - C_1^2)}{2g}$; $\frac{\rho \cdot (C_2^2 - C_1^2)}{2}$; uning kinetik energiyalarini

ifodalaydi [16]. Shuning uchun nasosning to‘liq zo‘riqmasi (напор)

$$H = H_{st} + H_{sk} \quad (1.17)$$

va ventilyator bosimi (давление)

$$P = P_{st} + P_{sk} \quad (1.18)$$

ifodalar bilan topiladi. Bu yerda:

Statik zo‘riqma (напор ст.): $H_{st} = (z_2 - z_1) + \frac{(P_2 - P_1)}{\rho \cdot g}$, m;

Statik bosim: $P_{st} = \rho \cdot g \cdot (z_2 - z_1) + (P_2 - P_1)$, Pa;

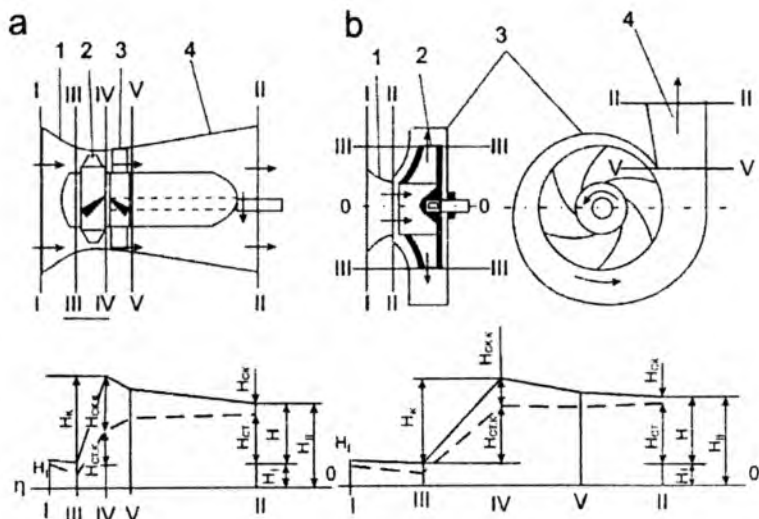
Dinamik zo‘riqma: $H_{sk} = \frac{(C_2^2 - C_1^2)}{\rho \cdot g}$, m;

Dinamik bosim: $P_{sk} = \frac{\rho \cdot (C_2^2 - C_1^2)}{2}$, Pa.

Bosim bilan zo‘riqma suyuqlik zichligi bilan farqlanadi. Shuning uchun ventilyator va kompressor bosimi nasos zo‘riqmasi bilan:

$$P_{sk} = \rho \cdot g \cdot H$$

ko‘rinishdagi bog‘lanishda bo‘ladi.



1.7-rasm. Parrakli gidravlik mashinalarining aerodinamik sxemalari va ulardan oqim energiyasini o'zgarish grafigi. a) o'q chiziqli va b) markazdan qochma

v) **Gidravlik mashinaning quvvati.** Mashina o'qiga uzatilgan quvvat foydali va mashinadagi ichki qarshiliklarni yengishga sarflanadigan energiyani hisobga oluvchi quvvatlarga ajratiladi.

$$N = N_f + \Delta N \quad (1.19)$$

Bu yerda: N_f - foydali quvvat;

ΔN - gidravlik mashinaning ichki qarshiliklarini yengishga sarflanadigan quvvat.

Foydali quvvat deb gidravlik mashinadan oqib o'tayotgan suyuqlikning zo'riqmasini (bosimini) oshirishga vaqt birligida sarflangan energiya miqdoriga aytiladi. Foydali quvvat gidravlik mashina turiga qarab:

Nasoslar uchun:

$$N_f = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{1000}; \quad \text{kVt} \quad (1.20)$$

Ventilyatorlar uchun:

$$N_f = \frac{Q \cdot H}{1000}; \quad \text{kVt} \quad (1.21)$$

Hodalar bilan topiladi.

Suyuqlik gidravlik mashinadan oqib o'tishi jarayonida I-I hamda II-II (1.17-rasm) kesim oralig'ida gidravlik, mexanik qarshiliklar va suyuqlik isrofi paydo bo'ladi. Gidravlik va mexanik qarshiliklarni yengish sarflanadigan energiyani gidravlik va mexanik energiya isrofi hamda mashinada chiqib ketgan bir qism suyuqlikka sarflangan energiyani hajmiy energiya isrofi deyiladi.

Unda ichki qarshiliklarni yengishga sarflanadigan quvvat:

$$\Delta N = \Delta N_g + \Delta N_m + \Delta N_i \quad (1.22)$$

Gidravlik energiya isrofi. Gidravlik mashinalarda to'liq nisbiy zo'riqma (bosim)ni bir qismi mashina ichida paydo bo'ladigan gidravlik qarshiliklarni yengib o'tishga sarflanadi. Buning natijasida to'liq nisbiy energiya (bosim) kamayadi va uning kamayishi:

$$\text{Nasoslarda} \quad H_f = H - \Delta H; \quad (1.23)$$

$$\text{Ventilyatorlarda} \quad P_f = P - \Delta P; \quad (1.24)$$

Bu yerda: ΔH va ΔP - mos ravishda nasos va ventilyatorlarda paydo bo'ladigan gidravlik qarshiliklarni yengishga sarflangan energiya.

H_f va P_f - mos ravishda nasos va ventilyatorning foydali energiyasi.

Gidravlik qarshiliklarni yengishga sarflanadigan energiya gidravlik mashinaning gidravlik foydali ish koeffitsientini ifodalaydi va u:

$$\text{nasos uchun} \quad \eta_g = \frac{H_f}{H} = 1 - \frac{\Delta H}{H}; \quad (1.25)$$

$$\text{ventilyator uchun} \quad \eta_g = \frac{P_f}{P} = 1 - \frac{\Delta P}{P}; \quad (1.26)$$

Xajmiy energiya isrofi. Gidravlik harakatdagi ishchi organi va harakatlanmaydigan - qobiq oralarida ma'lum masofa bor. Bu oraliqdan yuqori bosimdagi suyuqlikning bir qismi tashqariga, ya'ni atmosferaga chiqib ketadi. Tashqariga chiqib ketadigan suyuqlik miqdori gidravlik mashinaning hajmiy isrofini:

$$q = Q_r - Q \quad (1.27)$$

va unga uzatilgan energiya esa xajmiy energiya isrofini ifodalaydi.

Xajmiy isrofga sarflanadigan energiya mashinaning xajmiy foydali ish koeffitsientini tavsiflaydi va u quyidagi ifoda bilan topiladi:

$$\eta_x = \frac{Q}{Q_r} = 1 - \frac{q}{Q_r}; \quad (1.28)$$

Mexanik energiya isrofi. Mexanik qarshiliklar:

-podshipniklarda

-o'q va qobiq oralig'idagi zichlamalarda

- qobiq va ishchi organ diskleri oralig'ida mexanik ishqalanish natijasida paydo bo'ladi. Mexanik qarshiliklarga sarflanadigan energiya mexanik energiya yo'qotishi deyiladi va u mashinaning mexanik foydali ish koeffitsientini ifodalaydi.

$$\eta_M = \frac{N_B - \Delta N_T}{N_B} = 1 - \frac{\Delta N_T}{N_B}; \quad (1.29)$$

bu yerda: N_B - gidravlik mashina o'qiga uzatilgan quvvat, kVt.

ΔN_T - mexanik ishqalanishga sarflanadigan quvvat;

$N_B - \Delta N_T$ - ayirmani suyuqlikga uzatilgan quvvat yoki gidravlik mashinaning gidrodinamik quvvati deyiladi.

Gidravlik, hajmiy va mexanik foydali ish koeffitsientlari ko'paytmasi gidravlik mashinaning foydali ish koeffitsientiga teng:

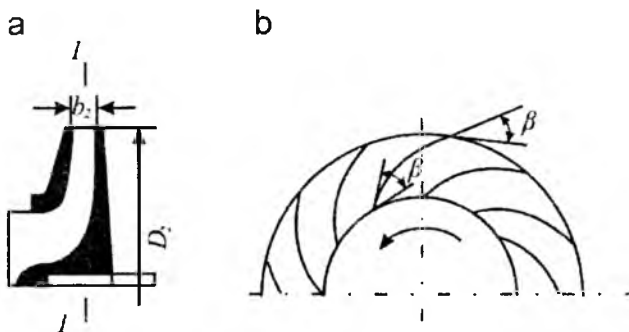
$$\eta = \eta_g \cdot \eta_X \cdot \eta_M \quad (1.30)$$

Foydali ish koeffitsienti gidravlik mashinaning iqtisodiy samarador ishlashini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi.

2-bob. Turbomashinalarning nazariy asoslari

2.1. Turbomashina ish g'ildiragida suyuqlik oqimining harakati

Ish g'ildirakda suyuqlik oqimi juda murakkab harakat bilan harakatlanadi. Oqim harakatini murakkabligi ish g'ildirakning geometrik o'lchamlari, parraklarning soni va shakli, oqimning harakat turi va boshqa ko'rsatkichlarga bog'liq. Murakkab oqim harakatini o'rganish qiyin bo'lganligi uchun u soddaroq harakat bilan almashtiriladi. Buning uchun:



2.1- rasm. Ish g'ildirak kesimi

1. Markazdan qochma turbomashina ish g'ildiragi aylanish o'qiga perpendikulyar bo'lgan I-I (2.1 rasm) tekislik bilan shartli ravishda kesiladi. Natijada ish g'ildirakning ichki va tashqi aylanalari hamda parraklar bilan chegaralangan xalqasimon radial panjara (решетка) hosil bo'ladi. Suyuqlik parraklar oralig'iga xalqasimon radial panjaraning ichki aylanasi bo'yicha kiradi va tashqi aylana bo'yicha ish g'ildirakdan chiqadi.

2. Har bir parraklar qadamidagi (parraklar qadami aylana uzunligini parraklar soniga bo'lgan nisbati) va ish g'ildirak eni b_2 (parrak uzunligi)dagi oqim tezliklari bir xil deb qaraladi.

3. Ish g'ildirakning parraklar soni cheksiz ko'p va ular qalinlikga ega emas deb faraz qilinadi. Bu bilan suyuqlik oqimi parraklar ta'sirida cheksiz va parallel tizillamalarga (струя) bo'linadi. Bu bilan har bir tizillama oqim harakat traektoriyasini parraklar shakliga mos kelishiga sharoit yaratiladi.

4. Suyuqlik harakati barqarorlangan harakat deb qaraladi. Ma'lumki barqarorlangan harakatda tezlik vaqtga bog'liq emas.

5. Ish g'ildirakda energiya isroflari bo'lmaydi deb qaraladi. Bu bilan ish g'ildirakga uzatilgan mexanik energiya to'liq suyuqlikga o'tadi deb qarashga imkon beradi. Bunday cheklashlar bilan qabul qilingan ish g'ildirak nazariy ish g'ildirak, uning zo'riqmasi, unumdorligi esa nazariy zo'riqma va nazariy unumdorlik deb tushuniladi. [15, 16, 17]

Nazariy ish g'ildirakdan oqib o'tuvchi suyuqlik oqimining tezlik vektorlari oqimni xalqasimon radial panjaraning kirish va chiqish nuqtalariga topiladi. Ish g'ildirak aylanma harakat bilan harakatlanganda suyuqlik zarrachasi bir vaqtning o'zida aylanma va nisbiy harakatlar ta'sirida bo'ladi.

Aylanma harakat – bu zarrachaning ish g'ildirak bilan birgalikdagi harakatidir. Uning harakat traektoriyasi xalqasimon radial panjaraning ichki va tashqi aylanalariga mos keladi. Aylanma harakat tezlik vektori $\vec{w}$ esa ichki yoki tashqi aylanalarga urinma ko'rinishida bo'ladi.

Nisbiy harakat - bu zarrachaning parraklar oralig'ida parrak bo'ylab harakatidir. Nisbiy harakat traektoriyasi parrak shakliga mos bo'lganligi uchun uning tezlik vektori $\vec{w}$ parrak sirtiga urinma holda bo'ladi.

Zarrachaning absolyut tezlik vektori $\vec{C}$ esa uning aylanma va nisbiy tezlik vektorlarining geometrik yig'indisiga teng. Ya'ni:

$$\vec{C} = \vec{u} + \vec{w} \quad (2.1)$$

Aylanma harakatning absolyut qiymati:

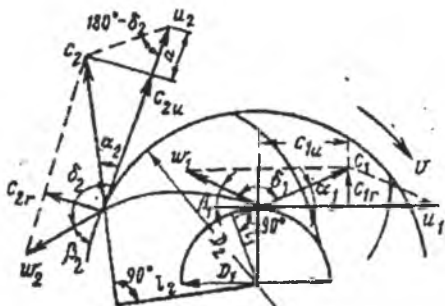
$$U = \frac{2\pi r \cdot n}{60}; \quad (2.2)$$

bu yerda: r - radius,m;

n - ish g'ildirakning aylanish tezligi, ayl/min.

Ish g'ildirakning kirish va chiqish nuqtalari uchun zarrachaning tezlik diagrammasi (2.1) ifoda asosida chiziladi va uning ko'rinishi 2.2-rasmda keltirilgan.

Bu yerda mos ravishda:



2.2-rasm. Markazdan qochma turbomashina suyuqlik zarrachalarini tezlik vektorlari

u_1, u_2 - ish g'ildirakning kirish va chiqish nuqtalaridagi zarrachaning aylanma tezlik vektorlari. (u_1 - xalqasimon radial panjaraning ichki aylanasi, u_2 - esa tashqi aylanasi urinma ko'rinishiga ega);

W_1, W_2 - ish g'ildirakning kirish va chiqish nuqtalaridagi nisbiy tezlik vektorlari (W_1 parrakning kirish va W_2 esa chiqish nuqtalari sirtiga urinma ko'rinishda bo'ladi);

C_1, C_2 - ish g'ildirakning kirish va chiqish nuqtalaridagi zarrachaning absolyut tezlik vektorlari ular (2.1) ifoda asosida topiladi.

β_1, β_2 - suyuqlik zarrachalarining ish g'ildirakga kirish va chiqish burchaklari deb ataladi. Ular nisbiy tezlik vektorlari W_1 va W_2 bilan aylanma tezlik, u_1 va u_2 vektorlarining davomi orasidagi burchaklar (2.2-rasm);

α_1, α_2 - mos ravishda u_2 va S_1 hamda C_1 va C_2 tezlik vektorlari orasidagi burchaklar.

2.2. Turbomashinalarning nazariy zo'riqmasi

Parraklar soni cheksiz va qalinlikga ega bo'lmagan hamda energiya isrofi yo'q deb faraz qilingan ish g'ildirak nazariy (идеал) ish g'ildirak deb qabul qilingan. Ideal ish g'ildirak orqali suyuqlik oqimiga uzatilgan mexanik energiya uning nazariy zo'riqmasi deyiladi.

Mexanik energiyani parraklar orqali suyuqlik oqimiga o'tish jarayoni tizillama (струйное) va uyurma (вихревые) harakat nazariyalari asosida o'rganilgan.

Tizillama harakat nazariyasi oqim bir necha o'zaro parralel tizillamalardan tashkil topgan va chegaralangan joyida harakatlanadigan oqimlar uchun qo'llaniladi.

Uyurma harakat nazariyasi esa parraklarni oqim bilan o'zaro muloqoti natijasida parraklar atrofida paydo bo'ladigan uyurma harakatni parralel oqim harakatiga ta'siri natijasida paydo bo'ladigan ko'tarish kuchiga asoslangan. Markazdan qochma turbomashinalarda suyuqlik kirish va chiqish kesimlari bo'lgan va parraklar bilan chegaralangan bo'shliq (parraklar oralig'i) dan oqib o'tadi. Shuning uchun bu turdagi turbomashina parraklari orqali energiyani suyuqlikka uzatish jarayonini tizillama harakat nazariyasi asosida o'rganish qulay, u oqimning harakat miqdori va harakat miqdori momentini o'zgarishi tenglamasiga asoslangan.

Bu tenglamaga binoan bir sekund davomida istalgan kesimdan suyuqlik oqimining harakat momenti quyidagi ifoda bilan yoziladi:

$$M = m \cdot c \cdot l \quad (2.3)$$

Suyuqlik bir kesimdan ikkinchi kesimgacha oqib o'tishi jarayonida harakat miqdori momentini o'zgarishi:

$$\Delta M = M_2 - M_1 \quad (2.4)$$

Bu yerda: c – oqimning absolyut tezligi, m/sek;

l – ish g'ildiragi markazidan absolyut tezlik vektorigacha bo'lgan eng qisqa masofa, m;

M_1 ; M_2 – mos ravishda suyuqlik oqimini ish g'ildiragiga kirish va chiqish harakat miqdor momentlari.

Suyuqlik oqimini ish g'ildiragiga kirish va chiqish kesimlardagi harakat momentlari (2.3) tenglikga binoan:

$$M_1 = m_1 \cdot c_1 \cdot l_1 \quad \text{va} \quad M_2 = m_2 \cdot c_2 \cdot l_2 \quad (2.5)$$

Bu yerda: m_1 va m_2 – ish g'ildiragining kirish va chiqish kesimlardagi suyuqlik massasi, kg;

l_1 va l_2 – ish g'ildiragi markazidan absolyut tezlik vektorlari C_1 va C_2 gacha bo'lgan eng qisqa masofa, m.

Parraklar oralig'ining kirish va chiqish kesimlaridan (2.1-rasm) oqib o'tayotgan suyuqlik miqdori, suyuqlik oqimining uzluksiz qonuniga binoan o'zaro teng. Shuning uchun vaqt birligida parraklar orasidan oqib o'tadigan suyuqlik massasi $m=m_1=m_2$ bo'ladi.

Unda suyuqlik oqimining harakat miqdor momentini o'zgarishi yuqoridagi (2.4) va (2.5) tengliklardan

$$\Delta M = m_2 c_2 - m_1 c_1 = m \cdot (c_2 \cdot l_2 - c_1 \cdot l_1) \quad (2.6)$$

Absolyut tezlik vektorlarini ish g'ildirak markazi bilan shartli ravishda birlashtirsak to'g'ri burchakli uchburchak hosil bo'ladi. (2.2-rasm) Uchburchaklarning gipotenuzasi kirish kesimida ish g'ildirakning ichki radiusi $-r$ va chiqish kesimida esa ish g'ildirakning tashqi radiusi $-R$ ga teng.

Ishchi radius $-r$ bilan yelka- l_1 va tashqi radiusi $-R$ bilan yelka- l_2 lardan tashkil topgan markaziy burchaklar (1 va 2) mos ravishda α_1 va α_2 burchaklarga teng. Unda to'g'ri burchakli uchburchaklardan:

$$l_1 = r \cdot \cos \alpha_1 \quad \text{va} \quad l_2 = R \cdot \cos \alpha_2 \quad (2.7)$$

Yelka l_1 va l_2 -larni hisobga olib (2.6) ifodani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\Delta M = m \cdot (C_2 \cdot \cos \alpha_2 \cdot R - C_1 \cdot \cos \alpha_1 \cdot r) = m(C_{2u} \cdot R - C_{1u} \cdot r) \quad (2.8)$$

bu yerda: $C_{1u} = C_1 \cdot \cos \alpha_1$ -absolyut tezlik vektori - C_1 ni aylanma tezlik u_1 vektori proeksiyasi. Uni kirish kesimi yuzasidagi oqimning buralish tezligi deb ataladi.

$C_{2u} = C_2 \cdot \cos \alpha_2$ - absolyut tezlik vektori- C_2 ni aylanma tezlik- u_2 vektoriga proeksiyasi. Uni chiqish kesim yuzasidagi oqimni buralish tezligi deyiladi.

Harakat miqdori momentini o'zgarishi teoremasiga binoan ish g'ildirakning parraklari oralig'idan oqib o'tayotgan suyuqlik oqimining harakat miqdori momentini o'zgarishi shu oraliqda suyuqlikka ta'sir etuvchi kuchlar momentiga teng, ya'ni:

$$\sum M = \Delta M = m(C_{2u} \cdot R - C_{1u} \cdot r) \quad (2.9)$$

bu yerda: $\sum M$ -tashqi kuchlar momenti.

Parraklar oralig'idan oqib o'tadigan suyuqlikka ta'sir etuvchi kuchlar:

- suyuqlik masasini og'irlik kuchi- F_0 ;
- suyuqlikning ish g'ildiragiga kirish va chiqish kesimlardagi bosim ta'sirida paydo bo'ladigan bosim kuchlari- F_b ;

- suyuqlikning parraklar sirtiga ishqalanish jarayonida paydo bo'ladigan ishqalanish kuchi- F_a ;

- suyuqlikga tashqaridan, ya'ni ish g'ildirak orqali beriladigan tashqi kuch- F_T lardan iborat.

Unda tashqi kuchlar momenti:

$$\sum M = F_0 \cdot l_0 + F_b \cdot l_b + F_i \cdot l_i + F_t \cdot l_t \quad (2.10)$$

Bu yerda: l_0, l_b, l_u, l_m - mos ravishda kuch yelkalar.

Og'irlik - F_0 va bosim F_b - kuchlarining og'irlik markazi ish g'ildirak markazidan o'tishi sababli $l_0 = 0$ va $l_b = 0$ hamda bu kuchlar paydo qiladigan momentlar $M_0 = 0$ va $M_b = 0$.

Ideal ish g'ildirakda energiya isrofi yo'q deb faraz qilinganligi uchun ishqalanish kuchi $F_i = 0$ bo'ladi va uning momenti ham nolga teng $M_i = 0$.

Demak ideal ish g'ildirak parraklari oralig'idan oqib o'tayotgan suyuqlikga ta'sir etuvchi tashqi kuchlar momenti $\sum M = M_T$ bo'lar ekan.

Unda (2.9) ifoda:

$$\sum M = M_t = m(c_{2u}R - c_{1u} \cdot r) \text{ bo'ladi} \quad (2.11)$$

Ushbu tenglikning ikki tomonini ish g'ildirakning burchak tezligi - ω ga ko'paytirib, uni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$M_t \cdot \omega = m \cdot (c_{2u}R - c_{1u} \cdot r) \cdot \omega \quad (2.12)$$

yoki

$$N_t = m \cdot (c_{2u}R - c_{1u} \cdot r) \cdot \omega$$

Bu yerda: $N_t = M_t \cdot \omega$ - elektr yuritkich orqali ish g'ildirak o'qigsha uzatilgan energiya (quvvat).

Gidravlik mashinaning foydali quvvati:

nasosniki $N_t = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$

ventilyatorniki $P = Q \cdot H$

tengliklar bilan topiladi.

Ideal turbomashina (energiya isrofi yo'q deb faraz qilingan) o'qiga uzatilgan quvvat - N_t parraklar orqali to'liq suyuqlikga o'tadi. Unda ideal turbomashinalar uchun quyidagi tengliklarni yozish mumkin bo'ladi:

Nasoslar uchun:

$$m \cdot (c_{2u} \cdot R - c_{1u} \cdot r) \cdot w = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \quad (2.15)$$

Ventilyatorlar uchun:

$$m \cdot (c_{2u} \cdot R - c_{1u} \cdot r) \cdot w = Q \cdot H \quad (2.16)$$

Ushbu (2.15) va (2.16) tengliklardan:

nasosning zo'riqmasi:

$$H_{\text{nat}} = \frac{m \cdot (c_{2u} \cdot R - c_{1u} \cdot r) \cdot w}{\rho \cdot g \cdot Q} = \frac{1}{g} \cdot (U_2 \cdot c_{2u} - U_1 \cdot c_{1u}) \quad (2.17)$$

ventilyatorning bosimi:

$$P_{\text{nat}} = \frac{m \cdot (c_{2u} \cdot R - c_{1u} \cdot r) \cdot w}{Q} = \rho \cdot (U_2 \cdot c_{2u} - U_1 \cdot c_{1u}) \quad (2.18)$$

Bu yerda: $R \cdot w = u_2$ va $r \cdot w = u_1$ - suyuqlikning ish g'ildirakga kirish va chiqish yuzalaridagi chiziqli (aylanma) tezliklari;

$m = \rho \cdot Q$ - vaqt birligida ish g'ildirakdan oqiyu o'tayotgan suyuqlik massasi.

∞ va τ - ideal turbomashina belgilari. ∞ - parraklar soni cheksiz va τ - energiya isrofi yo'qligini ko'rsatadi.

Yuqoridagi (2.17) ifoda markazdan qochma nasosning nazariy zo'riqma va (2.18) ifoda esa markazdan qochma ventilyatorning nazariy bosim tenglamalari deb ataladi. Nazariy zo'riqma va nazariy bosim tenglamalari birinchi marta L. Eyler tomonidan yaratilganligi uchun ularni Eyler tenglamasi deb ham yuritiladi.

Markazdan qochma turbomashinanig nazariy zo'riqmasi (bosimi) oqim harakatining aylanma tezliklari (U_1 va U_2) va buralish tezliklari c_{1u}

va c_{2u} ga bog'liq ekan. Oqim harakatining aylanma tezligi $U_1 = \frac{2\pi \cdot r \cdot n}{60}$

va $U_2 = \frac{2\pi \cdot R \cdot n}{60}$ ish g'ildirakning ichki va tashqi diametrlariga va uning aylanish tezligiga bog'liq.

Suyuqlik oqimining ish g'ildirakga kirish kesimidagi buralish tezligi c_{1u} parraklarning oldi tomoniga o'rnatiladigan maxsus moslama - yo'naltiruvchi apparat yordamida paydo qilinadi.

Markazdan qochma nasos va ventilyatorning ayrim turlarida yo'naltiruvchi apparat o'rnatilmaydi. Bu holda suyuqlik oqimi ish g'ildirakga radial yo'nalishda ($\alpha_1 \approx 90^\circ$) kiradi va uning buralish tezligi $c_{1u} = 0$ bo'ladi. Bu turdagi markazdan qochma turbomashinalarning nazariy zo'riqma (bosim) tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\text{nasos uchun} \quad H_{\text{н.т}} = \frac{U_2 \cdot c_{2u}}{g} \quad (2.19)$$

$$\text{ventilyator uchun} \quad P_{\text{в.т}} = \rho \cdot U_2 \cdot c_{2u} \quad (2.20)$$

Suyuqlik oqimining ish g'ildirakdan chiqish kesimidagi buralish tezligi c_{2u} bevosita parraklar yordamida hosil bo'ladi. Demak aylanish tezligi $n = \text{const}$ bo'lganida turbomashinaning nazariy zo'riqmasi (bosimi) buralish tezligi c_{2u} miqdoriga bog'liq. Buralish tezligi c_{2u} o'z navbatida suyuqlik oqimini ish g'ildirakdan chiqish burchagi β_2 - orqali topiladi.

Tizillama harakat nazariyasi asosida topilgan nazariy zo'riqma tenglama o'q chiziqli turbomashinalarning nazariy zo'riqmasini aniqlashga imkon beradi.

O'q chiziqli turbomashinalarda zarrachaning aylanma harakati parrak uzunligi bo'ylab o'zgaruvchan bo'ladi. Uning minimal qiymati parrakni vtulkaga o'rnatilgan qismida (1.4-rasm), maksimal qiymati esa oxirgi (qobiqqa yaqin) kesimida bo'ladi. Shu bilan bir qatorda mashina o'qidan bir xil radiusda olingan kesimda zarrachaning aylanma harakat tezliklari parrakcha kirish va chiqish joylarida o'zaro teng. Ya'ni:

$$U_1 = U_2 = U \quad (2.21)$$

Bu holda o'q chiziqli turbomashinaning zo'riqmasini (bosimi) (2.17) va (2.18) tenglamalarga asoslanib qo'ydagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\text{nasos uchun} \quad H_{\text{н.т}} = \frac{U \cdot (c_{2u} - c_{1u})}{g} \quad (2.22)$$

$$\text{ventilyator uchun} \quad P_{\text{в.т}} = \rho \cdot U \cdot (c_{2u} - c_{1u}) \quad (2.23)$$

Suyuqlikning ish g'ildirakga kirish va chiqish kesim yuzalaridagi tezlik uchburchaklaridan (2.2-rasm):

$$w_1^2 = U_1^2 + c_1^2 - 2 \cdot U_1 \cdot c_{1u} \quad \text{va} \quad w_2^2 = U_2^2 + c_2^2 - 2 \cdot U_2 \cdot c_{2u}; \quad (2.24)$$

Bu tengliklardan:

$$U_1 \cdot c_{1u} = \frac{U_1^2 + c_1^2 - w_1^2}{2} \quad \text{va} \quad U_2 \cdot c_{2u} = \frac{U_2^2 + c_2^2 - w_2^2}{2}; \quad (2.25)$$

$U_1 \cdot c_{1u}$ va $U_2 \cdot c_{2u}$ - larni Eyler tenglamasiga (2.17) qo'yib chiqsak u quyidagi ko'rinishga keladi:

$$H_{\text{н.т}} = \frac{1}{g} \left(\frac{U_2^2 - U_1^2}{2} + \frac{w_1^2 - w_2^2}{2} + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2} \right) \quad (2.26)$$

Bu tenglik Eyler tenglamasining ikkinchi ko'rinish bo'lib, u turbomashina orqali suyuqlikga uzatilgan to'liq nisbiy energiyaning potensial va kinetik energiyalarga taqsimlanish nisbatini ifodalaydi.

Uning uchinchi $\frac{c_2^2 - c_1^2}{2 \cdot g}$ xadi suyuqlikga uzatilgan to'liq nisbiy energiyaning kinetik energiya qismini hamda birinchi $\frac{U_2^2 - U_1^2}{2 \cdot g}$ va ikkinchi $\frac{w_1^2 - w_2^2}{2 \cdot g}$ hadlari esa potensial energiya qismini ortishini ko'rsatadi.

Oqimning potensial energiyasini ortishi turbomashinaning statik – H_{st} va kinetik energiyasini ortishi esa dinamik – H_d zo'riqlari deb atalgan. Ular mos ravishda:

$$H_{st} = \frac{1}{g} \left(\frac{U_2^2 - U_1^2}{2} + \frac{w_1^2 - w_2^2}{2} \right) \quad (2.27)$$

$$H_d = \frac{1}{g} \left(\frac{c_2^2 - c_1^2}{2} \right) \quad (2.28)$$

tengliklar bilan topiladi.

Demak turbomashinalarning statik zo'riqlari suyuqlikning ish g'ildirakga kirish, chiqish yuzalaridagi oqimning aylanma va nisbiy tezliklarini hamda dinamik zo'riqlari esa absolyut tezliklarini ortishi bog'liq ekan.

O'q chiziqli turbomashinalarda $U_1 = U_2 = U$ bo'lganligi uchun:

$$H_{st} = \frac{1}{g} \left(\frac{w_1^2 - w_2^2}{2} \right) \quad (2.29)$$

2.3. Turbomashinaning nazariy unumdorligi

Ideal turbomashinaning unumdorligi sarf tenglamasi, ya'ni

$$Q_T = S \cdot C; \quad \frac{m^3}{s} \quad (2.30)$$

asosida topiladi

bu yerda: S – suyuqlik oqimining kesim yuzasi, m^2 ;

C – kesim yuzaga tik bo'lgan tezlik vektori.

Markazdan qochma turbomashinalarda oqim kesimi yuzasi qilib oqimning ish g'ildirakdan chiqish yuzasi qabul qilingan.

Bu yuza (2.1-rasm) ish g'ildirakning tashqi diametri D_2 va uning eni b_2 ga teng bo'lgan silindr shakliga ega. Shuning uchun oqimning kesim yuzasi quyidagi ifoda bilan topiladi

$$S = \pi \cdot D_2 \cdot b_2 ; m^2 \quad (2.31)$$

Bu silindr shaklidagi yuzaning hohlagan nuqtasiga tik bo'lgan tezlik vektori, suyuqlikning ish g'ildirakdan chiqish kesimidagi absolyut tezlik vektorining - c_2 radiusga bo'lgan proeksiyasiga teng, ya'ni $c = c_{2r}$ (2.2-rasm).

Shuning uchun markazdan qochma turbomashinaning nazariy zo'riqmasi (2.30) ifodaga binoan:

$$Q_T = \pi \cdot D_2 \cdot b_2 \cdot c_{2r} \quad (2.32)$$

bo'ladi.

Bu yerda: C_{2r} - oqimning ish g'ildirakdan chiqish kesimidagi radial tezlik, m/s.

O'q chiziqli ventilyatorlarda suyuqlik oqimi turbomashinaning o'qiga parallel ko'rinishda harakatlanadi. Uning kesim yuzasi esa:

$$S = \frac{\pi \cdot D_2^2}{4} - \frac{\pi \cdot D_a^2}{4} = \frac{\pi}{4} (D_2^2 - D_a^2); m^2 \quad (2.33)$$

bo'ladi

bu yerda: D_a - vtulkaning diametri, m.

Bu yuzaga o'q yo'nalishida bo'lgan tezlik vektori - c_0 tik bo'ladi va uni o'q yo'nalishdagi tezlik vektori deyiladi. Bu tezlik vektori oqimning ish g'ildirakdan chiqish kesimidagi absolyut tezlik vektori - c_2 - ning mashina o'qiga bo'lgan proeksiyasiga teng, ya'ni $c = c_0$

O'zchiziqli turbomashinaning unumdorligi (2.33) va (2.30) ifodalarga binoan quyidagi formula bilan topiladi.

$$Q_T = \frac{\pi}{4} (D_2^2 - D_a^2) \cdot c_0 ; m^3/s \quad (2.34)$$

2.4. Turbomashinaning nazariy zo'riqma xarakteristikasi

Turbomashinaning nazariy zo'riqma xarakteristikasi deb nazariy zo'riqmani umumdorlik bilan bog'langanligini ko'rsatib beruvchi funksiya - $H_{\infty T} = f(Q)$ ga aytiladi.

Nazariy zo'riqma va unumdorlik suyuqlik oqimining tezliklariga bog'lik bo'lganligi sababli, u ish g'ildirakning ma'lum tezligi ($n = const$) uchun topiladi.

Nazariy zo'riqma xarakteristikasi, ish g'ildirakning parraklari oldi kesimida yo'naltiruvchi apparat o'rnatilmagan konstruktiv tuzilishdagi turbomashinalar uchun aniqlanadi. Bunday konstruktiv tuzilishdagi turbomashinaning nazariy zo'riqmasi:

$$H_{\infty T} = \frac{U_2 \cdot C_{2u}}{g}; \quad (2.35)$$

Suyuqlik oqimini ish g'ildirakdagi tezlik diagrammasidan:

$$C_{2u} = U_2 - a \quad (2.36)$$

Unda yuqoridagi ifodani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$H_{\infty T} = \frac{1}{g} \cdot U_2 \cdot (U_2 - a) \quad (2.37)$$

Tezlik diagrammadagi (2.2-rasm) to'g'ri burchakli uchburchakdan:

$$a = C_{2r} \cdot \operatorname{ctg} \cdot (180^\circ - \delta_2) = C_{2r} \cdot \operatorname{ctg} \beta_2; \quad (2.38)$$

bo'lganligi uchun (2.37) ifodani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

- markazdan qochma turbomashinalar uchun:

$$H_{\infty T} = \frac{1}{g} \cdot U_2 \cdot (U_2 - C_{2r} \cdot \operatorname{ctg} \beta_2) \quad (2.39)$$

- o'q chiziqli turbomashinalar uchun:

$$H_{\infty T} = \frac{1}{g} \cdot U \cdot (U - C_0 \cdot \operatorname{ctg} \beta_2) \quad (2.40)$$

Turbomashinalarning nazariy unumdorlik tenglamalaridan:

- markazdan qochma mashinalar uchun:

$$C_{2r} = \frac{Q_T}{\pi \cdot D_2 \cdot b_2}; \quad (2.41)$$

- o'q chiziqli mashinalar uchun:

$$C_0 = \frac{Q_T}{\pi \cdot (D_2^2 - D_s^2) / 4}; \quad (2.42)$$

C_{2r} va C_0 - larning (2.39) va (2.40) ifodalarga qo'yib chiqilsa ular quyidagi ko'rinishga keladi:

- markazdan qochma mashinalar uchun:

$$H_{\infty T} = \frac{U_2}{g} \cdot \left(U_2 - \frac{Q_T}{\pi \cdot D_2 \cdot b_2} \cdot \operatorname{ctg} \beta_2 \right); \quad m \quad (2.43)$$

- o'q chiziqli mashinalar uchun:

$$H_{\infty T} = \frac{U}{g} \cdot \left(U - \frac{Q_T}{\pi \cdot (D_2^2 - D_s^2) / 4} \cdot \operatorname{ctg} \beta_2 \right); \quad (2.44)$$

Ikkala konstruktiv tuzilishdagi turbomashinalarning umumlashtirilgan nazariy zo'riqma xarakteristikasi tenglamasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$H_{\infty T} = A - B \cdot Q_T \cdot \operatorname{ctg} \beta_2; \quad (2.45)$$

bu yerda: $A = \frac{U_2^2}{g}$; $B = \frac{U_2}{g \cdot \pi \cdot D_2 \cdot b_2}$; markazdan qochma mashinalar uchun

$$A = \frac{U^2}{g} ; B = \frac{U}{g \cdot \pi \cdot (D_2^2 - D_s^2)/4} ; \text{ o'q chiziqli mashinalar uchun} \\ (2.46)$$

Yuqoridagi (2.45) ifodani turbomashinaning nazariy zo'riqma xarakteristika tenglamasi deb tushuniladi. Bu tenglamani tahlili quyidagi natijalarni beradi:

- nazariy zo'riqma va nazariy unumdorlik o'zaro chiziqli (birinchi darajali) bog'lanishga ega;

- unumdorlik nolga teng bo'lganda nazariy zo'riqma ish g'ildirak parraklarining o'rnatish burchagi hamda uning shakliga bog'liq emas va

uning qiymati $A = \frac{U_2^2}{g} = 0$ teng

- unumdorlikning noldan katta qiymatlarida zo'riqma miqdori ish g'ildirak parraklarining o'rnatilishi (β_2) burchagiga bog'liq

- burchak $\beta_2 < 90^\circ$ bo'lgan turbomashinalarda $C_{2u} < U_2$ va $B > 0$ bo'ladi ham uning zo'riqma xarakteristikasi (2.3a-rasm) unumdorlik ortishi bilan birinchi darajada (chiziqli) kamayib boradi.

- burchak $\beta_2 = 90^\circ$ bo'lgan turbomashinalarda $V=0$ bo'lganligi sababli zo'riqma unumdorlikga bog'liq emas. Zo'riqma xarakteristika

$A = \frac{U_2^2}{g}$ nuqtadan boshlanadigan va unumdorlik o'qiga parallel bo'lgan to'g'ri chiziq ko'rinishiga ega (2.3b-rasm);

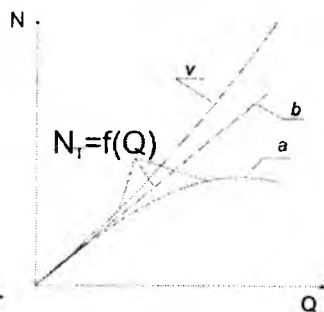
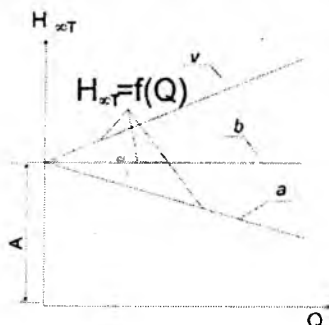
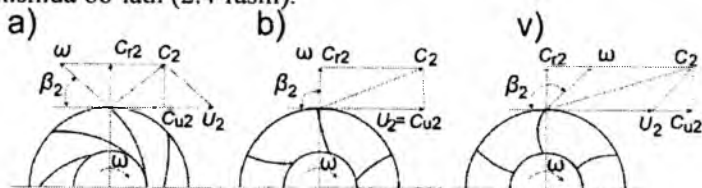
- burchak $\beta_2 > 0$ bo'lgan turbomashinalarda $C_{2u} > u_2$ va $B < 0$ bo'ladi.

Uning nazariy zo'riqma xarakteristikasi esa $A = \frac{U_2^2}{g}$ nuqtadan boshlanadigan va unumdorlik ko'payishi bilan birinchi darajada o'sib boradigan to'g'ri chiziq ko'rinishiga ega (2.3v-rasm).

Turbomashinaning nazariy quvvati qo'yidagi formula bilan topiladi:

$$N_T = g \cdot \rho \cdot Q_T \cdot (A - B \cdot Q_T \cdot \operatorname{ctg} \beta_2); \quad (2.46)$$

Uning xarakteristikasi esa $\beta_2 \neq 90^\circ$ bo'lganda $H_T - Q$ koordinata o'qining boshidan boshlanadigan ikkinchi darajali egri chiziq ko'rinishida bo'ladi (2.4-rasm).



2.3- rasm. Turbomashining nazariy zo'riqma xarakteristikasi

a- chiqish burchagi $\beta_2 < 90^\circ$

b- chiqish burchagi $\beta_2 = 90^\circ$

v- chiqish burchagi $\beta_2 > 90^\circ$

bo'lganda

2.4-rasm. Quvvat xarakteristikasi

a- chiqish burchagi $\beta_2 < 90^\circ$

b- chiqish burchagi $\beta_2 = 90^\circ$

v- chiqish burchagi $\beta_2 > 90^\circ$

bo'lganda

Ideal turbomashining to'liq zo'riqmasi (2.26) uning statik va dinamik tashkil etuvchilariga bo'linadi:

$$H_{\infty T} = H_{st} + H_d \quad (2.47)$$

To'liq zo'riqmani statik va dinamik tashkil etuvchilariga ajratishda nisbiy (o'lchamsiz) buralish tezligi $\bar{c}_{2u} = c_{2u} / U_2$ ko'rinishdagi ibora qo'llanilgan.[15,16]

Suyuqlik oqimining ish g'ildirakga kirish burchagi $\beta_1 = 90^\circ$ $c_{1u} = 0$ va tezlik diagrammalaridan (2.2-rasm) $c_1 = c_{1r}$; $c_2^2 = c_{2r}^2 + c_{2u}^2$ hamda oqim massasi $m = \text{const}$ bo'lganligi uchun $c_{1r} = c_{2r}$, unda turbomashining

to'liq hamda uning dinamik va statik tashkil etuvchilari mos ravishda quyidagi tengliklar bilan topiladi:

To'liq zo'riqma:

$$H_{\infty T} = \frac{U_2 \cdot c_{2u}}{g} = \frac{U_2^2}{g} \cdot \bar{c}_{2u}; \quad (2.48)$$

Dinamik zo'riqma:

$$H_d = \frac{c_2^2 - c_1^2}{2g} = \frac{U_2^2}{g} \cdot \bar{c}_{2u}^2 \quad (2.49)$$

Statik zo'riqma (2.47) tenglikdan:

$$H_{st} = H_{\infty T} - H_d = \frac{U_2}{g} \cdot \bar{c}_{2u} \left(1 - \frac{\bar{c}_{2u}}{2} \right) \quad (2.50)$$

Nisbiy buralish tezlik $\bar{c}_{2u}$ oqimning ish g'ildirakdan chiqish burchagiga bog'liq va u $0 < \bar{c}_{2u} < 2$ oralig'ida o'zgaradi. Agar $\bar{c}_{2u} = 0$ bo'lganda to'liq zo'riqma $H_{\infty T} = 0$ va $\bar{c}_{2u} = 0$ bo'lganda esa statik zo'riqma $H_{cm} = 0$.

Radial parrakli turbomashinalarda (2.3 b-rasm):

$$\beta_2 = 90^\circ \quad \bar{c}_{2u} = U_2 \quad H_{st} = 0,5 \cdot H_{\infty T};$$

Parraklari oldinga egilgan turbomashinalarda (2.3 v-rasm):

$$\beta_2 > 90^\circ \quad \bar{c}_{2u} > U_2 \quad H_{st} < 0,5 \cdot H_{\infty T};$$

Parraklari orqaga egalgan turbomashinalarda (2.3 a-rasm):

$$\beta_2 < 90^\circ \quad \bar{c}_{2u} < U_2 \quad H_{st} > 0,5 \cdot H_{\infty T}$$

tartibda taqsimlanadi va uning ko'rinishi 2.5-rasmda ko'rsatilgan.

Statik zo'riqmaning to'liq zo'riqmaga bo'lgan nisbati ish g'ildirakning reaktivligi (реактивное) va u (2.47), (2.50) tengliklar asosida topiladi: [16]

$$\lambda = \frac{H_{st}}{H_{\infty T}} = 1 - \frac{\bar{c}_{2u}}{2}; \quad (2.51)$$

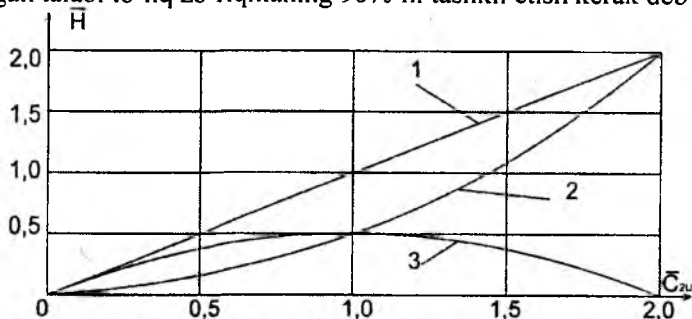
Nisbiy buralish tezlik $\bar{c}_{2u}$ oqimning ish g'ildirakdan chiqish burchagiga β_2 bog'liq.

To'liq (2.48), statik (2.50) va dinamik (2.49) zo'riqmalarni nisbiy buralish tezligi $\bar{c}_{2u}$ ko'ra o'zgarishi 2.5-rasmda ko'rsatilgan. Bu yerda to'liq zo'riqma va uning tashkil etuvchilari statik hamda dinamik zo'riqmalarni bir xil ko'rsatgich g/U_2^2 bo'lib, o'lchamsiz ko'rinishda ko'rsatilgan.

Oqimning ish g'ildirakdan chiqish burchagi - β_2 turbomashinalarning ishlatish sharoiti qarab olinadi. Ishlatish sharoiti

(suv chiqarish qurilmalar)ning statik zo'riqмага bo'lgan talabi dinamik zo'riqмага nisbatan yuqori bo'ladi.

Masalan turbomashina o'rnatiladigan sharoitning statik zo'riqмага bo'lgan talabi to'liq zo'riqmaning 90%-ni tashkil etish kerak deb olsak,



$$1 - \bar{H}_{\infty T} = f(\bar{c}_{2u}); 2 - \bar{H}_d = f(\bar{c}_{2u}); 3 - \bar{H}_s = f(\bar{c}_{2u})$$

2.5-rasm. To'liq zo'riqmani statik va dinamik tashkil etuvchilariga taqsimlanishi.

unda (2.51) tenglikdan $\lambda = 0,9$ va $\bar{c}_{2u} = 0,2$. Oqimning ish g'ildirakdan chiqish burchagi esa $\beta = 20 \div 50^\circ$ atrofida bo'ladi.

Parraklari oldiga egilgan $\beta_2 > 90^\circ$, $\bar{c}_{2u} < U_2$ ish g'ildirakli turbomashina zo'riqmasiga nisbatan yuqori. Shuning uchun statik zo'riqмага nisbatan yuqori. To'liq zo'riqmaning 0.5 va undan kam miqdorini tashkil etadigan sharoitlardir (yer osti son lahimlarini shamollatishda) parraklari oldiga egilgan $\beta_2 > 90^\circ$ ish g'ildirakli turbomashinalarni qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi. Bu turdagi turbomashina ish g'ildiragining diametri va uning aylanish tezligi parraklari oldiga egalgan ish g'ildirakning diametri va aylanish tezligiga nisbatan kamroq.

Buning natijasida turbomashinaning gabarit o'lchamlari va shovqin darajasini kamayishiga erishiladi.

Haqiqiy turbomashina (parraklari chekli) bo'lgan turbomashina zo'riqmasi ideal (parraklari cheksiz) turbomashina zo'riqmasiga nisbatan kamroq bo'ladi. Zo'riqmaning kamayishini asosiy sababchilari:

- Suyuqlik ish g'ildirakdan oqib o'tish jarayonida parraklar atrofida pakydo bo'ladigan uyurma oqim, va gidravlik qarshiliklardir.

2.5. Turbomashinalarda energiya isrofi va uning xarakteristikasi

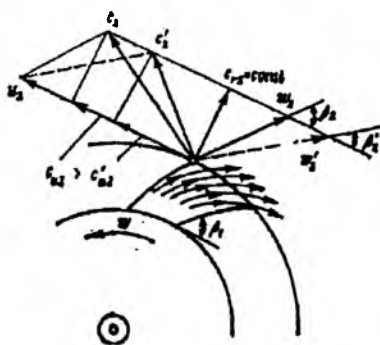
Haqiqiy turbomashina ideal turbomashinadan parraklar soni cheklanganligi va uning ishlash jarayonida gidravlik, hajmiy va mexanik energiya isroflari paydo bo'lishi bilan farqlanadi.

Haqiqiy turbomashina ish g'ildirakda parraklar soni chekli bo'lib, har bir parrak muayyan qalinlikga ega. Ish g'ildirak ma'lum tezlik bilan aylantirilganda parraklar oralig'idan o'tayotgan suyuqlikning asosiy oqimi bilan bir qatorda parraklar atrofida uyurma (циркуляция) oqim ham paydo bo'ladi. Uyurma va aylanma oqimlar asosiy oqim yo'nalishiga ta'sir etadi. Buning natijasida suyuqlik oqimi, ish g'ildirakdan chiqishda, mashina o'qining aylanish yo'nalishiga teskari tomonga qarab og'adi va bu holat nisbiy tezlik vektori w_2 ma'lum burchakga og'ishiga olib keladi va u w'_2 ko'rinishga keladi (2.6-rasm).

Nisbiy tezlik va absolyut tezlik vektori – s_2 ning o'zgarishiga olib keladi va u c'_2 holatiga keladi. Absolyut tezlik vektori $c'_2 < s_2$ bo'lishi munosabati bilan ularning proeksiyalari $c'_{2u} < s_{2u}$ bo'ladi. Undan parraklari chekli bo'lgan ish g'ildirak zo'riqmasi:

$$H_T = \frac{U_2 \cdot C'_{u2}}{g} = \frac{U_2 \cdot C_{u2}}{g} \cdot K_\eta = K_\eta \cdot H_{\infty T} \quad (2.52)$$

Bu yerda: $K_\eta = \frac{C'_{u2}}{C_{u2}}$ - uyurma harakat koeffitsienti. $K_\eta = 0,7-0,9$ chegarasida bo'ladi.[16]



2.6-rasm. Parraklari soni chekli bo'lgan ish g'ildirakdagi oqimning tezlik diagrammasi

Shunday qilib parraklari chekli bo'lgan ish g'ildirakli turbomashina zo'riqmasi ideal ish g'ildirak zo'riqmasidan kam bular ekan.

Gidravlik energiya isrofi. Hidravlik mashina o'qidan uzatilgan energiyani bir qismi suyuqlikning mashinaga kirish va undan chiqish oralig'ida yo'qotiladi. Bu energiya gidravlik mashinalarda sodir bo'ladigan qarshiliklarni yengib o'tishga sarflanadi. Buning natijasida suyuqlik zo'riqmasi kamayadi va u quyidagi ifoda bilan topiladi:

$$H = H_T - \sum \Delta H \quad (2.53)$$

bu yerda: $\sum \Delta H$ - gidravlik qarshiliklar.

Turbomashinaning haqiqiy zo'riqma (bosim)ni aniqlash uchun suyuqlik mashindan oqib o'tishi jarayonida paydo bo'ladigan gidravlik qarshiliklarni bilishni taqozo etiladi.

Gidravlik qarshiliklar ishqalanish va mahalliy qarshiliklarning yig'indisiga teng. Ishqalanish qarshiligi real suyuqlikning ichki qarshiliklariga bog'liq bo'lib, turbomashina elementlarining uzunligi va sirti bo'yicha ta'sir qiladi.

Gidravlika fanidan ishqalanish qarshiligi - Δh_T

$$\sum \Delta h_T = \lambda \frac{L \cdot v^2}{R \cdot 2 \cdot g} \quad (2.54)$$

Bu yerda: λ - ishqalanish qarshiligi koeffitsienti;

L - turbomashina elementlarini uzunligi, m;

R - turbomashina elementlarining gidravlik radiusi, m;

v - oqimning o'rtacha tezligi, m/s.

Suyuqlik sarfi $Q = S \cdot v$ tenglamasidan $v = \frac{Q}{S}$, unda ishqalanish qarshiligi tenglamasi (2.54) quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$\Delta h_T = \lambda \cdot \frac{L \cdot Q^2}{2g \cdot R \cdot S^2} = K_1 \cdot Q^2 \quad (2.55)$$

Bu yerda: $K = \lambda \cdot \frac{L}{2g \cdot R \cdot S^2}$ - har bir turbomashina uchun alohida

hisoblanadigan va ularning elementlari uzunligi, gidravlik radiusi va kesim yuzasini ifodalovchi o'zgarmas koeffitsient;

S - kanalning kesim yuzasi.

Turbomashin elementlaridagi oraliqlarning kengayishi hisobi qarshilik paydo bo'ladi. Bu qarshilikni "diffuzor" qarshiligi deb nomlangan va quyidagi tenglik bilan topiladi:

$$\Delta h_d = K_2 \cdot Q^2 \quad (2.56)$$

Bu yerda: K_2 – har bir turbomashina uchun alohida hisoblanadigan o'zgarmas koeffitsient.

Ishqalanish - Δh_T va diffuzor - Δh_d qarshiliklarining suyuqlik sarfiga nisbatan o'zgarishi bir xil bo'lganligi uchun ular bir guruhga birlashtirilgan. Ya'ni:

$$\Delta h = \Delta h_T + \Delta h_d = K \cdot Q^2 \quad (2.57)$$

Bu yerda: $K = K_1 + K_2$.

Uning suyuqlik sarfiga nisbatan o'zgarishi 2.9-rasmda ko'rsatilgan.

Gidravlik qarshilikning ikkinchi turi bu uyurma va zarb qarshiligidir. Bu qarshilik ish g'ildirakning kirish va chiqish kesim yuzalaridagi oqim tezligi o'zgarishi hisobiga paydo bo'ladi.

Ma'lumki, normal ish rejimda turbomashina unumdorligi:

$$Q_n = F_1 \cdot C_{1rn} = F_2 \cdot C_{2rn} \quad (2.58)$$

Bu yerda: C_{1rn}, C_{2rn} - mos ravishda normal ish rejimdagi absolyut C_1 va C_2 vektorlarining radiusga bo'lgan proeksiyalari (radial tezliklar) (2.7-rasm).

F_1 va F_2 – ish g'ildirakning kirish va chiqish kesim yuzalari.

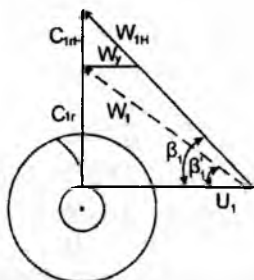
Normal ish rejimda nisbiy tezlik vektori – w_1 parrakning kirish yuzasiga urinma ko'rinishda bo'ladi. Bunday holda oqim ish g'ildirak silliq kiradi, uyurma va zarb qarshilik bo'lmaydi.

Ish g'ildirakdan oqib o'tadigan suyuqlik – Q normal ish rejimidagi unumdorlikga – Q_n nisbatan o'zgarib qolgan hollarda (masalan suv haydaluvchi quvurdagi bekitgich qisman bekitilgan) turbomashina unumdorligi $Q < Q_n$ va radial tezlik $c_{1rn} < c_{2rn}$ bo'ladi. Unda oqimning nisbiy tezlik vektori parrakning oldi qismi yuzasidga urinma holida bo'lmaydi, u ish g'ildirakga aylanma tezlik yo'nalishiga nisbatan teskari tomonga buralgan holatda kiradi (2.7-rasm), $w_1 < w_{1n}$ va $\beta'_1 < \beta_1$ bo'ladi, oqim pararkning oldi qismiga urilgan holda kiradi. Bu esa uyurma va zarb qarshilikni paydo qiladi:

$$\Delta h'_2 = \frac{\varepsilon}{2g} \cdot w_y^2 \quad (2.59)$$

Tezliklar uchburchaklaridan (2.7-rasm):

$$w_y = U_1 \frac{C_{1rn} - C_{1r}}{C_{1rn}} = U_1 \left(1 - \frac{C_{1r}}{C_{1rn}} \right) = U_1 \left(1 - \frac{Q}{Q_n} \right) \quad (2.60)$$



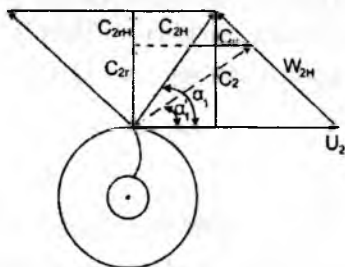
2.7-rasm. Unumdorlik o'zgarishi bilan suyuqlikning parraklar oralig'iga kirish kesimi yuzasida tezlik diagrammani o'zgarishi.

Suyuqlikning parraklarning oldi qismiga urilishi natijasida paydo bo'ladigan qarshilik (2.59) va (2.60) tengliklardan:

$$\Delta h'_2 = \frac{\varepsilon}{2g} \cdot U_1^2 \cdot \left(1 - \frac{Q}{Q_n}\right)^2 \quad (2.61)$$

Oqimning ish g'ildirakdan chiqish kesimi yuzasidagi uyurma va zarb qarshiliklar absolyut tezlik vektorlarining o'zgarishi bilan bog'liq.

Turbomashina unumdorligini kamayishi $Q < Q_n$ bilan absolyut tezlik vektori C_2 normal ish rejimidagi tezlik vektori C_{2H} ga nisbatan ma'lum burchakka og'adi (2.8-rasm).



2.8-rasm. Unumdorlik o'zgarishi bilan suyuqlikning parraklar oralig'idan chiqish kesimi yuzasidagi tezlik diagrammasi.

Ish g'ildirak tashqi diametr – D_2 bilan yo'naltiruvchi apparat diametri – D_3 oraliqlarida ma'lum masofada bo'lganligi uchun oqimning ish g'ildirakdan chiqish C_u va yo'naltiruvchi apparatning kirish C_{2u} kesim yuzalarida paydo bo'ladigan zarb kuchi bir xil bo'lmaydi. Uning o'zgarishini D_2/D_3 bo'lgan nisbatga proporsional deb qarab oqimning ish g'ildirakdan chiqish kesimidagi zarb qarshilik:

$$\Delta h_z'' = \frac{\varepsilon}{2g} \cdot C_z^2, \quad (2.62)$$

va zarbni tashkil etuvchi:

$$C_{3y} = K_y \cdot \frac{D_2}{D} \cdot C_y \quad (2.63)$$

ifodalar bilan aniqlangan. Unda (2.62) va (2.63) tengliklarga binoan:

$$\Delta h_z'' = \frac{\varepsilon}{2g} \cdot C_y \cdot K_y \cdot \frac{D_2}{D_3} \quad (2.64)$$

Tezlik diagrammada (2.8-rasm) keltirilgan uchburchaklar 1 2 3 va 3 4 5 o'zaro o'xshash bo'lganligi uchun:

$$C_y = U_2 \cdot \frac{C_{2rn} - C_{2r}}{C_{2rn}} = U_2 \cdot \left(1 - \frac{C_{2r}}{C_{2rn}}\right) = U_2 \cdot \left(1 - \frac{Q}{Q_n}\right) \quad (2.65)$$

Unda oqimning ish g'ildirakning chiqish kesimi yuzasidagi zarb qarshilik:

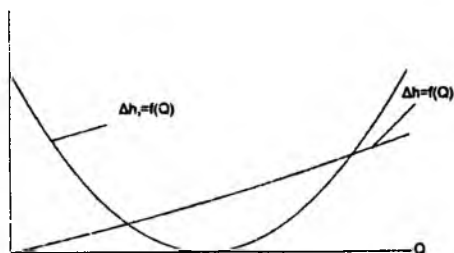
$$\Delta h_z'' = \frac{\varepsilon}{2g} \cdot \left(K_y \cdot \frac{D_2}{D_3}\right)^2 \cdot \left(1 - \frac{Q}{Q_n}\right)^2 \quad (2.66)$$

Umumiy zarb qarshiligi

$$\Delta h_z = \Delta h_z' + \Delta h_z'' = \frac{\varepsilon}{2g} \left[U_1^2 + \left(U_2 \cdot K_y \cdot \frac{D_2}{D_3} \right)^2 \right] \cdot \left(1 - \frac{Q}{Q_n}\right)^2 \quad (2.67)$$

Bu yerda: $\varepsilon = 0.6-0.8$ – eksperiment natijasida olingan koeffitsient.

U h-Q koordinat o'qida parabola ko'rinishida bo'lib, turbomashinaning normal ish rejimida $Q=Q_n$ zarb qarshiligi $\Delta h_z = 0$ (2.9-rasm).



2.9-rasm. Parrakli turbomashinalarda paydo bo'ladigan gidravlik qarshiliklarning miqdoriga qarab o'zgarish grafigi.

Parrakli turbomashina o'qiga uzatilgan energiyani bir qismi gidravlik qarshiliklarni yengib o'tishga sarflanadi va uning zo'riqmasi:

$$H = H_T - (\Delta h_r + \Delta h_u + \Delta h_s) \quad (2.68)$$

Parrakli turbomashinalarning haqiqiy zo'riqmasini nazariy zo'riqмага bo'lgan nisbatini uning gidravlik foydali ish koeffitsienti deb nomlangan:

$$\eta_r = \frac{H}{H_T} \quad (2.69)$$

Normal ish rejimida zamonaviy nasos va ventilyatorlarning gidravlik foydali ish koeffitsienti $\eta_r = 0,95$ ga teng bo'ladi.

Hajmiy isrof. Gidravlik mashinalarga kiraverishdagi suyuqlik bosimi uning mashinadan chiqishidagi bosimidan kam bo'lgani uchun bosimlar farqi paydo bo'ladi. Bosim yuqori bo'lgan zonadagi suyuqlikning ma'lum qismi suyuqlik bosimi kam bo'lgan zonaga oqib o'tadi.

Hajmiy isrof turbomashinaga so'rilayotgan suyuqlikka sarflangan energiya bilan mashinadan chiqayotgan suyuqlik energiyasi farqini bildiradi va hajmiy foydali ish koeffitsienti η_x orqali aniqlanadi:

$$\eta_x = \frac{Q}{Q_T} = \frac{Q_T - \Delta Q}{Q_T} = \left(1 - \frac{\Delta Q}{Q_T}\right) \quad (2.70)$$

Bu yerda: Q_T – nazariy unumdorlik, m^3/s ;

ΔQ – yo'qotilayotgan suyuqlik miqdori (2.10 b-rasm).

Optimal ish rejimlarda turbomashinalardagi hajmiy yo'qotishlar [16] – ΔQ , ularning nazariy unumdorligining (0,02–0,06) qismini tashkil etadi.

Ma'lumki zo'riqma $H=0$ bo'lgan holda hajmiy yo'qotishlar bo'lmaydi va $\eta_x = 1$. Turbomashina unumdorli $Q=0$ bo'lganda $\eta_x = 0$ bo'ladi.

Optimal	ish	rejimida	hajmiy	F.I.K.
$\eta_x = [1 - (0,02 \div 0,06)] = 0,94 \div 0,98$. [10]				

Mexanik isrof. Podshipnik, zichlama va ish g'ildirak disklarning tashqi sirti bilan qobiq oralig'ida qoladigan suyuqlik o'rtasida bo'ladigan ishqalanishlar natijasida yo'qotiladigan energiya mexanik isrofni tashkil qiladi.

Podshipnik va zichlamalardagi mexanik isroflarning xususiyati o'zaro o'xshash bo'lib, ular umumiy mexanik isrofning 0,2 foizdan 0,5 foizini tashkil qilgan ekan [16].

Ish g'ildirak disklarining tashqi sirti bilan qobiq oralig'ida qoladigan suyuqlik bilan ishqalanish natijasida paydo bo'ladigan

energiya yo'qotishlar esa 2 foizdan 10 foizni tashkil qilar ekan va u quyidagi ifoda bilan topiladi:

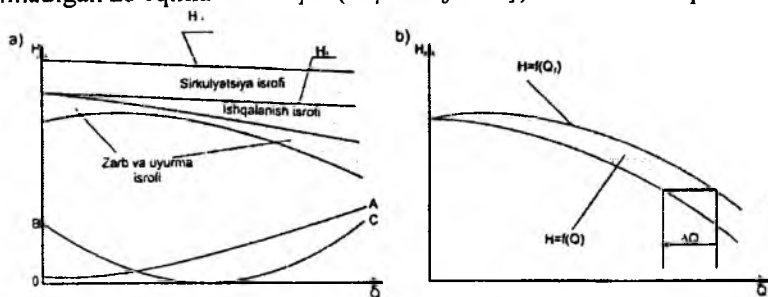
$$\Delta N_p = K \cdot n^3 \cdot D_2^5 \quad (2.71)$$

Bu yerda: K – har bir turbomashina uchun o'zgarmas koeffitsient;
 n – ish g'ildirakning aylanish tezligi;
 D_2 – ish g'ildirakning tashqi diametri.

Gidravlik qarshiliklarni zo'riqma (bosim)ga ta'sirini o'rganish uchun H - Q koordinat tizimida:

- Parraklar soni cheksiz - $H_{\infty T}$ va parraklar soni chekli H_T deb qaralgan turbomashinining zo'riqmasi (bosim);
- Ishqalanish - Δh (OA) va zarb hamda uyurma - Δh_z (BC) qarshiliklarning oqim sarfi - Q ga nisbatan o'zgarishi ko'rsatilgan (2.10-rasm).

Zo'riqma (bosim)ning ma'lum qismi gidravlik qarshiliklarni yengib o'tishga sarflanishini hisobga olsak, turbomashina bilan hosil qilinadigan zo'riqma $H = H_T - (\Delta h_T + \Delta h_o + \Delta h_z)$ ifoda bilan topiladi.



2.10-rasm. Zo'riqma xarakteristikalar. a) $H=f(Q_T)$ b) $H=f(Q)$

Demak zo'riqma xarakteristikani grafik usul bilan aniqlash uchun bir xil unumdorliklarda N_T – chizig'ining ordinatalaridan gidravlik qarshilik ordinatalarini (OA va BC chiziqlar) ayrib tashlasak, hosil bo'lgan egri chiziq $H=f(Q_T)$ turbomashinaning zo'riqmasini nazariy unumdorlikga nisbatan o'zgarishini ko'rsatadi (2.10 a-rasm). Keyin egri chiziq $H=f(Q_T)$ absissalaridan (2.10 b-rasm) hajmiy isrof - ΔQ absissalari ayrilib turbomashinaning zo'riqma xarakteristikasi $H=f(Q)$ topiladi.

Agar ish g'ildirakning chiziqli tezligi berilgan bo'lsa ($\pi D_2 \cdot n / 60 = const$), mexanik isrofni kamaytirish uchun ish g'ildirak diametrini – D_2 kamaytirish va aylanma tezlik – n ni oshirish talab qilinadi.

Mexanik isroflar mexanik foydali ish koeffitsienti bilan aniqlanadi:

$$\eta_M = \frac{N - \Delta N}{N} = \left(1 - \frac{\Delta N}{N} \right) \quad (2.72)$$

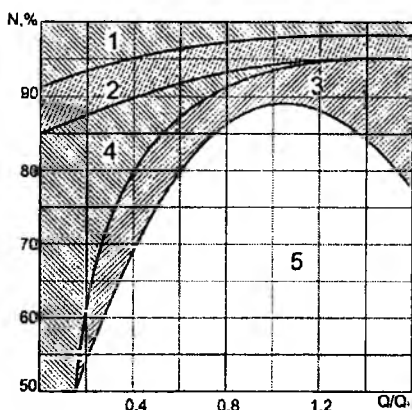
Bu yerda: N – turbomashina o'qiga uzatilgan quvvat;

ΔN - mexanik isroflarning summasi.

Normal ish rejimlarda turbomashinning foydali ish koeffitsienti - η quyidagi tenglik bilan topiladi:

$$\eta = \eta_r \cdot \eta_z \cdot \eta_M \quad (2.73)$$

Oqim miqdori – Q normal ish rejimidagi oqimdagi – Q_n kam bo'lgan rejimlarda suyuqlikning bir parrak oralig'idan ikkinchisiga oqib o'tishi hisobiga yana qo'shimcha isroflar paydo bo'ladi.



2.11-rasm. Mashina o'qiga uzatilgan quvvatning taxminiy taqsimoti (foizlarda).

Rasmida 1 – mexanik, 2 – hajmiy, 3- gidravlik, 4 – sirkulyatsiya (uyurma) qarshiliklarga sarflangan quvvatlar, 5 – foydali quvvat.

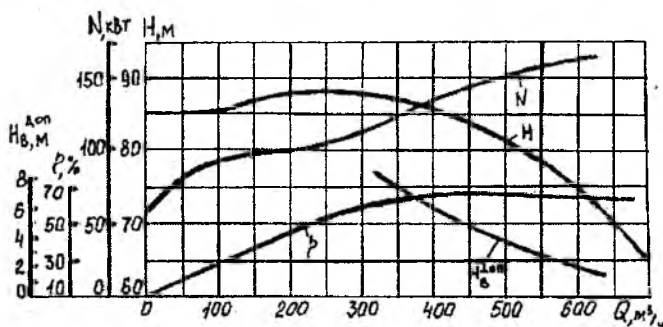
Agar normal ish rejimidagi quvvatni taxminan 100 foiz deb atasak, unda turbomashina o'qiga uzatilgan quvvat quyidagicha bo'linadi (2.11-rasm).

2.6. Parrakli turbomashinaning shaxsiy (индивидуал) xarakteristikalari

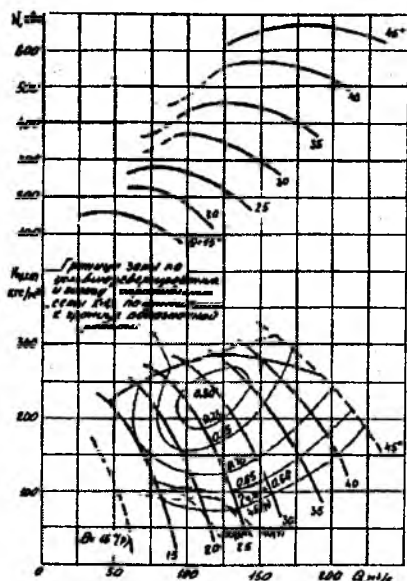
Turbomashina ishini o'rganish jarayonida uning zo'riqma - $H=f(Q)$, quvvat $N=f(Q)$ va foydali ish koeffitsientlari - $\eta=f(Q)$ xarakteristikalarining analitik tenglamalari aniqlanadi va tenglamalar asosida xarakteristikalar grafik usulida ko'rsatiladi. Ushbu xarakteristikalardan turbomashinaning sifat ko'rsatkichlari aniqlashda foydalanish mumkin. Ulardan turbomashina ko'rsatkichlarining miqdor qiymatini aniqlash ko'p xatoliklarga olib keladi. Chunki bu hisobiy xarakteristikalar turli taxminlar asosida topilgan. Turbomashinalarning aniqroq va talabga javob beradigan xarakteristikasi ularni maxsus sinov moslamalarida sinash orqali olinadi. [7]

Sinash jarayonida, turli ish rejimlardagi turbomashinaning unumdorligi, zo'riqmasi, quvvati, suv so'rish balandligi va ish g'ildirakning aylanish tezligi maxsus o'lchov asboblari bilan o'lchab olinadi. Sinash jarayonida olingan natijalarga ishlov berilib, turbomashinaning zo'riqma (bosim) - $H=f(Q)$, quvvat $N=f(Q)$, suv so'rish balandligi $H_g^{son}=f(Q)$ va foydali ish koeffitsienti $\eta=f(Q)$ kabi xarakteristikalari chizma holatda ko'rsatiladi (2.12 va 2.13-rasmlar). Bu xarakteristikalarni turbomashinaning shaxsiy (индивидуал) yoki ishlatish (эксплуатация) xarakteristikalari deb ataladi va har bir turbomashin pasportida keltiriladi. [6, 7, 8]

Nasos va ventilyator qurilmalarni loyihalash hamda ularni ishlatish jarayonida turbomashinalarning shaxsiy xarakteristikalaridan foydalanish tavsiya etiladi.



2.12-rasm. ЦНСС 500-160...800 rusumli nasosning shaxsiy xarakteristikasi.



2.13-rasm БОД-30 rusumli ventilyatorning shaxsiy xarakteristikasi.

3-bob. Parrakli turbomashinlarning o'xshashlik asoslari

3.1. O'xshashlik shartlari

Parrakli turbomashinalarning yangi turlarini loyihalash va ishlab chiqarishga joriy qilingan ma'lum bir xil turdagilarini ishlatishda mashinalarning o'xshashligi tushunchasi kiritilgan.

Masalan, yangi turdagi mashinani loyihalash, ishlab chiqarish uchun ko'p vaqt va harajat talab qiladi. Bu harajatlarni kamaytirish maqsadida avval mashinaning geometrik o'lchamlari kichik bo'lgan modeli yaratiladi. Barcha ilmiy izlanish ishlari modelda olib boriladi va talab darajasiga mos keladigan mashina modeli, ko'rsatkichlari aniqlanadi. Keyin model ko'rsatkichlari asosida haqiqiy turbomashina loyihalanadi.

Bundan tashqari parrakli turbomashinalarini ishlatish jarayonida ham ularni o'xshashlik asoslaridan foydalaniladi.

Turbomashinalar o'zaro o'xshash bo'lishi uchun geometrik, kinematik va dinamik o'xshashlik shartlari bajarilishi lozim.

Geometrik o'xshashlik. Bu mashinalarning ish g'ildiraklari va suyuqlik oqib o'tadigan qismlarning chiziqli o'lchamlari nisbati, shakli bir xillidir, ya'ni:

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{D'_1}{D'_2} = \text{const}, \quad \frac{b_1}{D_2} = \frac{b'_1}{D'_2} = \text{const}, \quad \beta_1 = \beta'_1, \quad \beta_2 = \beta'_2 \quad (3.1)$$

Bu yerda: D_1 va D'_1 - mos ravishda birinchi va ikkinchi turbomashina ish g'ildiraklarini ichki diametrlari;

D_2 va D'_2 - ularning tashqi diametrlari;

β_1 va β'_1 - oqimning birinchi va ikkinchi turbomashina ish g'ildiraklariga kirish burchaklari;

β_2 va β'_2 - mos ravishda oqimning ish g'ildiraklaridan chiqish burchaklari;

Geometrik o'xshashlik sharti turbomashinalarning suyuqlik oqib o'tadigan qismlarining shakli va oqimning tezlik vektorlari yo'nalishi bir xilligini ifodalaydi.

Kinematik o'xshashlik. U turbomashinalarning o'xshash ish rejimlarida, oqimning ish g'ildiraklarga kirish va chiqish kesim yuzalaridagi tezlik vektorlarining mutanosib (proporsional) o'zgarishini belgilovchi shartdir, ya'ni:

$$\frac{w_1}{U_1} = \frac{w'_1}{U'_1}, \quad \frac{C_{2u}}{U_1} = \frac{C'_{2u}}{U'_1}, \quad \frac{w_2}{C_2} = \frac{w'_2}{C'_2}, \quad \frac{C_{2r}}{U_1} = \frac{C'_{2r}}{U'_1} \quad (3.2)$$

Bu yerda: U_1 , w_1 , C_2 , C_{2r} , C_{2u} - birinchi turbomashina ish g'ildirigidan chiqadigan oqimning aylanma, nisbiy, absolyut, radial va buralish tezlik vektorlari.

U'_1 , w'_1 , C'_2 , C'_{2r} , C'_{2u} - ikkinchi turbomashina ish g'ildirigidan chiqadigan oqimning aylanma, nisbiy, absolyut, radial va buralish tezlik vektorlari.

Dinamik o'xshashlik - turbomashinalardan oqib o'tayotgan oqimning inersiya, ishqalanish va og'irlik kuchlari nisbati bir xil bo'lishi shartdir. Bu shart siqilmaydigan, qovushqoq va barqaror oqim uchun Reynolds soni - Re bilan aniqlanadi.

Turbomashinalar o'zaro dinamik o'xshash bo'lishi uchun:

$$Re = Re' \quad (3.3)$$

Bu yerda: Re va Re' - mos ravishda birinchi va ikkinchi turbomashinalardan oqib o'tayotgan suyuqlikning Reynolds soni.

Geometrik, kinematik va dinamik o'xshashlik shartlari bajarilgan hollarda turbomashinlar o'zaro o'xshash deb qaraladi. Agar mashinalar o'xshash bo'lsa, u holda, ularning geometrik o'lchami va ish

g'ildirakning aylanish tezligidan qat'iy nazar ular bir tipga (seriyaga) kiradi. Ular uchun o'xshashlik tenglamalari va o'lchamsiz xarakteristikalari mavjud.

3.2. O'xshashlik tenglamalari

O'xshashlik tenglamalari – ish g'ildirakning aylanish tezligi – n , uning tashqi diametri – D_2 larning o'zgarishi bilan o'xshash turbomashinalarning unumdorligi, zo'riqmasi va quvvatini o'zgarishini ifodalovchi proporsionallik qonunlaridir.

Turbomashinalarning kinematik o'xshashlik shartiga ko'ra (3.2) tenglikdan tezliklar nisbati:

$$\frac{C_{2r}}{U_2} = \frac{C'_{2r}}{U'_2}, \text{ yoki } \frac{C_{2r}}{C'_2} = \frac{U_2}{U'_2} = \frac{n}{n'} \cdot \frac{D_2}{D'_2} \quad (3.4)$$

$$\frac{C_{2u}}{U_2} = \frac{C'_{2u}}{U'_2}, \text{ yoki } \frac{C_{2u}}{C'_2} = \frac{U_2}{U'_2} = \frac{n}{n'} \cdot \frac{D_2}{D'_2} \quad (3.5)$$

Bu yerda: D_2 va D'_2 - o'xshash turbomashina ish g'ildiraklarining tashqi diametrlari;

n va n' - ish g'ildiraklarning aylanish tezliklari.

Geometrik o'xshashlik shartga binoan (3.1) $\frac{b_2}{D_2} = \frac{b'_2}{D'_2}$, yoki

$$\frac{b_2}{b'_2} = \frac{D_2}{D'_2} - \text{ligini hisobga olib va yuqoridagi (3.4) tenglikdan}$$

foydalanib o'xshash turbomashina unumdorliklarining nisbatini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin.

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{\pi \cdot D_2 \cdot b_2 \cdot C_{2r}}{\pi \cdot D'_2 \cdot b'_2 \cdot C'_{2r}} = \frac{n}{n'} \cdot \left(\frac{D_2}{D'_2} \right)^3 \quad (3.6)$$

O'xshash turbomashinalar zo'riqmalari nisbati (2.19, 3.5) tengliklarga binoan:

$$\frac{H}{H'} = \frac{U_2 \cdot C_{2u}}{U'_2 \cdot C'_{2u}} = \frac{\pi \cdot D_2 \cdot n}{\pi \cdot D'_2 \cdot n'} \cdot \frac{n}{n'} \cdot \frac{D_2}{D'_2} = \left(\frac{n}{n'} \right)^2 \cdot \left(\frac{D_2}{D'_2} \right)^2 \quad (3.7)$$

Yuqorida ko'rsatilgan (3.6) va (3.7) tengliklarga ko'ra o'xshash turbomashinalar quvvatining nisbati

$$\frac{N}{N'} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{\gamma \cdot Q' \cdot H'} = \left(\frac{n}{n'} \right)^3 \cdot \left(\frac{D_2}{D'_2} \right)^3; \quad (3.8)$$

Bu yerda: Q va Q' - birinchi va ikkinchi turbomashina unumdorligi;

N va N' - ularning quvvati.

Ushbu (3.6), (3.7) va (3.8) o'xshashlik tenglamalari 1925 yilda akademik A.German kashf etgan va akademik A.Rato tomonidan olib borilgan eksperimentlar bilan tasdiqlangan, ularni o'xshash turbomashinalarning proporsionallik qonunlari deb nomlangan.

Bu qonunlar yangi turdagi turbomashinalarni yaratishda va mavjudlarini ishlatishda qo'llaniladi.

Agar ish g'ildirakning diametri $D_2 = \text{const}$ va uning aylanish tezligi o'zgaruvchan bo'lgan hollarda o'xshash mashinalar uchun proporsionallik qonuni quyidagi ko'rinishda yoziladi. Ya'ni:

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{n}{n'}, \quad \frac{H}{H'} = \left(\frac{n}{n'}\right)^2, \quad \frac{N}{N'} = \left(\frac{n}{n'}\right)^3 \quad (3.9)$$

Bu tenglamalar yoki boshqacha aytganda, o'xshashlik munosabati mavjud nasoslarni ishlatishda muhim ahamiyatga ega.

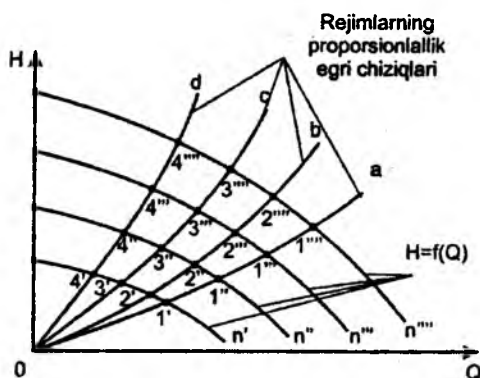
Ushbu (3.9) tengliklardan:

$$Q' = Q \cdot \frac{n}{n'}, \quad H' = H \cdot \left(\frac{n}{n'}\right)^2, \quad N' = N \cdot \left(\frac{n}{n'}\right)^3 \quad (3.10)$$

$$\text{yoki } H' = H \cdot \left(\frac{Q_1}{Q}\right)^2 \quad \text{va} \quad N' = N \cdot \left(\frac{n}{n'}\right)^3 \quad (3.11)$$

Bu (3.11) tenglamalarni proporsionallik tenglamalari deb nomlangan. Ular ish g'ildirakning aylanish tezligi o'zgarishi bilan turbomashinaning yangi tezlikdagi ($n'_1; n''_1; \dots$) zo'riqma va quvvat xarakteristikalarini topishda qo'llaniladi (3.1-rasm).

Masalan ish g'ildirakning aylanish tezligi n bo'lganda turbomashinaning zo'riqma xarakteristikasi $H = f(Q)$ berilgan bo'lsa, avval bu xarakteristikaning bir necha nuqtalarining (1; 2; 3; 4; ...) koordinatalari ($H_1; H_2; H_3; H_4$ va $Q_1; Q_2; Q_3; Q_4$) aniqlab olinadi va yuqorida keltirilgan (3.11) tenglama bilan bu nuqtalar o'tadigan proporsionallik egri chiziqlari (O-a; O-b; O-c; O-d;...) hisoblanadi va chizmada ko'rsatiladi. Yuqoridagi (3.9) tenglama bilan aylanish tezligi n' o'zgargandagi unumdorlik ($Q'; Q''; Q'''$) yoki zo'riqma ($H'; H''; H'''$) hisoblanib proporsionallik egri chiziqlarida qo'yib chiqiladi. Hosil bo'lgan nuqtalar ($1'; 2'; 3'$ yoki $1''; 2''; 3''$)ni birlashtirib, turbomashinaning o'zgargan tezlikdagi zo'riqma xarakteristikasi topiladi.



3.1-rasm. O'xshash turbomashina xarakteristikasini ($H=f(Q)$) proporsionallik qonuni asosida hisoblash.

3.3. Parrakli turbomashinalarning solishtirma tezkorligi (удельная быстроходность)

Parrakli turbomashinalarni guruhlarga ajratishda solishtirma tezkorlik tushunchasi qabul qilingan.

Solishtirma tezkorlik deb normal ish rejimida unumdorlik – Q_y va zo'riqma – H_y kabi ko'rsatkichlarga ega bo'lgan hamda haqiqiy mashinaga o'xshash bo'lgan modelning bir minutda aylanish soniga aytiladi.

Haqiqiy mashina va uning modeli o'zaro o'xshash bo'lganligin uchun (3.6) va (3.7) tenglamalarga binoan:

$$\frac{Q}{Q_y} = \frac{n}{n_y} \cdot \left(\frac{D_2}{D_y} \right)^3; \quad (3.12)$$

$$\frac{H}{H_y} = \left(\frac{n}{n_y} \right)^2 \cdot \left(\frac{D_2}{D_y} \right)^2; \quad (3.13)$$

Bu yerda: Q ; H ; D_2 ; n – haqiqiy mashina unumdorligi, zo'riqmasi, ish g'ildirakning tashqi diametri va aylanish tezligi;

Q_y ; H_y ; D_y ; n_y – model unumdorligi, zo'riqmasi, ish g'ildirakning tashqi diametri va aylanish tezligi.

Bu tenglamalardagi diametrlar nisbatini istesno qilib, n_y – ga nisbatan yechsak:

$$n_y = n \cdot \frac{H_y^{\frac{1}{2}} \cdot Q^{\frac{1}{3}}}{Q_y^{\frac{1}{3}} \cdot H^{\frac{1}{2}}}, \text{ bo'ladi} \quad (3.14)$$

Mashina modeli uchun unumdorlik va zo'riqma mezonlari (etalon) qilib quyidagi qiymatlar qabul qilingan: [16]

Nasoslar uchun: $Q_u = 0.075 \text{ m}^3/\text{s}$ $H_y = 1 \text{ m}$.

Ventilyatorlar uchun: $Q_u = 1 \text{ m}^3/\text{s}$ $H_y = 1 \text{ daPa}$.

Bu qiymatlarni (3.14) tenglamaga qo'yib yechilsa:

$$\text{Nasoslar uchun: } n_y = 3,65 \cdot n \cdot \frac{Q^{\frac{1}{3}}}{H^{\frac{1}{3}}} \quad (3.15)$$

$$\text{Ventilyatorlar uchun: } n_y = n \cdot \frac{Q^{\frac{1}{3}}}{P^{\frac{1}{3}}}, \text{ bo'ladi. (3.16)}$$

Solishtirma tezkorlik – n_y – suyuqlik bir tomonlama so'riladigan va bir ish g'ildirakli turbomashina unumdorligi – Q va zo'riqmasi – H kabi ko'rsatkichlar asosida hisoblanadi.

Suyuqlik ikki tomonlama so'riladigan turbomashinada uning unumdorligi ikkiga bo'linib va ko'p bosqichli nasoslar uchun zo'riqma ish g'ildiraklar soniga bo'linib, solishtirma tezkorlik n_u hisoblanadi.

Solishtirma tezkorlik turbomashinaning asosiy ko'rsatkichlari va uning geometrik o'lchamlari nisbati bilan o'zaro bog'liq ekan. Bu bog'liqlikni professor I.I.Kukolevskiy o'rganib solishtirma tezkorlik - n_u bo'yicha parrakli turbomashinalarni quyidagi guruhlariga ajratishni tavsiya qilgan (3.1-jadval).

Agar aylanish tezligi – n va unumdorlik – Q o'zgarmas deb qaralsa (3.15) tenglamaga binoan solishtirma tezkorlik - n_u ning kattaroq qiymatlariga zo'riqmaning kichikroq qiymatlari mos kelar ekan.

Sekin aylanuvchi ish g'ildirakning diametrlar nisbati D_2/D_0 kattaroq bo'lgani kattaroq zo'riqma paydo qiladi. Solishtirma tezkorlik - n_u ning qiymati ortib borishi bilan D_2/D_0 nisbati kamayadi. Shu bilan bir qatorda ish g'ildirak zo'riqmasi ham kamayib boradi.

3.1-jadval

Parrakli turbomashinalarning solishtirma tezkorligi bo'yicha guruhlariga bo'linishi

Markazdan qochma turbomashina ish g'ildiraklari			Diagonal ish g'ildirak	O'q chiziqli mashina ish g'ildiragi
Sekin aylanuvchi	Normal	Tezkor		
I	II	III	IV	V
a)	b)	v)	g)	d)

$n_u=40-80$	$n_u=80-150$	$n_u=150-300$	$n_u=3000-600$	$n_u=600-1250$
$\frac{D_2}{D_0} \approx 2,5$	$\frac{D_2}{D_0} \approx 2$	$\frac{D_2}{D_0} \approx 1,8 + 1,4$	$\frac{D_2}{D_0} \approx 1,2 + 1,1$	$\frac{D_2}{D_0} \approx 0,8$

Konchilik sanoatida qo'llanilayotgan UHC rusumli nasoslarning unumdorligi 40 m³/s.dan 800 m³/s.gacha va bir ish g'ildirak zo'riqmasi 25 m dan 130 m.gacha tashkil qiladi. Bu nasoslarning ish g'ildiraklarini aylanish tezligi $n=1475$ ayl/min bo'lganda, $n_u=60-70$ ayl/min va $n=2950$ ayl/min bo'lganda esa $n_u=90-100$ ayl/min tashkil qiladi. Zamonaviy ventilyatorlarning solishtirma tezkorligi n_u markazdan qochma ventilyatorlar uchun 57-80 ayl/min va o'q chiziqli ventilyatorlar uchun 140-150 ayl/min atrofida bo'ladi.

3.4. Parrakli turbomashinalarning o'lchamsiz yoki tipik xarakteristikalari

Turbomashinalar ishini tadqiqot qilish va loyihalashda ularning o'lchamsiz ko'rsatkichlari va o'lchamsiz xarakteristikalaridan foydalaniladi.

Bunday ko'rsatkich va xarakteristikalar bir guruh uchun o'xshash bo'lgan mashinalargi tegishli bo'lib, tipik xarakteristikalar deb ham ataladi.

Zo'riqmaning o'lchamsiz koeffitsienti - $\bar{H}$. Ish g'ildirakning parraklar soni cheklangan va gidravlik qarshiliklarni hisobga olib haqiqiy turbomashina zo'riqmasini quyidagi ifoda bilan yozish mumkin:

$$H = K_y \cdot \eta_z \cdot H_{\infty T} = K_y \cdot \eta_z \cdot \frac{U_2 \cdot C_{2u}}{g} \quad (3.17)$$

Bu ifodaning o'ng tomonini bir xil songa, ya'ni U_2 ga qo'paytirib va bo'lib uni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$H = K_y \cdot \eta_z \cdot \frac{U_2 \cdot C_{2u}}{g} \cdot \frac{U_2}{U_2} = K_y \cdot \eta_z \cdot \bar{C}_{2u} \cdot \frac{U_2^2}{g} \quad (3.18)$$

Bu yerda: $\bar{C}_{2u} = C_{2u}/U_2$ - buralish tezlik koeffitsienti.

Ifodadagi o'lcham birligiga ega bo'lmagan uyurma (K_y), foydali ish koeffitsienti (η_z) va buralish tezlik koeffitsienti ($\bar{C}_{2u}$) ko'paytmasi

o'lchamsiz zo'riqma deb qabul qilingan hamda $\overline{H}$ bilan belgilanadi. Unda (3.18) tenglamadan:

$$\overline{H} = \frac{g \cdot H}{U_2^2} \quad (3.19)$$

O'lchamsiz unumdorlik - $\overline{Q}$. Haqiqiy turbomashina unumdorligi ideal turbomashina unumdorligidan hajmiy yo'qotishlar, parraklar qalinligi bilan suyuqlik oqib o'tadigan yuzaning kamayishi hisobiga farqlanadi va u quyidagi ifoda bilan topiladi:

$$\overline{Q} = \eta_0 \cdot K_s \cdot K_0 \cdot Q_{\infty T} \quad (3.20)$$

Bu yerda: η_0 - hajmiy foydali ish koeffitsienti;

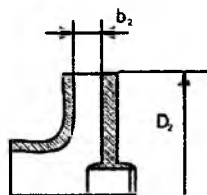
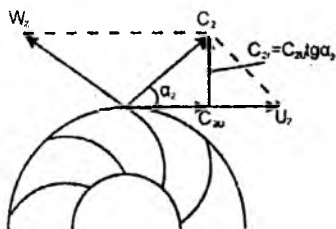
K_s - suyuqlik oqib o'tadigan yuzaning kamayishi ifodalovchi koeffitsient;

K_0 - ish g'ildirakga suyuqlik so'riladigan tomonlar soni, $K_0=1$ yoki $K_0=2$.

$Q_{\infty T} = \pi \cdot D_2 \cdot b_2 \cdot C_{2r}$ - ideal turbomashina unumdorligi.

Tezlik diagrammadan (3.2-rasm) radial tezlik:

$$C_{2r} = C_{2u} \cdot \operatorname{tg} \alpha_2 \quad \text{yoki} \quad C_{2r} = C_{2u} \cdot \operatorname{tg} \alpha_2 \cdot \frac{U_2}{U_2} = \overline{C}_{2u} \cdot \operatorname{tg} \alpha_2 \cdot U_2;$$



3.2-rasm. Oqimning ish g'ildirakdan chiqish qismidagi tezlik diagrammasi.

Oqimning ish g'ildirakdan chiqish kesimi yuzasining enini uning diametri ulushida (ya'ni $\overline{b}_2 = \frac{b_2}{D_2}$) va radial tezlik qiymatini (3.20) tenglamaga qo'yib chiqsak, u quyidagi ko'rinishga keladi:

$$Q = 4 \cdot \eta_0 \cdot K_s \cdot K_0 \cdot \overline{b}_2 \cdot \overline{C}_{2u} \cdot \operatorname{tg} \alpha_2 \cdot \frac{\pi \cdot D_2^2}{4} \cdot U_2 \quad (3.21)$$

Tenglamadagi o'lcham birligi bo'lmagan ko'rsatkichlarning ko'paytmasi turbomashinaning o'lchamsiz koeffitsienti deb nomlangan va $\overline{Q}$ - bilan belgilanadi.

$$\overline{Q} = 4 \cdot \eta_0 \cdot K_s \cdot K_0 \cdot \overline{b}_2 \cdot \overline{C}_{2u} \cdot \operatorname{tg} \alpha_2 \quad (3.22)$$

Unda haqiqiy turbomashina unumdorligi:

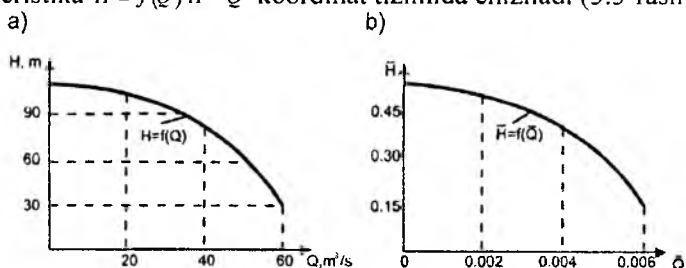
$$Q = \bar{Q} \cdot \frac{\pi \cdot D_2^2}{4} \cdot U_2 \quad (3.23)$$

Bu tenglamadan o'lchamsiz unumdorlik:

$$\bar{Q} = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot D_2^2}{4} \cdot U_2} \quad (3.24)$$

Turbomashinaning o'lchamsiz xarakteristikasi $\bar{H} = f(\bar{Q})$, $\bar{N} = f(\bar{Q})$, va $\eta = f(Q)$ uning sinash jaaryonida olingan xarakteristikalari $H = f(Q)$, $N = f(Q)$, va $\eta = f(Q)$ asosida topiladi. Buning uchun turbomashina maxsus sinov stendida sinaladi. Sinov jarayonida turli ish rejimlarga mos keladigan unumdorlik, zo'riqma va quvvat o'lchab olinadi. O'lchab olingan ko'rsatkichlari asosida mashinaning zo'riqma, quvvat va foydali ish ko'effitsienti xarakteristikalari chiziladi.

Turli rejimlarda o'lchangan zo'riqmani gH/U_2^2 va unumdorlikni $\pi \cdot D_2^2 \cdot U_2/4$ bo'lib, ularning ushbu rejimlardagi o'lchamsiz ko'effitsientlari $\bar{H}$ va $\bar{Q}$ topiladi. So'ng o'lchamsiz zo'riqma xarakteristika $\bar{H} = f(\bar{Q})$ $\bar{H} - \bar{Q}$ koordinat tizimida chiziladi (3.3-rasm).



3.3-rasm. Turbomashinaning o'lchamli (a) va o'lchamsiz (b) xarakteristikasi.

Misol: Ish g'ildirak tashqi diametri $D_2=0,5\text{m}$ va aylanish tezligi $n=1500$ ayl/min bo'lganda sinalgan nasosning sinov natijalariga topilgan zo'riqma xarakteristika $H = f(Q)$ (3.3-rasm) asosida bu nasosning o'lchamsiz xarakteristikasini aniqlash usuli 3.2-jadvalda keltirilgan.

3.2-jadval

Nasosning o'lchamsiz xarakteristikasini aniqlash usuli

Rejim	Sinash jarayonida o'lchangan		O'lchamsiz ko'effitsientlar	
	Unumdorlik, $Q, \text{m}^3/\text{s}$	Zo'riqma, H, m	$\bar{Q} = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot D_2^2}{4} \cdot U_2}$	$\bar{H} = \frac{g \cdot H}{U_2^2}$

1	0	110	0	0,44
2	60	90	0,0017	0,36
3	120	60	0,0025	0,24
4	180	30	0,1000	0,12

4-bob. Tashqi tarmoq va turbomashinaning tashqi tarmoq bilan birga ishlashi

4.1. Tashqi tarmoq va uning xarakteristikasi

Kon suvlarini yer sathiga chiqarish va kon lahimlarini toza havo bilan ta'minlashda suv chiqarish va ventilyator qurilmalar o'rnatiladi. Bu qurilmalar ikki qismdan, ya'ni suyuqlik yoki havoni harakatlantiruvchi gidravlik mashin (nasos yoki ventilyator) va suv yoki havo harakatlanadigan muhit (joy)dan tashkil topadi. Bu muhit (joy) qurilmaning tashqi tarmog'i deb ataladi.

Suv chiqarish qurilmaning tashqi tarmog'i suv so'riluvchi va suv haydaluvchi quvurlar va ularning jihozlaridan iborat bo'ladi.

Bosh qa yordamchi ventilyator qurilmalarning tashqi tarmog'i – bu havo harakatlanadigan va shamollatish shart bo'lgan kon lahimlarining majmuasidir.

Gidravlik mashina hoh u nasos bo'lsin, hoh ventilyator bo'lsin, tashqi tarmoqqa ulangan holda ishlaydi. To'g'rirog'i suyuqlikni tarmoq bo'ylab harakatga keltiruvchi vosita sifatida namoyon bo'ladi.

Mashina hosil qiladigan zo'riqma (bosim) suyuqlikning ma'lum balandlikga ko'tarish va gidravlik qarshiliklarni yengib o'tishga sarflanadi. Turbomashina bir me'yorda ishlab turganda uning zo'riqmasi (bosimi) tashqi tarmoq zo'riqmasiga (to'g'rirog'i qarshi bosimiga) va uning unumdorligi tashqi tarmoqdagi oqim sarfiga teng bo'ladi.

Turbomashinaning ishonchli va samarador ishlashi bevosita tashqi tarmoq ko'rsatkichlar tarmoq zo'riqmasi – H_r (qarshi bosim) va oqim sarfi – Q_r – ga bog'liq.

Kon turbomashinalariga oid mavjud adabiyotlarda tashqi tarmoq qarshiligini to'g'ridan-to'g'ri tarmoq zo'riqmasi deb qabul qilingan. Shuning uchun tarmoq zo'riqmasi tushunchasi ma'lum darajada shartli tushuncha bo'lib, aslida esa harakatlanayotgan suyuqlikga aks ta'sir etuvchi tashqi tarmoq qarshiligidir (ya'ni gidravlik qarshiliklardir).

Gidravlika fanidan [9] ma'lumki gidravlik qarshiliklar oqim tezligiga bog'liq. O'z navbatida u oqim sarfini ifodalaydi. Shuning uchun tashqi tarmoq qarshiligini oqim sarfiga nisbatan o'zgarishini, ya'ni $H_r = f(Q_r)$, tashqi tarmoq xarakteristikasi deb nomlangan.

Suv chiqarish qurilma tashqi tarmoq xarakteristikasini topish uchun qurilma sxemasida (4.1-rasm) suvni tashqi tarmoqqa kirish I-I va chiqish II-II kesimlar va taqqoslash yuzasi qilib suv sathi 0-0 ni belgilab olamiz. Bernulli tenglamasiga binoan tashqi tarmoq zo'riqmasi

$$H_T = H_{II} - H_I + \Delta H \quad (4.1)$$

Bu yerda: H_I, H_{II} - mos ravishda oqimning kirish va chiqish kesimlaridagi to'liq nisbiy energiyalari;

ΔH - kesimlar oralig'idagi zo'riqma isrofi (gidravlik qarshiliklar).

Oqimning tashqi tarmoqqa kirish I-I va chiqish kesimlaridagi to'liq nisbiy energiya [9]:

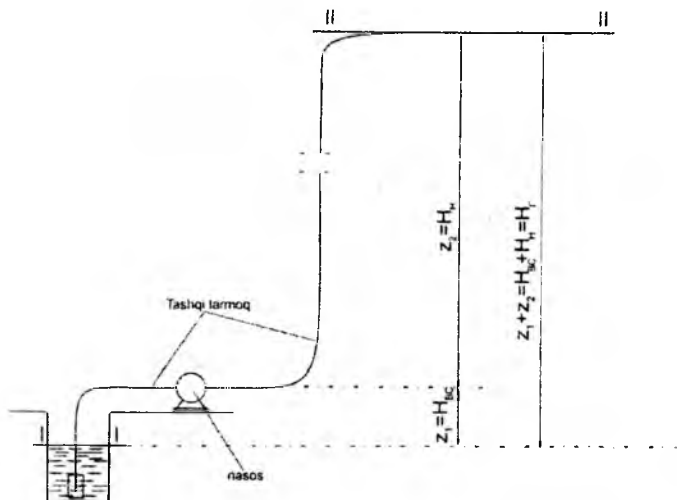
$$H_I = \frac{P_1}{\rho \cdot g} + z_1 + \alpha_1 \cdot \frac{v_1^2}{2 \cdot g} \quad H_{II} = \frac{P_2}{\rho \cdot g} + z_2 + \alpha_2 \cdot \frac{v_2^2}{2 \cdot g} \quad (4.2)$$

Bu yerda: R_1 va R_2 - mos ravishda birinchi va ikkinchi kesimlardagi bosim (potensial energiya);

z_1 va z_2 - kesim yuzalarining og'irlik markazidan taqqoslash tekisligigacha bo'lgan tik masofalar (holat energiyasi);

v_1 va v_2 - kesimlardagi oqim tezliklari;

α_1 va α_2 - kesimlardagi oqim harakatini ifodalovchi Kariolis mezonlari.



4.1-rasm. Suv chiqarish qurilma sxemasi

Agar suv haydaluvchi va suv so'riluvchi quvur diametrlari bir xil deb qarasak I-I va II-II kesimlar oralig'idagi zo'riqma isrofi (ya'ni gidravlik qarshilik):

$$\Delta H = \left(\lambda \cdot \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (4.3)$$

Bu yerda: λ - uzunlik bo'yicha qarshilik koeffitsienti;

l - suv quvurning umumiy uzunligi;

d - suv quvurning ichki diametri;

$\sum \xi$ - mahalliy qarshiliklar koeffitsientining summasi.

v - oqim tezligi.

Biz ko'rayotgan sharoitda (4.1-rasm) $P_1 = P'_a$; $P_2 = P_a$; $P'_a \approx P_a$; $z_1 = 0$; $z_2 = H_z$ va $v_2 = v$ va qurilmaning normal ish rejimida oqim harakati turbulent ko'rinishda bo'lganligi uchun $\alpha_2 = 1$.

U holda (4.1), (4.2) va (4.3) tenglamalar asosida:

$$H_T = H_z + \left[1 + \lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right] \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}; \text{ bo'ladi.} \quad (4.4)$$

Oqim sarfi tenglamasi ($Q_T = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot v$) dan oqim tezligi:

$$v = \frac{4 \cdot Q_T}{\pi \cdot d^2}$$

U holda:

$$H_T = H_z + \left[\frac{8}{\pi \cdot d^2 \cdot g} \left(1 + \lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \right] Q_T^2 = H_z + R \cdot Q_T^2 \quad (4.5)$$

Bu yerda: H_z - geodezik balandlik. U suv sathidan suv quyiladigan joygacha bo'lgan tik balandlik;

R - quvur doimiyligi.

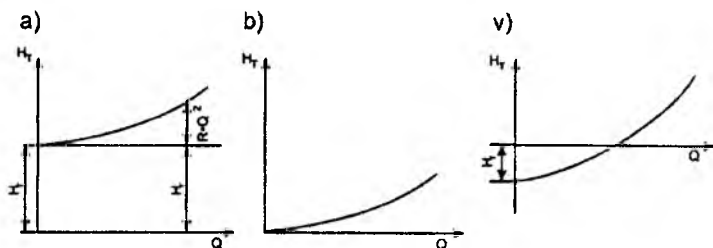
$$R = \frac{8}{\pi \cdot d^2 \cdot g} \left(1 + \lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right)$$

Yuqoridagi (4.5) tenglama suv chiqarish qurilma tashqi tarmog'ining xarakteristikasi ya'ni $H_T = f(Q_T)$ ifodalovchi tenglama hisoblanadi. Bu tenglama asosida tashqi tarmoq xarakteristikasi hisoblanadi, hamda $H_T - Q_T$ koordinat tizimida ko'rsatiladi (4.2-rasm). Hisoblash jarayonida oqim sarfi Q_T m³/sek o'lcham birligida olinadi.

Tashqi tarmoq xarakteristikasi:

- Nasos suv to'plagichdan balandroq o'rnatilganda - $H_T > 0$ (4.2 a-rasm);

- Nasos va suv to'plagich bir gorizontda o'rnatilganda va suv quvurlar gorizontol holatda yotqizilganda - $H_T = 0$ (4.2 b-rasm);
- Gidromonitorlarni yer sathidan yuqori bosimli suv bilan ta'minlashda - $H_T < 0$ (4.2 v-rasm) ko'rinishlarda bo'ladi.



4.2-rasm. Tashqi tarmoq xarakteristikalar

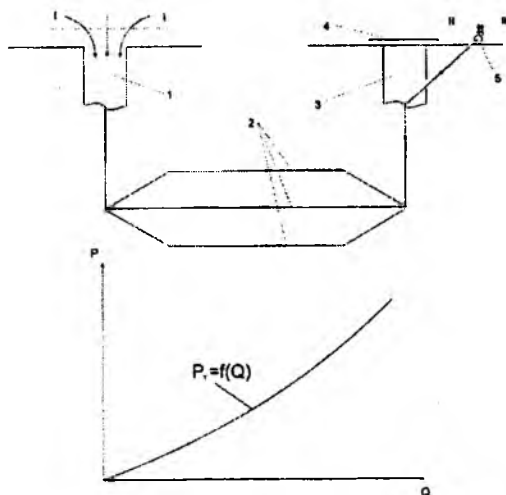
Ventilyator qurilma tashqi tarmog'i va uning xarakteristikasi. Foydali qazilma yer osti usuli bilan qazib olinganda barcha kon lahimlarini doimiy ravishda toza havo bilan ta'minlash ya'ni ularni shamollatish zarur. Bu bilan kon lahimlarida xavfsiz ish sharoiti yaratiladi.

Konlarni shamollatishda bir necha elektr mexanik uskunalaridan tashqil topgan majmua - shamollatish (ventilyator) qurilmalardan foydalaniladi. Agar qurilma havoni so'rib olish usuli bilan ishlatilganda (4.3-rasm) toza havo shaxta stvoli - 1 bo'ylab oqib o'tib, yer osti qo'rasida ko'p tarmorqli kon lahimlariga - 2 taqsimlanadi. Qazish ishlari jarayonida ajralib chiqadigan turli gazlar va chang bilan aralashgan havo oqimi shaxta stvoli - 3 ventilyator qurilma - 5 orqali yer sathiga - atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Havo oqib o'tadigan lahimlar tizimi ventilyator qurilmaning tashqi tarmog'i deb nomlangan. Tashqi tarmoqda havo oqimi paydo bo'lishi uchun uning kirish I-I va chiqish kesimlarida bosimlar farqi bo'lishi zarur. Bernulli tenglamasiga binoan bosimlar farqi:

$$P_T = P_{II} - P_I + \Delta P \quad (4.6)$$

Bu yerda: P_I va P_{II} - mos ravishda havoning I-I va II-II kesimlardagi to'liq nisbiy energiyalari;



4.3-rasm. Ventilator qurilma tashqi tarmog'i (a) va uning xarakteristikasi (b).

ΔP - I-I va II-II kesimlar oralig'idagi bosim isrofi (qarshiliklarni yengib o'tish uchun sarflangan bosim). Bu isrof depressiya deb ham ataladi.

Tashqi tarmoqning I-I va II-II kesimlardagi havoning to'liq nisbiy energiyalari:

$$P_I = P_1 + \rho \cdot g \cdot z_1 + \rho \cdot \alpha_1 \cdot \frac{v_1^2}{2} \quad (4.7)$$

$$P_{II} = P_2 + \rho \cdot g \cdot z_2 + \rho \cdot \alpha_2 \cdot \frac{v_2^2}{2} \quad (4.8)$$

Bu yerda: P_1 ; $\rho \cdot g \cdot z_1$; $\rho \cdot \alpha_1 \cdot \frac{v_1^2}{2}$ - mos ravishda havo oqimning I-I kesimdagi potensial, holat va kinetik energiyalari;

P_2 ; $\rho \cdot g \cdot z_2$; $\rho \cdot \alpha_2 \cdot \frac{v_2^2}{2}$ - havo oqimning II-II kesimdagi potensial, holat va kinetik energiyalari;

U holda havo oqimning paydo qiluvchi bosimlar farqi:

$$P_T = (P_2 - P_1) + \rho \cdot g \cdot (z_2 - z_1) + \frac{\rho}{2} \cdot (\alpha_2 \cdot v_2^2 - \alpha_1 \cdot v_1^2) + \Delta P \quad (4.9)$$

$P_1 = P_a; P_2 = P_a; z_1 = 0; z_2 \approx 0; v_1 = 0; v_2 = 0; \alpha_2 = 1$ – ligini e'tiborga olib
(4.9) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$P_T = \frac{\rho}{2} \cdot v_2^2 + \Delta P \quad (4.10)$$

Havoning tashqi tarmoq bo'ylab oqib o'tishi jarayonida paydo bo'ladigan qarshiliklarni engib o'tish uchun sarflanadigan bosim isrofi quyidagi ifoda bilan topiladi:

$$\Delta P = R \cdot Q_T^2 \quad (4.11)$$

Bu yerda: R – tashqi tarmoq qarshiligi;

Q_T – tarmoqdan oqib o'tadigan havo sarfi.

Yuqoridagi (4.10) va (4.11) tenglamalardan:

$$P_T = \frac{\rho}{2} \cdot v_2^2 + R \cdot Q_T^2 \quad (4.12)$$

Oqimning sarfi tenglamasidan $v=Q/S$, tashqi tarmoqning II-II (diffuzorning chiqish kesimi) kesimidagi uning kinetik energiyasi:

$$\frac{\rho}{2} \cdot v_2^2 = \frac{\rho}{2} \cdot \frac{Q_T^2}{S^2} = b \cdot Q_T^2 \quad (4.13)$$

Diffuzor – dinamik isrofiini kamaytirish maqsadida o'rnatiladi va unumli ravishda foydalanish tavsiya etiladi.

Amaliyotda tashqi tarmoq xarakteristikasi statik bosimning unumdorlikga nisbatan o'zgarishi asosida, ya'ni $P_T = R \cdot Q_T^2$ ifoda bilan topiladi.

Uning, P-Q koordinat tizimida ko'rinish ikkinchi darajali egri chiziq (4.3 b-rasm) holida bo'ladi.

Ventilyator qurilmani ishlatishda va tadqiqot qilishda tashqi tarmoq xarakteristikasi "ekvivalent tuynuk" deb shartli ravishda qabul qilingan tushuncha bilan topiladi.

Ekvivalent tuynuk deb, tashqi tarmoqning qarshiligiga teng qarshilikga ega bo'lgan, yupqa devordagi doira ko'rinishdagi teshik tushuniladi. Ekvivalent tuynuk adabiyotlarda A-harfi bilan belgilangan va m^2 o'lcham birligiga ega.

Gidravlika fanidan ma'lumki bu ko'rinishdagi tuynuk orqali oqib o'tuvchi suyuqlik sarfi [10]:

$$Q_T = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad (4.14)$$

Bu yerda: $\mu = 0,62-0,65$ sarf koeffitsienti;

H – zo'riqma. Uning o'lcham birligi m.s.u.(metr suv ustuni)

Bu tenglamadan ekvivalent tuynuk:

$$A = \frac{Q_T}{\mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}}; \quad (4.15)$$

Suv va havoning solishtirma og'irliklari turlicha bo'lganligi uchun zo'riqma bilan bosim o'zaro $P = \rho \cdot g \cdot H$ ko'rinishga ega (P – havo bosimi). Undan:

$$H = \frac{P}{\rho \cdot g} \quad (4.16)$$

Yuqoridagi (4.14) va (4.15) tengliklardan ekvivalent tuynuk:

$$A = \frac{Q_T}{\mu \cdot \sqrt{2 \cdot P_T / \rho}}; \quad (4.17)$$

Agar sarf koeffitsienti $\mu = 0,65$ va havo zichligi $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ deb olsak ventilyator qurilmasi tashqi tarmoq'ining ekvivalent tuynugi:

$$A = 1,19 \cdot \frac{Q_T}{\sqrt{P_T}}; \quad (4.18)$$

Ushbu tenglamadn tashqi tarmoqning ekvivalent tuynuk orqali topilgan tenglamasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$P_T = 1,19 \cdot \left(\frac{Q_T}{A} \right)^2 \quad (4.19)$$

Qisqa vaqt oralig'ida ekvivalent tuynuk $A = \text{const}$ va tashqi tarmoq xarakteristikasi ham o'zgarmas deyish mumkin. Lekin vaqt o'tishi bilan kon lahimlarining uzunligi o'zgarib boradi. Buning oqibatida qarshiliklarning ortadi (yoki kamayadi) va ekvivalent tuynuk qiymati ham o'zgaradi. Demak qurilmaning tashqi tarmoq xarakteristikasi kam o'zgaruvchan bo'ladi (4.3 b-rasm).

4.2. Turbomashinaning tashqi tarmoq bilan birga ishlashi

Kon suvlarini yer sathiga chiqarishda yoki konlarni shamollatishda turbomashina (nasos yoki ventilyator) tashqi tarmoq bilan ulangan holda ishlatiladi.

Oqimning uzluksizlik qonuniga binoan qurilma tizimi bo'ylab harakatda bo'ladigan oqim sarfi – Q , turbomashina unumdorlikkiga – Q teng bo'ladi, ya'ni:

$$Q = Q_T \quad (4.20)$$

Suv yoki havoni tarmoq bo'ylab harakatga keltiruvchi kuch – bu nasos zo'riqmasi – H yoki ventilyator bosimi – P dir. Zo'riqma (bosim) kon suvini ma'lum balandlikga chiqarish va tashqi tarmoqning gidravlik qarshiliklarini yengib o'tishga sarflanadi. Demak, energiyani saqlanish

qonuniga binoan turbomashina zo'riqmasi (bosim) – H tarmoqning qarshi bosimiga – H_T teng bo'ladi, ya'ni:

$$H = H_T \quad (4.21)$$

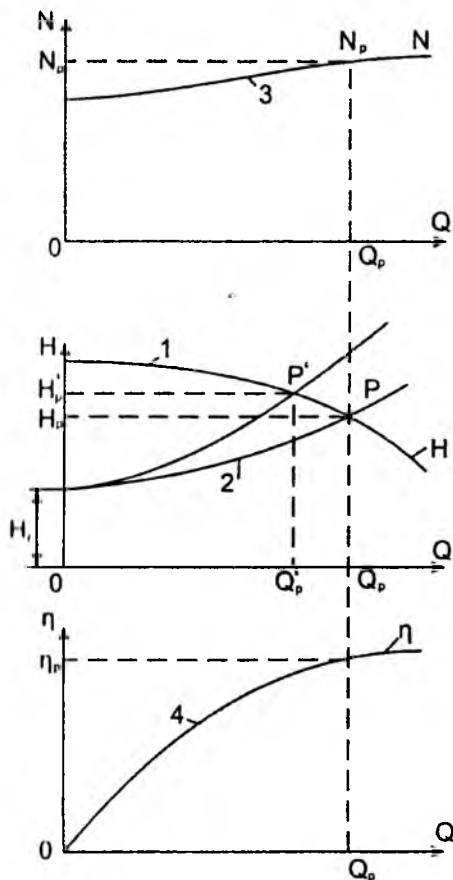
Ushbu xulosalarga ko'ra qurilma tizimning ish rejim ko'rsatkichlari (Q_p va H_p) bir vaqtda (4.20) va (4.21) tenglamalarda keltirilgan talablarni qanoatlantirishi shart ekan.

Turbomashinaning zo'riqma va tashqi tarmoq harakateristikalarini

ifodalovchi tenglamalar, ya'ni $H = f(Q)$; $H_T = f(Q)$, yechimi yuqorida keltirilgan shartlarni qanoatlantiradi.

Tenglamalar yechimi grafik va analitik usullar bilan topiladi.

Grafik usuli (4.4-rasm). Bu usulda turbomashinaning zo'riqma xarakteristikasi (1-egri chiziq) va tarmoq xarakteristikasi (2-egri chiziq) bir xil masshtablarda H - Q koordinat tizimida chiziladi. Egri chiziqlar kesishgan nuqtaning (P -nuqta) koordinatalari Q_p va H_p (masshtablar bir xil bo'lganligi uchun) yuqorida keltirilgan shartlarni qanoatlantiradi. Shuning uchun bu nuqta tashqi tarmoq bilan birga ishlatiladigan turbomashinaning ish rejimi deyiladi.



4.4-rasm. Turbomashina ish rejimining ko'rsatkichlarini aniqlash grafiki.

Ushbu (4.4-rasmda) turbomashinaning quvvat – N (3-egri chiziq) va foydali ish koeffitsienti – η (4-egri chiziq) xarakteristikalari ham ko'rsatilgan. Turbomashina ish rejimiga mos keladigan quvvat – N_r va foydali ish koeffitsienti – η_r “P” nuqtadan o'tkazilgan tik chiziq bilan quvvat (3-egri chiziq) hamda F.I.K. (4-egri chiziq) xarakteristikalari bilan kesishgan nuqtalar (P_1 va P_2) ordinalari N_r va η_r orqali topiladi.

Analitik usul. Ish rejimini analitik usul bilan topish uchun turbomashinaning zo'riqma $H=f(Q)$, quvvat $N=f(Q)$ va foydali ish koeffitsienti $\eta=f(Q)$ xarakteristikalarini belgilovchi analitik tenglamalar bo'lishi shart. Ushbu analitik tenglamalarning ko'rinishi quyidagicha [4,16].

$$\begin{aligned} H &= H_0 + a_1 \cdot Q - a_2 \cdot Q^2 \\ N_0 &= N_0 + b_1 \cdot Q - b_2 \cdot Q^2 \\ \eta &= c_1 \cdot Q^2 + c_2 \cdot Q^3 \end{aligned} \quad (4.22)$$

Bu yerda: H , N , η , a_1, a_2 , b_1 , b_2 , c_1 , c_2 – mos ravishda turbomashinani sinash jarayonida olingan ko'rsatkichlarga ishlov berish jarayonida topiladigan ko'rsatkichlar.

Bu ko'rsatkichlar aniq bo'lgan hollarda turbomashina ish rejimi (4.20) va (4.21) tengliklar asosida topiladi. Ya'ni $N=H_T$; $Q=Q_T$ yoki

$$H_0 + a_1 \cdot Q - a_2 \cdot Q^2 = H_r + R \cdot Q^2 \quad (4.23)$$

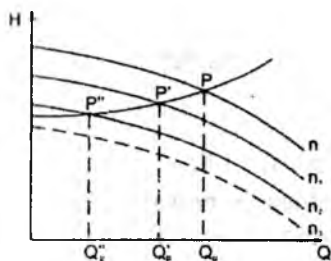
Bu tenglikdan unumdorlik Q topilgach, uning qiymati orqali (4.22) tenglamalar vositasida tegishli parametrlar H , N va η topiladi.

Tashqi tarmoq va turbomashina xarakteristikalarining o'zgarishi ish rejim parametrlarini (Q_p ; H_p ; N_p ; η_p) o'zgarishiga olib keladi.

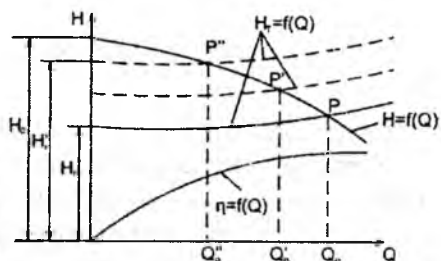
Masalan vaqt o'tishi bilan suv quvurning ichki sirtiga kon suvi tarkibidagi tuzlar va mayda tog' jinslari yopishib qoladi. Buning oqibatida suv quvurning gidravlik qarshiligi ortadi. Unda turbomashina va tarmoq tizimining ish rejimi dastlabki holatiga nisbatan o'zgaradi (4.4-rasm) va oqim sarfi kamayadi ($Q'_p < Q_p$).

Ikkinchidan elektr tarmoqning kuchlanishi yuklama ortishi bilan o'zgarib turadi. Bu o'zgarish turbomashina ish g'ildiragining aylanish tezligini o'zgartiradi va turbomashinaning zo'riqma xarakteristikasi (4.5 a-rasm) o'zgaradi. Bu holat yana turbomashina va tarmoq tizimi ish rejimini oldingi holatiga nisbatan o'zgartiradi (4.5 b-rasm). Natijada oqim sarfi kamayadi.

a)



b)

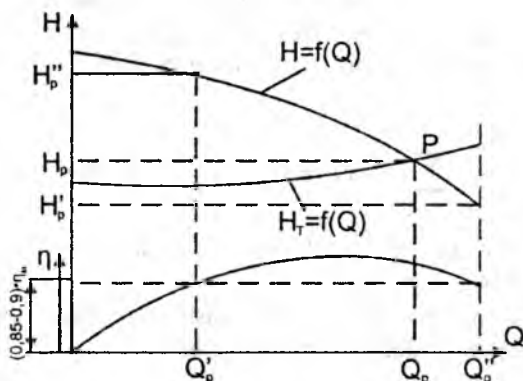


4.5-rasm. Ish g'ildirakning aylanish tezligi – n (a) va geodezik balandlik – N_2 (b) larning ish rejim ko'rsatkichlariga ta'siri.

Ish rejim ko'rsatkichlarga salbiy ta'mir etuvchi faktlarni oldini olish uchun qurilmani loyihalash va ishlatish jarayonida;

- Ish rejim unumdorligi kondagi suv oqim miqdoridan kam bo'lmashligi;
- Geometrik suv chiqarish balandlik – N_g , unumdorlik – $Q=0$ bo'lgandagi turbomashina zo'riqmasining – H_0 , $H_r \leq 0.9 \cdot H_0$ qismini tashqil etishi;
- Tashqi tarmoq va mashina xarakteristikalari kesishgan nuqta bitta bo'lishi kabi ko'rsatmalarga amal qilish talab etiladi.

Ushbu ko'rsatmalarga amal qilingan hollarda qurilma ishi (ish rejim) barqaror bo'ladi (4.6-rasm).



4.6-rasm. Turbomashinalarning ishlatish chegarasi

Uning iqtisodiy samaradorligi:

$$\eta_p \geq (0,85 \div 0,9) \cdot \eta_m \quad (4.24)$$

sharti bilan topiladi.

Bu yerda: η_m - turbomashinaning maksimal F.I.K.

Qurilma ishi barqaror va iqtisodiy samarador bo'lishi uchun ish rejim turbomashinaning ishlatish chegarasidan (4.6-rasm) chiqmasligi kerak. Ya'ni $Q' \leq Q, \leq Q''$ va $H' \leq H, \leq H''$.

4.3. Turbomashinalarni birgalikda ishlatish

Ayrim sharoitda tashqi tarmoqqa yakka ulangan turbomashina o'zining chegaraviy imkoniyatida ishlatilganda ham uning zo'riqmasi (4.7 a-rasm) yoki unumdorligi (4.7 b-rasm) kon suvini yer sathiga chiqarib tashlash va kon lahimlarini shamollatishga yetarli bo'lmaydi.

Bunday sharoitlarda ikki va undan ko'p turbomashinalar birgalikda tashqi tarmoqqa ulab ishlatiladi.

Turbomashinalarning ketma-ket ulanib ishlatilishi.

Birgalikda ishlaydigan mashinalar bir-biri bilan yonma-yon yoki bir-biridan ma'lum masofada o'rnatilgan bo'lishi mumkin.

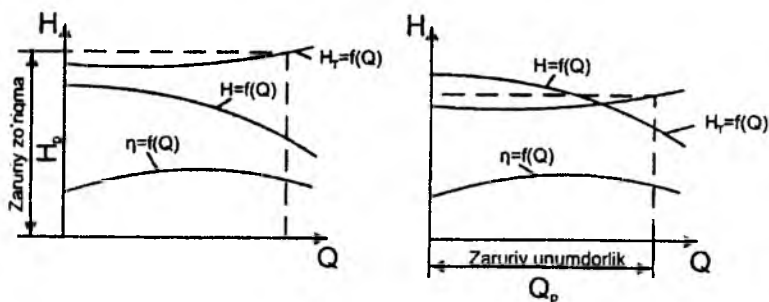
Turbomashinalar yonma-yon o'rnatilgan hollarda suyuqlik bir mashinadan ikkinchisiga bevosita uzatilishi sababli mashinalar oralig'ida energiya isrofi sodir bo'lmaydi. Mashinalar yordamida suyuqlikka uzatilgan umumiy nisbiy energiya, bir mashina orqali uzatilgan nisbiy energiyaga nisbatan yuqori bo'ladi va quyidagi ifoda bilan topiladi:

$$\sum H = H_1 + H_2 \quad (4.25)$$

Bu yerda: H_1 va H_2 - birinchi va ikkinchi turbomashina zo'riqmalari (nisbiy energiyalari).

Agar ayrim ehtiyojlar uchun turbomashinalar oralig'idan suyuqlik olinmasa, ularning unumdorligi o'zaro teng bo'ladi:

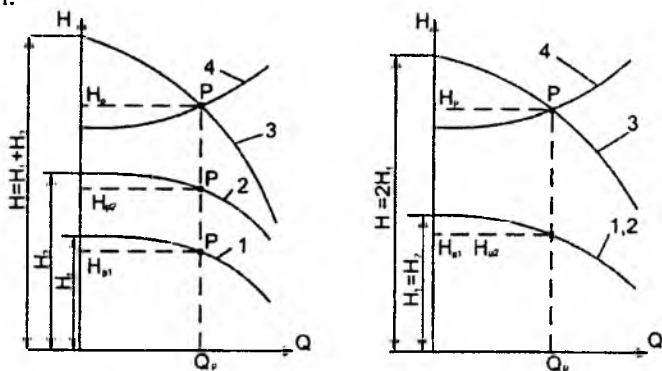
$$Q_1 = Q_2 \quad (4.26)$$



4.7-rasm. Turbomashina xarakteristikasining tashqi tarmoq xarakteristikasiga mos kelmaslik hollari.

Tashqi tarmoq bilan ketma-ket ulab ishlatilayotgan turbomashinalarning umumiy zo'riqma xarakteristikasi (4.25) va (4.26) tengliklar asosida topiladi (4.8-rasm).

Buning uchun turbomashina zo'riqma xarakteristikalarining (1 va 2 egri chiziqlar) ordinalari H_1 va H_2 qo'shiladi (4.8 a-rasm). Paydo bo'lgan nuqtalarni birlashtirib umumiy xarakteristika (3-egri chiziq) topiladi. Bu xarakteristika bilan tashqi tarmoq xarakteristikasi (4-egri chiziq) kesishgan nuqta – "P" ketma-ket ulangan turbomashinalarning ish rejimini ifodalaydi. Qurilmaning ish rejim ko'rsatkichlari (unumdorlik – Q_r va zo'riqma – H_r) – "P" nuqtaning koordinatalari bilan topiladi.



4.8-rasm. Turli (a) va bir xil tipdagi (b) yonma-yon o'rnatilgan turbomashinalarning tashqi tarmoqqa ketma-ket ulanib ishlashi.

Tarmoqqa ketma-ket ulangan har bir turbomashinaning ish rejimlari "P" nuqtadan o'tkazilgan tik chiziq bilan turbomashinalarning

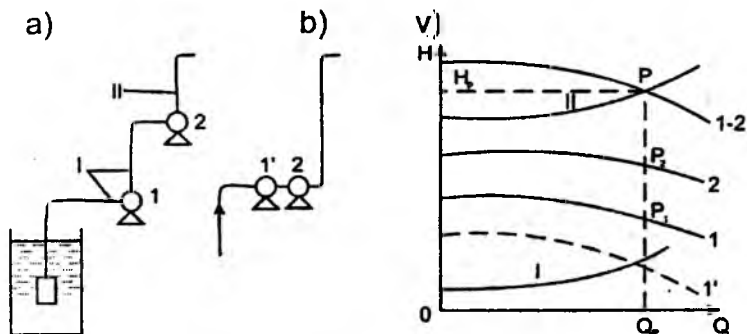
xarakteristikalari kesishgan nuqtalarning (P_1 va P_2) koordinatalari orqali topiladi.

Agar ketma-ket ulangan mashina turlari, ularning ish g'ildirak diametrlari va aylanish tezliklari bir xil bo'lgan hollarda, umumiy xarakteristika (4.8 b- rasm. 3-egri chiziq) ularning zo'riqma xarakteristika ordinatalarni mashinalar soniga ko'paytirib topiladi.

Tashqi tarmoq bilan ketma-ket ulangan va ma'lum masofada o'rnatilgan turbomashinalar ish rejimi bir necha bosqichda topiladi (4.9-rasm).

Birinchi bosqichda pastki qavatda o'rnatilgan 1-mashina yuqori qavatda o'rnatilgan 2-mashina yoniga shartli ravishda keltirilgan deb shartli ravishda qaraladi va uning zo'riqma xarakteristikasi topiladi (4.9 b-rasm).

Buning uchun, bir xil unumdorliklarda, 1-mashina xarakteristikasidan (1-egri chiziq) tashqi tarmoqning I-bo'lagi xarakteristikaning ordinatalari ayriladi. Hosil bo'lgan $1'$ – egri chiziq shartli ravishda keltirgan $1'$ – mashina xarakteristikasini, ya'ni oqimning 2-turbomashina o'rnatilgan joygacha ko'tarilgandan keyingi nisbiy energiyasini ifodalaydi.



4.9-rasm. Bir-biridan ma'lum masofadan joylashgan turbomashinalarning ketma-ket ulanib ishlashi.

Ikkinchi bosqichda birinchi mashinaning shartli ($1'$) va ikkinchi mashinaning zo'riqma (2-egri chiziq) xarakteristikalarini, yuqorida ko'rsatilgan usul bilan qo'shib, ketma-ket ulangan turbomashinalarning umumiy xarakteristikasi $1'+2$ egri chiziq (4.9 v-rasm) topiladi. Bu xarakteristika tashqi tarmoqning II-bo'lagi bilan kesishgan nuqta (P)

ketma-ket ulangan turbomashinalarning ish rejim deb ataladi. Har bir turbomashining ish rejimi "P₁" va "P₂" nuqtalarda bo'ladi (4.9 b-rasm).

Turbomashina ketma-ket ulab ishlatilganda qurilmalarning umumiy ish samardorligi yuqori bo'lishi uchun ular bir xil turda yoki unumdorliklari o'zaro yaqin bo'lishi kerak va uning umumiy foydali ish ko'effitsienti quyidagi ifoda bilan topiladi:

$$\eta = \frac{\frac{H_{p.1} + H_{p.2}}{H_{p.1}} + \frac{H_{p.2}}{H_{p.2}}}{\eta_1 + \eta_2} \quad (4.27)$$

Bu yerda: η_1, η_2 - mashinalarning ish rejimidagi foydali ish ko'effitsientlar;

$H_{p.1}, H_{p.2}$ - mashinalarning ish rejimidagi zo'riqmalari.

Turbomashinalarni parallel ulab ishlatish.

Turbomashinalar parallel tashqi tarmoqqa ulab ishlatilganda tarmoqdagi umumiy sarf ularning unumdorliklarini summasiga teng bo'ladi, ya'ni:

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad (4.28)$$

Bu yerda: Q_1 va Q_2 - mos ravishda birinchi va ikkinchi turbomashina unumdorligi.

Ma'lumki, turbomashina zo'riqmasi tashqi tarmoqning kirish va chiqish kesimlardan suyuqlik oqimning nisbiy energiyalarining ayirmasi bilan topiladi (4.10 a-rasm).

Tashqi tarmoqning suyuqlik kiradigan kesimi "A" va chiqadigan kesimini "B" harflar bilan belgilasak, birinchi hamda ikkinchi turbomashina zo'riqmalarini quyidagicha yozish mumkin:

$$H_1 = H_B - H_A; \quad H_2 = H_B - H_A \quad (4.29)$$

Bu yerda: H_A va H_B - suyuqlik oqimining tashqi tarmoqqa kirish va chiqish kesimidagi nisbiy energiya.

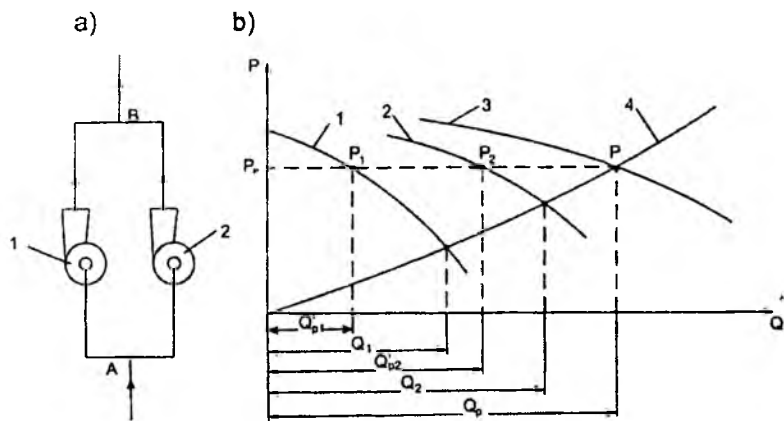
Agar har bir turbomashina bilan tarmoqning umumiy bo'lagi orolig'idagi energiya yo'qotishlarni hisobga olinmasa yuqoridagi (4.29) tenglikdan:

$$H_1 = H_2 \quad (4.30)$$

Yuqoridagi (4.29) va (4.30) tengliklarga binoan parallel ulangan turbomashinalarning umumiy xarakteristikasini topish uchun zo'riqmaning bir xil qiymatlarida birinchi hamda ikkinchi turbomashina unumdorliklari (1,2-egri chiziqlar), ya'ni absissalari qo'shiladi (4.10 b-rasm. 1,2-egri chiziq). Hosil bo'lgan umumiy xarakteristika (3-egri chiziq) bilan tashqi tarmoq xarakteristikasi (4-egri chiziq) kesishgan nuqta ("P") parallel ulangan turbomashinalarning ish rejimini beradi.

Agar parallel ulangan turbomashina turi, ish g'ildirakning diametrlari va aylanish tezliklari bir xil bo'lsa, umumiy xarakteristika mashinalar xarakteristikasi ko'rsatilgan chizmaning unumdorlik masshtabini mashinalar soniga ko'paytirib topiladi.

Har bir mashinaning ish rejimi, "P" nuqtadan o'tkazilgan gorizontal chiziq bilan, ularning xarakteristikalari kesishgan " P_1 " va " P_2 " nuqtalarda bo'ladi (4.10 b-rasm).

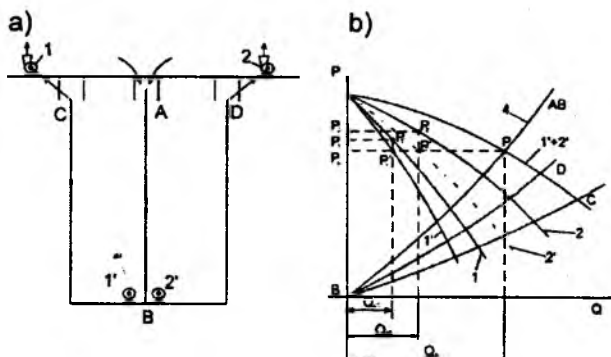


4.10-rasm. Yonma-yon o'rnatilgan (a) turbomashinalarning parallel ulanib ishlashi (b)

Kon suvlarini yer sathiga chiqarishda va konlarni shamollatishda, suv chiqarish va ventilyator qurilmalar kon maydonining turli joylarida o'rnatilish mumkin. Bunday hollarda qurilmalarning tashqi tarmog'i har bir mashinalarga tegishli bo'lgan BC; BD va ular uchun umumiy bo'lgan AB bo'laklardan tashkil topadi (4.11 a-rasm).

Bunday hollarda qurilma ish rejimini aniqlash uchun turbomashinalar (1 va 2) tashqi tarmoqning oqim taqsimlanadigan joyga shartli ravishda ko'chirilgan deb qaraladi.

Keyin har bir mashinaning zo'riqma xarakteristikasidan (4.11 b-rasm. 1,2-egri chiziqlar) ularga tegishli tarmoq bo'lagi (BC va BD) xarakteristikalari ayriladi. Hosil bo'lgan 1' va 2' egri chiziqlar shartli ravishda ko'chirilgan mashinalarning xarakteristikasini ifodalaydi. Bu xarakteristikalarni oldingi usul bilan qo'shib umumiy keltirilgan xarakteristika (1'+2'-egri chiziq) topiladi. Uning tashqi tarmoqning umumiy AB bo'lagi xarakteristikasi bilan kesishgan nuqta "P" parallel ulangan turbomashinalarning ish rejimini ko'rsatadi.



4.11-rasm. Bir-biridan ma'lum masofada (a) o'rnatilgan turbomashinalarning parallel ulanib ishlashi.

Har bir mashinaning ish rejimi mos ravishda "R₁" va "R₂" nuqtalarda bo'ladi.

Parallel ulangan turbomashinlarning foydali ish koeffitsienti quyidagi ifoda bilan topiladi:

$$\eta = \frac{\frac{Q_1}{\eta_1} + \frac{Q_2}{\eta_2}}{\frac{Q_1}{\eta_1} + \frac{Q_2}{\eta_2}} \quad (4.31)$$

Bu yerda: Q₁ va Q₂ – mos ravishda birinchi va ikkinchi turbomashinalarning unumdorligi.

η_1 va η_2 - Q₁ va Q₂ unumdorliklarga mos keluvchi foydali ish koeffitsienti.

II-qism. Konchilik korxonalari suv chiqarish qurilmalari

5-bob. Konchilik korxonalarida suv chiqarish ishini tashkil qilish va suv chiqarish qurilmalar.

5.1. Kon suvlari va ularning xossalari

Kon suvlari kon maydonining joylashgan hududi va uning gidrogeologik sharoitlariga ko'ra:

- Turli shakl va o'lchamlardagi yer osti yoriqlarda to'planib qolgan;
- Muz va qorlarning erishi natijasida paydo bo'lgan va yomg'ir suvlarini yerga shimilgan;
- Suv hafzalari, kanallar va ko'llardan tog' jinslari va yoriklari bo'ylab sizib o'tadigan suvlar hisobiga paydo bo'ladi.

Ular tabiiy sharoitda yer bag'rida to'planib qolishi yoki buloq ko'rinishda yer sathiga sizib chiqishi mumkin.

Foydali qazilmani yer osti yoki ochiq usul bilan qazib olishda turli yo'nalishlar va o'lchamlarda kon lahimlari kovlab o'tiladi. Buning natijada to'planib qolgan yer osti suvlari kon lahimlariga sizib chiqadi. Kon lahimlariga sizib chiqqan suvlarni kon suvi deb ataladi. U kon maydoning suvchanligini ifodalaydi. Kon maydoni bu shaxta yoki kar'er joylashgan hudud bo'lib, uning suvchanligi absolyut yoki nisbiy o'lchamlarda ko'rsatiladi [4].

Kon maydonining absolyut suvchanligi bu har bir soatda kon lahimlariga sizib chiqadigan yer osti suvlarining miqdoriga teng.

Kon maydonining nisbiy suvchanligi esa har bir tonna foydali qazilmani qazib olish uchun yer sathiga chiqarib tashlangan kon suvining o'rtacha miqdoriga aytiladi. U quyidagicha ifoda bilan topiladi.

$$K_* = \frac{Q_y}{A_y} ; \quad (5.1)$$

Bu yerda: Q_y – yil davomida yer sathiga chiqarib tashlangan suvning miqdori, m^3 .

A_y – shu vaqt davomida qazib olingan foydali qazilma miqdori, t.

Kon maydoning suvchanligi barcha konlar uchun bir xil bo'lmaydi. Masalan Olmaliq shahrida joylashgan Qalmoqqir konining absolyut suvchanligi 200-250 m^3 /soat va Angren shahridagi Angren ko'mir razrezining absolyut suvchanligi 1200-1500 m^3 /soat ga teng yoki Qarag'anda (Qozog'iston) hududida joylashgan ko'mir konlarining nisbiy suvchanligi $K_v=25$ ga teng. Demak bir tonna ko'mirni qazib olish uchun Qarag'anda ko'mir konlarida 0,35-0,4 m^3 , Moskva viloyatidagi

ko'mir konlarida esa 25 m³ kon suvini yer sathiga chiqarib tashlash kerak bo'ladi.

Kon maydonining suvchanligi yilning fasllarida o'zgarib turadi. Atmosfera yog'inlari (qor, yomg'ir) ko'p bo'ladigan fasllarida kon maydonining suvchanligi ortadi. Yog'ingarchilik kam bo'ladigan fasllarda esa kamayadi.

Shuning uchun kon suvi oqimi minimal, maksimal va sel (jala) oqimlarga bo'linadi. Ularni o'z vaqtida yer sathiga chiqarib tashlash zarur bo'ladi. Aks holda konni yoki uning ayrim lahimlarini suv bosish xavfi paydo bo'ladi.

Konlarni suv bosish holati 1956 y "Bervud" (AQSh), 1952 y "Mirg'alimsoy" (Qozog'iston), 1979 y Shimoliy Ural konlarida va 2000 y Angren razrezining bir qismida qayd etilgan.

Ergan holatdagi kimyoviy moddalar, tog' jinslarining mayda zarrachalari va organik moddalarning chirishi jarayonida paydo bo'ladigan mikroorganizmlar toza yer osti suvlar bilan aralashib, uni ifloslanishiga olib keladi.

Ergan holatdagi kimyoviy moddalar suvning qattqlik darajasini oshiradi. Kon suvining qattqlik darajasi juda yuqori bo'lib, uning o'rtacha miqdori 12–17 mg.ekv/l.ni tashkil etadi [4]. Qattqlik darajasi bo'yicha suvlari quyidagi guruhlariga ajratilgan (5.1-jadval):

5.1-jadval

	Turlari	Qattqlik darajasi, mg.ekv/l
1.	O'ta yumshoq	0–1,5
2.	Yumshoq	1,5–3,0
3.	O'rta qattiq	3,0–6,5
4.	Qattiq	6,5–10,5
5.	O'ta qattiq	>10,5

Kon suvidan texnik ehtiyojlarda foydalanish uchun uning tarkibidagi kalsiy va magniy birikmalarining miqdoriga qarab yumshatiladi. U ohak, soda va permutatsiya usuli bilan yumshatiladi.

Ergan holdagi kimyoviy moddalar kon suvining kimyoviy xossasini ham o'zgartirib yuboradi. Kimyoviy xossalarga ko'ra kon suvi neytral, ishqoriy va kislotali bo'lishi mumkin. Uning kimyoviy xossasi vodorod ko'rsatgichi bilan belgilanadi, ya'ni:

$$pH = \lg[H^+] \quad (5.2)$$

va u teskari ishora bilan olinadi.

Bu yerda; H^+ - suvdagi vodorod ionlarining konsentratsiyasi 1 litr toza suvda $[H^+] = 1 \cdot 10^{-7}$ teng. Demak uning vodorod ko'rsatgichi:

$$pH = \lg[1 \cdot 10^{-7}] = -7 \quad (5.3)$$

yoki teskari ishora bilan olinganligi uchun $pH = 7$. Vodorod ko'rsatgichi $-pH$ bo'yicha kon suvi quyidagi guruhlarga bo'linadi:

➤ yuqori kislotali	$pH = 0 \div 3$
➤ o'rta kislotali	$pH = 3 \div 4$
➤ kam kislotali	$pH = 4 \div 6$
➤ neytral	$pH = 7$
➤ kam ishqoriy	$pH = 8 \div 9$

Kon suvi tarkibida o'lchami 0.001 dan 1mm gacha bo'lgan ruda, ko'mir va boshqa tog' jinslarining zarrachalaridan hosil bo'lgan aralashma ham mavjud. Uning miqdori bir litr kon suvida $20 \div 500$ mg. ni tashkil qiladi.

Kondagi organik moddalarni (yog'och mustahkamligichlar, tirik organizimlar) chirishi oqibatida paydo bo'ladigan mikroorganizmlar kon suvi bilan aralashib uni bakterial ifloslanishiga olib keladi. Kon maydonining suvchanligi, kon suvining fizikaviy va kimyoviy xossalari suv chiqarish ishini tashkil qilishda asosiy ko'rsatgichlardan hisoblanadi.

5.2. Suv chiqarish qurilma turlari va ularning vazifalari

Suv chiqarish qurilma nasos, elektr yuritgich, suv so'rilish va suv haydalish quvurlar va boshqa elektromexanik uskunalaridan tashkil topgan texnikaviy majmuadir. U konlarda kon suvini yer sathiga chiqarib tashlash vazifasini bajaradi.

Suv chiqarish qurilma konda o'rnatilgan joyi va bajaradigan vazifalarga ko'ra markazlashtirilgan, asosiy, bo'lim, yordamchi, lahim o'tish, quduqli va kar'er suv chiqarish qurilmalariga bo'linadi.

Markazlashtirilgan suv chiqarish qurilma hozirgi kunda yangi qurilma hisoblanadi. U o'zaro yaqin joylashgan bir necha shaxtalar uchun o'rnatiladi. Bunday hollarda barcha shaxtalardagi kon suvi bir joyda, ya'ni markazlashtirilgan suv chiqarish qurilma suv to'plagichida yig'iladi. U yerdan kon suvi nasos yordamida yer sathiga chiqarib tashlanadi.

Asosiy suv chiqarish qurilma. U shaxta stvollardan birining stvol atrofi qo'rasida o'rnatiladi. Konning barcha lahimlardagi kon suvlari asosiy suv chiqarish qurilma suv to'plagichida yig'iladi va u yerdan bevosita yer sathiga chiqarib tashlanadi.

Bo'lim suv chiqarish qurilma. U pastki qavatlardagi kon suvini asosiy suv chiqarish qurilmaning suv to'plagichiga yoki bevosita yer sathiga chiqarib tashlash vazifasini bajaradi.

Yordamchi suv chiqarish qurilma stvol atrofi qo'rasidan pastda kovlab o'tiladigan lahimlarda va shaxta stvoli zumfida (stvolning stvol atrofi qo'rasidan pastki qismi) yig'iladigan kon suvini asosiy suv chiqarish qurilma suv to'plagichiga chiqarib berish vazifasini bajaradi.

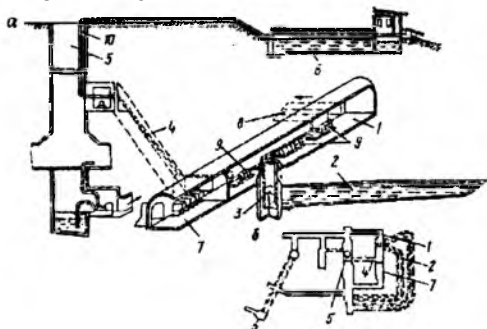
Lahim o'tish suv chiqarish qurilma kon lahimlarini kovlab o'tish jarayonida lahimlarda to'planadigan kon suvini bevosita yer sathiga (shaxta stvolini kovlab o'tishda) yoki asosiy suv chiqarish qurilma suv to'plagichiga chiqarib tashlash uchun xizmat qiladi.

Quduqli suv chiqarish qurilma. U shaxta yoki kar'erni ochish ishlari boshlashdan oldin kon maydonini suvsizlantirish uchun qo'llaniladi. Buning uchun kon maydoni chegarasida suvli qatlamgacha diametri 250 ÷ 600 mm. bo'lgan bir necha skvajinalar burg'ilib o'tiladi. Yer osti suvlar skvajinalarga sizib chiqadi va u yerda yig'iladi. Skvajinalarda yig'ilgan yer osti suvlar qudukli suv chiqarish qurilma bilan bevosita yer sathiga chiqarib tashlanadi.

Karver suv chiqarish qurilma. U ochiq konlardagi kon suvini yer sathiga chiqarib tashlash vazifasini bajaradi.

Konlarda o'rnatiladigan suv chiqarish qurilma soni kon joylashgan xudud reliefi, kon maydonining suvchanligi va foydali qazilmani qazib olish texnologiyasiga bog'liq.

Masalan, tog' bag'rida joylashgan va shtolnya bilan ochilgan konlarda suv chiqarish qurilma o'rnatilishi shart emas. Chunki kon suvi shtolnya orqali oqib chiqishi mumkin. Boshqa hollarda albatta suv chiqarish qurilma o'rnatiladi.



5.1- rasm. Asosiy suv chiqarish qurilmaning shaxtada joylashish sxemasi.

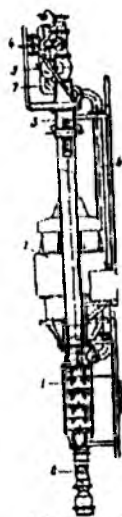
Markazlashtirilgan, asosiy, bo'lim va karyer suv chiqarish qurilmalar nasosxonada joylashtiriladi. Shuning uchun ularni turg'un, ya'ni o'rnatish joyi o'zgarmas, suv chiqarish qurilma deb tushuniladi.

Stvol va qiya lahimlarni kovlab o'tish jarayonida kon suvi to'planadigan joy chuqurlashib boradi. Lahimlardan kon suvni chiqarib tashlash uchun qurilma joyini ham o'zgartirish zarur bo'ladi.

Turg'un suv chiqarish qurilmaning shaxtada joylashish sxemasi 5.1- rasmda ko'rsatilgan.

Barcha lahimlardagi kon suvi lahim uzunligi bo'yicha kovlangan maxsus ariqchalar bo'ylab oqib kelib suv to'plagich 2-ga quyiladi. Suv to'plagich 2 quvur orqali suv so'rilish qudug'i 3- bilan bog'langan. Nasos agregatlari 9 nasosxona 1-da o'rnatilgan. Suv so'rilish quvurining (rasmda ko'rsatilmagan) bir tomoni nasosning suv so'rilish tomoniga ulanadi. Ikkinchi tomoni esa suv so'rilish qudug'i 3-ga tushurilgan holatda bo'ladi.

Suv haydalish quvuri 10 bir necha o'zaro ulangan quvur bo'laklaridan iborat. Ular nasosxona 1, quvur yo'lagi 4, shaxta stvoli 5 va yer yuzida o'rnatiladi.



5.2-rasm. Lahim
o'tish suv
chiqarish
qurilmasi

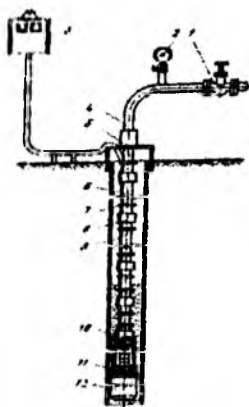
Suv chiqarish qurilma ishga tushurilganda kon suvi so'rilish qudug'idan suv so'rilish quvuri orqali nasosga so'riladi. Nasosda uning zo'riqmasi ortadi. Yuqori zo'riqma bilan nasosdan chiqadigan kon suvi suv haydalish quvuri 10 bo'ylab oqib yer sathidagi suv tindirgichga 6 kelib quyiladi.

Tik stvollarni kovlab o'tish jarayonida kovlangan bo'shliqqa sizib chiqadigan yer osti suvlarini yer sathiga chiqarib tashlash uchun maxsus osma nasos qurilmalari qo'llaniladi.

Osma nasosli qurilmaning umumiy ko'rinishi 5.2- rasmda ko'rsatilgan.

Qurilma nasos 1, elektryuritgich 2, umumiy rama 3, berkitgich (зadвижка) 4, teskari qopqoq 5, suv haydalish quvuri 6, nasosni suv bilan to'ldirish moslamasi 7, egiluvchi suv so'rilish quvur 8 kabi uskunalardan tashkil topgan.

Elektr yuritgich nasos bilan birga umumiy normada o'rnatiladi. Nasosning suv so'rilish tomoniga egiluvchan suv so'rilish quvuri va suv haydalish tomoniga esa qattiq suv quvur ulanadi.



5.3-rasm. Suvga cho'ktirilgan elektr nasosli quduqli suv chiqarish

Qurilma suv to'planadigan joygacha tushirilgan holatda ishlatiladi. Buning uchun u ko'tarish moslama bilan osib qo'yiladi. Qurilmaning suv so'rilish balandlikga moslash va portlatish ishlarini bajarishda uni xavfsiz balandlikgacha ko'tarish ishlari ko'tarish qurilmaning lebedkasi yordamida bajariladi.

Quduqli suv chiqarish qurilmalar turli qo'rinishda va konstruktiv tuzilishda bo'ladi. Ular shaxta yoki karyerlarning ochish ishlarini boshlashdan oldin kon maydonni suvsizlantirish maqsadida qo'llaniladi. Qurilmaning elektromexanik uskunalari hududida joylashganligi sababli uni quduqli suv chiqarish qurilma deb ataladi. U yer osti suvi sathini pasaytiruvchi quduq nasos agregati, suv quvurlar va qurilma ishini boshqarish vositalaridan iborat.

Yer osti suvi sathini pasaytiruvchi quduq – bu diametri 150-600 mm. va ma'lum chuqurgacha burg'ulash usuli bilan kovlab o'tiladigan luhiidir. Kon maydonining suvsizlantirish uchun bunday quduqlardan bir nechtasi kovlanadi. Buning natijasida yer bag'rida ma'lum hajmdagi bo'shliq hosil bo'ladi.

Bo'shliq atrofidagi yer osti suvi bu yerda to'planadi va qurilma bilan yer sathiga chiqarib tashlanadi. Qurilmaning asosiy bo'lagi – nasos quduq ichida joylashishi tufayli bu ko'rinishdagi qurilmalarni quduqli (смонжинный) suv chiqarish qurilma deb nomlangan. Qurilmaning elektr yuritgichi yer sathida yoki nasos bilan birgalikda quduq ichiga o'rnatiladi.

Bu qurilmalardan birining ko'rinishi 5.3-rasmda ko'rsatilgan u suvga cho'ktirilgan elektr nasos bilan jihozlangan quduqli suv chiqarish qurilma deyiladi. Chunki qurilmaning asosiy uskunalaridan bo'lgan nasos va elektr yuritgich suvga cho'ktirilgan holatda ishlatiladi.

Qurilma (5.3-rasm) bekitgich – 1, manometr – 2, boshqarish pulti – 3, tirsak – 4, tayanch plitasi – 5, suv haydalish quvuri – 6, bog'lama (нояс) – 7, mufta – 8, elektr kabeli – 9, nasos – 10, filtr – 11, elektr yuritgich – 12 kabi uskunalardan tashkil topgan.

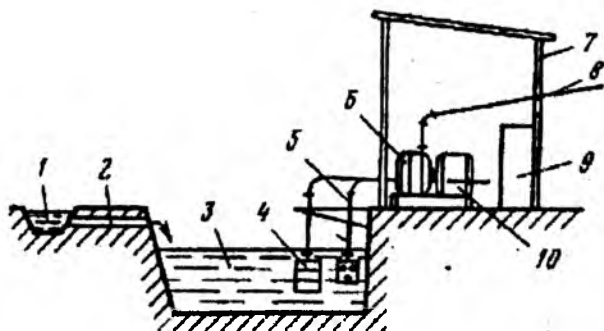
Suv haydalish quvuri 6 bo'laklarga bo'lingan va nasos 10, filtr 11, elektr yuritgich 12 o'zaro ulangan holda quduqqa tartib bilan tushiriladi.

Birinchi bo'lib quduq og'ziga nasos agregati tushiriladi. Tushirilgan agregatni bog'lama 7 va tayanch plitasi 5 ko'tarib turadi. So'ng nasosning suv haydalish tomoniga suv haydalish quvurining birinchi bo'lagi mufta 8 yordamida ulanadi. Keyin nasos agregati va suv haydalish quvurining birinchi bo'lagi quduqqa tushiriladi. Ularni osilgan holatda bog'lama va tayanch plitasi ko'tarib turadi. Keyin suv haydalish quvurining birinchi bo'lagiga uning ikkinchi bo'lagi mufta orqali ulanadi. So'ng ular ham quduqqa tushiriladi. Shu tartibda suv haydalish quvurining hamma bo'laklari va nasos agregati quduqqa tushiriladi, ularni osilgan holatda bog'lama hamda tayanch plitasi ko'tarib turadi.

Suv haydalish quvurining ikkinchi tomoni tirsak 4 va bekitgich 1 orqali magistral quvurga ulanadi. Natijada suv to'planadigan joydan suv chiqarib tashlanadigan joygacha yaxlit bir majmua, ya'ni quduqli suv chiqarish qurilma paydo bo'ladi. Bu qurilma bilan yer osti suvi yer sathiga chiqarib tashlanadi.

Karyer suv chiqarish qurilmalari. Ochiq konlardagi yer osti, yomg'ir, qorlarni erishi natijasida paydo bo'ladigan kon suvi tog' jinslar va foydali qazilmani qazib olishni, tashishni qiyinlashadi. Ayrim hollarda kon suvi foydali qazilmani qayta ishlashga yaroqsiz holatga keltirishi mumkin.

Ochiq konlarda kon suvini yer sathiga chiqarib tashlash ishi konni ochishdan oldin boshlanadi. Buning uchun karyer maydonida bir necha quduqlar burg'ulab kovlanadi. Bu quduqlarga yer osti suvining ma'lum miqdori sizib chiqadi va u yerda yig'iladi. Quduqlarda yig'ilgan suv quduqli suv chiqarish qurilma bilan yer sathiga chiqarib tashlanadi. Bu bilan bir qatorda karyer maydoni chegarasida zovurlar kovlanadi. Ular karyerga oqib kelishi mumkin bo'lgan yomg'ir va qor suvlarini karyerdan boshqa tomonga oqizib yuborish uchun qo'llaniladi.



5.4-rasm. Karyer suv chiqarish qurilma sxemasi

Karyer maydonida to'planadigan kon suvini yer sathiga chiqarib tashlash uchun suv chiqarish qurilma (5.4-rasm) o'rnatiladi. U kon suvi to'planadigan, ya'ni karyerning pastki qismida yoki pog'onalarda joylashtiriladi.

Karyer suv chiqarish qurilma nasos stansiyasi 7, ochiq suv to'plangich 3, suv so'rilish 5 va suv haydalish 8 quvurlardan iborat. Nasos stansiyasida nasos 6, elektr yuritgich 10 va nasosni ishga tushirish jixozlari 9 joylashtirilgan.

Yordamchi nasos 4, nasos va suv so'rilish quvurini suv bilan to'ldirish uchun qo'llaniladi.

Karyer maydonidagi kon suvi zavur 1 bo'ylab ochiq suv to'plagich tomonga qarab oqib keladi. U quvur 2 orqali o'tib ochiq to'plagichga qo'yiladi. So'ng suv to'plagichga yig'ilgan kon suvi suv so'rilish 5 va haydalish 8 quvuri yordamida nasos 6 orqali yer sathiga chiqarib tashlanadi.

Misol: Respublikamizda eng sersuv hisoblangan Angren ko'mir razrezidan ikkita nasos stansiyasi o'rnatilgan, Shimoliy va janubiy nasos stansiyalari. Shimoliy nasos stansiyasida har birining soatlik unumdorlik $1250 \text{ m}^3/\text{s}$ bo'lgan 4 ta Д 1250/125 va Janubiy nasos stansiyasida esa har birining soatlik unumdorligi $850 \text{ m}^3/\text{s}$ bo'lgan. 8-ta ЦНСТ- 850-240 turdagi nasos o'rnatilgan.

Ikkala nasos stansiyalari bilan yil davomida $5 \div 6 \text{ mln. m}^3$ kon suvi yer sathiga chiqarib tashlanadi.

Angren ko'mir razrezining yillik ishlab chiqarish quvvati 3–4 mln.t atrofida. Unda har bir tonna ko'mirmi qazib olish uchun taxminan $1,6 + 2 \text{ m}^3$ kon suvini yer sathiga chiqarib tashlash kerak bo'ladi.

5.3. Suv chiqarish ishining tashkil qilishni texnologik sxemalari

Konchilik korxonalarida kon suvinı yer sathiga chiqarib tashlash ishini tashkil qilish uning texnologik sxemasi asosida bajariladi. Texnologik sxema konlarda foydali qazilmani qazib olish ishi olib boriladigan qavatlarida (горизонт) soni, konning chuqurligi suv oqimining miqdori va uning kimyoviy xossalari hamda suv chiqarish qurilma uskunalarining texnikaviy ko'rsatgichlari asosida tuziladi.

a) Foydali qazilmani qazib olish ishlari bir qavatda olib boriladigan konlarda kon suvinı yer sathiga chiqarib tashlash ishining texnologik sxemasi:

konning chuqurligi - H_{sh} , m;

kon suvi oqimi - Q , $m^3/soat$;

nasosning unumdorligi - Q_n , $m^3/soat$;

nasosning zo'riqmasiga - H_n , m; bog'liq bo'lib, uning sxemasi quydagicha ko'rinishlarda bo'lishi mumkin:

1) Bir nasos va suv quvuridan tashkil topgan sxema (5.5a - rasm). Bu sxema chuqur bo'lmagan ya'ni $H_{sh} < H_n$ va suv oqimi yuqori bo'lmagan $Q > Q_n$ konlarda qo'llaniladi. Kon suvi bitta nasos bilan yer sathiga chiqarib tashlanadi.

2) Ikki va undan ko'p nasoslarni suv quvur bilan parallel ulab tashkil qilingan sxema (5.5b-rasm). Suv chiqarish ishi bu sxema bilan tashkil qilinganda, kon suvi bitta suv quvurga parallel ulangan ikki yoki undan ko'p nasoslar bilan yer sathiga haydab chiqariladi. Bu sxema chuqur bo'lmagan $H_{sh} < H_n$ sersuv $Q < Q_n$ konlarda qo'llaniladi.

3) Ikki va undan ko'p nasoslarni suv quvur bilan ketma - ket ulab tashkil qilingan sxema (5.5v-rasm). Bu sxema suv oqimi yuqori bo'lmagan ($Q > Q_n$) chuqur konlarda ($H_{sh} > H_n$) qo'llaniladi. Kon suvi yer sathiga ketma-ket ulab ishlatiladigan nasoslar va suv quvur bilan haydab chiqariladi.

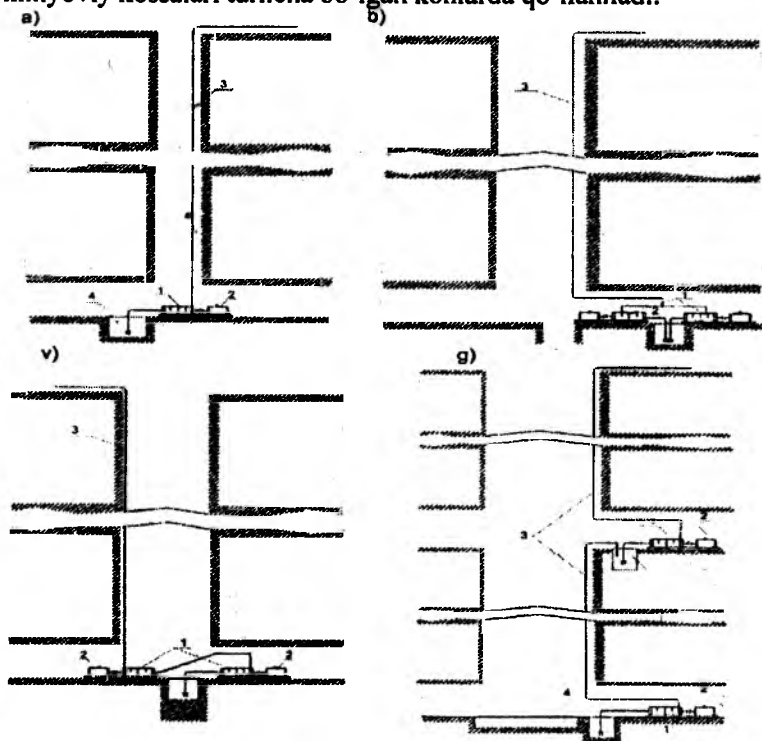
4) Bosqichma - bosqich suv chiqarish sxemasi (5.5g-rasm). Suv chiqarish bu sxema bilan tashkil qilingan hollarda nasoslardan biri shaxta stvolining oralig'ida o'rnatiladi. Pastga o'rnatilgan nasos bilan kon suvi oraliqdagi suv to'plagichga haydab chiqariladi. So'ng u oraliqda o'rnatilgan nasos bilan yer sathiga chiqarib tashlanadi.

Suv chiqarish ishining bu ko'rinishdagi sxemasi yuqori bosimga bardosh bera oladigan suv quvur bo'lmagan hollarda qo'llaniladi.

b) Foydali qazilmani qazib olish ishlari bir vaqtda bir necha qavatlarida olib boriladigan konlarda suv chiqarish sxemasi, qavatlar soni, har bir qavatdagi suv oqimi, ularning kimyoviy xossalari hamda

qavatlar orasidagi balandlikka bog'liq. Foydali qazilmani qazib olish ishlari ikki qavatda olib boriladigan konlarda qo'llanilishi mumkin suv chiqarish ishini tashkil qilish sxemalari 5.6-rasmda ko'rsatilgan.

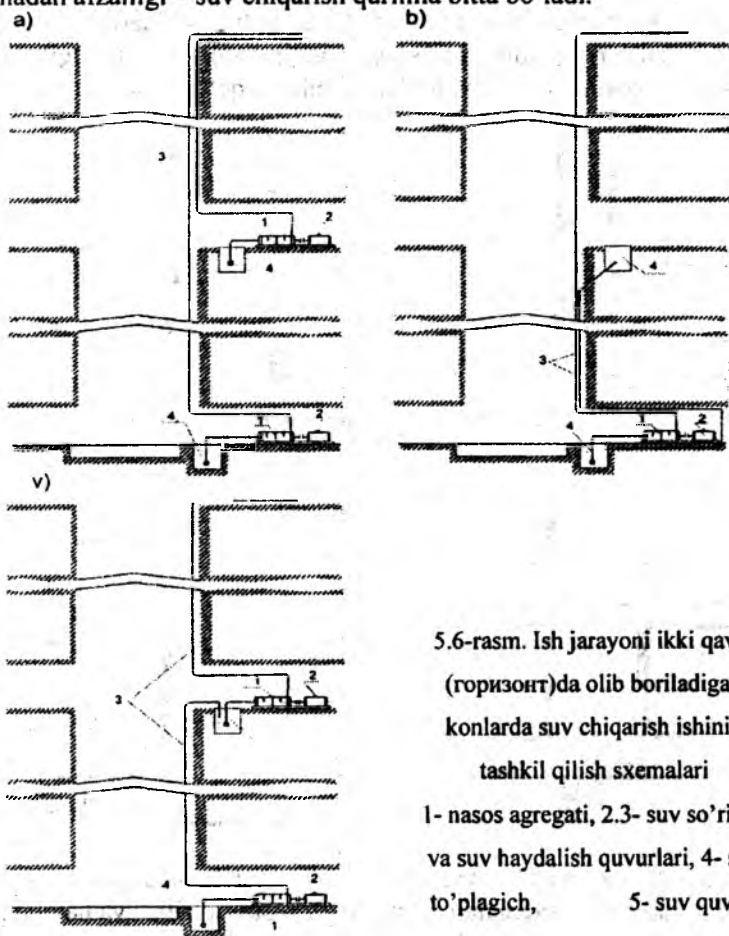
1) Har bir qavatdagi kon suvini alohida chiqarib tashlash sxemasi (5.6 a-rasm). Bunda har bir qavatda suv chiqarish qurilma o'rnatiladi. Qavatlardagi kon suvlari alohida qurilmalarning suv to'plagichida yig'iladi. So'ng ular har bir qavatdan alohida suv so'rilish 2 va haydalish 3 quvurlari yordamida nasoslar 4 orqali yer sathiga chiqarib tashlanadi. Bu sxema har bir qavatdagi kon suvlarining miqdori kam farq qiladigan va kimyoviy xossalari turlicha bo'lgan konlarda qo'llaniladi.



5.5-rasm. Ish jarayoni bir qavatda olib boriladigan konlarda suv chiqarish ishini tashkil qilish sxemalari. 1- nasos, 2,3- suv so'rilish va haydalish qurilmalari, 4- suv to'plagich.

2) Bitta nasos qurilma bilan kon suvini chiqarib tashlash sxemasi (5.6 b- rasm). Yuqori qavatdagi kon suvi bir joyga to'planadi. Keyin

quvur 5 orqali suv chiqarish qurilmaning suv to'plagichiga oqib tushadi. Suv chiqarish qurilma pastki qavatda joylashadi. Qurilmaning suv to'plagichida pastki va yuqori qavatlardagi kon suvlari to'planadi. So'ng suv so'rilish 2 va suv haydalish 3 quvurlari yordamida nasos 1 orqali yer sathiga chiqarib tashlanadi. Bu sxema yuqori qavatdagi kon suvi miqdori pastki qavatdagidan kam bo'lgan konlarda qo'llaniladi. Uning birinchi sxemadan afzalligi – suv chiqarish qurilma bitta bo'ladi.



5.6-rasm. Ish jarayoni ikki qavat (горизонт)da olib boriladigan konlarda suv chiqarish ishining tashkil qilish sxemalari

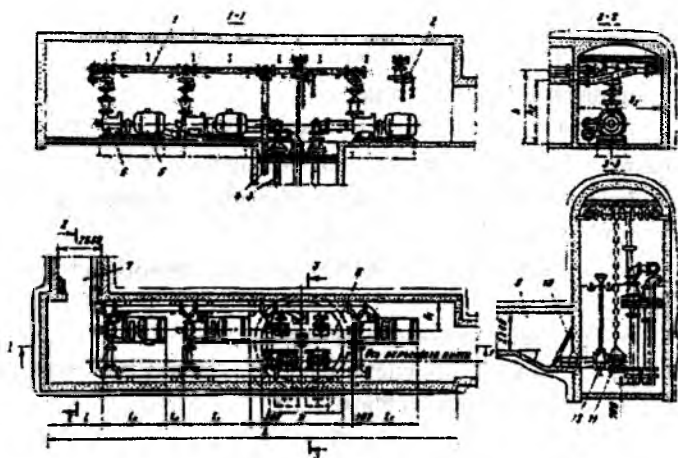
1- nasos agregati, 2,3- suv so'rilish va suv haydalish quvurlari, 4- suv to'plagich, 5- suv quvur.

3) Bosqichma-bosqich suv chiqarish sxemasi (5.6v- rasm). Bu sxemada har bir qavatda suv chiqarish qurilma joylashtirilgan. Pastki qavatdagi kon suvi shu qavatdan qurilma bilan yuqori qavatdagi suv

to'plagichga chiqariladi. U yerda pastki va yuqori qavatlardagi kon suvlari to'planadi. So'ng ular yuqori qavatdagi suv chiqarish qurilma bilan yer sathiga chiqarib tashlanadi. Bu sxema pastki qavatdagi kon suvining miqdori yuqori qavatdagidan kam bo'lgan konlarda qo'llaniladi. Agar qavatlardagi kon suvlarining kimyoviy xossalari turlicha bo'lgan konlarda suv chiqarish ishini tashkil qilish 5.6 a-rasmda ko'rsatilgan sxema bilan amalga oshiriladi.

5.4. Nasosxona, suv so'rilish qudug'i va suv to'plagich

Suv chiqarish qurilmalarning elektr mexanik uskunalari, elektr jihozlari va avtomatlashtirish vositalari stvol atrofi qo'rasida maxsus kovlangan lahim – nasosxonada joylashadi. Nasosxona lahim – 8 (5.1-rasm) orqali stvol atrofi qo'ra va quvur yo'lagi – 4 orqali shaxta stvoli bilan birlashgan bo'ladi. U toza havo oqimi bo'lgan stvol atrofi qo'rasida va yer osti podstansiya bilan yonma-yon joylashgan bo'ladi. Suv bosish havfini oldini olish maqsadida nasosxona stvol atrofi qo'rasida bilan suv o'tkazmaydigan eshik orqali birlashadi va u asosiy kon lahimdan 0,5 m. balandlikda joylashadi.



5.7- rasm. Nasosxonada nasos agregatlarining joylashish sxemasi
 1-suv haydalish quvuri, 2- ko'tarish moslamasi, 3- suv so'rilish quvuri,
 4- suv haydalish quvuridan suvni tushurish quvuri, 5-elektr yuritgich, 6-
 nasos 7- quvur yo'lagi, 8- suv so'rilish, 9- suv to'plagich, 10- panjara,
 11- yordamchi nasos, 12-bekitgich.

Qurilmaning elektr mexanik uskunalarini nasosxonaga tashib kiritish uning polida temir yo'l yotqizilgan va yuklarni tushirish-yuklash uchun esa ko'tarish moslamasi o'rnatiladi.

Nasosxonaning (5.7-rasm) geometrik o'lchamlari (uzunligi, eni va balandligi) o'rnatilish kerak bo'lgan nasos agregatining soni va ularning o'lchamlari asosida topiladi.

- Uzunligi

$$L = l + n \cdot l_1 + (n - 1) \cdot l_2 + l_3; \quad m(5.4)$$

- Eni

$$B_n = b_1 + b_2 + b_3; \quad m(5.5)$$

- Balandligi

$$h = h_\psi + h_n + h_m + h_p; \quad m(5.6)$$

Bu yerda: l - quvur nasosxonadan chiqadigan tomonidagi devor bilan nasos oralig'idagi masofa, m. $l=2 \div 2.5$ m. oralig'ida qabul qilinadi;

l_1 - nasos agregati uzunligi $l_1 = l_n + l_o$;

l_n - nasos uzunligi ;

l_o -elektr yuritgich uzunligi;

n - nasos agregatlari soni;

l_2 - nasos agregatlari oralig'dagi masofa $l_2=1.5 \div 2$ m;

l_3 - nasosxona devori bilan nasosgacha bo'lgan masofa. U joriy ta'mirlash ishlarini bajarish uchun qoldiriladi. $l_3=2.5 \div 3$ m oralig'da bo'ladi.

b_1 - nasos poydevoridan nasosxona devorigacha bo'lgan masofa, m;

b_2 - poydevorning eng katta eni, m;

b_3 - nasos poydevoridan suv surilish tomonidagi devorigacha bo'lgan masofa, m;

h_ψ -poydevor balandligi, m;

h_n - nasos (elektr yuritgich) balandligi, m;

h_m - nasos (elektr yuritgich)ning eng baland nuqtasidan yuk ko'tarish mashinagacha bo'lgan balandlik, m;

h_r -yuk qo'tarish mashina o'rnatilgan rels balandligi, m;

Nasosxonada nasos agregatlari poydevorga anker boltlari bilan mustahkamlangan temir ramada o'rnatiladi.

Poydevor hajmi quyidagi empirik formula bilan hisoblanadi:

$$V_n = 2,5 \cdot G \text{ m}^3 \quad (5.7)$$

Bu yerda: G-nasos va elektr yuritgichning umumiy massasi, kg.
Poydevor chuqurligi:

$$h_n = \frac{V_n}{(b_2 + 2 \cdot 0,15) \cdot (l_1 + 2 \cdot 0,15)} - h; \text{ m} \quad (5.8)$$

Bu yerda: 0.15- poydevor mustahkam bo'lishi uchun agregat o'lchamlariga qo'shiladigan masofa, m;

Kon lahimlariga sizib chiqadigan yer osti suvlar nasosxona yonida joylashtiriladigan suv to'plagichda yig'iladi. Xavfsizlik qoidalariga binoan suv to'plagich ikki qanot (bo'lak) dan iborat bo'lib, ulardan biri ishchi ikkinchisi esa zahira qanotlar hisoblanadi. Normal suv oqimi vaqtida suv to'plagichning zahira qanoti bo'sh bo'lishi kerak. Suv to'plagichning har bir qanot hajmi bosh suv chiqarish qurilmalarda 4 soatlik, yordamchi suv chiqarish qurilmalarda esa 2 soatlik normal suv oqimi hajmidan kam bo'lamasligi kerak. Uning ko'ndalang kesim yuzasi, suv to'plagich hajmi 1500 m^3 gacha bo'lsa bir yo'lli shtrek kesimi va undan ko'p bo'lgan hollarda ikki yo'lli shtrek kesimiga teng qilib olinadi.

Suv to'plagichda suv oqimi tezligi nihoyatda kichik ($2 \div 5 \text{ mm/sec}$) bo'lganligi sababli kon suvi tarkibidagi mexanik aralashmalar uning tubiga cho'kadi.

Suv to'plagich nasosxonaga nisbatan $5 \div 6 \text{ m}$ chuqurlikda joylashadi va u vaqti – vaqti bilan mexanik cho'kindilaridan tozalab turiladi.

Mexanik cho'kindilardan tozalangan suv suv to'plagichdan panjara – 10 va bekitgich – 11 o'rnatilgan quvur orqali suv so'rilish qudug'iga oqib o'tadi (5.7-rasm). Suv so'rilish qudug'i nasosxonada o'rnatilgan nasoslarning har biriga alohida yoki umumiy bo'lishi mumkin.

Suv so'rilish qudug'i umumiy bo'lgan hollarda uning shakli doira ko'rinishida bo'lib, diametri nasosxona eniga teng qilib olinadi va sirti qalinligi 300 mm. kam bo'lmagan beton qorishma bilan mustahkamlanadi.

Suv chiqarish qurilmaning ishonchli ishlashi uchun suv so'rilish quvurida o'rnatilgan qopqoq suv sathidan 0,5 m. chuqurlikda, mayda cho'kindilarni so'rib olmasligi uchun quduq tubidan 0,5 m. yuqorida hamda sirtidan 0,3 m. olisda bo'lishi tavsiya etiladi.

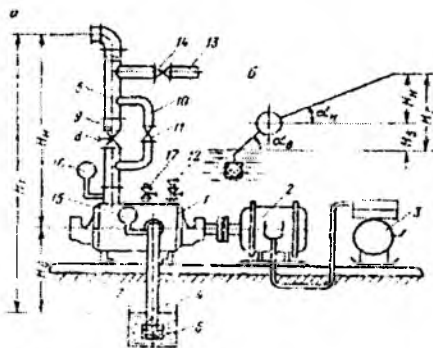
6-bob. Suv chiqarish qurilmalar va ularning jihozlari

6.1. Suv chiqarish qurilma jihozlari

Konchilik korxornalari suv chiqarish qurilmalarda aksariyat markazdan qochma nasoslar qo'llaniladi. Ushbu turdagi nasoslar bilan jihozlangan suv chiqarish qurilma (6.1-rasm) nasos – 1, elektr yuritkich – 2, ishga tushirgich (пускатель) – 3, suv so'rilish – 4 va haydalish – 5 quvurlar kabi uskunalardan tashkil topgan.

Suv so'rilish quvurida tozalash to'ri – 6 va qopqoq – 7 tashkil topgan suv so'rilish qopqog'i o'rnatiladi.

Tozalash to'ri kon suvini loyqa va suv o'tlaridan tozalab suv so'rilish quvuriga o'tkazish, qopqoq 7 esa nasosni suv bilan to'latish jarayonida suv quvurini berkitish uchun o'rnatilgan. Nasos ishlab turgan vaqtda suv so'rilish quvurdagi bosim atmosfera bosimidan kichik bo'lganligi hisobiga qopqoq ko'tarilgan holda bo'ladi. Nasos to'xtashi bilan suv quvurdagi suvning massasi ta'sirida u yopiq holatga o'tadi. Suv haydalish quvuri 5 nasosning suv chiqish tomoniga teskari qopqoq 9 va bekitgich (зadвижка) 8 orqali ulanadi. Qurilma ishga tushirilganda suv to'plagichda yig'ilgan kon suvi tozalash to'ri, suv so'rilish quvuri, nasos, bekitgich, teskari qopqoq va suv haydalish quvuri orqali oqib o'tib yer sathidagi suv tindirgichga kelib quyiladi.



6.1-rasm. Suv chiqarish qurilmaning tuzilishi

Bekitgich 8 nasosni ishga tushirish jarayonini yengillashtirish va uning unumdorligini o'zgartirish uchun o'rnatilgan. Nasosni ishga tushirishda bekitgich 8 to'lik bekilgan holda bo'ladi. Unda nasos unumdorligi nolga teng bo'ladi va uni ishga tushirish uchun kamroq quvvat talab qiladi. Buning natijasida nasosni ishga tushirish jarayoni

yengillashadi. Nasos ish g'ildiragi o'zining normal tezligiga erishgandan so'ng bekitgich 8 asta-sekin ochilib zarur bo'lgan unumdorlik o'rnatiladi.

Nasosni ishga tushirishdan oldin suv bilan to'latish zarur. Agar suv haydalish quvurida suv bo'lgan hollarda bu ish quvur 10 va bekitgich 11 bilan amalga oshiriladi. Boshqa hollarda esa nasosning suv bilan to'latish voronkasi 12 orqali bajariladi. Nasosni suv bilan to'ldirish jarayonida nasos ichidagi havo bekitgich 17 orqali atmosferaga chiqib ketadi.

Suv haydalish quvurini ta'mirlashda uning ichida qolgan suv quvur 13 va bekitgich 14 orqali suv to'plagichga tushirib yuboriladi.

Suv chiqarish qurilma ishini nazorat qilib turish uchun suv so'rilish quvuriga vakummetr 15 va suv haydalish quvuriga esa manometr 16 o'rnatilgan.

Suv chiqarish qurilmani ishga tushirish va to'xtatish ishga tushirgich (пускатель) bilan amalga oshiriladi.

Suv to'plagichdagi suvning sathidan suv chiqariladigan joygacha bo'lgan tik masofa to'liq suv chiqarish geometrik (geodezik) balandlik – N_r (6.1v rasm) deyiladi. U geometrik suv so'rilish N_b va geometrik suv haydalish N_H balandliklarining yig'indisiga teng. To'liq geometrik balandlik:

- suv so'rilish va suv haydalish quvurlari tik o'rnatilgan hollarda

$$H_z = H_n \pm H_a; \text{ m (6.1)}$$

- suv so'rilish va suv haydalish quvurlari qiya o'rnatilgan hollarda

$$H_z = l_n \cdot \sin \alpha_n \pm l_a \cdot \sin \alpha_a; \text{ m (6.2)}$$

Bu yerda: l_n, l_a – tegishli ravishda suv haydalish va so'rilish quvurlarining uzunligi, m;

α_n, α_a - suv haydalish va suv so'rilish quvurlarining qiyalik burchaklari

Nasos agregati suv to'plagichga nisbatan yuqorida joylashgan qurilmalarda suv so'rilish balandligi plyus va pastda joylashgan hollarda esa minus ishora bilan olinadi.

6.2. Markazdan qochma nasoslar va ularning asosiy bo'laklari

Markazdan qochma nasoslarning ishonchli ishlash darajasi va iqtisodiy samaradorligi yuqori bo'lganligi uchun ular kon korxonalarda

suv chiqarish ishini tashkil qilishda qo'llaniladi. Markazdan qochma nasoslar quyidagi ko'rsatgichlar bo'yicha tasniflanadi:

A) Konstruktiv tuzilishga ko'ra:

- yaxlit qobiqli;
- yig'ma (seksiyali);
- gorizontal tekislik bo'yicha ochiladigan qobiqli nasoslar.

B) Nasosdan chiqadigan suvning bosimiga ko'ra:

- kam bosimli (suv bosimi 100m.s.u. atrofida);
- o'rta bosimli (suv bosimi 100÷300 m.s.u.);
- yuqori bosimli (suv bosimi 300 ÷1000 m.s.u. va undan yuqori)

nasoslar.

E) Suvni ish g'ildirakga kirishi bo'yicha:

- suv bir tomonlama kiruvchi;
- suv ikki tomonlama kiruvchi nasoslar.

C) Nasos o'qini o'rnatilishiga ko'ra

- gorizontal;
- vertikal o'rnatilgan nasoslar.

F) Kon suvining xossasiga ko'ra:

- neytral;
- ishqoriy;
- kislotali.
- loyqalangan kon suvini haydash uchun mo'ljallangan nasoslar.

G) Ish g'ildirakning o'zaro ulanish bo'yicha:

- ketma-ket ulangan;
- parallel ulangan nasoslar.

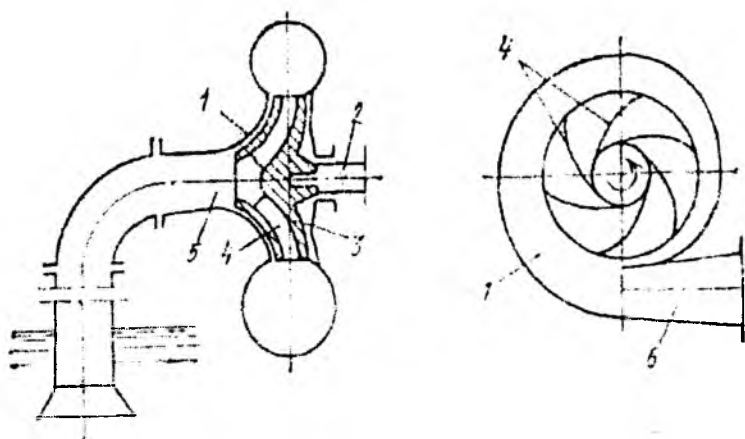
Ish g'ildiraklar o'zaro ketma-ket ulangan nasoslarni yig'ma nasos deyiladi. Uning unumdorligi bitta ish g'ildirakdan oqib o'tadigan suvning miqdoriga teng bo'ladi. Yig'ma nasos ish g'ildiraklarining geometrik o'lchamlari va shakli bir xil bo'ladi. Shuning uchun ish g'ildiraklarining zo'riqmasi $-h_i$ o'zaro teng bo'ladi. Nasosning zo'riqmasi esa ish g'ildiraklar zo'riqmalari yig'indisiga teng. Ya'ni:

$$H = \sum_{i=1}^n h_i \quad (6.3)$$

bu yerda: n –ketma-ket ulangan ish g'ildiraklar soni. U 2 tadan 10 tagacha bo'lishi mumkin.

Ish g'ildiraklar parallel ulangan nasosning zo'riqmasi ish g'ildirakning zo'riqmasiga va unumdorligi esa har bir ish g'ildirakdan oqib o'tadigan suv miqdoriga teng bo'ladi.

Markazdan qochma nasoslar markazlashtirilgan, asosiy, bo'lim, yordamchi va karyer suv chiqarish qurilmalarida qo'llaniladi. U spiral shakldagi qobiq 1, nasos o'qi 2-ga mustahkam o'rnatilgan ish g'ildirak 3, uning oldi va orqa disklari orlig'idagi parraklar 4, suv kirish 5, va suv chiqish 6, kanallari kabi qismlardan iborat (6.9-rasm)



6.2-rasm Markazdan qochma nasos sxemasi

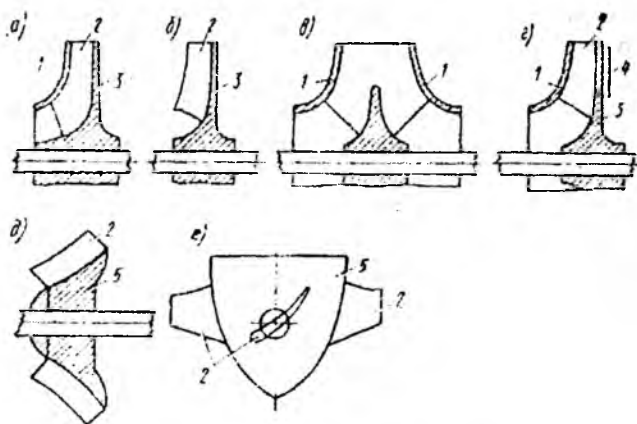
Ish g'ildirak nasosning asosiy qismlaridan biri bo'lib, u nasos o'qiga uzatilgan mexanik energiyani suyuqlikga o'tkazish vazifasini bajaradi.

Suv kirish tomoniga ko'ra ichki g'ildiraklar bir tomonlama (6.3 a,b,e-rasm) va ikki tomonlama (6.3 d,-rasm) suv kiradigan ko'rinishda bo'ladi.

Bir tomonlama suv kiradigan ish g'ildirakga suv bir tomondan va ikki tomonlama suv kiradigan ish g'ildirakga esa suv ikki tomondan kiradi. Shuning uchun ikki tomonlama suv kiradigan ish g'ildirakga kiradigan suv hajmi bir tomonliga qaraganda ko'p bo'ladi.

Konstruktiv tuzilishi bo'yicha ish g'ildiraklar yopiq (6.3 a,d,e,-rasmlar), yarim ochiq (6.3 b-rasm), diagonal (6.3 d-rasm) va o'q yo'nalishda (6.3 e-rasm).

Yopiq ish g'ildiraklar uch turga bo'linadi. Bular bir tomonlama suv kiradigan 6.3 a-rasm, ikki tomonidan suv kiradigan 6.3 d-rasm va impellerli yopiq ish g'ildiraklar.



6.3-rasm. Paralel nasoslarning ish g'ildiraklari

a- bir tomonlama suv kiradigan yopiq, b- yarim ochiq, e- impellerli, d- diagonal, e- o'q yo'nalishdagi.

Bir tomondan suv kiradigan (6.3 a-rasm) yopiq ish g'ildirak oldi 1 va orqa 3 disklar hamda ularning oralig'ida o'rnatilgan parraklar 2 dan iborat. Orqa diskning o'q bilan mustahkamlanadigan joy gubchak (втулка) deyiladi. Ish g'ildirak nasos o'qiga orqa disk gubchagi orqali o'rnatiladi va u pona bilan mustahkamlanadi.

Ikki tomondan suv kiradigan yopiq ish g'ildirak (6.3 d-rasm) ikki tashqi disklar 1 va bitta ichki diskdan hamda parraklardan tashkil topgan. Ish g'ildirak nasos o'qiga ichki disk orqali o'rnatiladi.

Yopiq ish g'ildirakning uchinchi ko'rinishi 6.3 e-rasmida ko'rsatilgan va uni impellerli ish g'ildirak deb ataladi. Uning orqa diski- 5 ning tashqi tomoniga maxsus xalqasimon disk- impeller 4 o'rnatilgan. U o'q yunalishda paydo bo'ladigan kuchlarni muvozanatga keltirish va zichlamaga qattiq zarrachalar tushishidan saqlash uchun o'rnatiladi.

Yopiq ish g'ildiraklar toza suvni haydab chiqaradigan nasoslarda qo'llaniladi.

Yarim ochiq ish g'ildirak (6.3 b-rasm) yopiq ish g'ildirakdan oldingi disk bo'lmasligi bilan farq qiladi. Parraklar, qobig'ning oldingi disk vazifasini bajaruvchi diskga o'rnatiladi. Bu masofa parraklarni harakat vaqtida qobig'ga tegib ketmasligini ta'minlaydi.

Yarim ochiq ish g'ildirak nasos o'qiga orqa disk gubchagi orqali o'rnatiladi. U aralashma va loyqalangan suyuqliklarni haydash uchun ishlatiladigan nasoslarda qo'llaniladi.

Diagonal ish g'ildirakning orqa qismi gubchak shakliga ega. Uning oldi tomoniga, o'qga nisbatan 45° atrofida, parraklar o'rnatilgan. Ish g'ildirak yopiq yoki ochiq ko'rinishda bo'lishi mumkin.

O'q yo'nalishdagi ish g'ildirak (6.3 e- rasm) gubchak 5 va parraklar 2 dan tashkil topgan. U o'q chiziqli turbomashinalarda qo'llaniladi.

Ish g'ildiraklarning parraklar soni toza suvlarni haydash uchun ishlatiladigan nasoslarda 6-8 va aralashmalarni haydash uchun ishlatiladigan nasoslarda esa 2-4 teng bo'ladi.

Ish g'ildirak quyma yoki yig'ma usullar bilan tayyorlanadi.

Quyma usul bilan tayyorlangan ish g'ildirak kanallari qayta ishlov bilan silliqiladi. Ish g'ildirak cho'yandan quyma usul bilan tayyorlanadi. Shu bilan bir qatorda yuqori kuch ta'sirida ishlaydigan ish g'ildiraklar tarkibida marganets bo'lgan chidamli po'latdan ham tayyorlanadi. Ishqoriy va kislota xossasiga ega bo'lgan kon suvi metall bilan reaksiyaga kirishib kimyoviy yemirilish paydo qiladi. Bu yemirilishni oldini olish maqsadida ish g'ildirakning sirlari maxsus material bilan qoplanadi.

Nasos rotori. Markazdan qochma nasoslarning aylanma harakatda bo'ladigan qismini nasos rotori deb ataladi. Nasos rotori (6.4-rasm) mufta yarmi 1, himoya xalqasi 2, o'q 3, yuksizlash (разгрузочный) detali 5, moy urib tushirgich (маслоотбойник) 6 kabi bo'laklardan yig'ilgan bo'lib, nasosning asosiy qismini tashkil qiladi.

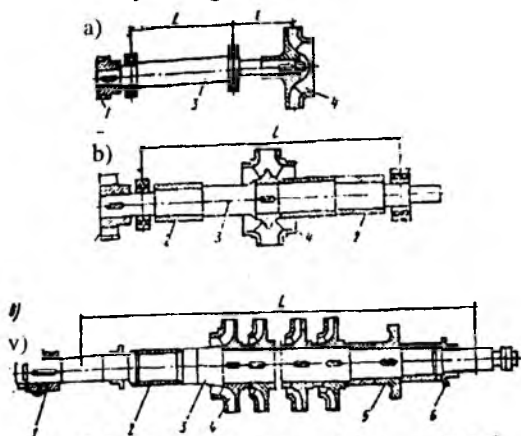
O'q sifatli po'latdan toblab-bolg'alash usuli bilan yasaladi. Keyin unga ishlov beriladi va silliqiladi. Tayyor bo'lgan o'q qizdirilib sovitish yo'li bilan qayta toblanadi.

O'qning ish g'ildirak o'rnatish joyida pona uchun chuqurcha ochilgan. Ish g'ildirak o'qga o'rnatiladi va u pona bilan mustahkamlanadi. Yig'ilgan nasos rotori podshipniklar orqali rotor tayanchiga o'rnatiladi.

Nasos rotori mufta yarmi orqali elektr yuritgich rotoriga o'rnatiladigan ikkinchi yarmi bilan ulanadi. Nasos rotori ish g'ildirakning tuzilishi va uning soniga qarab ikki ko'rinishda bo'ladi.

Birinchisi (6.4 a-rasm) – suv bir tomondan kiradigan nasoslarning rotori ish g'ildirakning orqa tomonida joylashgan podshipniklar bilan rotor tayanchiga o'rnatiladi.

Ikkinchisi - suv ikki tomondan kiradigan (6.4 b-rasm) va yig'ma nasoslarning (6.4 v-rasm) rotorlari o'qning ikki tomonida joylashgan podshipniklar bilan rotor tayanchiga o'rnatiladi.



6.4 -rasm. Nasos rotorining tuzilishi

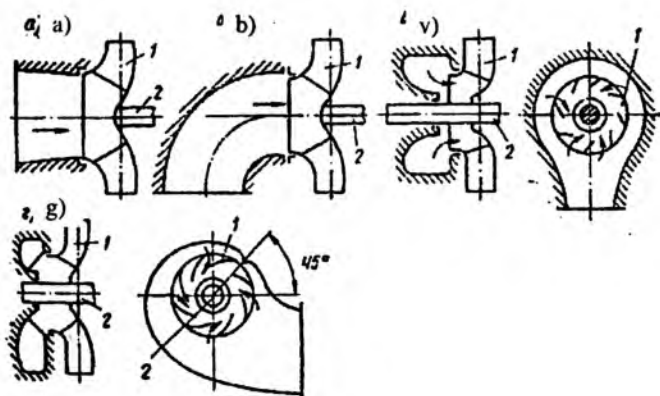
Nasos qobig'i. Nasosning barcha qismlarini o'zida jamlashtiruvchi va suvni ish g'ildirakga kirish hamda undan chiqqan suvni suv haydalish quvuriga chiqarish vazifasini bajaruvchi bo'lagi nasos qobig'idir. Nasos qobig'i kirish va chiqish suv kanallaridan tashkil topgan. Kirish va chiqish suv kanallarining tashqi tomoniga suv so'rilish va suv haydalish quvurlari ulanadi.

Nasosning suv so'rilish quvuri bilan ulangan joydan to ish g'ildirakgacha bo'lgan oraliq kirish (so'rish) kanali deyiladi.

U suvni ish g'ildirakga uzatib berish vazifasini bajaradi va uning konstruktiv tuzilishi o'q yo'nalishda (6.5 a-rasm), tirsakli (6.5 b-rasm), yonlama xalqasimon (6.5 v-rasm) va yonlama yarimspiral (6.5 g-rasm) ko'rinishda bo'lishi mumkin.

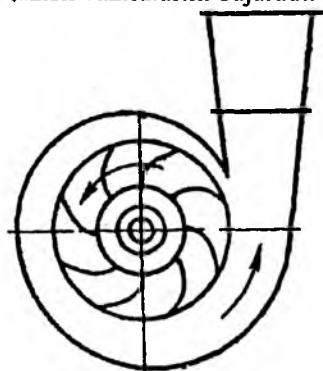
O'q yo'nalishidagi kirish kanalning (6.5 a-rasm) gidravlik qarshiligi kam, lekin bu ko'rinishdagi kirish kanali bilan yig'ilgan nasosning geometrik o'lchamlari katta bo'ladi. Yonlama xalqasimon (6.5 v-rasm) kirish kanalning gidravlik qarshiligi katta va nasosning o'lchamlari esa kichik bo'ladi. Bu esa nasosning suv kirish va chiqish tomonlarini qulay joylashtirish imkonini yaratadi.

Ish g'ildirakga suv ikki tomondan kiradigan nasoslarda yonlama yarim spiral (6.5-rasm) kanali qo'llaniladi. U ish g'ildirakga suvni bir me'yorda kirishini ta'minlaydi.



6.5-rasm Kirish kanalini sxemalari

Ish g'ildirakdan chiqadigan suv oqimi qobig'ining suv chiqish kanaliga oqib o'tadi. Markazdan qochma nasoslarining suv chiqish kanali ish g'ildirak parraklar oralig'idan chiqadigan suv oqimlarini to'plash, ularga umumiy yo'nalish berish va suv haydash quvuriga o'tkazish vazifalarini bajaradi.



6.6-rasm. Spiralsimon va xalqasimon suv chiqish kanali

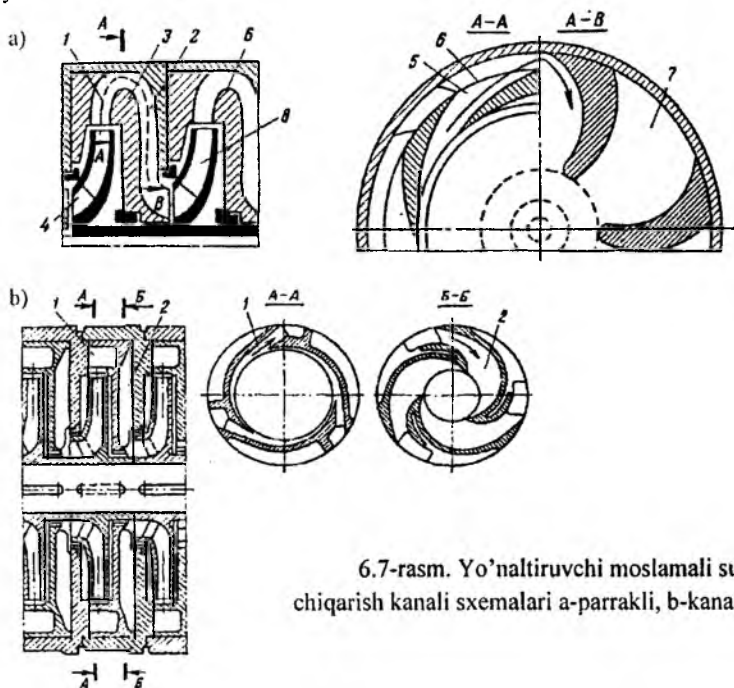
Suv chiqish kanali konstruktiv tuzilishiga ko'ra spiralsimon xalqasimon va yunaltiruvchi aparatli kanallar ko'rinishda bo'ladi. Spiralsimon suv chiqish kanali (6.6- rasm). U nasos qobig'idagi spiral ko'rinishdagi kanal bo'lib, ish g'ildirakni aylanma bo'ylab to'liq qoplab olgan. Qobig'ining suv haydaliq quvuri bilan ulanadigan tomoni diffuzor ko'rinishda bo'ladi. Ish g'ildirak parraklari oralig'idan chiqadigan suvlar spiralsimon qobiq3-da yig'ilib, umumiy yo'nalishda, diffuzor 5-orqali suv haydaliq quvuriga qarab o'tadi.

Spiralsimon qobig'ining kesim yuzasi, parraklar oralig'idan chiqadigan suvlarning hisobiga kengayib boradi.

Xalqasimon qobiq-kesim yuzasi o'zgarmaydigan qobiqdır. Uning suv chiqish kanali xam spiralsimon suv kanali kabi ish g'ildirakni aylana bo'ylab to'liq qoplagan va diffuzor bilan tugallanadigan kanaldır. Xalqasimon chiqish kanali loyqalangan suvlarni haydash uchun ishlatiladigan nasoslarda qo'llaniladi.

Yo'naltiruvchi moslamali suv chiqish kanali ko'p bosqichli nasoslarda qo'llaniladi. U ikki ko'rinishda bo'ladi. Bunday konstruktiv tuzilishidagi suv chiqish kanallar ko'p bosqichli nasoslarda qo'llaniladi va nasosning har bir ish g'ildiragi uning ichida joylashadi.

Yo'naltiruvchi moslama bir vaqtda oqimning dastlabki ish g'ildirakdan chiqish va keyingi ish g'ildirakga kirish kanallari vazifasini o'taydi.



6.7-rasm. Yo'naltiruvchi moslamali suv chiqarish kanali sxemalari a-parrakli, b-kanalli

Parrakli yo'naltiruvchi moslama (6.7-rasm). U chiqish – 1 va keyingi ish g'ildirakga kirish – 2 kanallar hamda ularni ajratib turuvchi diafragma – 3 dan iborat. Nasosning ishlash vaqtida ish g'ildirak – 4 dan chiqadigan oqim parraklar oralig'idagi kanal – 5 kiradi. Ajratish

diafragmaning yuqori – 6 qismida oqim o‘z yo‘nalishini teskari tomonga o‘zgartirib kanal – 7 ga kiradi. Bu kanal orqali oqim keyingi ish g‘ildirakning kirish kesimiga yo‘naladi.

Oqimning parraklari oralig‘iga qulay sharoitda kirish uchun moslama eni ish g‘ildirak eniga nisbatan 1-2 mm. kattaroq va ish g‘ildirakning tashqi aylanasi o‘rtasidagi radial oraliq esa 3-4 mm. atrofida olinadi. Parraklar soni ish g‘ildirakning parraklar sonidan bittaga kam olinadi. Oqimni parraklar oralig‘iga zarbsiz kirishini ta‘minlash maqsadida uning kirish burchagi nasosdan chiqadigan oqimning chiqish burchagiga teng qilib olingan.

Kanalli suv chiqish kanali (6.7 b-rasm) parrakli suv chiqish kanaliga nisbatan ixchamligi bilan farqlanadi. Bu ko‘rishdagi suv chiqish kanalida parraklar bilan suv chiqish 1 (A-A kesim) va suv kirish 2 (B-B kesim) kanallar hosil qilingan. Suv chiqish kanali 1 va kirish kanali 2 o‘zaro bog‘lanib, umumiy kanalini tashkil qilgan. Dastlabki ish g‘ildirakdan chiqadigan suv oqimi umumiy kanal orqali keyingi ish g‘ildirakga kiradi. Bu ko‘rinishdagi suv chiqish kanali ixcham va gidravlik yo‘qotishlar kam bo‘lganligi sababli ko‘proq qo‘llaniladi.

6.3. Markazdan qochma nasoslar

Nasos o‘qiga o‘rnatilgan ish g‘ildiraklar soniga ko‘ra markazdan qochma nasoslar ikki guruhga bo‘linadi. Birinchi guruhga ish g‘ildiraklar soni bitta va ikkinchi guruhga esa ularning soni $2 \div 10$ (12) tagacha bo‘lgan nasoslar kiradi. Birinchi guruhga kiradigan nasoslarni bir bosqichli va ikkinchi guruhga kiradiganlarni esa ko‘p bosqichli nasoslar deyiladi.

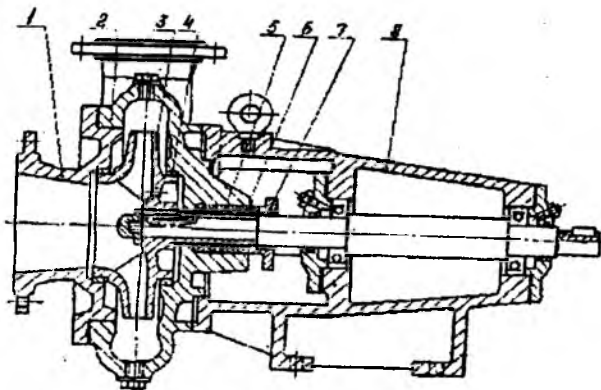
Bir bosqichli markazdan qochma nasoslar. Bir bosqichli nasoslarning rotori bir (6.4 a -rasm) yoki ikki (6.8 b,d-rasm) tayanchga o‘rnatiladi. Rotor bir tayanchga o‘rnatilgan va ish g‘ildirak o‘qning tayanchdan tashqari qismiga mustahkamlangan nasoslarni konsolli bir bosqichli nasoslar deyiladi.

Konsolli bir bosqichli nasoslar xalq xo‘jaligining turli sohalarida qo‘llaniladi. Ular toza kimyoviy aktiv suvlarni, aralashmalarni va loyqalangan suvlarni haydash uchun ishlatiladi.

Konsolli bir bosqichli nasos va uning elektr yuritgichi umumiy ramada alohida yoki birgalikda o‘rnatilishi mumkin. Alohida o‘rnatiladigan konsolli nasoslar - K va birgalikda o‘rnatilgan konsolli nasoslar esa KM harflari bilan belgilangan. KM – konsolli birgalikda (моноблочный) degan ma‘noni beradi. Bu tipdagi nasoslarning elektr

yuritgichi nasosning kronshteyniga ulanib, nasos va elektr yuritgichdan iborat bo'lgan bo'lak (блок) tashkil qilingan. Bu bo'lak nasosning tayanch kronshteyni bilan umumiy ramaga o'rnatilgan.

K – tipidagi konsolli markazdagi qochma nasosning umumiy ko'rinishi 6.8-rasmda ko'rsatilgan. Nasos kirish kanali 1, spiral qobiq 2, ish g'ildirak 3, himoya xalqalari 4, zichlama 5, himoya vtulkasi 6, salnik qopqog'i 7 va tayanch kronshteyni 8 kabi qismlaridan iborat.



6.8-rasm. Konsolli nasos kesimi

O'q va unga pona hamda chap rezbali gayka bilan mustahkamlangan ish g'ildirak 3 birgalikda, nasos rotorini tashkil qiladi. U podshipniklar bilan nasosning tayanch kronshteyniga 8 joylashtirilgan. Tayanch kronshteynning oldi qismiga spiral qobiq 2 va spiral qobiqqa esa suv kirish kanali 1 mustahkam o'rnatilgan.

Suv chiqish kanalini, qobiq bilan birgalikda, 90° , 180° va 270° burish mumkin. Bu nasosni suv haydalish quvuri bilan ulashda qulay sharoit yaratadi.

Ish g'ildirakning oldingi diski bilan suv kirish kanaliva orqa disk bilan qobiq oraliqlariga himoya xalqalari 4 o'rnatilgan. Bu xalqalar suvni, yuqori bosim tomondan past bosimli tomonga oqib o'tishini kamaytirish vazifasini bajaradi.

O'q yo'nalishda paydo bo'ladigan kuchni muvozanatga keltirish uchun ish g'ildirakning orqa qismida bir necha teshikchalar bo'ladi.

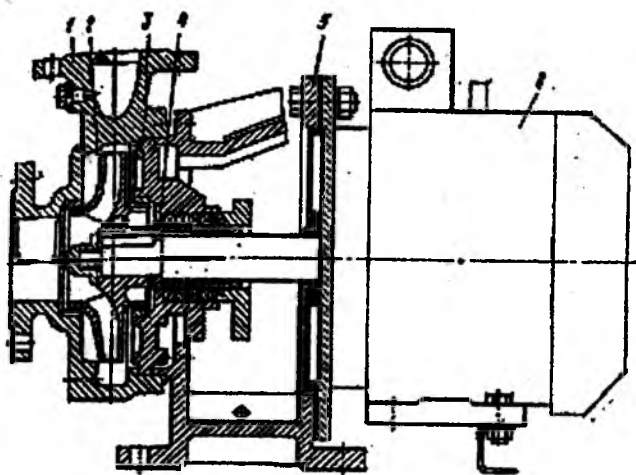
Salnik (zichlovchi moslama) o'q bilan qobiq oralig'ini zichlash uchun o'rnatiladi. Zichlama 6 moyga shimdirilgan yumshoq

materiallardan tayyorlangan bir necha xalqalardan iborat. Ular himoya vtulkasi 6 - ning tashqi sirtiga joylashtiriladi va salnik qopqog'i 7 bilan zichlanadi.

Nasos mufta (rasmda ko'rsatilmagan) orqali elektr yuritgich bilan ulanadi.

Podshipniklar konsistent moy 1-13 yoki litol 24 bilan moylanadi. Moyning hajmi podshipnik o'rnatilgan joy (kopnyc) hajmining 1/3 qismiga teng bo'lish kerak.

KM - tipiga kiradigan konsolli nasosning konstruktiv tuzilishi (3.15-rasm) K - tipiga kiradigan nasoslarga o'xshash bo'lib, u quyidagi bo'laklardan tashkil topgan:



6.9-rasm. KM - tipidagi nasos kesimi.

1 - qobiq; 2 - yopiq ish g'ildirak; 3 - qopqoq; 4 - salnik; 5 - tayanch kronshteyni flanetsi; 6 - elektr yuritgich.

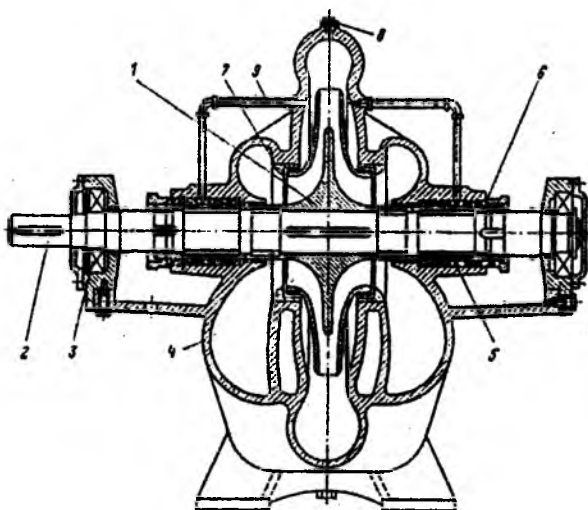
Nasosning ish g'ildiragi 2 elektr yuritgich 6 o'qining uzaytirilgan qismiga mustahkam o'rnatilgan. Elektr yuritgich 6 bilan massa tayanch kronshteynning flanetsi 5 yordamida ulangan va u umumiy ramada o'rnatiladi.

Quvvati 10 kVt gacha bo'lgan nasoslarni o'rnatishda elektr yuritgichni mustahkamlash uchun qo'shimcha tayanch berilmaydi. Boshqa hollarda elektr yuritgichni mustahkam uchun qo'shimcha tayanch beriladi (6.9-rasm).

K va KM – tipdagi nasoslarning unumdorligi $20\div 100\text{ m}^3/\text{soat}$ va zo‘riqmasi $20\div 80\text{ m}$ ni tashkil qiladi. Shuning uchun ular konchilik korxonalarida yordamchi suv chiqarish qurilmalarda qo‘llaniladi.

Bir bosqichli nasoslarning keyingi turi bu ikki tomonlama suv kiradigan nasoslardir. (6.10-rasm)

Ular Д – harfi bilan belgilangan va ikki tomonlama (двухстороннее) suv kiradigan ma’noni bildiradi.



6.10-rasm. Bir bosqichli ikki tomondan suv kiradigan nasosning kesishi.

Nasos ish g‘ildirak 1, o‘q 2, podshipniklar 3, qobiq 4, salnik 5, himoya xalqasi 6, zichlovchi labirint xalqa 7, nasosni suv bilan to‘ldirish teshigi, uning tiqini (пробка) va suv bilan zichlash quvuridan iborat.

Ikki tomonlama suv kiradigan yopiq ish g‘ildirak 1, o‘q 2-ga pona bilan mustahkam o‘rnatilgan. O‘q podshipniklar 3 orqali nasos qobig‘i 4-ga joylashadi. O‘qning chap tomonida mufta o‘rnatiladigan oraliq qoldirilgan.

Nasosning aylanadigan bo‘lagi rotor bilan aylanmaydigan bo‘lagi – qobiq 4 oralig‘i zichlovchi material va salnik 5 bilan zichlanadi.

Ish g‘ildirakning tashqi disklari va qobiq oralig‘ida zichlovchi labirint xalqa 7 joylashtiriladi. Bu xalqani vazifasi ish g‘ildirakdan

yuqori bosim bilan chiqadigan suvni past bosim tomonga oqib o'tishini kamaytirishdan iborat.

Nasosni o'q yo'nalishdagi kuchlardan himoyalash maqsadida himoya xalqasi 6 o'rnatilgan.

Nasosning suv kirish kanali xalqasimon (3.12-rasm) ko'rinishga ega. Suv chiqish kanali esa spiral qobiq bilan tugallanadi.

Suv kirish va chiqish kanallari o'zaro qarama-qarshi tomonlarga qaragan bo'lib, ular o'qga nisbatan 90° da joylashtirilgan. Nasos qobig'i gorizontaal ko'rinishda ochiladi.

Nasos qobig'ining gorizontaal ochilishi, suv kirish va chiqish kanallarini o'qga nisbatan 90° da joylashishi ish g'ildirakning holatini va zarur bo'lgan hollarda uni almashtirish ishlarini nasosni qurilmadan ajratmagan holda bajarish imkoniyatini yaratgan.

Ikki tomonlama suv kiradigan bir bosqichli nasoslarning texnikaviy ko'rsatgichlari 6.1-jadvalda ko'rsatilgan.[7,24]

6.1- jadval

Nasos turi	Unumd orligi m ³ /soat	Zo'riqmasi, m	Suv so'rish balandligi m	F.I. K. %	Aylanis h tezligi ayl/min	Massas i kg.
Д 200-36	200	36	5,5	72	1450	270
Д 200-95	200	95	6,5	70	2950	210
Д 320-50	320	50	4,5	76	1450	370
Д 320-70	320	70	6,0	78	2950	255
Д 500-65	500	65	4,5	76	2950	620
Д 630-90	630	90	6,5	75	1450	730
Д 800-57	800	57	5,0	82	1450	880
Д 1250-65	1250	65	6,0	86	1450	-
Д 1250-125	1250	125	5,5	76	1450	1710
Д 1600-90	1600	90	7,0	85	1450	-
Izoh: Д – ikki tomonlama suv kiradigan, keyinga son nasos unumdorligi va so'nggi son zo'riqmani ko'rsatadi.						

Ikki tomonlama suv kiradigan bir bosqichli nasoslar chuqur bo'lmagan sersuv konlarda qo'llaniladi. Masalan: Angren ko'mir razrezida kon suvini yer sathiga chiqarib tashlash uchun to'rtta Д 1250-125 tipdagi nasoslar o'rnatilgan.

6.4. Ko'p bosqichli markazdan qochma nasoslar

Bu turdagi nasoslarning rotori (6.11- rasm) o'qda ketma-ket o'rnatilgan bir necha ish g'ildirakdan iborat. Ketma-ket o'rnatiladigan ish g'ildiraklar soni 2-10 (12) tagacha bo'lishi mumkin. Nasosga kiradigan suv bu ish g'ildiraklarning har biridan ketma-ket oqib o'tadi. Oqib o'tish jarayonida u har bir ish g'ildirakda ma'lum miqdorda energiya oladi. Shuning uchun ko'p bosqichli nasoslarning zo'riqmasi nasos rotoriga o'rnatilgan ish g'ildiraklar soniga bog'liq.

Masalan, ЦНЧ 300-120 ... 600 tipdagi ko'p bosqichli nasos ish g'ildiraklar soni 2-10 gacha bo'lishi mumkin. Har bir ish g'ildirakning zo'riqmasi 60 m. teng.

Agar nasos ikki ish g'ildirak bilan tashkil qilinsa uning zo'riqmasi 120 m., uchta bo'lsa 180 m., to'rtta bo'lganda 240 m. ... va 10 ta bo'lganda 600 m. teng bo'ladi.

Ko'p bosqichli nasoslar ikki guruhga bo'linadi. Ular yig'ma (секционные) va spiral nasoslardir.

Yig'ma nasos bir xil tuzilishdagi yig'malardan tashkil topgan. Har bir yig'ma ish g'ildirak, suv kirish va suv chiqish kanallaridan iborat bo'lib, nasosning bosqichini tashkil qiladi. Bosqichlar o'zaro ulanib yig'ma nasos hosil qilinadi.

Spiral nasoslarning qobig'i gorizontall ko'rinishda ochiladi. Suv bir bosqichdan ikkinchi bosqichga suv kanali orqali o'tadi.

Yig'ma nasoslar spiral nasoslardan geometrik o'lchamlari va massasi kamligi hamda yig'malar sonini oson o'zgartirish mumkinligi bilan farqlanadi.

Ularning asosiy kamchiligi esa nasosni ta'mirlashda suv so'rish va suv haydash quvurlaridan ajratish zarurligi hamda yig'ish jarayonida bo'laklar oralig'ini nazorat qilish qiyinligidan iborat.

Spiral nasoslarning suv oqib o'tadigan kanallari ancha takomillashganligi sababli ularning foydali ish koeffitsienti yig'ma nasoslarnikiga qaraganda ancha yuqori.

Hozirgi kunda konchilik korxonalarida yig'ma va spiral nasoslar qo'llanilmoqda. Suv oqimi 300-450 m³/soat bo'lgan shaxta va karyerlarda ko'proq yig'ma ko'p bosqichli nasoslar va suv oqimi 450-

1500 m³/soat bo'lgan konlarda spiral ko'p bosqichli nasoslar qo'llanilmoqda.

Ko'p bosqichli yig'ma nasoslar. Bu nasoslar konchilik korxonalarida keng ko'lamda qo'llanib kelinmoqda. Ular kon suvini kimyoviy xossalariga ko'ra uch guruhga ajratilgan.

Birinchi guruhga kiritilgan nasoslar ЦНС (центробежный насос секционный), ikkinchisi ЦНСК (центробежный насос секционный для кислотных вод) va ЦНСГ (центробежный насос секционный для грязных вод) rusumlar bilan belgilangan. Birinchi guruhga kiritilgan nasoslar neytral, ikkinchisi kislotali va uchinchisi loyqalangan kon suvlarini haydab chiqarishga mo'ljallab ishlab chiqarilgan.

Nasos rusumini belgilashda bosh harflardan keyin keladigan son nasos unumdorligini va undan keyinga sonlar uning minimal va maksimal zo'riqlarini belgilaydi.

Masalan: nasos ЦНСК 180-85...425 quyidagicha o'kiladi:

ЦНС – markazdan qochma yig'ma nasos;

К – kislotali kon suvini haydashga mo'ljallab ishlab chiqarilgan;

180 – nasosning unumdorligi, m³/soat;

85 – uning minimal zo'riqmasi, 85 m;

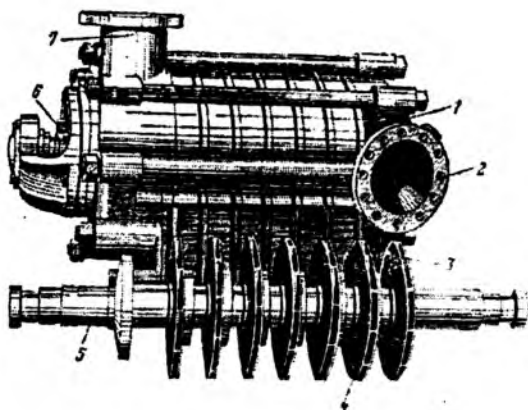
425 – maksimal zo'riqmasi, 425 m.

Markazdan qochma yig'ma nasos (6.11-rasm) yig'ma qobiq – 1, suv so'rilish – 2 va suv haydalish – 7 patrubkalari, parraklar – 3, ish g'ildiraklar – 4, nasos o'qi – 5, zichlamali salnik – 6 kabi asosiy bo'laklarda iborat.

Suv so'rilish patrubkasiga suv haydalish quvurlari ulanadi. Suv so'rilish quvuri orqali so'rilgan suv ish g'ildiraklardan bosqichma-bosqich oqib o'tadi. So'ng u suv haydalish quvuri bilan yer sathiga chiqarib tashlanadi.

Nasos qobig'ining har bir yig'masi (секция) (6.12-rasm) suv yo'naltiruvchi apparat 7, uning qobig'i 9, suv so'rilish 13 va haydalish 6 qopqoqlari, oldingi 12 va orqa 1 kronshteynlardan iborat.

Suv yo'naltiruvchi apparat ish g'ildirakdan radial yo'nalishda chiqadigan suv oqimini o'q yo'nalishiga keltirish va keyingi ish g'ildirakka yo'naltirish vazifasini bajaradi.

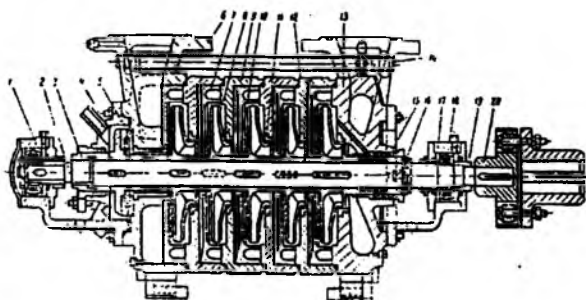


6.11-rasm. Yig'ma nasosning umumiy ko'rinishi.

Yo'naltiruvchi apparat qobiq bilan birga yoki alohida tayyorlanadi. Agar u alohida tayyorlangan bo'lsa, nasosni yig'ishdan oldin uni yig'malariga o'rnatiladi. Yo'naltiruvchi apparat S421-40 markali cho'yandan quyma usul bilan tayyorlanadi.

Yig'malar o'zaro tortib turuvchi boltlar 14 bilan birlashtiriladi. Yig'malarning oralig'i diametri 10 va 6 mm. bo'lgan rezinali tolalar 12 bilan zichlanadi.

Nasos rotori, ya'ni aylanadigan qismi, o'q 2, ish g'ildiraklar 8, yuksizlash (разгрузочный) gardishi 4, masofalovchi (дистанционный) vtulka 5, tayanch xalqa 16, himoya xalqasi 15 kabi bo'laklarda iborat (6.12-rasm).



6.12-rasm. ЦНЧ 180-85...425 va ЦНЧ 300-120...600 nasoslarining kesimi.

Nasos o'qi yuqori sifatli po'latdan toblab-bolg'lash usuli bilan tayyorlanadi. Keyin u silliqalanadi va qizdirish usuli bilan qayta toblanadi. Nasos o'qida pona, podshipniklar o'rnatiladigan joylar va tayanch xalqasi bo'ladi.

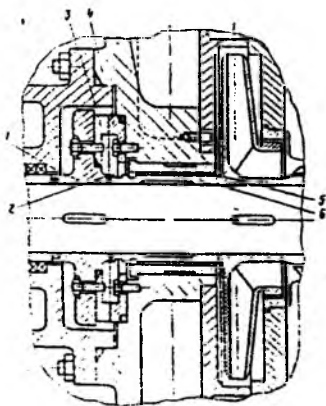
Ish g'ildiraklar yopiq va bir tomonlama suv kiradigan ko'rinishda. Ular C421-40 markali cho'yandan quyma usulda tayyorlanadi va qayta ishlov beriladi. Ish g'ildiraklar o'qga pona yordamida mustaxkam o'rnatiladi. So'ng ular gayka 3 bilan zichlanadi.

Nasos o'qining mufta o'rnatiladigan tomonida va gayka 19 da rotorni o'rnatish uchun nazorat belgilari bor. Bu belgilar o'zaro mos kelganda rotor to'g'ri o'rnatilgan bo'ladi.

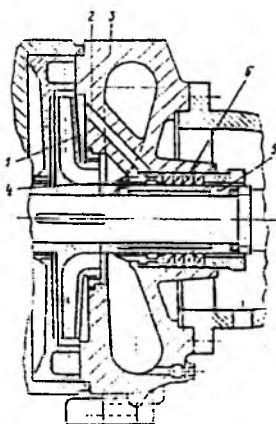
Nasos rotori podshipniklar 18 bilan oldingi 17 va orqa 1 kronshteynlarga o'rnatilgan hamda u mufta 20 orqali elektr yuritgich bilan ulanadi.

Yig'ma nasoslarda suvni atrofga chiqib ketishini kamaytirish maqsadida ichki va tashqi zichlamalardan foydalaniladi.

Ichki zichlamalar har bir ish g'ildirak bilan qobiq yoki o'q oraliqlarini zichlash uchun o'rnatilgan. Zichlama ish g'ildirak bilan o'q, va zichlama 11 esa ish g'ildirakka suv kirish tomoni bilan qobiq oraliqlarini zichlash vazifasini bajaradilar.



6.13 –rasm. Yuksizlash moslamasi.



6.14 –rasm. Suvto'sqich

Tashqi zichlama yog'ga shimdirilgan paxta yoki asbest tolalardan iborat bo'lib u rotor bilan qobiq oralig'ini zichlash uchun o'rnatilgan.

Bundan tashqari yig'ma nasoslarning birinchi ish g'ildiragiga havo so'rilishini oldini olish uchun suvto'sqich (рудпозартор) bo'ladi.

Suvto'sqich 4 (6.14-rasm) xalqasimon vtulka ko'rinishida bo'lib, uning tashqi sirtida aylana bo'yicha yo'nalgan bo'shliq va radial yo'nalishdagi teshikchalari bor. Suvto'sqich suv so'rilish qopqog'i uchidagi kanal 2 orqali birinchi ish g'ildiragining oldi qismidagi bo'shliq 1 bilan birlashgan.

Nasos ishlab turgan vaqtda bir qism suv bo'shliq 1- dan kanal 2, suvto'sqichning aylana bo'yicha yo'nalgan bo'shlig'i va radial yo'nalishdagi teshikchalar orqali oqib o'tib, nasos o'qining tashqi sirti bilan suvto'sqich oralig'ini 5 to'ldiradi. Buning natijasida nasos o'qi bilan qobiq orasida suvli to'sqich paydo bo'ladi va u nasosga havo so'rilishini yo'q qiladi.

Markazdan qochma nasosning ish jarayonida ish g'ildirakning oldingi va orqa diskleri hamda qobiq oralig'idagi bo'shliqlar yuqori bosimli suv bilan to'lgan holatda bo'ladi. Uning ish g'ildirak disklarining yuzasiga ta'siri natijasida qarama-qarshi yo'nalgan kuchlar paydo bo'ladi.

Ular quyidagi ifodalar bilan topiladi:

$$F_1 = P \cdot S_1 \quad \text{va} \quad F_2 = P \cdot S_2$$

bu yerda: P – oraliqdagi suvning bosimi,

S_1 – oldingi diskning yuzasi,

S_2 – orqa diskning yuzasi.

Orqa diskning yuzasi oldingi disk yuzasidan katta ($S_2 > S_1$) bo'lganligi sababli orqa diskka ta'sir etadigan kuch oldingi disknikidan katta ($F_1 > F_2$) bo'ladi. Natijada oldingi disk tarafiga ya'ni suv so'rilish tomoniga yo'nalgan kuch paydo bo'ladi. Bu kuch ayrim nasoslarda 0,15–0,2 MN. gacha bo'lishi mumkin va u nasos rotorini suv so'rilish tomoniga qarab siljitishga harakat qiladi. Markazdan qochma nasoslar o'q yo'nalishidagi kuchdan turli usullar bilan himoyalangan.

Yig'ma nasoslarda o'q yo'nalishidagi kuchni muvozanatga keltirish uchun yuksizlash (разрузочные) moslamasi o'rnatilgan (6.14-rasm). U oxirgi ish g'ildirakdan keyin o'rnatiladi.

Yuksizlash moslamasi nasos o'qiga mustahkam o'rnatilgan disk 1, diskga va qobiqga o'rnatilgan xalqalardan 3 va 4 iborat. Disk St.5 xalqalar esa xromnikelli 4X13 markali po'latdan tayyorlanadi. Ularning yemirilishga qarshi qattqlik darajasini oshirish uchun qayta toblab ishlov beriladi.

Disk 1 va xalqalar 3,4 bilan qobiqda bo'shliq hosil qilingan. Bo'shliqdagi bosim xalqalar oralig'ini o'zgartirish bilan boshqarish mumkin. Buning uchun xalqalar orasini ochish va yopish kifoya.

Yuksizlash moslamani ishlash prinsipi xalqalar oralig'ini o'zgartirishga asoslanadi. Yuqori bosimli suv oxirgi ish g'ildirakning orqa tomonidagi masofalash 6 hamda yuksizlash 5 vtulkalari oralig'i bo'ylab disk 1 va xalqalar 3,4 bilan hosil qilingan bo'shliqqa oqib o'tadi. Yuqori bosimli suvni diskga ta'siri natijasida nasosning suv so'rilish tomoniga qarshi yo'nalgan kuch paydo bo'ladi. Disk nasos o'qiga mustaxkam o'rnatilganligi uchun bu kuch rotorni suv haydalish (suv so'rilish tomonga teskari) tomonga siljitishga harakat qiladi. Kuchning miqdori o'q yo'nalishda paydo bo'ladigan kuchdan katta bo'lgan holda disk rotor bilan birgalikda suv haydalish tomonga suriladi. Buning natijasida xalqalar 3 va 4 oralig'i ochiladi. Bo'shliqdagi suv tashqariga chiqib ketadi va bosim hamda diskga ta'sir etadigan kuch kamayadi. Rotor esa o'q yo'nalishdagi kuch ta'sirida suv so'rilish tomonga suriladi va xalqalar oralig'i bekiladi. Bo'shliqdagi bosim va diskga ta'sir etadigan kuch ortadi. Shu usulda yig'ma nasoslar o'q yo'nalishdagi kuchdan himoyalangan.

Yuksizlash jarayonida rotorni maksimal surilishi – 3 mm.dan oshmasligi shart. Bu masofa nasos o'qida yo'nib qo'yilgan belgi bilan nazorat qilinadi. Nasos rotori, o'qdagi belgini oldingi podshipnik qobig'ining qirrasiga moslab o'rnatiladi. Bu esa rotorni qanchaga surilganligini aniqlashga imkon beradi.

Halqalarni ishqalanib yemirilishi natijasida ular oralig'i kattalashadi. Bu oraliq moslashtirish xalqalari 2 ni birin-ketin olib tashlash bilan o'z holatiga keltiriladi.

Ko'p bosqlikli spiral nasoslar

Ularning konstruktiv tuzilishi yig'ma nasoslarning tuzilishidan:

- ish g'ildiraklar oralig'ida suv yo'naltiruvchi apparatning yo'qligi;
- o'q yo'nalishdagi kuchli muvozanatlash uchun ish g'ildiraklarni moslab o'rnatish mumkinligi;
- yuksizlash moslamasini yo'qligi;
- ikki tomonlama suv kiradigan ish g'ildiraklarni o'rnatish mumkinligi;
- nasos qobig'i gorizontal ko'rinishda ajralishi bilan farqlanadi.

Spiral nasos rotori (6.15 -rasm) ikki tomonlama suv kiradigan ish g'ildirak 3 va bir tomonlama suv kiradigan ish g'ildiraklar 4,5, nasos

o'qi 6, zichlama 15 va salnik qopqog'i 16 kabi kabi bo'laklardan iborat. Rotor podshipniklar orqali tayanch kronshteyniga o'rnatilgan va u mufta 8 orqali elektr yuritgich bilan ulanadi.

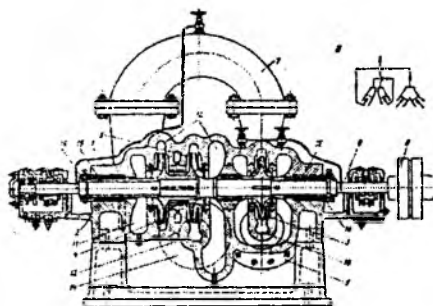
Bir tomonlama suv kiradigan ish g'ildiraklar 4 va 5 nasos o'qiga o'zaro teskari o'rnatilgan. Bu esa har bir ish g'ildirakda paydo bo'ladigan va suv so'rilish tomonga yo'nalgan kuchlarni muvozanatga keltiradi. Shuning uchun spiral nasoslarda, ikki tomonlama suv kiradigan nasoslar kabi o'q yo'nalishdagi kuch paydo bo'lmaydi.

Ikki tomonlama suv kiradigan ish g'ildirak 3 nasosning birinchi va bir tomonlama suv kiradigan ish g'ildiraklar 4 va 5 uning ikkinchi va uchinchi bosqichni tashkil qiladi. Bunday nasoslarda mexanik energiya suvga uch marta uzatiladi.

Nasos qobig'i gorizontall ko'rinishda ajraladigan ikki, 1 va 2 bo'laklardan iborat. Suvni bir ish g'ildirakdan ikkinchisiga yo'naltirishda qo'llaniladigan yo'naltiruvchi apparat vazifasini qobiqdagi spiral kanal 12 bajaradi. Shuning uchun bu nasoslarni spiral nasos deyiladi.

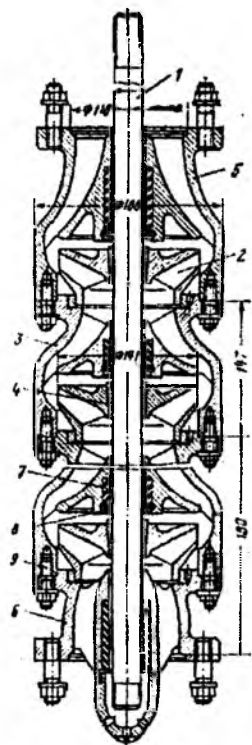
Nasosning suv so'rilish 9, haydalish 14 patrubkalarga suv so'rilish va haydalish quvurlari ulanadi.

Nasos ishga tushirilganda suv so'rilish patrubkasi 9 va spiral shakldagi suv kirish kanali orqali ish g'ildirak 3-ga so'riladi. So'ng u uzatish kanali 7 orqali bo'shliq 11-ga o'tib ish g'ildirak 4-ga kiradi. Undan chiqib qobiqdagi spiral kanal 12 bo'ylab oqib o'tib oxirgi ish g'ildirak 5-ga kiradi. Undan chiqadigan suv spiral qobiq 13, haydash patrubkasi 14 va unga ulangan suv haydalish quvuri bilan yer sathiga chiqarib tashlanadi.



6.15-rasm МД-turdagi
ko'p bosqichli spiral
nasosning kesimi

6.16-rasm. Artezan nasos



Hozirgi kunda unumdorligi 80-1200 m³/soat va zo'riqmasi 65-350 m gacha bo'lgan ko'p bosqichli spiral nasoslarni ishlab chiqarilmoqda. Ular gidrogeologik sharoitlari murakkab bo'lgan ma'dan konlarida suv chiqarish ishini tashkil qilishda keng ko'lamda qo'llanilmoqda.

Tik nasoslar (вертикальные). Ular shaxta stvoli yoki quduqlarni kovlab o'tish jarayonida lahimlarga sizib chiqadigan yer osti suvlari yer sathiga chiqarib tashlashda qo'llaniladi va lahimlarda to'plangan suvning sathidan yuqorida joylashgan holatda ishlatiladi.

Tik nasos rotori o'qqa ketma-ket o'rnatilgan yopiq ko'rinishdagi bir necha ish g'ildiraklardan tashkil topadi.

Shaxta va karyer maydonlarini suvsizlantirish uchun unumdorligi 30-1200 m³/soat gacha bo'lgan ATH, A va HA rusumli artezian nasoslari (6.23-rasm)

qo'llanib kelinmoqda. Nasos, diametri 200-600 mm bo'lgan skvajinada va uning elektr yuritgichi esa yer sathida joylashadi. Elektr yuritgichdan nasosga aylanma harakat suv haydalish quvurida joylashgan va uzunligi 100 m gacha bo'lgan o'q orqali uzatiladi.

Artezian nasos (6.16-rasm) o'q 1, ish g'ildiraklar 2, qobiq 3, konussimon vtulka 4, yuqori 5 va pastki 6 qobiqlar, rezinani podshipniklar 7, prujinali birlashtirgich 8 va birlashtirish shpilkalari 9 kubi bo'laklardan iborat.

Nasos o'qi uzunligi 2,5-3,5 m bo'lgan bo'laklardan tashkil qilingan. Bo'laklar o'zaro mufta orqali ulanadi. Nasos o'qi quvur ichida joylashtirilgan rezinali podshipniklarda aylanma harakatda bo'ladi.

Nasosning ish g'ildiragi bir tomonlama suv kiradigan va yopiq ko'rinishga ega. Uning tashqi diametri skvajina diametri bilan cheklanganadi.

Arteziyan nasoslarning asosiy kamchiligi nasos o'qini quvur ichida joylashishidir. Bu holat nasosni o'rnatish va ekspluatatsiya qilish ishlarini qiyinlashtiradi.

Ikkinchisi. Suvga cho'ktirilgan holatda ishlaydigan tik nasoslar. Bu turdagi nasoslar suvga cho'ktirilgan holatda ishlay oladigan maxsus elektr yuritgich bilan jihozlanadi. Elektr yuritgich konstruksiyasidagi bo'shliqlarni to'ldirgan suvdan, elektr yuritgich cho'lg'amlarini sovitish va podshipniklarni moylash uchun ishlatilgan. Elektr yuritgich cho'lg'amlari namlikka qarshi to'liq muhofazalangan.

Nasosni skvajinada o'rnatishda elektr yuritgich nasosdan pastda joylashadi. Nasoslarni ishlab chiqarishda po'lat va cho'yanni o'rnini bosa oladigan, zanglashga qarshi tura oladigan polipropilen, poliamid, polistiril va yemirilishga qarshi tura oladigan rezina hamda boshqa materiallar qo'llanilgan.

Birlashgan hamdo'stlik mamlakatlari, Rossiya, Ukraina, Qirg'iziston davlatlarida unumdorligi 4–375 m³/soat va zo'riqmasi 500 m. gacha bo'lgan ЭЦВ (электрический центробежный) rusumli nasoslar ishlab chiqariladi. Bu nasoslar skvajinaga tushirilgan va tik holatda ishlatiladi.

Chet el davlatlari Germaniya, Belgiya, Shvetsariya va boshqa mamlakatlarda tik, boshqa holatda (gorizontal, qiya) ishlashi mumkin bo'lgan suvga cho'ktirilgan nasoslar ishlab chiqariladi.

Maxsus nasoslar guruhiga qattiq materiallar bilan suv aralashmasini tashiydigan ko'mir so'rgich (углесос) va loyqalarni haydaydigan nasoslar kiradi. Ular foydali qazilmani gidravlik usulda qazib olishda, ko'mirni tashish, qazib olingan bo'shliqni to'ldirish, suv to'plagichlarni tozalash va boyitish fabrikalarida turli aralashmalarni tashishda qo'llaniladi.

Kattaligi 100 mm gacha bo'lgan ko'mir va suv aralashmasini tashish uchun 10Y4, 12Y10, 14Y7, 12YB6 va boshqa [7] turdagi ko'mir so'rgichlar ishlatiladi. (Bu yerda birinchi son 1:25 masshtabga surilish patrubkasini diametri, mm. Y –harfi ko'mir so'ruvchi (углесос), B –harfi yuqori bosimli (высоконапорный), oxirigi son 1:10 masshtabda nisbiy aylanish tezligi).

12YB6 – rusumli ko'mir so'rgichning tuzilishi ikki bosqichli spiral nasoslarga o'xshash. Uning qobig'i gorizontal ko'rinishda ajraladi.

Qolgan ko'mir so'rgichlar bir bosqichli nasoslarga o'xshash. Faqat ko'mir so'rgich ish g'ildiragiga o'rnatilgan parraklar soni bir bosqichli nasoslarnikiga nisbatan kamroq.

Shuning uchun parraklar oralig'idagi masofa kattaroq bo'ladi va aralashmani oqib o'tishiga qulaylik tug'diradi.

Loyqalarni haydash uchun mo'ljallangan 6III8, 8III8 [7] nasoslarda yopiq va BIIIH 150, IIIH200-1 va IIIH-150-1 nasoslarda esa ochiq ish g'ildirak o'rnatilgan. Bu turdagi nasoslar zarrachaning kattaligi 20 mm gacha va uning miqdori 50% gacha bo'lgan aralashmalarni tashish imkoniyatiga ega. Ularning barcha bo'laklari o'ta qattiq materiallardan tayyorlanadi. Konstruktiv tuzilishi esa, yemirilgan qismlarni tez va oson almashtirishga moslab tuziladi.

6.5. Suv chiqarish qurilma suv quvurlari va ularning tuzilishi

Qurilmaning suv quvuri suv so'rilish va suv haydalish quvurlardan iborat. U yetarli darajada mustahkam, sifatli ulangan, zanglab yemirilishga qarshi turaoladigan, yengil va kam sarf harajatlar talab qiladigan bo'lishi kerak.

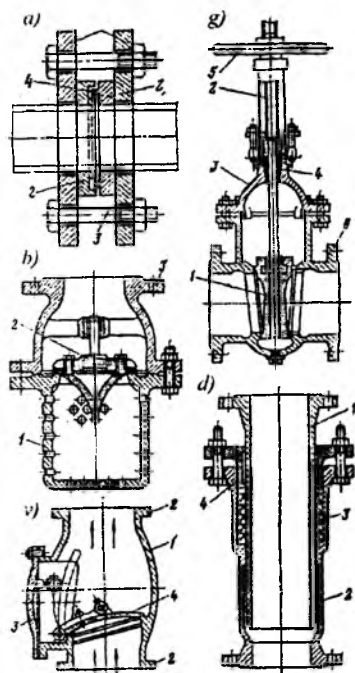
Suv quvurlar diametri 100-600 mm.gacha bo'lgan va 1-10 MPa bosimga chidamli po'latdan tayyorlangan quvur bo'laklaridan (звено) tashkil qilinadi.

Ayrim hollarda, ya'ni suv bosimi 1MPa.gacha bo'lgan qurilmalarda cho'yandan tayyorlangan quvurlarni qo'llash mumkin. Quvur bo'laklari o'zaro flanets orqali ulanadi (3-23a-rasm). Flanets suriladigan 1 va surilmaydigan 2 xalqalardan iborat. Xalqalarning birida aylana shaklidagi bo'rtma ikkinchisida esa chuqurcha 4 mavjud.

Quvur bo'laklarini ulashda chuqurchaga rezina yoki rezinali materialdan tayyorlangan zichma joylashtiladi. So'ng flanets xalqalari boltlar 3 bilan tortib zichlanadi. Suv surilish quvuriga suv surilish qopqog'i (6.17 b-rasm) o'rnatiladi. U teshikchalari aylana shakldagi tozalash to'ri 1 qopqog 2 va flanets 3 -dan iborat. Suv so'rilish qopqog'i 1flanets 3 bilan suv so'rilish quvuriga ulanadi.

6.17-rasm. Quvur jihozlari.

a-flanets, b-suv so'rilish qopqog'i, v-bekitgich, g-teskari qopqoq, d-kompensator



Suv so'rilish quvurida bosim kamayganda ya'ni nasos ishga tushirilganda qopqoq 2 tepaga ko'tariladi. Suv suv so'rilish qopqog'idan o'tib quvur orqali nasosga so'riladi. Nasos to'xtatilganda quvurdagi suvning bosimi bilan qopqoq 2 pastga tushadi va suv o'tish yo'lini bekitadi.

Suv so'rilish qopqog'i sharnirli tarelkasimon va sharsimon ko'rinishda bo'lishi mumkin. Suv haydalish quvuriga bekitgich (зadвижка), teskari qopqoq (обратный клапан) va

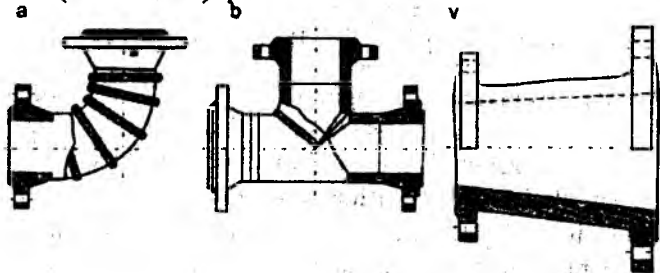
kompensatorlar o'rnatiladi. Bekitgich (6.17 v-rasm) yoki zadviжка to'sqich 1, rezbali shpindel 2, qopqoq 3, salnik 4, maxovik 5 va flanets 6 kabi bo'laklardan iborat. To'sqich 1 rezbali shpindel 2 bilan bog'langan. Shpindelning ikkinchi tomoniga maxovik 5 o'rnatilgan. Maxovik 5 ma'lum yo'nalishda buralganda to'sqich 1 tepaga ko'tariladi va suv yo'li ochiladi. Bekitgich quvur bilan flanets 6 orqali ulanadi. Teskari qopqok (6.17g-rasm) qobiq 1, qopqoq 3 va sharnirli qopqoq 4 qismlardan iborat. Qobiqning ikki tomoni flanetslar 2 shaklida tayyorlangan bo'lib va bu flanetslar bilan teskari qopqoq quvuriga ulanadi.

Nasos normal ishlab turgan sharoitda sharnirli qopqoq 4 ko'tarilgan holatda bo'ladi. Biror sabab bilan nasos ishlamay qolganda quvurdagi suvning bosimi bilan sharnirli qopqoq pastga tushadi. Bu bilan quvurdagi suvni nasosga oqib kelish yo'lini to'sadi va ish g'ildirakni suv haydalish quvuridagi yuqori bosimli suvdan himoyalaydi. Ma'lumki harorat o'zgarishi bilan quvurlarda ichki kuchlanishlar paydo bo'ladi. Bu kuchlanishlar ta'sirida quvur uzayishi (harorat yuqori bo'lganda) yoki qisqarishi (harorat past bo'lganda) mumkin.

Quvurni ichki kuchlanishlar ta'siridan muhofazalash maqsadida kompensatorlar o'rnatiladi. Birinchi kompensator quvurning shaxta stvoli og'zidan 50m. pastki qismida va qolganlari esa 200m. oraliqda o'rnatiladi. Kompensator (6.17 d-rasm) biri ikkinchisiga kiradigan quvurlar 1,2, moy bilan shimdirilgan tolali zichlama 3 va vtulka 4 kabi bo'laklardan iborat. U quvur bilan flanetslar orqali ulanadi.

Ichki kuchlanishlar ta'sirida quvur uzaysa kompensator quvurlarining biri ikkinchisiga ko'proq kiradi, aks hollarda esa biri ikkinchisidan chiqadi. Bu bilan quvur ichki kuchlar ta'sirida uzayish va qisqarishdan himoyalanaadi. Suv so'rilish va suv haydalish quvurlarini o'rnatish jarayonida turli shakldagi quvur jihozlari qo'llaniladi. Masalan:

Quvurni ma'lum burchakka burish kerak bo'lgan joyda tirsak (6,18 a-rasm) uni ikki tomonga ajratishda uchtomonlik (6.18 b-rasm) va diametrlari har xil bo'lgan quvurlarni ulashda konussimon o'tish moslamalar (6.18 v-rasm) qo'llaniladi.



6.18-rasm.Quvur jihozlari: a-tirsak, b-uchtomonlik, v-konussimon o'tish moslama.

Kon suvi kislota xususiyatiga ega bo'lgan (bir litr kon suvi tarkibida 50mg oltingugurt kislotasi bo'lgan) konlarda tarkibida xrom nikel bo'lgan kislotaga chidamli po'latdan tayyorlangan quvurlar qo'llaniladi. Yoki po'latdan tayyorlangan quvurlarning ichki va tashqi sirtlari maxsus materiallar bilan qoplanadi. Qoplama materiali sifatida qo'rg'oshin, yog'och va plastmassalar qo'llaniladi. Quvur zanglash xususiyatiga ega. Uning zanglash darajasi quvur o'rnatilgan joy sharoitiga bog'liq. Yil davomida zanglash darajasi 0,5 mm gacha bo'lsa, muhit kam tajovuzkor va undan ko'p bo'lgan hollarda esa muhit yuqori tajovuzkor hisoblanadi. Yuqori tajovuzkor muhitda o'rnatiladigan quvur va uning jihozlarini tashqi sirti polimer yoki kraska bilan qoplanadi. Hozirgi kunda viniplast va polietiliendan tayyorlanadigan quvurlarni qo'llash masalasi hal qilinmoqda. Ular metall quvurlarga

nisbatan tajovuzkor muhitga chidamligi, gidravlik qarshiliklari va massasi kamligi bilan farqlanadi. Plastmassali quvurlar suv bosimi 1,5-2 MPa atrofida bo'lgan suv chiqarish qurilmalarida qo'llanilmoqda.

Quvurni hisoblash va tanlab olishda uning ichki diametri va quvurning devor qalinligi hisoblanadi. Quvurning ichki diametri sarf tenglamasi asosida topiladi.

$$d = \frac{1}{30} \sqrt{\frac{Q_p}{\pi \cdot v}} \quad ; \quad m \quad (6.3)$$

bu yerda: Q_p - Hisobiy unumdorlik, m^3/soat ;

v - Suv oqimining tejamli tezligi, m^3/soat .

Uning qiymati suv so'rilish quvurida (1,0 + 1,5) m/sek va suv haydaliş quvurida (1,8 + 2,5) m/sek oralig'ida olinadi.[4,15]

Quvurning devor qalinligi quyidagi ifoda bilan hisoblanadi:[19]

$$\delta = 0,5 \cdot d \cdot \left(\sqrt{\frac{R - 0,4P}{R - 1,3P}} - 1 \right) + a \quad ; \quad \text{sm} \quad (3.13)$$

bu yerda: R -quvur chidamligini kafolatlovchi kuchlanish, kg/sm^2 ;

P - hisoblanadigan kesimdagi suv bosimi, kg/sm^2 ;

a - zanglash (коррозия)ni hisobga oluvchi koeffitsient, sm. Po'lat quvurlar uchun $a = (0,1 + 0,2)$ sm.

Quvur chidamligini kafolatlovchi kuchlanish quvur tayyorlangan materialga qarab olinadi va uning qiymati quyidagi jadvalda ko'rsatilgan

6.2.-jadval

Quvur tayyorlangan po'lat	St.2	St.4	St.5	St.6	Cho'yan
$R, \text{kg}/\text{sm}^2$	100-800	200-1000	350-1300	450-1500	200

Hisoblangan ichki diametr va uning devor qalinligi bo'yicha quvur tanlanadi.

Misol. Berilgan: Hisobiy suv oqimi $Q_p = 360 m^3/\text{soat}$

Hisoblash kerak: Suv so'rish quvur diametri d_s

Suv haydash quvur diametri d_H

Yuqoridagi (6.3) ifodaga binoan

$$\text{- Suv so'rish quvur diametri } d_s = \frac{1}{30} \cdot \sqrt{\frac{Q_p}{\pi v_s}} = \frac{1}{30} \cdot \sqrt{\frac{360}{3,14 \cdot 1,2}} = 0,326 \text{ m}$$

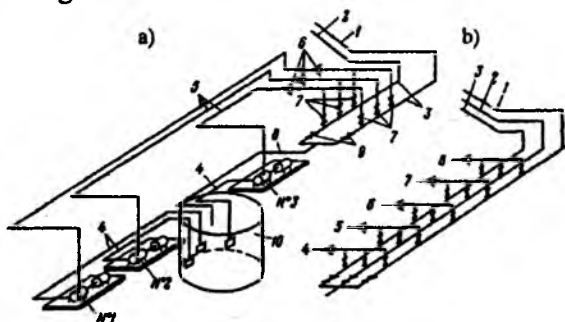
$$- \text{Suv haydalish quvur diametri } d_n = \frac{1}{30} \cdot \sqrt{\frac{Q_p}{\pi v_n}} = \frac{1}{30} \cdot \sqrt{\frac{360}{3,14 \cdot 2}} = 0,252 \text{ m}$$

Hisoblangan ko'rsatkichlar asosida quvur tanlanadi. [21]

Shaxta stvolida o'rnatiladigan suv quvur soni nasos agregatlarining soniga bog'liq. Nasos agregatlarining soni o'z navbatida suv oqimining hajmi va nasosning texnikaviy ko'rsatkichlari asosida topiladi. Masalan suv oqimining hajmi $50 \text{ m}^3/\text{soatdan}$ yuqori va bu suvni bitta ish nasos bilan yer sathida chiqarib tashlash mumkin bo'lgan hollarda nasosxonada uchta bir xil nasos agregati o'rnatiladi. Ulardan biri ishchi, ikkinchisi zahira va uchinchisi ta'mirlashdagi nasos bo'ladi.

Xavfsizlik va texnik ekspluatatsiya qilish qoidalariga [22] ko'ra bitta suv quvurga ikkitagacha nasos ulash mumkin. Bu qoidaga binoan nasos agregatlarining soni uchta bo'lganda suv quvurining soni ikkitadan kam bo'lmasligi kerak. Ulardan biri ishchi va ikkinchisi esa zahira quvurlar hisoblanadi.

Nasos agregatlari bilan suv quvurlarni ulanish sxemasi 6.19-rasmda ko'rsatilgan.



6.19-rasm. Nasos agregatlarini suv quvurlar bilan ulanish sxemasi

Suv so'rilish quvurlari 4 nasos agregatlariga (№1, №2, №3) ulangan. Ularning ikkinchi tomoni suv so'rish qudug'iga 10 tushirilgan.

Suv so'rilish quvurlarini nasosxonada joylashgan tayanch ko'tarib turadi.

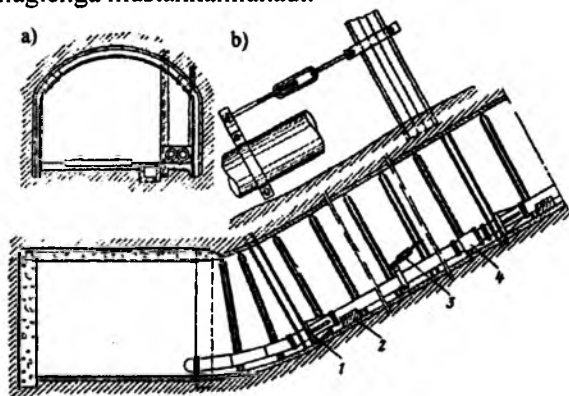
Suv haydalish quvurlari 5 nasosxona yon devoriga mustahkamlangan kronshteynlarga o'rnatiladi. Ularning har biriga teskari qopqoq 6 ulangan bo'ladi. Suv haydalish quvurlari quvur kollektori 3 bilan berkitgichlar 7 orqali ulanadi. Quvur kollektori o'z navbatida ishchi 1 va zahira 2 quvurlar bilan ulangan.

Qurilmaning bu ko'rinishdagi gidravlik sxemasi hohlagan nasos agregatlari va suv haydalish quvurlar orqali kon suvlarini yer sathiga chiqarib tashlash imkoniyatini beradi.

Ishlab turgan nasos agregatini zahiradagi suv haydalish quvur bilan ulash yoki zahiradagi nasos agregatini ishga tushirish bekitgichlarning ayrimlarini ochish va qolganlarini yopish bilan bajariladi.

Suv quvurlarini ta'mirlashda uning ichidagi suvni suv to'plagichga tushurib yuborish zarur bo'ladi. Buning uchun ta'mirlanadigan suv quvur tomonidagi bekitgich 9 ochiladi. Quvurlardagi suv quvur 8 orqali suv so'rish qudug'iga oqib o'tadi.

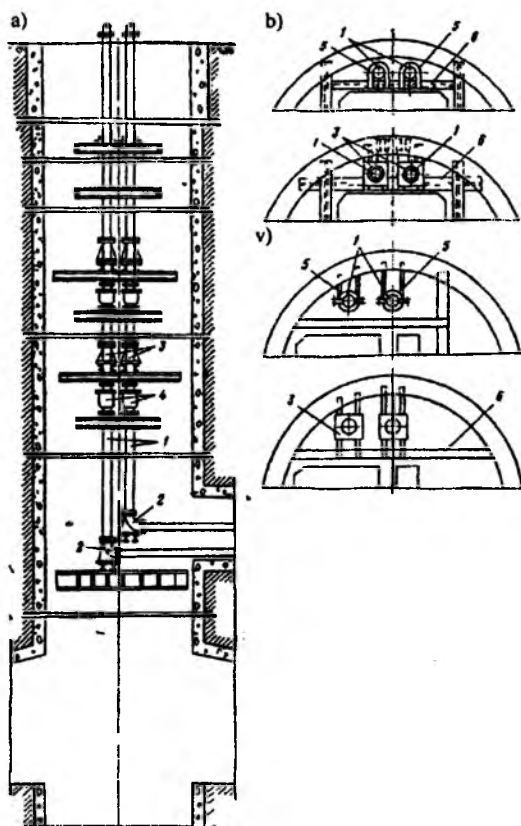
Nasosxonadan quvur yo'lagiga ikkita (ishchi va zahira) quvurlar chiqadi. Ular quvur yo'lagining pastki qismida o'rnatiladi. Quvurlarni tayanch stuli 1 va 8-10 metr oraliqdagi masofada qo'yiladigan yog'och taxlamalar 2 ko'tarib turadi. Qiya lahimlarda o'rnatiladigan quvurlar siljishga qarshi vosita 3 bilan jihozlangan bo'lishi shart. Bu vosita (6.20 b rasm) xalqa va xomutdan iborat. Xalqa quvurga, uning aylana uzunligi bo'yicha jipslashgan holatigacha boltlar bilan tortiladi. Xalqaning yuqori qismiga xomut o'rnatilgan. U 6-10 metr oraliqda lahim mustahkamlagichga mustahkamlanadi.



6.20-rasm. Qiya lahimlarda quvurlarni o'rnatish sxemasi.

Siljishga qarshi vosita 3 quvurni lahim bo'ylab pastga qarab yo'nalgan og'irlik kuchlanishlaridan muhofaza qiladi.

Shaxta stvolida va quvurlar yo'lagida joylashadigan suv haydalish quvurlarini tarxi 6.20-rasmda ko'rsatilgan. Shaxta stvolidagi quvurlar 1 quvur yo'lagidan chiqadigan quvurlar bilan o'zaro tayanch tirsaklari 2 orqali ulanadi.



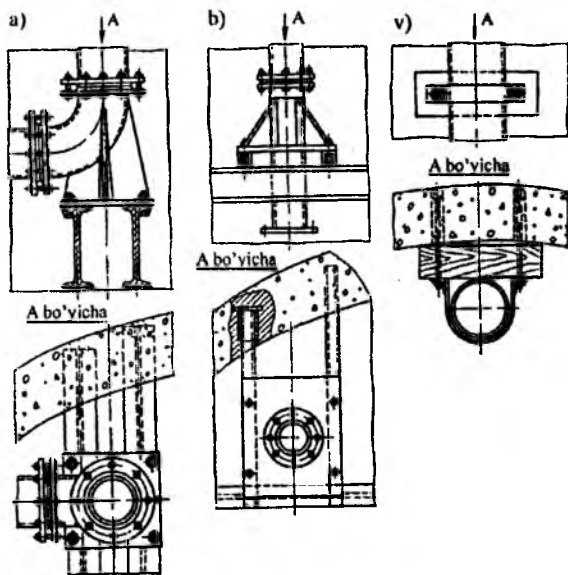
6.21-rasm. Suv quvurni shaxta stvolda o'rnatish sxemasi

Uning stvolda o'rnatish sxemasi 6.28 a – rasmda ko'rsatilgan. Tayanch tirsagi quvurlarni ulash bilan bir qatorda quvur va suvning massalarini ko'tarib turish vazifasini bajaradi. Tayanch tirsagiga ta'sir etadigan og'irlik kuchlarini kamaytirish maqsadida stvolda o'rnatiladigan quvur 150-250 m. uzunlikdagi bo'laklarga ajratiladi. Har bir bo'lakning pastgi tomoniga uning og'irligini ko'tarib turish uchun tayanch stullari 3, yuqori tomoniga esa kompensator 4 o'rnatiladi.

Tayanch stuli 3 (6.21 va 6.22 b-rasmlar) quvurning alohida bo'lagini ko'tarib turadi. Suv quvurni egilish kuchlaridan muhofazalash uchun ular xomutlar (6.22 b-rasm) yordamida stvol mustahkamlagichiga yoki stvol bo'ylab o'rnatiladigan yo'naltiruvchiga mustahkamlanadi.

Xomutlar oralig'idagi masofa suv quvur diametriga bog'liq. Uning qiymati quyidagi jadvalda keltirilgan.

Suv quvur diametri mm.	100	150	200	250	300 va yuqori
Xomutlar oralig'idagi masofa, m.	8	12	15	19,5	22,5



6.22-rasm. Tayanch tirsagi-a, tayanch stuli-b va xomutlarni-v stvolda o'rnatilishi.

Suv quvurni o'rnatish ko'p mehnat talab qiladigan ish hisoblanadi. Uni o'rnatishda:

- o'rnatish joyini tayyorlash;
- quvurlarni tashib kelish;
- quvur va quvur jihozlarini o'rnatish;
- quvurni sinovdan o'tkazish;
- ishlatishga tayyorligi to'g'risida hujjatlarni to'ldirish;
- ishlatishga topshirish kabi ishlar bajariladi.

Suv quvurlarni ishlatish qoidalariga ko'ra u har bir 200 m. oraliqda yertutashtirgichga (заземление) ega bo'lishi shart. Suv quvurlarni yer tutashtirgich hisobida ishlatish ma'n etiladi.[22]

6.6. Suv chiqarish qurilma elektr yuritgichlar va avtomatlashtirish vositalari

Suv chiqarish qurilmalar katta miqdorda elektr-energiya talab qiladigan iste'molchilar qatoriga kiradi. Konlarni chuqurlashib borishi va suv chiqarish qurilma unumdorligi oshishi munosabati bilan elektr energiya sarfi yanada ko'payadi.

Uni tejashda elektr yuritgich turini tanlab olish alohida ahamiyatga ega. Chunki u nasos agregatlarning boshqarish tizimi elektr jihozlarini turini, sonini, narxini va qurilmani foydali ish koeffitsientini belgilaydi. Shuning uchun elektr yuritgich turini to'g'ri tanlab olish suv chiqarish qurilma ishini iqtisodiy samarador tashkil qilishda asosiy omillardan biri hisoblanadi.

Suv chiqarish qurilma elektr yuritgichi nasosni ishga tushirish jarayonida o'zgaruvchan va normal ish rejimida esa juda kam o'zgaradigan statik momentlar ta'sirida ishlaydi. Elektr yuritgichlar kon havosi tarkibidagi changlar va namlik yuqori, portlovchi gazlarni portlash havfi (ko'mir konlari) va kon suvining kimyoviy xususiyatlari turlicha bo'lgan sharoitlarda ishlatiladi. Shuning uchun elektr yuritgich turini tanlashda texnik ko'rsatgichlari bilan bir qatorda u o'rnatiladigan joy sharoitini ham e'tiborga olish kerak bo'ladi.

Hozirgi kunda suv chiqarish qurilmalarda asosan qisqa tutashgan rotorli, kamroq faza rotorli asinxron va ayrim hollarda sinxron elektr yuritgichlar qo'llanilmoqda.

Qisqa tutashgan rotorli asinxron elektr yuritgichlarning konstruktiv tuzilishi sodda, narxi arzon, ishonchli ishlashi, ishga tushirish jarayoni oson va elektr energiya sarfi kam bo'lganligi uchun ular konchilik korxonalarida keng ko'lamda qo'llanilmoqda. Ular stator cho'lg'amlarini releli kontaktor apparaturalari yordamida elektr tarmog'ida bevosita ulash bilan ishga tushiriladi.

Ishga tushirish talablarini bajarish uchun elektr yuritgich quvvati ($kVt.da$) elektr tarmog'i uch fazali qisqa tutashuv muayyan quvvatining ($kV.A.da$) uch foizidan oshmasligi shart.[23]

Qisqa tutashgan rotorli asinxron elektr yuritgichning kamchiligi, uzoq vaqt davomida elektr tarmog'i kuchlanishini pasayishi (80 foizdan kam) uning cho'lg'amlarini qizishga olib keladi. Bu kamchilikni

yo'qotish har bir suv chiqarish qurilma uchun o'ziga mos elektr ta'minoti sxemasini tanlab olish va podstansiya ishini avtomatik boshqarish yo'li bilan amalga oshiriladi.

Faza rotorli elektr yuritgichlarini suv chiqarish qurilmalarida qo'llash nasoslarning ishonchli ishlash ko'rsatgichini pasaytiradi. Shuning uchun ular ayrim hollarda, ya'ni mahalliy podstansiya quvvati qisqa tutashgan rotorli asinxron elektr yuritgichlarini bevosita elektr tarmog'iga ulashga yetarli bo'lmagan sharoitlarda qo'llaniladi.

Hozirgi kunda ayrim sersuv konlardagi suv chiqarish qurilmalarida sinxron elektr yuritgichlar qo'llanilmoqda. Ularni qo'llanilishi korxona elektr tarmog'ining umumiy quvvat koeffitsientini oshiradi va xo'jalikni energetik ko'rsatgichlarini yaxshilaydi.

Ular elektr tarmog'i kuchlanishi- $U (0,5 - 0,6) U_H$ bo'lganda ham bir me'yorda ishlay oladi. Bu esa o'z navbatida nasoslarning ishonchli ishlash darajasini oshiradi.

Biroq sinxron elektr yuritgichlar narxi asinxron elektr yuritgichlar narxidan taxminan ikki barobar yuqoriligi ularni konchilik korxonalarida qo'llashni chegaralab turibdi.

Suv chiqarish qurilma ish rejimini tartiblashtirishda (регулирование) aylanish tezligini o'zgartira oladigan yuritgichlarga bo'lgan talab katta. Bu sohada keng ko'lamda izlanish ishlari olib borilmoqda. Ilmiy-tadqiqot ishlari natijalari asosida aylanish tezligini gidromufta yoki tok chastotasini o'zgartiruvchi moslama bilan o'zgartirish mumkin bo'lgan yuritgichlar yaratilgan. Biroq chuqur bo'lmagan va kam suvli shaxtalarda qo'llanilmoqda.

Konchilik korxonalarida qo'llaniladigan elektr uskunalar jumladan elektr yuritgichlar ham standart talablariga ko'ra to'rt ko'rinishda ishlab chiqariladi.

РН-normal ko'rinishdagi (Рудничное нормальное) elektr uskunalar.

Ular umum sanoatda qo'llaniladigan elektr uskunalaridan ishlash joy sharoiti (yuqori namlik va kon havosi tarkibidagi changlar) va tor joylarda tashish o'rnashish, ekspluatatsiya qilish bilan farqlanadi.

ПП-portlashga qarshi yuqori darajada ishonchlikni (рудничное повышенной надежности против взрыва) ta'minlaydigan elektr uskunalar. Ular elektr uchqunini paydo bo'lishiga yo'l qo'ymaydigan konstruktiv tuzilishda ishlab chiqariladi. Bu elektr uskunalar normal ish rejimida portlashdan himoyalangan.

PB-portlashdan muhofaza qilingan elektr uskunalar. Ular normal ish rejimida yoki favqulotda biror nosozlik paydo bo'lgan hollarda ham portlashdan himoyalangan elektr uskunalar qatoriga kiradi. Portlashdan himoyalash vositasi atrof muhitdagi havo va gaz aralashmalari va ko'mir changini portlashiga yo'l qo'ymaydi.

PO- portlashdan alohida muhofazalangan elektr uskunalar. Ular ham portlashdan himoyalangan elektr uskunalar qatoriga kiradi.

Ularning konstruktiv tuzilishda normal va nosozlik holatlaridagi ish rejimlarida elektr uchquni chiqishi oldi olingan. Bu esa o'z navbatida metan gazini yoki ko'mir changini yonishiga imkon bermaydi.

Turli ko'rinishga ega bo'lgan elektr uskunalarni ko'mir konlarida o'rnatish joyi 6.3 – jadvalda ko'rsatilgan.

Suv chiqarish qurilmalarni ishlatish jarayonida suv to'plagichdagi suvning sathi, qurilmaning unumdorligi va zo'riqmasi, nasos, elektr yuritgich podshipniklarining harorati doimiy ravishda nazorat qilib turiladi. Bu ko'rsatgichlar oldindan berilgan parametrlar asosida ishga tushadigan relelar bilan jihozlangan vosita –datchiklar nazorat qilinadi.

Suv to'plagichdagi suv sathini ko'rsatadigan datchik 12 (6.23-rasm) suv to'plagichning oldindan belgilangan joylariga o'rnatiladi. Ularning vazifasi suv sathini nazorat qilish va ma'lumotlarni boshqaruv tizimiga uzatishdan iborat. Ular ishlash prinsipi bo'yicha ikki guruhga bo'linadi. Birinchisi suv sathidan suzib turadigan (поплавковые) datchiklar. Ularning ishlash prinsipi suv sathini o'zgarishiga bog'liq. Suv sathi oldindan belgilangan joydan ko'tarilishi yoki pasayishi bilan suzib turadigandatchik releni ulaydi va suv sathi haqidagi ma'lumot boshqaruv tizimiga uzatiladi.

Ikkinchi guruhga kiradigan datchiklar ЭД-tipidagi elektrodli datchiklar hisoblanadi. Ularning ishlash prinsipi kon suvining elektr tokini o'tkazuvchanligiga asoslangan.

6.3 – jadvali

Elektr uskunalarni o'rnatish joyi	Metan gazi ajralib chiqishi bo'yicha shaxta turkumi				
	I	II	III	Yuqori turkumdag	Bir yo'la katta miqdordagi gaz o'tilib chiqishi mumkin bo'lgan
Toza havo oqimi bilan shamollatiladigan shaxta stvollari, stvol atrofii qo'rasi, turg'un mashina	PH	PH	PH	PH	PB

va qurilmalar xonasi					
Illoslangan kon havosi chiquvchi shaxta stvollari va u bilan birlashgan kon lahimlari, stvol tepasidagi binolar	PB	PB	PB	PB	PB
Toza havo oqimi bo'lgan bo'lgan lahimlar	PH	PH	ПП	ПП	PB
Kovjoy va tayyorlov lahimlari	PB	PB	PB	PB	PB
Mahaliy ventilyator qurilma yordamida shamollatiladigan boshi berk lahimlar	PB	PB	PB	PB	PB
Chiquvchi havo oqimi uchun xizmat qiladigan shamollatish lahimlari	PB	PB	PB	PB	PB

Elektr datchiklar oldindan belgilangan joygacha tushirib elektr kabeli bilan olib qo'yiladi. Suv sathi elektrodli datchikgacha ko'tarilganda u ishga tushadi va ma'lumotlarni boshqaruv tizimiga uzatadi.

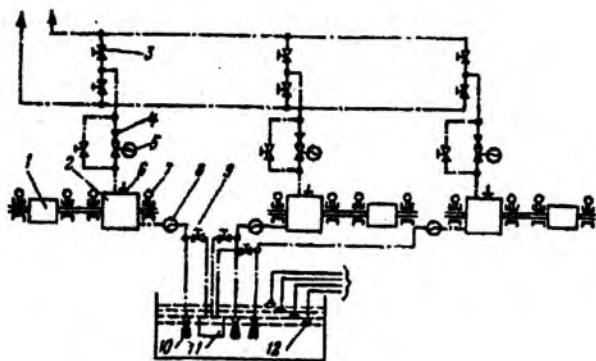
Unumdorlikni nazorat qilish relesi - ППН qurilma unumdorligini nazorat qilish va uni gidravlik himoyalash vazifalarini bajaradi. Suv bilan to'ldirilmagan nasosni ishga tushirmaslik va qurilma unumdorligi nolga teng bo'lib qolgan hollarda nasosni to'xtatish gidravlik himoyalash deb tushuniladi.

Unumdorlikni nazorat qilish relesi 8 suv so'rilish quvurining gorizontaal qismiga o'rnatiladi. Uning ishlash prinsipi quvurdagi suv oqimi tezligiga asoslangan.

Zo'riqmani nazorat qilish relelari РД-70, ПДВ va boshqalar suv haydalish quvuridagi suv bosimini, nasosni ishga tushirishdan oldin uni suv bilan to'ldirilganligini va suv to'plagich nasosxonadan yuqorida joylashgan hollarda suv sathini nazorat qilish uchun o'rnatiladi. Rele 6 suv haydalish quvuriga o'rnatiladi (6.23-rasm). Harorat relesi -7 (6.23 rasm) nasos va elektr yuritgich podshipniklarini haroratini nazorat qilish va ma'lumotlarini boshqaruv tizimiga uzatish uchun qo'llaniladi.

Suv chiqarish ishini avtomatik ravishda boshqarish uchun barcha nazorat qilish datchik va relelari mujassamlashgan avtomatlashtirish vositalari qo'llaniladi.

Avtomatlashtirish vositasi –УАВ (Унифицированная аппаратура автоматизации) nasosxonada o'rnatiladigan nasoslar soni 16 tagacha bo'lgan, ular past (380V) yoki yuqori (6000V) kuchlanishli qisqa tutashgan rotorli asinxron elektr yuritgichlar bilan jihozlangan bosh suv chiqarish qurilma ishini avtomatik ravishda boshqarish uchun qullaniladi.



6.23 - rasm. Suv chiqarish qurilmalarida nazorat qilish datchiklarini oʻrnatish joylari

Portlashdan himoyalangan avtomatlashtirish vositasi BAB (Взрывобезопасная аппаратура автоматизации) esa nasosxonada oʻrnatiladigan nasoslar soni 10-gacha boʻlgan, ular past (380V) yoki yuqori (6000V) kuchlanishli asinxron elektr yuritgichlar bilan jihozlangan bosh suv chiqarish qurilma ishini avtomatlashtirish uchun qoʻllaniladi.

BAB –rusumli avtomatlashtirish vositasi portlovchi gazlar ajralib chiqadigan va koʻmir changlari mavjud boʻlgan konlarda ishlatiladi.

Avtomatlashtirish vositasi –УКАВ (Унифицированный комплект автоматизации) normal PH va portlashdan himoyalangan PB koʻrinishda ishlab chiqariladi. Ulardan birinchisi nasosxonada oʻrnatiladigan nasoslar soni 1,6 gacha, ikkinchisi esa 10 gacha boʻlgan va asinxron elektr yuritgichlar bilan jihozlangan suv chiqarish qurilmalar ishini avtomatlashtirish uchun qoʻllaniladi.

Bu avtomatlashtirish vositasi suv chiqarish ishini tashkil qilishda ishtirok etadigan barcha qurilmalar ishi programmalashtirilgan algoritmlar yordamida avtomatik ravishda boshqariladi.

Avtomatlashtirish turlaridan qatʼiy nazar suv chiqarish ishini avtomatlashtirish suv toʻplagichdagi suv sathini oʻzgarishiga qarab amalga oshiriladi. Buning uchun suv toʻplagich 4-ta sathga ajratiladi:

- birinchi eng pastki sath;
- ikkinchi normal sath;
- uchinchi yuqori sath;
- toʻrtinchi eng yuqori sath.

Har bir sathga suv sathini ko'rsatuvchi datchik tushiriladi va u orqali suv sathi nazorat qilinadi.

Suv to'plagichdagi suvning sathi normal sathga ko'tarilgan datchik orqali ma'lumot boshqaruv tizimiga uzatiladi va ishchi nasos ishga tushiriladi. Agar nasosning unumdorligi suv oqimining hajmidan katta bo'lsa suv sathi pastga qarab o'zgarib boradi. U eng pastki sathga yetganda datchik orqali yana ma'lumot boshqaruv tizimiga uzatiladi.

Ishchi nasos avtomatik ravishda to'xtatiladi. Aks hollarda, ya'ni nasosning unumdorligi suv oqimining hajmidan kam bo'lsa suvning sathi tepaga qarab ko'tariladi. Suv sathi yuqori sath bilan tenglashganda datchik zahiradagi nasosni ishga tushirishga signal beradi va u avtomatik ravishda ishga tushiriladi.

7-bob. Suv chiqarish qurilma ishini tashkil qilish

7.1. Nasoslarning ishlatish xarakteristikasi

Suv chiqarish qurilmalar nasos, suv so'rilish va haydalish quvurlari, quvur kollektori va ularga ulangan turli konstruktiv ko'rinishdagi quvur jihozlaridan tashkil qilinadi.

Nasos zo'riqma $-H=f(Q)$, quvvat $-N=f(Q)$, foydali ish koeffitsienti $\eta=f(Q)$ va suv so'rilish balandligi $-H_s=f(Q)$ kabi xarakteristikalariga ega. Ular analitik yoki maxsus sinov stendida nasosni sinash usuli bilan topiladi.

Analitik, ya'ni turbomashinaning nazariy asoslariga ko'ra hisoblash usuli bilan topilgan xarakteristikalar nasosning haqiqiy zo'riqma quvvat, foydali ish koeffitsienti va suv so'rilish balandligi xarakteristikalaridan ancha farq qiladi. Shuning uchun bu xarakteristikalarni hisobiy xarakteristikalar deyiladi. Suv chiqarish qurilmalarini loyihalash va ularni ishlatish jarayonida hisobiy xarakteristikalardan foydalanilmaydi.

Nasoslarning haqiqiy zo'riqma $-H=f(Q)$, quvvat $-N=f(Q)$, foydali ish koeffitsienti $\eta=f(Q)$ va suv so'rilish balandligi $-H_s=f(Q)$, xarakteristikalari ularni maxsus sinov stendlarida sinash usuli bilan topiladi. Sinash jarayonini nasos ishlab chiqaradigan korxona o'tkazadi.

Sinash jarayonida nasosning unumdorligi, zo'riqmasi, quvvati va suv so'rilish balandligi o'lchov asboblari ko'rsatkichlari asosida topiladi. Uning foydali ish koeffitsienti esa zo'riqma quvvat va unumdorlik asosida hisoblanadi.

Suv chiqarish qurilmalarida asosan asinxron elektr yuritgich qo'llaniladi. Ularning rotorini aylanish tezligi yuklamaga

(unumdorlikga) bog'liq. Yuklama miqdori ortishi bilan rotorni aylanish tezligi kamayadi. Shuning uchun sinash jarayonida aylanish tezligi o'lchanadi va barcha o'lchab olingan ko'rsatkichlar (unumdorlik, zo'riqma va quvvat) proporsionallik qonuniga binoan bir xil tezlikga keltiriladi.

Sinash jarayonida topilgan zo'riqma $-H=f(Q)$, quvvat $-N=f(Q)$, foydali ish koeffitsienti $\eta=f(Q)$, xarakteristikalari birgalikda nasosni ishlatish (эксплуатацион) xarakteristika deb ataladi. U har bir nasosning texnik pasportida ko'rsatiladi (7.1, 7.2- rasmlar).

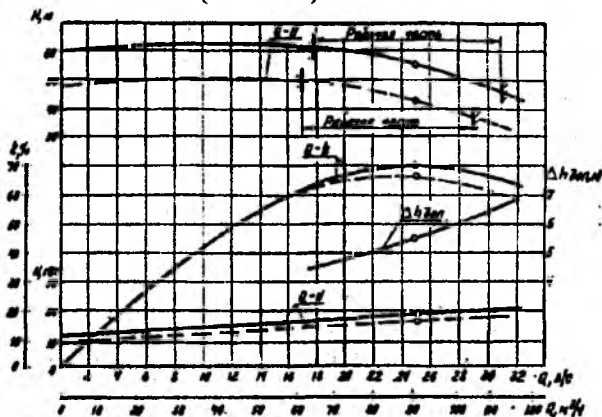
Ma'lumki markazdan qochma nasoslar ish g'ildirak soniga qarab 2 guruhga bo'linadi. Bular bir bosqichli va ko'p bosqichli nasoslardir.

Bir bosqichli nasosning ishlatish xarakteristikasi (7.1 -rasm) nasos uchun beriladi.

Unda nasosning zo'riqma $Q-H$, foydali ish koeffitsienti $Q-\eta$ va suv so'rilish balandligi Δh_{don} xarakteristikalari ko'rsatilgan.

Shu bilan bir gatorida zo'riqma xarakteristikalarda nasosni qo'llash chegarasi ham belgilangan. Nasosni qo'llash chegarasida uning foydalanish koeffitsienti $\eta \geq 0,85\eta_{max}$ teng qilib olingan.

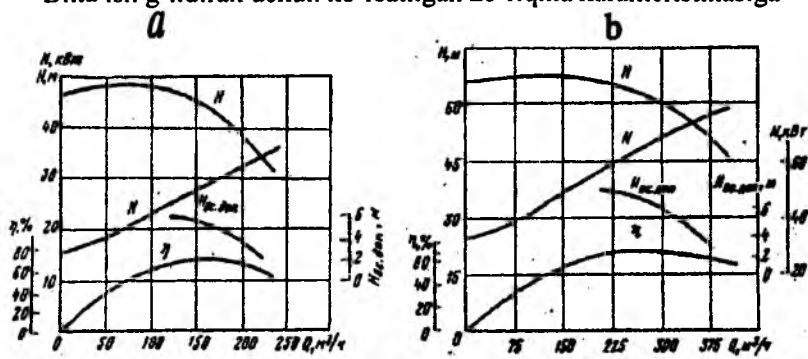
Ko'p bosqichli nasosning zo'riqma va quvvati uning ish g'ildiragi soniga bog'liq. Qolgan ko'rsatkichlari, ya'ni unumdorlik, foydali ish koeffitsienti va suv so'rilish balandligi nasosning ish g'ildirak soniga bog'liq emas. Shuning uchun xarakteristikalar sonini kamaytirish maqsadida, ko'p bosqichli nasoslarning ishlatish xarakteristikasi bitta ish g'ildirak uchun ko'rsatiladi (7.2-rasm).



7.1-rasm. K-90/55 nasosning xarakteristikasilari

Xarakteristikalarda H va N bitta ish g'ildirakning zo'riqma va quvvat xarakteristikasini va η , $H_{\text{so.don}}$ ko'p bosqichli nasosning foydali ish koeffitsienti va suv so'rilish balandligi xarakteristikalarini ifodalaydi.

Bitta ish g'ildirak uchun ko'rsatilgan zo'riqma xarakteristikasiga



(7.2-rasm) asosan ko'p bosqichli nasosning zo'riqma xarakteristikasi topiladi. Buning uchun zo'riqma o'qining - (H) masshtabini ish g'ildiraklar soniga ko'paytirish kifoya qiladi. Zo'rikma o'qida hosil bo'lgan yangi masshtabda bitta ish g'ildirak uchun ko'rsatilgan zo'riqma xarakteristika endi ko'p bosqichli nasos xarakteristikasini ifodalaydi.

Suv chiqarish qurilmalarni loyihalash va ishlatish jarayonida quvvat xarakteristikasidan foydalaniladi. Shuning uchun bu xarakteristikaga o'zgartirish kiritish shart emas.

7.2. Suv chiqarish qurilma tashqi tarmog'ining xarakteristikasi

Suv so'rilish va haydalish quvurlari, quvur kollektori va ularga ulangan quvur jihozlari (suv so'rilish qopqog'i, tirsaklar, bekitgich, teskari qopqoq va boshqalar) suv chiqarish qurilmasining tashqi tarmog'i deb ataladi.

Suv to'plagichga yig'ilgan kon suvi tashqi tarmoq orqali yer sathiga chiqarib tashlanadi.

Gidravlika fanidan ma'lumki qovushqoqlik (вязкость) xususiyatiga ega bo'lgan suyuqlik quvur bo'ylab harakatlanishi jarayonida oqimning teskari tomonga yo'nalgan kuchlar paydo bo'ladi. Bu kuchlar oqim harakatiga to'sqinlik qiladi va ularni gidravlik qarshilik deb ataladi.

Gidravlik qarshilik quvurning to'g'ri qismida va unga ulangan quvur jihozlarida paydo bo'ladi. Quvurni to'g'ri qismida bo'ladigan

qarshiliklarning quvur uzunligi bo'ylab va quvur jihozlaridagini esa yerli maxalliy qarshiliklar deb atalgan.

Quvurning gidravlik qarshiligi $-\Delta h$ quvur uzunligi bo'ylab $-\Delta h_u$ va yerli Δh_t qarshiliklar yig'indisiga teng ya'ni:

$$\Delta h = \Delta h_u + \Delta h_t = \alpha \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{g^2}{2g} + \frac{g^2}{2g} \cdot \xi : (7.1)$$

Bu yerda: α - ishqalanish koeffitsienti

l - quvurlarning to'g'ri qismi uzunligi;

g - oqim tezligi;

d - quvurning ichki diametri;

ξ - yerli qarshilik koeffitsientlari.

Yuqoridagi (7.1) ifodaga binoan suv chiqarish qurulma tashqi tarmog'ining gidravlik qarshiligi quyidagi ifoda bilan topiladi:

$$\Delta h_t = \Delta h_z + \Delta h_H; (7.2)$$

bu yerda: Δh_z , Δh_H - mos ravishda suv so'rilish va haydalish quvurlarining gidravlik qarshiliklari;

Ular quyidagi formular bilan hisoblanadi:

$$\Delta h_u = \left(\alpha_u \cdot \frac{l_u}{d_u} + \sum \xi_u \right) \cdot \frac{v_u^2}{2 \cdot g} \quad \Delta h_H = \left(\alpha_H \cdot \frac{l_H}{d_H} + \sum \xi_H \right) \cdot \frac{v_H^2}{2 \cdot g} \quad (7.3)$$

Bu yerda: α_u , α_H - suv so'rish va haydalish quvurlarning ishqalanish koeffitsientlari;

L_u , l_H - suv so'rilish va haydalish quvurlarining uzunligi;

$\sum \xi_u$, $\sum \xi_H$ - suv so'rilish va haydalish quvurlarda o'rnatilgan quvur jihozlarining qarshilik koeffitsientlari;

v_u , v_H - suv so'rilish va haydalish quvurlardagi oqim tezligi, m/sek.

Sarf tenglamaga ($Q = F \cdot v$), binoan:

- suv so'rish quvuridagi oqim tezligi

$$v_u = \frac{Q}{F_H} = \frac{4 \cdot Q}{\pi d_u^2} \text{ m/sek} \quad (7.4)$$

- suv haydalish quvuridagi oqim tezligi

$$v_H = \frac{Q}{F_u} = \frac{4 \cdot Q}{\pi d_H^2} \text{ m/sek} \quad (7.5)$$

ifodalar bilan topiladi.

Yuqorida keltirilgan (7.4) va (7.5) ifodalarni e'tiborga olib tashqi tarmoqning gidravlik qarshilik tenglamasini (7.2) quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\Delta h_T = \left(\lambda_s \cdot \frac{l_s}{d_s} + \sum \xi_s \right) \cdot \frac{8}{g \cdot \pi^2 \cdot d_s^4} + \left(\lambda_H \cdot \frac{l_H}{d_H} + \sum \xi_H + 1 \right) \cdot \frac{8}{g \cdot \pi^2 \cdot d_H^4} \cdot Q^2 \quad (7.6)$$

Bu tenglamadagi:

$$\left\{ \begin{array}{l} \left(\lambda_s \cdot \frac{l_s}{d_s} + \sum \xi_s \right) \cdot \frac{8}{g \pi^2 d_s^4} = R_1 \\ \left(\lambda_H \cdot \frac{l_H}{d_H} + \sum \xi_H + 1 \right) \cdot \frac{8}{g \pi^2 d_H^4} = R_2 \end{array} \right.$$

deb belgilaymiz. U holda (7.6) tenglama quyidagi ko'rinishga keladi.

$$\Delta h_T = (R_1 + R_2) \cdot Q^2 = R \cdot Q^2 \quad (7.7)$$

R_1 va R_2 – larning qiymati har bir suv chiqarish qurilmasi tashqi tarmog'i uchun o'zgarmas bo'ladi.

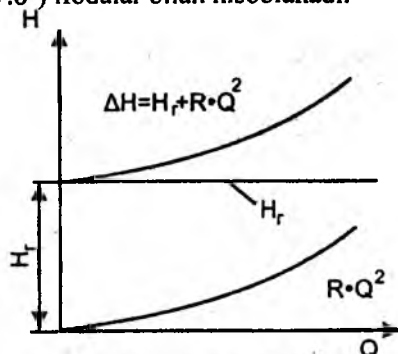
Shuning uchun ularni suv so'rilish – R_1 va suv haydalish – R_2 quvurlari doimiyligi deb ataladi.

Tashqi tarmoq orqali kon suvi suv so'rilish va suv haydalish balandliklari yig'indisidan tashkil topgan geodezik suv chiqarish balandlikga ko'tariladi. Uning qiymati unumdorlikga bog'liq emas geodezik suv chiqarish balandlik – N_z va gidravlik qarshilikni – Δh_T hisobga olib suv chiqarish qurilma tashqi tarmog'ini ifodalovchi tenglamani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\Delta H = H_r + R \cdot Q^2, \text{ m} \quad (7.8)$$

$$\Delta H = H_r + (R_1 + R_2) \cdot Q^2, \text{ m} \quad (7.8')$$

Tashqi tarmoqning suv so'rilish va haydalish bo'laklari bir xil diametrli quvurlardan tashkil topgan hollarda uning xarakteristikasi (7.8) va aks holda esa (7.8') ifodalar bilan hisoblanadi.



7.3 Tashqi tarmoq xarakteristikasi.

Tarmoqning suv haydash bo'lagi ichki diametri turli o'lchamli quvurlardan tashkil topgan bo'lishi mumkin (7.4-rasm).

Bunday hollardan tashqi tarmoq xarakteristikasi ekvivalent doimiylik asosida topiladi. Ya'ni:

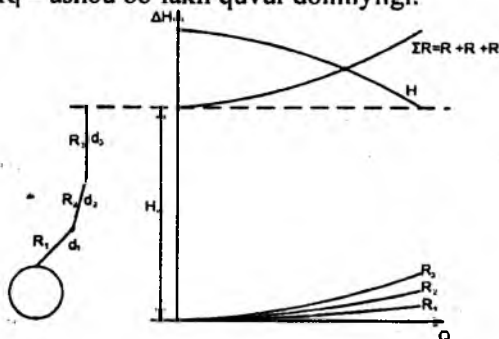
$$\Delta H = H_s + R_s \cdot Q^2 \quad (7.9)$$

Ekvivalent doimiylik:

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n = \sum_{i=1}^n R_i \quad (7.10)$$

Bu yerda: n – tashqi tarmoqning bir xil diametri bo'laklar soni;

R_i – ushbu bo'lakli quvur doimiyliigi.



7.4-rasm. Turli o'lchamli quvurlardan tashkil topgan suv haydash quvuri va uning xarakteristikasi

Tashqi tarmoq xarakteristikasi geodezik balandlik – N_g va har bir quvur bo'laklarning qarshiliklarini qo'shib topiladi (7.4-rasm).

Kon suvi parallel ulangan quvurlar bilan yer sathiga chiqarilganda (7.5-rasm) tashqi tarmoqning umumiy sarfi – Q har bir quvurning (Q_1 va Q_2) sarflari yig'indisiga:

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad (7.11)$$

va quvurning boshlang'ich kesimlaridagi bosim:

$$H = H_1 = H_2 \quad (7.12)$$

Bosim gidravlik qarshiliklarni yengib o'tishga sarflanishini hisobga olsak:

$$H = \Delta H_1 = \Delta H_2 \quad (7.13)$$

Har bir quvurning xarakteristikasi (7.8) ifodaga binoan:

$$\begin{aligned} \Delta H_1 &= H_s + R_1 \cdot Q_1^2 \\ \Delta H_2 &= H_s + R_2 \cdot Q_2^2 \end{aligned} \quad (7.14)$$

Bu tengliklardan:

$$Q_1 = \sqrt{\frac{\Delta H_1 - H_z}{R_1}} \quad (7.15)$$

$$Q_2 = \sqrt{\frac{\Delta H_2 - H_z}{R_2}}$$

Yuqoridagi (7.11), (7.13) va (7.15) ifodalardan:

$$Q = Q_1 + Q_2 = Q_1 \cdot \left(1 + \frac{Q_2}{Q_1}\right) = Q_1 \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}\right) \quad (7.16)$$

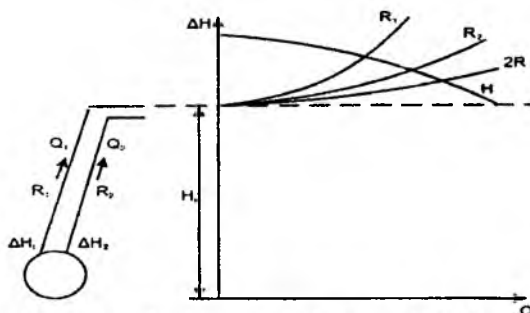
Parallel ulangan quvurlarning ekvivalent doimiyligi (7.9) tenglikka binoan:

$$R_s = \frac{H - H_z}{Q^2} \quad (7.17)$$

Bu tenglamadagi $H = \Delta H_1$ va $\Delta H_1 = H_z + R_1 \cdot Q_1^2$ hisobga olib hamda algebraik amallarni bajarib parallel ulangan quvurlarning ekvivalent doimiyligini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$R_s = \frac{R_1}{\left(1 + \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}\right)^2} \quad (7.18)$$

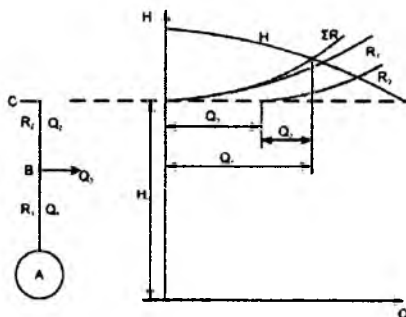
Uning xarakteristikasi, grafik usulda, bir xil bosim yo'qotishda quvurlarning doimiyligi R_1 va R_2 qo'shib topiladi (7.5-rasm).



7.5-rasm. Parallel ulangan quvurlardan tashkil topgan suv haydaliş quvuri va uning xarakteristikasi

Chaglarni bostirish va gidromonitorlarni suv bilan ta'minlashda suv haydaliş quvurdan ma'lum miqdorda suv olinadi (7.6-rasm).

Bunday hollarda tashqi tarmoqning ekvivalent doimiyligini uning AV (R_1 egri chiziq) va VS (R_2 egri chiziq) bo'laklarining quvur doimiyliklari asosida topiladi.



7.6-rasm. Suv olinadigan hollarda suv quvurning xarakteristikasi.

Bunday hollarda tashqi tarmoqning ekvivalent doimiyligi AB (R_1 egri chiziq) va BC (R_2 egri chiziq) gidravlik qarshiliklar asosida topiladi. Buning uchun AB bo'lakning xarakteristikasi H-Q koordinat tizimining boshidan va VS bo'laginiki esa unumdorlik o'qida olingan suv miqdori – Q_3 ko'rsatilib chiziladi. Keyin bir xil unumdorliklarining ordinatalarini qo'shib tashqi tarmoq xarakteristikasi ($\sum R$ egri chiziq) topiladi.

7.3. Suv chiqarish qurilma ishi ko'rsatkichlari

Nasos va suv quvurlardan (tashqi tarmoq) tashqil topgan suv chiqarish qurilma ishi ko'rsatkichlari uning unumdorligi, zo'riqmasi, quvvati va F.I.K. dan iborat. Bu ko'rsatkichlar nasos bilan suv quvur o'rtasidagi energiya muvozanatini tahlil qilish bilan aniqlanadi.

Suyuqlikning suv quvur bo'ylab harakati jarayonida gidravlik qarshiliklar paydo bo'ladi. Bu qarshiliklar quvurning ichki diametri, uning uzunligi, qarshilik koeffitsienti va quvurda o'rnatilgan quvur jihozlarning turi hamda ularning soniga bog'liq bo'lib, oqimga qarshilik ko'rsatadi (qarshi bosim).

Kon suvini geodezik balandlikka ko'tarish uchun ma'lum miqdorda bosim zarur bo'ladi. Suv chiqarish qurilmalarda bosim m.s.u. (metr suv ustuni) o'lchanganligi uchun suvni ko'tarish uchun zarur bo'lgan bosim geodezik balandlikka – H_r teng.

Demak, suyuqlikni ma'lum balandlikka chiqarishda suv quvurning umumiy qarshiligi (qarshi bosim):

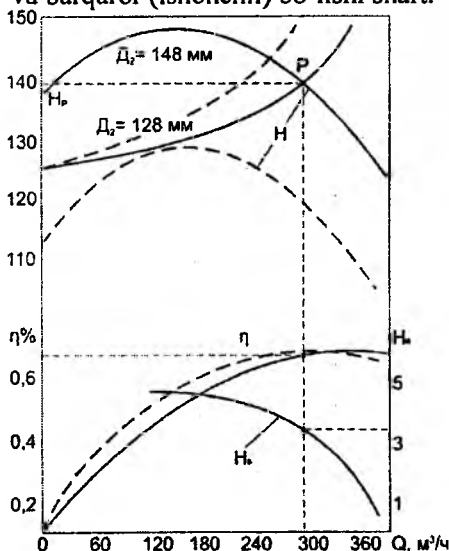
$$\Delta H = H_r + R \cdot Q^2 \quad (7.19)$$

Bu qarshi bosimni yengib o'tish uchun suv quvurning boshlang'ich kesim yuzasidagi suyuqlik bosimi – H qarshi bosimga teng yoki katta bo'lishi shart $H \geq \Delta H$.

Kon suvini yer sathiga chiqarib tashlashda zarur bo'lgan oqimni hosil qilish suv quvurning kirish kesimi yuzasida yetarli bosim – N hosil qilish kerak. Bu bosim nasos yordamida paydo qilinadi.

Unda $H \geq \Delta H$ shart nasosning zo'riqma va tashqi tarmoq xarakteristikalari kesishgan nuqtada bajariladi. Shuning uchun bu nuqtani (P) qurilmaning ish rejimi deb ataladi. Uning absissasi – Q_p va ordinatasi – H_p mos ravishda qurilmaning unumdorligini va zo'riqmasini belgilaydi (7.7-rasm).

Suv chiqarish qurilmalarda kon suvi tarkibidagi eritmalar quvurning ichki sirtiga o'rnatilib qoladi. Bu eritmalar unda qurumli qatlam hosil qiladi. Natijada quvurning kesim yuzasi kamayadi va uning gidravlik qarshiligi ortadi. Oqibatda tashqi tarmoq xarakteristikasi (7.7-rasm. punktir egri chiziqlar) dastlabkiga qaraganda tikroq ko'rinishga ega bo'ladi. Ish rejim, R -nuqtadan R_1 - nuqtaga o'tadi. Demak ish rejim, nasosning zo'riqma xarakteristikasi o'zgarmaganda ham, quvurning gidravlik qarshiligi o'zgarishi bilan o'zgarar ekan. Bu hol ish rejimga ma'lum ekspluatatsion talablarni qo'yadi. Bu talablarga ko'ra ish rejim iqtisodiy samarador va barqaror (ishonchli) bo'lishi shart.



7.7-rasm. $D_{250-130}$ aylanish tezligi $n=2950$ ayl/min va diametri

$D_2=148$ mm bo'lgan nasos bilan jihozlangan qurilmaning:

- unumdorligi $Q_p \approx 287 \text{ m}^3/\text{s};$
- zo'riqmasi $H_p=138 \text{ m};$
- suv so'rilish balandligi $H_p'' = 3,3 \text{ m};$
- F.I.K. $\eta_p = 0,68.$

Ish rejimining barqarorlik shartlari quyidagilardan iborat:

- nasosning zo'riqma va tashqi tarmoq xarakteristikalarini faqat bitta nuqtada kesishgan bo'lishi (7.7-rasm);

- geodezik balandlik- H_z nasos zo'riqmasining unumdorlik nol bo'lgandagi qiymati- H_0 dan 10 foizga kam bo'lishi ya'ni $H_z \leq 0,9H_0$;

- vakuumetrik suv so'rilish balandligi- H_{vak} nasosning suv so'rilish balandligi- H_s^{don} dan katta bo'lmasligi ($H_{vak} \leq H_s^{don}$) shart.

Vakuumetrik suv so'rilish balandlik quyidagi ifoda bilan hisoblanadi:

$$H_{vak} = H_{zs} + (\lambda_s \frac{L_s}{D_s} + \sum \xi_s) \cdot \frac{8 \cdot Q_p^2}{g \pi^2 \cdot D_s^4 \cdot 3600^2} \quad (7.20)$$

Bu yerda: H_{zs} - geometrik suv so'rilish balandligi, m.

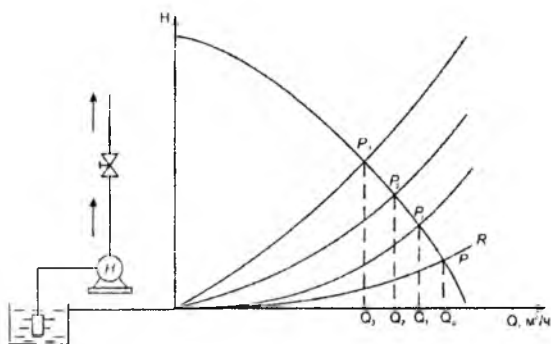
Yuqorida keltirilgan uchta shart bir vaqtda bajarilsa suv chiqarish qurilma ish rejimi barqaror (ishonchli) bo'ladi.

7.4. Suv chiqarish qurilma ishini rostlash (moslash)

Suv chiqarish qurilmalarni ishlatish davrida uning ko'rsatkichlarini konning suv oqimiga moslash (rostlash) zaruriyati paydo bo'lishi mumkin. Qurilma ko'rsatkichlarini moslash suv quvurning yoki nasoslarning xarakteristikalarini o'zgartirish bilan amalga oshiriladi.

A) Suv quvur xarakteristikasini o'zgartirish usuli. Bu usul o'zining soddaligi, qisqa vaqt oralig'ida kon sharoitiga moslash mumkinligi va qo'shimcha moslamalar talab qilmasligi uchun amaliyotda keng ko'lamda qo'llaniladi (7.8-rasm). Qurilma ish ko'rsatkichlarini moslash suv haydalish quvurda o'rnatilgan bekitgichning ochiqlik holatini o'zgartirish bilan amalga oshiriladi. Bekitgich holati to'liq ochilgan holda bo'lsa, suv quvurning xarakteristikasi $\Delta H = f(Q)$ (7.8-rasm R egri chiziq) ko'rinishda bo'lsa, uning ochiqlik holatini o'zgartirish, ya'ni kamaytirish bilan suv quvur xarakteristikasi o'zgaradi (7.8-rasm 1;2;3 – egri chiziqlar). Buning natijasida qurilma o'zgaradi. Qurilma orqali oqib o'tadigan suyuqlik sarfi $P_1; P_2; P_3$ – nuqtalarning absissalari $Q_1; Q_2; Q_3$ teng bo'ladi.

Bu usulning yagona kamchiligi nasosning bir qism zo'riqmasi bekitgich qarshiligini yengishga sarflanadi.

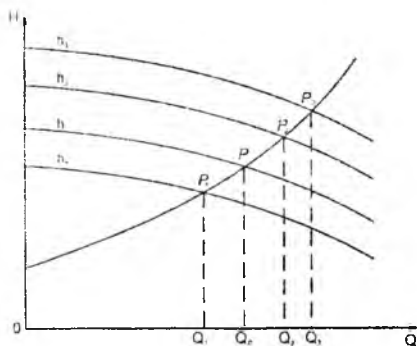


7.8-rasm. Suv chiqarish qurilma ish ko'rsatkichlarini bekitgichning ochiqlik holatiga qarab moslash.

B) Nasos xarakteristikasini o'zgartirish usuli. Bu usul bilan qurilma ish ko'rsatkichlarini suv oqimga moslash, nasos ish g'ildiragining soni, tashqi diametri va aylanish tezligi kabi ko'rsatkichlarini o'zgartirish bilan amalga oshirish mumkin.

Ish g'ildiraklar sonini o'zgartirish usuli ko'p bosqichli nasoslarda qo'llaniladi.

Ko'p bosqichli nasos rotori o'qqa ketma-ket o'rnatilgan bir necha ish g'ildirakdan tashkil topgan. Nasosning ishlatish xarakteristikasi $h=f(Q)$, $N=f(Q)$, $\eta=f(Q)$ ish g'ildirak soniga bog'liq (7.9-rasm). Shu bilan bir qatorda bu turdagi nasoslarning ish g'ildirak sonini o'zgartirish imkoniyati ham bor.



7.9-rasm. Qurilma ko'rsatkichlarini ish g'ildirak sonini o'zgartirish bilan moslash.

Agar nasosning dastlabki ish g'ildiraklar soni – z , uning xarakteristikasi – h va ish rejimi – P nuqtada bo'lishini e'tiborga olsak, ish g'ildirak soni ko'payishi nasosning xarakteristikasini h_2 va

h_3 va kamayishi esa h_1 ko'rinishga olib keladi. Qurilma ish rejimi esa P nuqtadan P_1, P_2, P_3 nuqtalarga ko'chadi.

D) Ish g'ildirakning tashqi diametrini o'zgartirish usuli. Nasos xarakteristikasi bu usul bilan o'zgartirilganda ish g'ildirakning, ma'lum qismi kesib tashlanadi va diametri dastlabki ish g'ildirak diametriga nisbatan kichikroq D'_2 bo'lgan ish g'ildirak hosil qilinadi. Bu ish g'ildirakning, chiqish kesimidagi aylanma tezligi $U'_2 = \pi \cdot D'_2 \cdot n / 60$ dastlabki ish g'ildirak tezligi $U_2 = \pi \cdot D_2 \cdot n / 60$ ga ko'ra D'_2 / D_2 nisbatda kamayadi. Nasos ko'rsatkichlari diametrlar nisbatiga ko'ra:

$$\text{- unumdorligi} \quad Q' = Q \cdot \left(\frac{D'_2}{D_2} \right)^3 \quad (7.21)$$

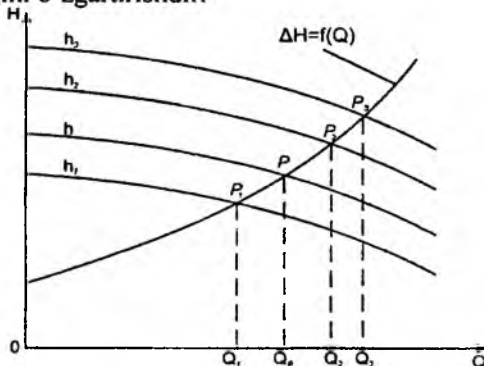
$$\text{- zo'riqmasi} \quad H' = H \cdot \left(\frac{D'_2}{D_2} \right)^2 \quad (7.22)$$

$$\text{- quvvati} \quad N' = N \cdot \left(\frac{D'_2}{D_2} \right)^5 \quad (7.23)$$

ko'rinishda o'zgaradi.

Qurilma ishini bu usul bilan moslash amaliyotda kam qo'llaniladi.

E) Nasos xarakteristikasini o'zgartirishning eng qulay usuli bu ish g'ildirak tezligini o'zgartirishdir.



7.10-rasm. Qurilma ish rejimini ish g'ildirakning aylanish tezligini o'zgartirish bilan moslash.

Ish g'ildirakning dastlabki (n) va keyingi (n_1, n_2, n_3) tezliklar nisbatiga ko'ra nasos unumdorligi birinchi, zo'riqmasi ikkinchi va quvvati uchinchi darajada o'zgaradi. Natijada ish rejim dastlabki rejiman (P nuqta) P_1, P_2, P_3 nuqtalarga o'tadi.

Qurilma ish rejimini bu usul bilan oqimga moslash uchun aylanish tezligini o'zgartiriladigan va kam sarf harajatli yuritma tizimini yaratish zarur bo'ladi.

7.5. Parrakli nasoslarda kavitatsiya

Suyuqlikning parraklar oralig'idan oqib o'tishi jarayonida har bir parrak atrofida uyurmali harakat paydo bo'ladi. Uyurmali harakat yo'nalishi parrakning qavariq tomonida oqim yo'nalishida va botiq tomonidan esa unga teskari holatda bo'ladi. Buning natijasida parrakning qavariq tomonida bosim kamayadi, botiq tomonida esa ortadi.

Kavitatsiya – bu past haroratlarda suyuqlikning qaynash jarayonidir. Kavitatsiya o'ta murakkab fizik hodisa hisoblanadi. Fizika fanidan ma'lumki bosim kamayishi bilan suv past haroratlarda ham qaynashi mumkin. Masalan, agar bosim 2 kPa gacha kamaygan hollarda suv 20°S ham qaynashi tasdiqlangan.

Kavitatsiya jarayonida, suvning qaynashi bilan bog'liq bo'lgan parlar paydo bo'lishi, qisqa oraliqlarda oqimning uzilishi va parlarni qayta suyuqlik holatiga o'tishi bilan bo'shliqlar paydo bo'lishi kabi holatlar paydo bo'ladi.

Parrakli nasoslarda kavitatsiya ish g'ildirakning bosim past bo'lgan qismida, ya'ni suyuqlikning ish g'ildirakga kirish qismida parraklarning oldi tomonida paydo bo'lishi mumkin.

Agar bu kesimdagi absolyut bosim suyuqlikning to'yingan bug'lari bosimdan kamayishi bilan suyuqlik qaynaydi va pufakchalar paydo bo'ladi. Ular ish g'ildirakning chiqish kesimiga yaqinlashgan sari bosim ortadi va bug'lar qayta suyuqlik holatiga o'tadi. Natijada bug'lar egallagan bo'shliq birdan ochilishi bilan kichik gidravlik zarba paydo bo'ladi. Yoriladigan pufakchalar miqdori ko'p bo'lganligi sababli gidravlik zarba ham kattalashadi va u nasos ish g'ildiragini hamda qobig'ini tezroq yaroqsiz holatga olib kelishi mumkin.

Ko'p bosiqichli nasoslarda kavitatsiya asosan birinchi ish g'ildirakda paydo bo'ladi. Olib borilgan tekshirishlarga ko'ra zarba chastotasi 2500 Gs. va zarba kuchi 300 atm. ($29,4 \times 10^6 \text{ N/m}^2$) teng ekanligi isbotlangan.

Kavitatsiyaning asosiy zararlaridan biri – uning kuchayib ketishi natijasida nasosning moslashgan ishlash tartibini buzilishidir. Bunda nasos suyuqlikni deyarli tortmay qo'yadi. Uning ikkinchi tur zarari kavitatsiya kuchaygan joylarda metallning emirilishidir.

Tashqaridan kavitatsiya hodisasi o'ziga xos shovqin paydo bo'lishi va nasos hamda unga ulangan quvurlarning tebranishi bilan xarakterlanadi.

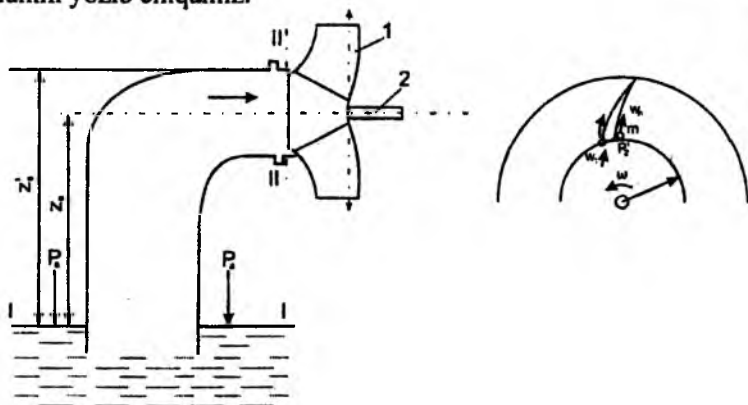
Yuqoridan zikr etilganlarga ko'ra parrakli nasoslarda kavitatsiya hodisasini yuzaga keltiruvchi asosiy sabab – bu ish g'ildirakning qismida absolyut bosimning kamayishi ekan. O'z navbatida bu bosim nasos o'qidan suv sathiga bo'lgan tik masofa va ish g'ildirakning aylanish tezligiga bog'liq.

Ish g'ildirakning aylanish sonini ortishi markazdan qochkuchning ortishiga olib keladi. Bu esa ish g'ildirak o'qida va bu bilan vaqtda parraklar oralig'ida bosimning kamayib ketishiga olib keladi.

Nasos o'qidan suv sathigacha bo'lgan balandlik ya'ni so'rilish balandligining ortishi bilan nasosning suv so'riladigan tomonidagi bosim kamayib boradi. So'rilish balandlik qiymati ma'lum miqdordagi suvni o'qidan suv sathigacha ko'tarib chiqarish uchun zarur bo'lgan energiya etganda so'rilish jarayoni to'xtaydi. Shu chegara qiymat chegarasiga yetganda suv so'rilish balandligi deb ataladi.

Ruxsat etiladigan (joiz) geometrik suv so'rilish balandligi. Nasosning ishlash jarayonida kavitatsiya yuzaga kelmaslikning asosiy sharti $P_{min} > P_v$, ya'ni nasosning suv so'riladigan tomonidagi va hohlagan nuqtadagi eng past bosim - P_{min} , suv qaynab ketmasligi uchun to'yinib bo'lgan bosimdan - P_v yuqori bo'lishi shart.

Ruxsat etiladigan geometrik suv so'rilish balandlikni topish uchun oqimning I-I va II-II (7.11-rasm) kesimlari uchun energiyani saqlanish qonunini yozib chiqamiz.



7.11-rasm. Suv so'rilish quvurini sxemasi.

$$\frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} = \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + z_s + \Delta H_s \quad (7.24)$$

Bu yerda: P_1 – suv to‘plagichdagi suvning sathidagi bosim, Pa;

P_2 – suyuqlikning nasosga kirishidagi bosimi, Pa;

v_1 – suv to‘plagichdagi oqim tezligi, m/sek;

v_2 – suyuqlikning ish g‘ildirakga kirishdagi o‘rtacha tezligi, m/sek;

Z_v – suyuqlik sathidan nasos o‘qigacha bo‘lgan tik balandlik, m;

ΔH_s – quvurning gidravlik qarshiligi, m.s.u.

Kon korxonalari suv chiqarish qurilmalarda $P_1 = P_a$ va

$v_1 \approx 0,02 \div 0,05$ m/sek bo‘lganligi uchun $\frac{v_1^2}{2 \cdot g} \approx 0$ deb olinadi.

Unda (7.24) formuladan:

$$\frac{P_1}{\rho \cdot g} = \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + z_s + \Delta H_s \quad (7.25)$$

Bu tenglamaning oxirgi uchta hadining yig‘indisi, suvni nasosgacha ko‘tarish uchun zarur bo‘lgan bosimni belgilaydi va uni vakuummetrik suv so‘rish balandligi deb ataladi:

$$H_s = \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + z_s + \Delta H_s \quad (7.26)$$

Unda (7.25) va (7.26) tengliklardan:

$$H_s = \frac{P_a - P_2}{\rho \cdot g} \quad (7.27)$$

Bu tenglamagi binoan vakuummetrik suv so‘rish balandligi suyuqlikning nasos ish g‘ildiragiga kirish kesimidagi – P_2 bosimga bog‘liq ekan. Fizika fanidan ma‘lumki bu bosim qiymati noldan kichik bo‘la olmaydi. Shuning uchun:

$$H_s < \frac{P_a}{\rho \cdot g} \quad (7.28)$$

bo‘ladi.

Yuqoridagi (7.26) tenglikdan geometrik suv so‘rilish balandligi:

$$z_s = H_s - \frac{v_2^2}{2 \cdot g} - \Delta H_s \quad (7.29)$$

Atmosfera bosimi $P_a=0,1$ MPa bo'lganda, $H_* = \frac{P_a}{\rho \cdot g} = \frac{0,1 \cdot 10^6}{10^3 \cdot 9,8} \approx 10$ m.

bo'lishini e'tiborga olsak geometrik suv so'rilish balandlik $Z_v < 10$ m bo'ladi.

Ish g'ildirakning kirish tomonidagi suyuqlikning nisbiy energiyasi bilan to'yingan bug' energiyasi oralig'ida farq kavitatsiya zahirasi deb tushuniladi. Ya'ni:

$$\Delta h = \left(\frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} \right) - \frac{P_1}{\rho \cdot g} \quad (7.30)$$

Bu yerda: P_1 – to'yingan bug' bosimi, Pa.

Har bir nasos va ularning turli ish rejimlarda ishlash jarayonlarda suvning qaynashini boshlanishini belgilovchi minimal (chegaraviy) - Δh_v kavitatsiya zahirasi mavjud bo'lib, u suyuqlikni nasosning kirish qismidagi minimal bosim – P_2 ga bog'liq.

Nasoslarning ishlash jarayonida kavitatsiya paydo bo'lmasligi uchun:

$$\Delta h \geq \Delta h_v \quad (7.31)$$

bo'lishi shart.

Ish g'ildirak parraklarining oldi (7.11 b-rasm) qismidagi suyuqlik bosimi - P'_2 nasosning kirish qismidagi (II-II kesim) (7.11 a-rasm) bosim P_2 kichik. Shuning uchun kavitatsiya zahiraning chegaraviy mezoni P'_2 bosim asosida topiladi. Unda (7.30) tenglikdan chegaraviy kavitatsiya zahira:

$$\Delta h_v = \left(\frac{P'_2}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} \right) - \frac{P_1}{\rho \cdot g} \quad (7.32)$$

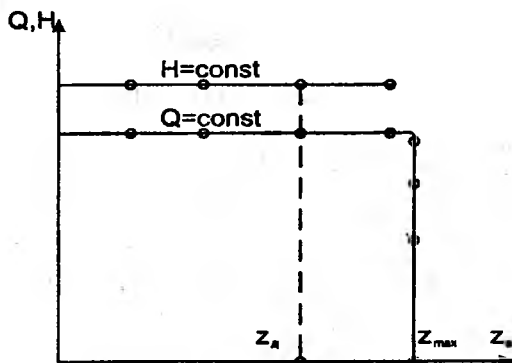
Ushbu chegaraviy kavitatsiya zahirasi mos keladigan so'rilish balandlikni maksimal geometrik so'rilish balandlik deb nomlangan.

Energiyani saqlanish qonuniga ko'ra I-I va oldi qism yuzalari uchun Bernulli tenglamasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$\frac{P_a}{\rho \cdot g} = \frac{P'_2}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + z_{\max} + \Delta H_* \quad (7.33)$$

Bu tenglikdan:

$$\frac{P'_2}{\rho \cdot g} = \frac{P_a}{\rho \cdot g} - \left(\frac{v_2^2}{2 \cdot g} + z_{\max} + \Delta H_* \right) \quad (7.34)$$



7.12-rasm. Kavitatsiya hodisasi.

Yuqorida ko'rsatilgan (7.32) va (7.34) tengliklardan chegaraviy kavitatsiya zahira:

$$\Delta h_v = \frac{P_a}{\rho \cdot g} - z_{\max} - \Delta H_n - \frac{P_i}{\rho \cdot g} \quad (7.35)$$

Bu tenglikdan chegaraviy kavitatsiya zahiraga mos keladigan maksimal geometrik suv so'rilish balandlik:

$$z_{\max} = \frac{P_a - P_i}{\rho \cdot g} - \Delta H_n - \Delta h_v \quad (7.36)$$

Nasoslarning ishonchlik ishlashi uchun geometrik suv so'rilish balandlik – z_n maksimal balandlikga nisbatan 15-20 foiz kam olinadi, ya'ni (7.12-rasm):

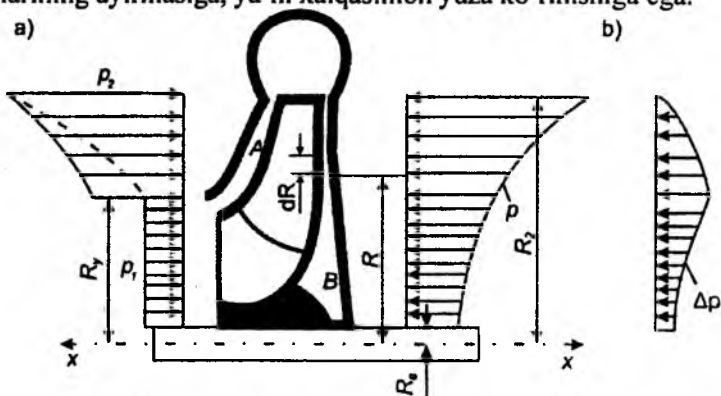
$$z_n = (0,8 \div 0,85) \cdot z_{\max}.$$

7.6. Nasos ish g'ildiragiga ta'sir qiluvchi kuch va uni muvozanatlash

Nasos ishlab turgan vaqtda uning A va B bo'shliqlari (7.13-rasm) yuqori bosimli suv bilan to'lgan holatda bo'ladi. Yuqori bosimli bu suv ish g'ildirakning oldi va orqa disklerini tashqi sirtlarida kuchni paydo qiladi. Bu kuch vektori tashqi sirlari yuzasiga perpendikulyar yo'nalishda bo'ladi yoki nasos o'qiga nisbatan olsak, bu kuch vektorining yo'nalishi nasos o'qiga mos keladi. Shuning uchun bu kuch o'q chiziqli kuch deb nomlangan.

O'q chiziqli kuchlarni paydo bo'lishini o'rganishda ish g'ildirakning oldi va orqa disklerinin tashqi sirtlari yuzasi shartli ravishda ikkiga bo'linadi.

Birinchisi, ish g'ildirakning tashqi radiusi – R_2 va suv so'riladigan tomondagi zichlamagacha bo'lgan radius – R_v teng bo'lgan doira yuzalarining ayirmasiga, ya'ni xalqasimon yuza ko'rinishiga ega.



7.13-rasm. O'q yo'nalishidagi kuchning paydo bo'lish sxemasi

Ish g'ildirakning oldi va orqa diskleri tashqi sirtlarining xalqasimon shakldagi yuzalarida suyuqlik bosimi ta'sirida paydo bo'ladigan kuchlar o'zaro teng va qarama-qarshi yo'nalishda bo'ladi.

Ikkinchisi, orqa diskning ish g'ildirakga suv kiradigan tomoni va uning tashqi sirti yuzalari. Bu yuzalar o'zaro teng bo'lib, radiuslari – R_v va R_2 (vtulka radiusi) chegaralangan yuzaga $\pi \cdot (R_2^2 - R_v^2)$ teng. Uning suv kiradigan tomoni yuzasiga bosimi – P_1 va tashqi sirti yuzasiga esa bosimi – P bo'lgan suyuqliklar ta'sir etadi.

Ish g'ildirakga suyuqlik kiradigan tomoni yuzasidagi bosim – P_1 suv so'rilish balandligiga bog'liq.

Manfiy suv so'rilish balandliklarda $P_1 > P_a$ va musbat balandliklarda esa $P_1 > 0$. Ikkala holatda ham suyuqlik bosimi – P_2 dan past bo'ladi. Shuning uchun nasos ish g'ildiragi bosimlar farqi – ΔP ta'sirida bo'ladi. Buning natijasida o'q yo'nalishidagi kuch paydo bo'ladi va u nasosning suv so'rilish tomoniga yo'nalgan holatda bo'ladi.

O'q yo'nalishidagi kuch:

$$T_0 = \int_{R_v}^{R_2} (P - P_1) \cdot 2 \cdot \pi \cdot R \cdot dR \quad (7.37)$$

ifoda bilan topiladi.

Bu yerda: P – orqa diskning B-bo'shliqdagi o'zgaruvchan bosim. Uning maksimal qiymati $P=P_2$.

O'q yo'nalishidagi kuchni aniqlash uchun bosim P ni ish g'ildirakning radiusi bo'ylab o'zgarish (7.13 b-rasm) darajasini bilish zarur. Buning uchun eni dR teng bo'lgan elementar suyuqlik xalqasini olamiz. A va B – bo'shliqdagi suyuqlik va ish g'ildirak disklarining tashqi sirtlari oralig'ida paydo bo'ladigan ishqalanish hisobiga suyuqlik ω_c burchak tezlik bilan aylanma harakatga keladi. Suyuqlikning aylanma harakat burchak tezligi ω_c ish g'ildirak tezligini ω taxminan yarmiga teng deb olinadi: $\omega_c = 0,5 \cdot \omega$.

Markazdan qochma kuch hisobiga elementar hajmdagi suyuqlik bosimi ortishi quyidagi ifoda bilan topiladi.

$$dP = \rho \left(\frac{\omega}{2} \right)^2 \cdot R \cdot dR \quad (7.38)$$

Tenglamani integrallab quyidagicha yozish mumkin:

$$\int_P^{P_2} dP = \int_R^{R_2} \rho \cdot \frac{\omega^2}{4} \cdot R \cdot dR \quad (7.39)$$

Bu tenglamadan:

$$P_2 - P = \frac{\rho \cdot \omega^2}{8} \cdot (R_2^2 - R^2) \quad (7.40)$$

Bu yerdan:

$$P = P_2 - \frac{\rho \cdot \omega^2}{8} \cdot (R_2^2 - R^2) \quad (7.41)$$

yoki

$$P = P_2 - \frac{\rho \cdot \omega^2}{8} \cdot R_2^2 \left(1 - \frac{R^2}{R_2^2} \right) \quad (7.42)$$

Bu tenglamaga ko'ra orqa diskning tashqi sirti yuzasidagi bosim – R radius R ga nisbatan parabola ko'rinishida o'zgarar ekan (7.13 a-rasm).

Yuqoridagi (7.41) tenglamadan bosim – P ni (7.42) tenglamaga qo'yib va hosil bo'lgan tenglikni integrallab o'q yo'nalishidagi kuch topiladi:

$$T_0 = \left[P_2 - P_1 - \frac{\rho \cdot \omega^2}{8} \cdot \left(R_2^2 - \frac{R_y^2 + R_u^2}{2} \right) \right] \cdot \pi \cdot (R_y^2 - R_u^2) \quad (7.43)$$

Amaliyotda o'q yo'nalishidagi kuch quyidagi ifoda bilan hisoblanadi:

$$T_0 = K_n \cdot \pi \cdot (R_y^2 - R_g^2) \cdot \rho \cdot H \quad (7.44)$$

Bu yerda: K_n - tajriba asosida olingan va nisbiy tezlikga bog'liq bo'lgan koeffitsient. Uning qiymati $n_d=60$ ayl/min bo'lganda $K_n=0,6$; $n_d=200$ ayl/min.da $K_n=0,8$.

H – ish g'ildirak zo'riqmasi.

Ko'p bosqichli nasoslarda o'q yo'nalishidagi kuch:

$$T = z \cdot T_0 \quad (7.45)$$

Bu yerda: z – ish g'ildiraklar soni.

Nasoslarning ishlash jarayonida paydo bo'ladigan o'q yo'nalishidagi kuch qiymati 0,15–0,20 MPa.gacha bo'lishi mumkin. Ularning ishonchli ishlashi uchun ushbu kuchni muvozanatga keltirish zarur bo'ladi. O'q yo'nalishidagi kuch turli usullar bilan muvozanatga keltiriladi yoki kamaytiriladi.

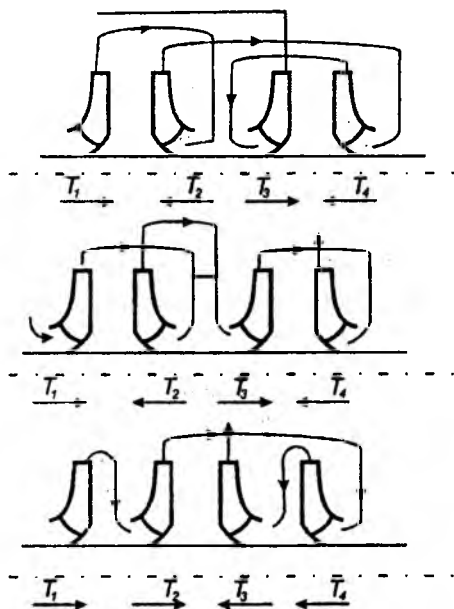
1) Nasoslarda ikki tomonlama suv so'riladigan ish g'ildiraklarni qo'llash. Bu ko'rinishdagi ish g'ildiraklarda bosim bir xil bo'lganligi uchun o'q yo'nalishidagi kuch paydo bo'lmaydi.

2) Ish g'ildiraklarni juftlab yoki guruhlarga ajratilgan holda nasos o'qiga o'rnatish (7.14-rasm). Bunda ish g'ildiraklar o'q yo'nalishidagi kuchni muvozanatlash asosida juftlik yoki guruhlarga ajratib nasos o'qiga o'rnatiladi. Unda juftlik yoki guruhlarda paydo bo'ladigan o'q yo'nalishdagi kuchlar o'zaro teskari yo'nalishlarda bo'lganligi uchun bu kuchlar muvozanatga keladi.

T1; T2; T3 va T4 – o'q yo'nalishdagi kuchlar va ularni yo'nalishi.

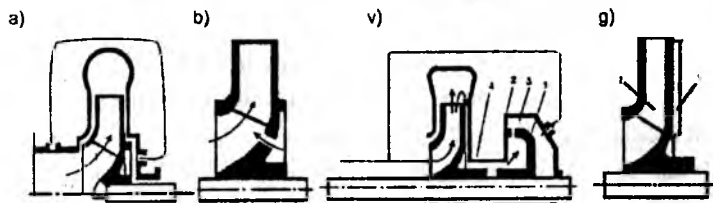
3) Ish g'ildirakning orqa diskining tashqi sirtida qo'shimcha xalqasimon zichlama qo'llash (7.15 a-rasm).

Bu bilan orqa diskning tashqi tomomnidagi bo'shliq ikki qismga ajraladi. natijada uning markazga yaqin bo'lgan qismdagi bosim orqa diskning suv so'riladigan tomondagi bosimga tenglashadi.



7.14-rasm. Muvozanatlangan ko'p bosqichli nasoslarda suyuqlik harakati va o'q yo'nalishidagi kuchlar sxemasi.

4) Orqa diskning markaziy qismida ma'lum o'lchamli bir necha teshiklar yordamida o'q yo'nalishidagi kuchni muvozanatlash (7.15 b-rasm). Ushbu usulda orqa diskning ichki va tashqi tomonidagi bosimlar o'zaro tenglashadi, o'q yo'nalishidagi kuch muvozanatga keladi.



7.15-rasm. O'q yo'nalishidagi kuchning muvozanatlash usullari: a,b – orqa disk sirtlariga ta'sir etadigan bosimlarni tenglashtirish, v – muvozanatlash moslamasini o'rnatish bilan, g – orqa diskning tashqi sirtida parraklar o'rnatish bilan.

5) Muvozanatlash moslama qo'llash usuli (7.15 v-rasm). Muvozanatlash moslama oxirgi ish g'ildirakdan keyin nasos o'qiga mustahkam o'rnatilgan disk – 1, uning qobig'i – 2, va ular bilan paydo qilingan germetik bo'shliq – 3 lardan iborat. Bo'shliqdagi bosimni boshqarish disk bilan amalga oshiriladi.

Agar bu oraliq to'liq yopilgan holda disk oldidagi bosimni P_3 va uning orqasidagini P_4 deb olsak, unda disk yuzasiga ta'sir etadigan kuch:

$$T_d = \psi \cdot F_d \cdot (P_3 - P_4) = \psi \cdot \pi \cdot (R_d^2 - R_a^2) \cdot \Delta P \quad (7.46)$$

Bu yerda: ψ - disk yuzasidagi bosimning yuza bo'yicha bir me'yorda bo'lmashligini ifodalovchi koeffitsient;

F_d – disk yuzasi;

R_d va R_a – mos ravishda disk va vtulka radiuslari.

Bu kuchning yo'nalishi ish g'ildirakda paydo bo'ladigan o'q yo'nalishdagi kuchga nisbatan teskari yo'nalishda bo'ladi. Demak, o'q yo'nalishidagi kuchni ($z \cdot T_0$) muvozanatga keltirish uchun:

$$T_d = z \cdot T_0 \quad (7.47)$$

bo'lishi shart ekan.

Yuqorida keltirilgan (7.46) tenglikdan disk sirtida paydo bo'ladigan kuch – T_d germetik bo'shliqdagi bosim – P_3 ga va bu bosim esa disk bilan qobiq oralig'ining ochiqlik holatiga bog'liq.

Uning ochiqlik holati o'q yo'nalishidagi kuch - $z \cdot T_0$ ta'sirida nasos rotorini gorizontaal yo'nalishda ma'lum masofaga (2–3) mm. siljishi hisobiga avtomatik turzda o'zgarib turadi.

Agar $z \cdot T_0 > T_d$ bo'lgan holda rotor chap tomonga (suv so'riladigan) va $T_d > z \cdot T_0$ - da esa o'ng tomonga siljiydi. Buning natijasida o'q yo'nalishdagi kuch muvozonatlanadi. Bu jarayonda moslamadan chiqib ketadigan suv sarfi nasos unumdorligining 3% dan oshmasligi kerak. Aks holda nasosning hajmiy unumdorlik pasayib ketadi.

7.7. Suv chiqarish qurilmalarining ekspluatatsiyasi

Konchilik korxonalari suv chiqarish qurilmalari ko'p miqdorda elektr energiya iste'mol qiladigan qurilmalar qatoriga kiradi. Shuning uchun ularning ishini iqtisodiy samarador va shu bilan bir qatorda ishonchli tashkil qilish katta ahamiyatga ega. Qurilma ishini iqtisodiy samarador va ishonchli tashkil qilish ularni zamon talablariga ko'ra to'g'ri loyihalash, o'rnatish va ishlatishga bog'liq.

Markazlashtirilgan, asosiy, yordamchi suv chiqarish qurilmalar ilm-fan, texnika va texnologiyaning yutuqlari asosida ishlab chiqilgan loyiha asosida o'rnatiladi. Ularni o'rnatish malakali mutaxassislar tomonidan bajariladi. Ular suv chiqarish qurilmaning barcha qismlari (nasos, elektr yuritgich, suv so'rilish va haydalish quvurlari, o'lchov asboblari va boshqalar) ni o'rnatish, ularni yig'ish va sozlash, dastlabki ishga tushirish, korxona sharoitida sinov ishlarini bajaradilar.

Sinov natijalariga ko'ra o'rnatilgan qurilma xavfsizlik (ЕНБ) va texnik ekspluatatsiya qilish (ИТЭ) to'liq javob bera olsa u ishlatishga, ya'ni ekspluatatsiya qilishga topshiriladi.

Nasosni ishga tushirish uchun quydagi ishlar bajarilishi shart:

- Podshipniklarda moylash moyining hajmi. Uning hajmi podshipniklarning qobig'ini $\frac{1}{3} + \frac{1}{2}$ qisimga teng bo'lishi kerak;

- Nasos rotori holatini tekshirish. Bu ish rotorni qo'l kuchi bilan aylantirish usulida bajariladi. Nasos rotori elektr yuritgich bilan ulanmagan va salnik zichlamalar qo'yilmagan holatda u yengil aylanishi kerak;

- Rotor suv so'rilish tomonga to'liq surilgan, ya'ni rotor o'qidagi belgi podshipnik qobig'ini chetki qismiga mos kelgan bo'lishi shart;

- Salniklar tarkibida antifriz bo'lgan suyuqlikda shimdirilgan zichlama bilan to'ldirilgan va ular oxirigicha zichlamagan;

- Nasos rotorining aylanish yo'nalishi to'g'ri ekanligini tekshirish. Normal sharoitda rotorning aylanish yo'nalishi, elektr yuritgich tomonidan qaralganda, soat strekasi yo'nalishiga mos keladi.

- Suv chiqarish qurilma qismlar ulangan joylarini tekshirib chizish va boshqalar.

Qurilmaning barcha qismlarini sozligi to'g'risida qanoat hosil qilingandan keyin u ishga tushiriladi. Nasosni ishga tushirishdan oidin quyidagi ishlar bajarilisha kerak:

- nasos va suv so'rilish quvurini suv bilan to'ldirish; Ularni suv bilan to'lganligi haqida ishonch nasos qobig'idagi jo'mrakdan chiqayotgan suvga qarab aniqlanadi.

- suv haydalish quvuridagi bekitgich yopiladi.

- manometr va vakuummetr bekitgichlari ochiladi.

So'ng nasos ishga tushiriladi. Nasos ishga tushganligi vakuummetr va manometr orqali aniqlanadi. Agar nasos ishga tushgan bo'lsa o'lchov asboblarning strekasi ma'lum bosimni ko'rsatadi. Elektr yuritkich rotor o'zining normal tezligiga yetgach suv haydalish quvuridagi bekitgich asta-sekin ochilib kerakli miqdordagi unumdorlik o'rnatiladi.

Nasosni qazib ketishdan himoyalash uchun uning, bekitgichi yopiq holatdagi ishlash vaqti 2 minutdan oshmasligi kerak.

Suv chiqarish qurilmani normal ishlayotganligi to'g'risidagi ishonch quyidagicha aniqlanadi:

- Yuksizlash moslama ishini nazorat qilish. Agar u normal ishlayotgan bo'lsa undan oqib chiqayotgan suv hajmi nasos unumdorligini 3+6 foizini va uning harorati 2⁰S tashkil qiladi;

Salniklar ishini tekshirish. Salnik zichlamalari qattiq siqilmagan bo'lishi kerak. U elektr energiya sarfini ortishiga va zichlamani qizib ketishiga olib keladi. Normal ish holatida salnikdan 0,5l/min suv chiqib turadi.

- nasos va elektr yuritkich rotorlarining haroratini nazorat qilish. Podshipniklarning harorati 80⁰S oshmasligi kerak.

-Suv chiqarish qurilmaning ekspluatatsiya qilish ko'rsatkichlari ya'ni unumdorlik, zo'riqma, quvvat va foydalanish ish koeffitsientini o'lchash. Bu ko'rsatkichlar konning gidrogeologik va texnologik sharoitlarga hamda qurilmalarni ishlatish talablariga mos kelishi kerak.

Suv chiqarish qurilma ishi doimiy ravishda nazorat qilib turiladi.

Unda qurilma ko'rsatkichlari, podshipniklarning harorati, moylash tizimidagi moyning hajmi, yuksizlash moslamasi, salniklarning ishlashi holat datchiklari yordamida doimiy ravishda o'lchab turiladi va ular nasos ishini qayd qilish jurnaliga yozib qo'yiladi.

Ta'mirlash oralig'i va ta'mirlash ishini xajmi nasosning texnik pasportida ko'rsatilgan tavsiya asosida o'tkaziladi.

III-qism. Kon korxonalarining ventilyator qurilmalari

8-bob. Foydali qazilmalarni qazib olishda ventilyator qurilmaning ahamiyati

8.1. Kon havosi va uning tarkibi

Ventilyator qurilmalari konlarda barcha yer osti lahimlarini shamollatish uchun xizmat qiladi va ta'bir joiz bo'lsa, shaxtaning «o'pkasi» vazifasini o'taydi.

Kon ishchi va xodimlarini yer osti lahimlarida ishlashi uchun ularning har biriga, xavfsizlik qoidalariga binoan [22], minutiga 6 m^3 dan toza havo yetkazib berilishi shart. Bundan tashqari kon atmosferasi tarkibida metan (CH_4), karbon oksidi (SO – is gazi), serovodorod (H_2S), oltingurtli gaz (SO_2), azot oksidlari (NO , NO_2 , N_2O_4 va N_2O_5) va boshqa gazlar mavjud.

Metan – CH_4 . Rangsiz va hidsiz gaz. Suvda yomon eriydi. Normal atmosfera sharoitida uning zichligi $0,716 \text{ kg/m}^3$ ga teng. Havo tarkibidagi metanning miqdoriga qarab aralashma quyidagi xususiyatlariga ega (8.1-jadval):

8.1-jadval

№	Havo tarkibidagi metanning miqdori, % (hajmi bo'yicha)	Aralashmaning xususiyatlari
1	5 – 6	Aralashma yonadi, lekin portlamaydi
2	5 – 6 dan 14 – 16 gacha	Aralashma tashqi uchqun ta'sirida portlaydi
3	16 va undan katta bo'lganda	Aralashma portlamaydi. U havodagi kislorod hisobiga yonadi
4	8	Aralashma tez yonuvchan bo'ladi
5	9,5	Aralashma portlaganda portlash kuchi maksimal bo'ladi.

Kon lahimlarining bittasida bo'lsa ham metan gazi borligi ma'lum bo'lsa bu shaxta, xavfsizlik qoidalariga binoan, gazli shaxta hisoblanadi.

Shaxtalardi ajralib chiquvchi metan gazining miqdori turlicha bo'ladi. Shuning uchun shaxtalarni toifalarga (категория) larga ajratishda mezon sifatida nisbiy metandorlik ko'rsatgichi qo'llanilgan.

Nisbiy metandorlik deb, sutka davomida qazib olingan ko'mirning bir tonnasiga to'g'ri keladigan ajralib chiquvchi metan miqdori qabul qilingan m^3/T . Bu ko'rsatgich bo'yicha ko'mir konlari besh toifaga bo'linadi. (8.2-jadval).

Nisbiy metandorlik bo'yicha shaxtalarni toifalariga bo'linishi.

No	Toifalar (категория)	Nisbiy metandorlik, m ³ /t
1	I	<5
2	II	5-10
3.	III	10-15
4.	O'ta toifalik	≥15
5.	To'satdan gaz o'tilib chiqish bo'yicha hafli	To'satdan gaz va gaz bilan birgalikda ko'mir yoki tog' jinslari o'tilib chiqishi xavfi bo'lgan shaxtalar

Xavfsizlik qoidalariga ko'ra havo oqimidagi metanning miqdoriga qazish kovjoylarida, tayyorlov lahimlarida, kamera va uchastkalarda 1% dan, metan gazi yig'ilib qolishi mumkin bo'lgan joylarda esa 2% dan oshmasligi kerak.

Karbon oksidi: (is gazi) – CO. Rangsiz, hidsiz va mazasiz gaz. Suvda yomon eriydi. Normal sharoitda uning zichligi 1,25 kg/m³. Uning miqdori havo tarkibida 13 – 75% tashkil etgan hollarda portlovchi aralashmaga aylanadi. Aralashmaning portlash chog'idagi harorati 630-810°S bo'lishi mumkin.

Karbon oksidi zaharli gaz. Kon havosi tarkibida uning miqdori hajmi bo'yicha 0,0016% oshmasligi kerak.

Vodorod sulfati: (сероводород) - H₂S. Rangsiz, aynigan tuxum hidini eslatuvchi gaz. Suvda eriydi. Yonadigan gaz. Havo tarkibida uning miqdori 6% tashkil etgan hollarda havo bilan birgalikda portlovchi aralashma hosil bo'ladi. Vodorod sulfiti o'ta zaharli gaz hisoblanadi. Kon havosi tarkibida uning miqdori 0,00066% dan (hajmi bo'yicha) oshmasligi shart.

Oltinugurt gaz: -CO₂. Rangsiz, o'tkir nordon ta'mli gaz. Suvda tez eriydi va o'ta zaharli. Kon havosi tarkibida uning miqdori (hajmi bo'yicha) 0,0003% dan oshmasligi shart.

Azot oksidlari: Kon havosi tarkibida azot oksidlari NO, NO₂, N₂O₄ va N₂O₂ ko'rinishlarida bo'ladi. Ular qo'ng'ir rang va o'tkir hidga ega. N₂O₅ va NO oksidlari havoda boshqa birikma holatiga o'tishi mumkin. NO₂ va N₂O₄ oksidlari esa o'z holatini o'zgartirmaydi. Bu oksidlarning barchasi suvda yaxshi eriydi va zaharlidir. Inson hayoti uchun xavfli bo'lgan miqdori 0,025% (hajmi bo'yicha). Xavfsizlik qoidalariga binoan kon havosi tarkibida uning miqdori (hajmi bo'yicha) 0,00025% dan oshmasligi kerak.

Bu gazlardan tashqari kon atmosferasiga vodorod, ammiak, akroleyn, geliy, radioaktiv moddalar, og'ir uglevodlar (etan, propan, butan), kompressor gazi va karbonat anhidrid gazlari chiqib turadi.

Kon havosi tarkibida, xavfsizlik qoidalariga ko'ra, kislorod - 20%dan kam bo'lmisligi kerak. Boshqa gazlar: karbonat anhidrid -45%, karbon oksidi (is gazi)-0,0016%, azot oksidi -0,00025%, vodorod sulfidi -0,00066%, oltingugurt gazi -0,00035% dan ko'p bo'lmisligi kerak. Kon havosini normal harorati 25-26^o atrofida belgilangan.[22,25]

Kon ishchilarini yer ostida ishlashi uchun yetarli miqdorda toza havo bo'lishi shart. Bundan tashqari metan gaz ajralib chiqishi xavfi bor shaxtalarda uni portlashini oldini olish va foydali qazilmani qazib olish jarayonida ajralib chiqadigan zaharli gazlar me'yorini (концентрация) inson salomatligiga zararsiz darajagacha pasaytirish uchun ko'p miqdorda toza havo kerak bo'ladi.

Katta va chuqur konlarni shamollatishda toza havoga bo'lgan talab, qazib olinayotgan foydali qazilma miqdoridan 4-5 marta katta bo'lishi mumkin. Toza havo yer osti lahimlariga ventilyator qurilma yordamida uzluksiz ravishda yetkazib beriladi.

8.2. Ventilyator qurilmalari. Ularning turlari, sxemalari va vazifalari

Konchilik korxonalari lahimlarinig uzluksiz ravishda shamolatish (toza havo bilan ta'minlash) uchun ventilyator qurilma o'rnatiladi. U o'rnatilgan joy va bajaradigan vazifalariga ko'ra uch turga bo'linadi. Bosh, yordamchi va lahim o'tish ventiyator qurilmalari:

Bosh ventivator qurilmasi. Konchilik korxonalarini ochishda eng kamida ikkita shaxta stvoli kovlab o'tiladi. Ulardan biri orqali toza havo shaxtaga uzatiladi. U kon lahimlarini shamolatib ifloslanadi. Ifloslangan kon havosi ikkinchi stvol orqali yer sathiga chiqarib yuboriladi.

Bosh ventilyator qurilma shaxta stvollaridan birining bo'g'zida o'rnatiladi. U shaxta stvoli bilan havo yo'laklari orqali germetik ravishda birlashgan bo'ladi.

Bosh ventilyator qurilma toza havoni shaxtaga haydash (нагнетание) yoki kon havosini shaxtadan so'rib olish (всасывание) usulida ishlatilishi mumkin.

Qurilma birinchi usulda ishlatilganda, ventilyator toza havoni atmosferadan so'rib olib stvol orqali shaxtaga haydaydi. Konning barcha lahimlarini shamolatib, ifloslangan kon havosi esa ikkinchi stvol orqali

yer sathiga chiqib ketadi. Bunday shamollatish usuli asosan ma'dan konlarini shamolatishda qo'llaniladi.

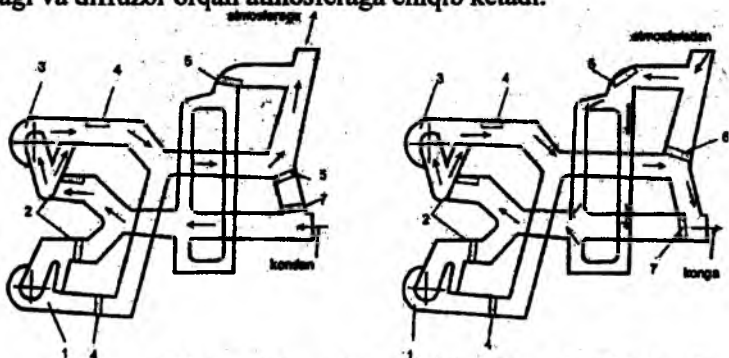
Shaxta havoni so'rib olish usuli bilan shamolatilganda ventilyator kon havosini shaxtadan stvol va havo yulaklari orqali so'rib oladi. Bunda qurilmaning havo yo'lagi stvol bilan birlashgan joyda bosim atmosfera bosimdan kamayib ketadi. Buning natijasida toza havo, ikkinchi stvol orqali kon lahimlariga oqib keladi. U lahimlarini shamolatib ifloslanadi va ifloslangan kon havosi ventilyator orqali o'tib atmosferaga chiqib ketadi.

Kon havosini so'rib olish usuli metan gazi ajralib chiqishi mumkin bo'lgan ko'mir va slanets konlarida qo'llaniladi.

Bir tomonlama havo so'ruvchi markazdan qochma ventilyator qurilmaning texnologik sxemasi 8.1- rasmda ko'rsatilgan. Bu rasmda:

- 1 va 3- zahradagi va ishchi ventilyatorlar;
- 2- ventilyatorlarning havo so'rilish yo'laklari to'sqichlari (ляда);
- 4-ventilyatorlarning havo haydalish yo'laklari to'sqichlari;
- 5- havo so'rilish hujra (будка) to'sqichi;
- 6- diffuzor to'sqichi;
- 7- stvol bilan birlashgan havo yo'lagi to'sqichi.

Shaxta kon havosini so'rib olish usulida shamollatilganda (8.1a-rasm) ishchi ventilyator 3-ning havo so'rilish -2 va haydalish-4, shaxta stvoli bilan birlashgan yo'lak-7 va diffuzor-6 to'sqichlari ochiq holatda bo'ladi. Unda kon havosi stvol bilan birlashgan va ishchi ventilyatoning havo so'rilish yo'laklari orqali shaxtadan ventilyatorga so'riladi. Ventilyator 3 - dan chiqadigan kon havosi esa uning havo haydalish yo'lagi va diffuzor orqali atmosferaga chiqib ketadi.



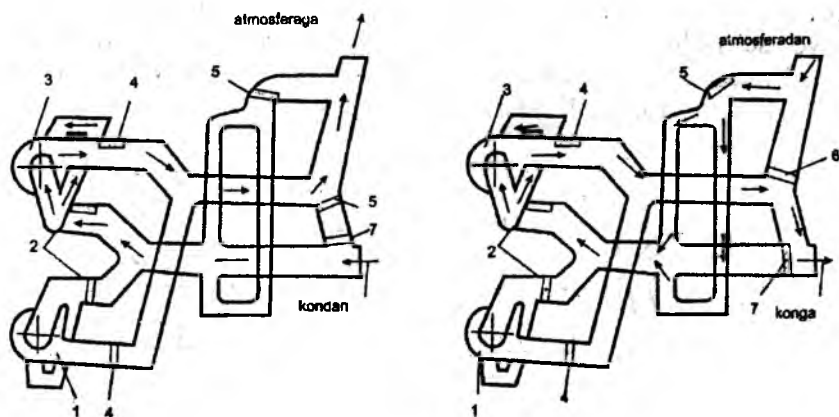
8.1-rasm. Bir tomonlama havo so'ruvchi markazdan qochma ventilyator bilan jihozlangan bosh ventilyator qurilmaning texnologik sxemasi

Zahiradagi 1—ventilyatorni ishga tushirish uchun uning havo soʻrilish — 2 va haydalish—4 yoʻlaklarining toʻsqichlari ochiladi. Ishlab turgan 3—ventilyatorning havo soʻrilish—2 va haydalish—yoʻlaklari toʻsqichlari esa yopiladi. Unda kon havosi stvol bilan birlashgan va havo soʻrilish yoʻlaklari orqali ventilyatorga soʻriladi. Undan chiqadigan kon havosi havo haydalish yoʻlagi va diffuzordan oqib oʻtib atmosferaga chiqib ketadi.

Konlar toza havoni shaxtaga haydash usulida shamollatilganda (8.1b-rasm) ishchi ventilyator-3ning havo soʻrilish-2 va haydalish-4 yoʻlaklari va havo soʻrilish hujra-5 toʻsqichlari ochiq holatda boʻladi. Toʻsqichlarning bu holatida ventilyator toza havoni atmosferadan diffuzor, soʻrilish hujra va haydalish yoʻlagi orqali soʻrib olib, uni havo haydalish va stvol bilan birlashgan yoʻlaklar boʻylab shaxtaga haydaydi.

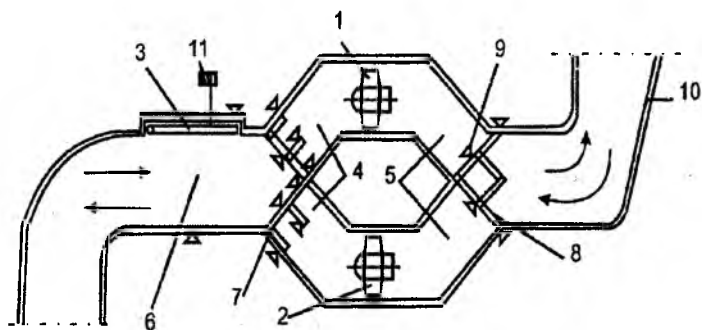
Ikki tomonlama havo soʻruvchi markazdan qochma ventilyator bilan jihozlangan bosh ventilyator qurilmaning texnologik sxemasi 8.2-rasmda koʻrsatilgan.

Shaxta, kon havosini soʻrib olish yoki toza havoni shaxtaga haydash usullari bilan shamollatilganda bosh ventilyator qurilma havo yoʻlaklarida havoni harakati oldingi (8.2a-rasm) havo harakatiga oʻxshash boʻladi. U faqat ventilyator ish gʻildiragiga havo ikki tomonlama soʻrilishi bilan farqlanadi.



8.2-rasm. Ikki tomonlama havo soʻruvchi markazdan qochma ventilyator bilan jihozlangan bosh ventilyator qurilmaning texnologik sxemasi.

O'q chiziqli ventilyator bilan jihozlangan bosh ventilyator qurilmaning texnologik sxemasi 8.3-rasmda ko'rsatilgan



8.3-rasm. O'q chiziqli ventilyator bilan jihozlangan bosh ventilyator qurilmaning texnologik sxemasi.

Bu rasmda 1-ishchi ventilyator, 2-zahiradagi ventilyator, 3-to'sqich, 4-havo so'rilish yo'laklari, 5-havo haydalish yo'laklari, 6-shaxta stvoli bilan birlashgan havo yo'lagi, 7-havo so'rilish yo'lagi to'sqichi, 8-havo haydalish yo'lagi to'sqichi, 9-datchiklar, 10-diffuzor, 11-lebedka.

Shaxta stvoli bilan birlashgan havo yo'lagi-6 ning havo so'rilish yo'laklari-4 bilan tutashgan joyida havo so'rilish to'sqichi-7 o'rnatilgan. Bu to'sqich yordamida birinchi ventilyatorga havo oqib boradigan havo so'rilish kanali yopiladi. Havo so'rilish yo'laklarinig ochilishi yoki yopilishi datchik -9 orqali nazorat qilinadi.

Havo haydalish yo'laklari-5 bilan diffuzor-10 birlashadigan joyida havo haydalish yo'lagi to'sqichi-8 o'rnatilgan. Bu to'sqich yordamida diffuzorga havo oqib o'tish yo'lagining (havo haydalish yo'laklari) biri ochilganda, ikkinchisi esa yopiladi (8.3-rasm).

Birinchi ventilyator kon havosini shaxtadan so'rib olish usulida shamollatilganda barcha to'siqlar 8.3-rasmda ko'rsatilgan holatda bo'ladi. Kon havosi shaxta stvoli bilan birlashgan-6 va havo so'rilish yo'laklari orqali birinchi ventilyatorga so'riladi. Undan chiqadigan havo haydalish yo'lagi-5 va diffuzor-10 orqali atmosferaga chiqib ketadi.

Kon, toza havoni atmosferadan shaxtaga haydash usulida shamollatilganda to'siqlar xolati o'zgartirilmaydi. Ventilyator ish g'ildirakning aylanish yo'nalishi esa o'zgartiriladi. Bu holda ventilyator

toza havoni atmosferadan diffuzor -10 va havo so'riluvchi -4 va shaxta stvoli bilan birlashgan yo'laklar bo'ylab shaxtaga haydaydi.

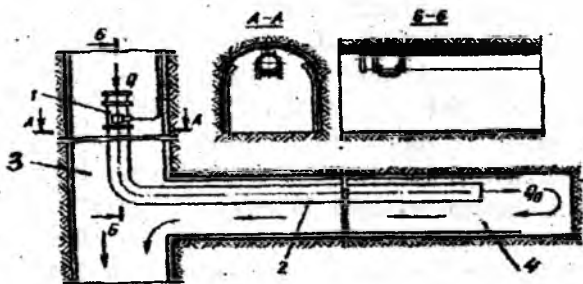
To'sqich -3 shaxta stvoli bilan birlashgan havo yo'lagini atmosfera bilan bog'laydigan to'sqich hisoblanadi. U shaxtaga havo kirish yo'lini to'sib qo'yish uchun xizmat qiladi. Shaxta qaysi usulda shamollatilishidan qat'iy nazar to'sqich-3 ko'tarilgan holatda bo'ladi (8.3- rasm). U faqat ikkala ventilyator to'xtatilgan yoki shaxtadagi yong'inga qarshi olib boriladigan ishlarni bajarishda tushiriladi. Bu bilan shaxtaga havo kirish yo'li to'siladi.

Yordamchi ventilyator qurilma shaxta stvolini, stvol atrofi qo'rasi atrofidagi xona va lahimlarni kovlab o'tish jarayonida hamda konning ayrim uchastkalarini shamollashtirishda qo'llaniladi.

Yordamchi ventilyator qurilmaning texnologik sxemasi bosh ventilyator qurilmaning texnologik sxemasiga o'xshash. U faqat o'rnatiladigan ventilyatorlarning geometrik o'lchamlari bilan farq qiladi.

Lahim o'tish ventilyator qurilmasi. U kon lahimlarni kovlab o'tish jarayonida kovlash joyini (kovjoy) shamolatish uchun qo'llaniladi. Lahim o'tish ventilyator qurilmaning yer ostida joylashish sxemasi 8.4-rasmda ko'rsatilgan.

Boshi berk lahimlarni kovlab o'tishda kovjoy lahim o'tish ventilyator qurilma yordamida shamollatiladi. Kurilma havoni so'rib olish, haydash yoki kombinatsiyalashgan usullarda ishlashi mumkin. Xavfsizlik qoidalariga ko'ra ko'mir va gazlar ajralib chiqadigan konlarda lahimlarni havoni so'rib olish va kombinatsiyalashgan usullari bilan shamollatish taqiqlangan. Shuning uchun lahimlar havo haydash usuli bilan shamollatiladi.



8.4 rasm. Lahim o'tish ventilyator qurilmaning kon lahimlarda joylashishi. Rasmda 1-ventilyator, 2- havo quvuri, 3- toza havo oqib o'tadigan lahim, 4- kovlab o'tiladigan lahim.

Bu usulda lahim o'tish ventilyatori -1 bosh ventilyator qurilma bilan shamollatiladigan lahimda -3 o'rnatiladi. U havoni so'rib olib havo quvuri -2 orqali kavjoyga haydaydi. Kavjoyga uzatilgan havo uni shamolatib, so'ng lahim bo'ylab harakatlanadi.

8.3. Ventilyator qurilmalariga qo'yiladigan talablar

Ventilyator qurilmalar xavfsizlik qoidalarida [25] belgilab qo'yilgan, ya'ni:

- unumdorlik bo'yicha qurilma unumdorligi 20% dan 45% gacha zahiraga ega bo'lishi;
- zarur bo'lgan hollarda havo oqimi yo'nalishini 10 minut davomida o'zgartirish imkoniyati;
- havo oqimi o'zgartirilgan hollarda qurilma unumdorligi normal ish rejim unumdorligining 60% kam bo'lmasligi;
- qurilma ikki (ishchi va zahiradagi) bir xil turdagi ventilyatorlar bilan jihozlanishi kabi talablarni qanoatlantirishi shart.

Qurilmaning yordamchi uskunalari va havo kanallari soni imkon bor darajada kamroq bo'lishi atmosferadan havoni so'rilishini (shaxta havoni so'rib olish usulda shamollatilganda) yoki uning atmosferaga chiqib ketishini (shaxta havoni haydash usulda shamollatilganda) kamaytiradi.

Sovuq iqlim sharoitlarida ishlatiladigan ventilyator qurilmaning zahiradagi ventilyatori va uning to'siqlari muzlab qolmasligi lozim. Kon lahimlarida havo oqimi yo'nalishini o'zgartirish qurilma jihozlangan ventilyator turiga bog'liq. Markazdan qochma ventilyatorlar bilan jihozlangan qurilmalarda kon lahimlardagi havo oqimi yo'nalishini o'zgartirish to'siqlar (ляды, вертикальные двери) va havo kanallari bilan amalga oshiriladi.

Ventilyator qurilma ishi – ishonchli, iqtisodiy samarador, shamollatish shaxobcha ko'rsatkichlarini o'zgarishiga moslashadigan va shovqin darajasi pastroq bo'lishi talab qilinadi.

9- bob. Konchilik korxonalari ventilyator qurilmalari

9.1. Ventilyator qurilmalarning asosiy va yordamchi uskunalari

Ventilyator qurilma – ventilyator va uning elektr yuritgichi, qurilma ishini boshqarish uchun zarur bo'lgan turli o'lchov asboblari va avtomatlashtirish vositalari, qurilmani shaxta stvoli va atmosfera bilan birlashtiradigan havo yo'laklari, yo'laklarni ochish yoki berkitishda ishlatiladigan to'siqslar (ляды) va ularning lebedkalaridan tashkil topgan mukammal muxandislik inshootidir.

Ventilyator va uning elektr yuritgichi qurilmaning asosiy qismi bo'lib, u ventilyator o'qiga uzatilgan mexanik energiyani havoga uzatib beradi. Buning natijasida havo bosimi o'zgaradi va havo oqimi paydo bo'ladi.

Ventilyator shaxta stvoli va atmosfera bilan havo yo'laklari orqali birlashadi.

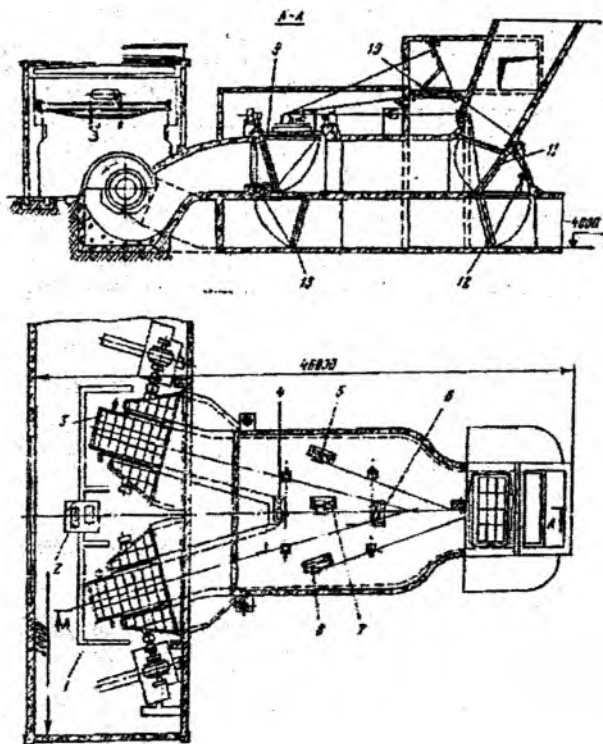
Havo yo'laklari shaxtadan so'rib olinadigan yoki shaxtaga haydaladigan havo oqimni ventilyatorlarga yo'naltirish vazifasini bajaradi.

Havo yo'laklari havo so'rilish va haydalish hamda shaxta stvoli bilan birlashgan umumiy yo'laklardan iborat. Ularning devorlari beton bilan mustahkamlanadi. Havo yo'laklarini ochish yoki yopish uchun to'sqichlar o'rnatilgan. To'sqichlar o'z massasi bilan tushadigan (падающие) va suriladigan (liftlarni eshigiga o'xshash) ko'rinishda bo'ladi. O'zi tushadigan to'sqichlarni ko'tarish lebyodkalar yordamida bajariladi.

Ventilyator, havo yo'laklari, havo so'rish hujra va diffuzor o'zaro birlashgan yagona tizim ventilyator qurilma deb ataladi.

Ventilyator qurilma markazdan qochma yoki o'q chiziqli ventilyatorlar bilan jihozlanadi.

Ikki tomonlama havo so'radigan БЦД-31,5М rusumli markazdan qochma ventilyator o'rnatilgan bosh ventilyator qurilma sxemasi 9.1-rasmda ko'rsatilgan.



9.1- rasm. БУД-31,5М rusumli ventilyator bilan jihozlangan bosh ventilyator qurilma

Qurilma: 1, 3 ishchi va zahiradagi ventilyatorlar, 2- moylash tizimi stansiyasi, 4÷8 – mos ravishda havo so‘rilish, diffuzor havo haydalish shaxta stvoli bilan birlashgan havo yo‘laklari, havo so‘rilish hujra va to‘sqichlarining lebedkalari, 9÷13- mos ravishda havo so‘rilish, diffuzor havo haydalish, shaxta stvoli bilan birlashgan yo‘lak va havo so‘rish hujrasi to‘sqichlaridan iborat.

Ishchi va zahiradagi ventilyatorlar ularning elektr yuritgichlari, boshqarish, avtomatlashtirish va nazorat qilish asboblari, moylash tizimi stansiyasi binoda o‘rnatiladi. Ventilyatorlar havo haydalish yo‘lagi -7, havo so‘rish hujra-8 va diffuzor -5 orqali atmosfera bilan birlashgan.

Ventilyator qurilma kon havosini shaxtadan so‘rib olish yoki toza havoni shaxtaga haydash usularida ishlashi mumkin (tushunish qulayroq bo‘lishi uchun 8.2- rasmga qaralsin).

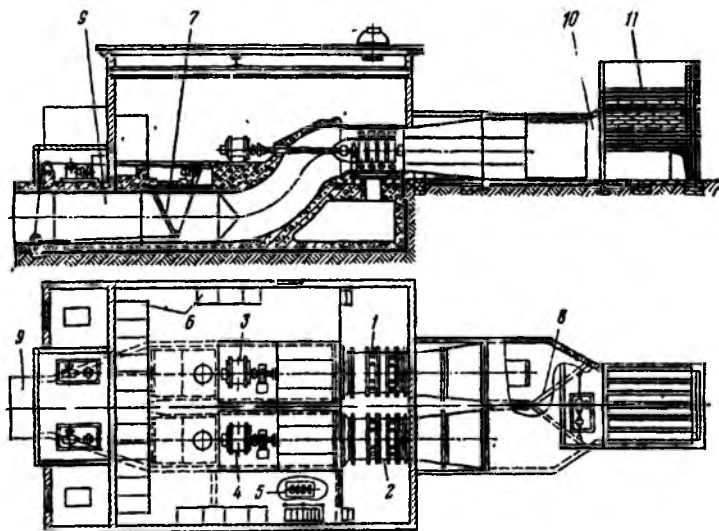
Markazdan qochma ventilyator bilan jihozlangan bosh ventilyator qurilmalarda havo oqimi yo'nalishini o'zgartirish (реверсирование воздушной струи) diffuzor to'sqichi-11 ni ko'tarish yo'li bilan amalga oshiriladi. To'sqich ko'tarilganda shaxta stvoli bilan birlashgan yo'lak ochiladi va diffuzor tomoni yopiladi (8.2- rasmga qaralsin). Unda ventilyator -3 toza havoni atmosferadan diffuzor, havo so'rish hujra va havo so'rilish yo'lagi orqali so'rib olib, uni havo haydalish va shaxta bilan birlashgan yo'laklar bo'ylab shaxtaga haydaydi. Buning natijasida shaxta lahimlaridagi havo oqimi yo'nalishi o'zgaradi.

Havo oqimi yo'nalishini o'zgartirish 10 min davomida amalga oshirilishi kerak. Bunda shaxtaga haydaladigan havo oqimi miqdori ventilyator normal sharoitda ishlab turgan vaqtdagi havo oqimi miqdorining 60% dan kam bo'lmasligi shart.

Konchilik korxonalarini shamollatishda markazdan qochma ventilyatorlar o'rnatilgan qurilma bilan bir qatorda o'q chiziqli ventilyatorlar o'rnatilgan qurilmalar ham qo'llaniladi.

Bu qurilmaning texnologik sxemasi markazdan qochma ventilyator o'rnatilgan qurilmaning texnologik sxemasida aks etgan oqim kanali (обводной канал) yo'qligi bilan farqlanadi.

O'q chiziqli ventilyatorlar bilan jihozlangan bosh ventilyator qurilmasining umumiy ko'rinishi 9.2-rasmda ko'rsatilgan.



9.2 – rasm. O'q chiziqli ventilyator bilan jihozlangan bosh ventilyator qurilma

O'q chiziqli ventilyatorlar bilan jihozlangan bosh ventilyator qurilma (9.2-rasm) ishchi va zahiradagi ventilyatorlar-1,2, ularning elektr yuritgichlari -3,4, ikki moylash tizimi stansiyasi (har bir ventilyator agregati uchun alohida) -5, YKAB-2 rusumli avtomatlashtirish vositasi -6, zahiradagi ventilyatorni ishga tushirish uchun havo yo'laklarini ochib-yopadigan to'sqich -7,8, shaxta stvoli bilan birlashgan yo'lak -9, ventilyator bilan birlashuvchi so'ruvchi yo'lak -10 va shovqin pasaytirish uskunasi -11 kabi jihozlardan tashkil topadi.

Ishchi va zahiradagi ventilyatorlar, ularning elektr yuritgichlari, moylash tizimi va avtomatlashtirish vositalari binoda joylashadi.

Qurilmaning har bir ventilyatori o'ziga tegishli so'rilish kanallari va umumiy kana orqali shaxta stvoli bilan tutashgan so'rilish kanallarni ochish yoki yopish to'sqich yordamida amalga oshiriladi.

Ventilyatorlarning havo chiqish tomoni, ularning o'ziga tegishli haydash kanallari va umumiy haydash kanali hamda diffuzor orqali atmosfera bilan tutashgan. -

O'q chiziqli ventilyatorlar bilan jihozlangan ventilyator qurilmalarda havo oqimining yo'nalishi 8.3-rasmda ko'rsatilgan.

Ventilyatorning shaxta stvoli bilan birlashtiruvchi umumiy havo yo'lagiga kirish uchun zichlangan tuynuk qoldiriladi. Tuynuk orqali ichiga kirib zarur bo'lgan ta'mirlash ishlari bajariladi.

Yo'lak to'g'ri qismining yon devori va shipida o'lchov asboblari o'rnatilgan. O'lchov asbobi markazida o'lchami 10-15 mm. bo'lgan teshikcha va o'lchami 250x250 mm. metall plastinkadan iborat. Plastinkaning orqasiga quvur payvandlangan. Bu quvur orqali havoning pnevmatik impulsi difmanometrlarga uzatiladi. Ular yordamida qurilmaning zo'riqmasi va unumdorligi o'lchanadi. Har bir ventilyatorning havo so'rilish yo'laklari (9.2- rasmda qaralsin) kesimi aylana ko'rinishda bo'lib, ular elektr yuritgich poydevorining ostida joylashadi. Ularning, ventilyatorlarni shaxta stvoli bilan birlashtiruvchi yo'lak oldida to'sqich o'rnatilgan.

Qurilmaning havo chiqish tomonida, ventilyatorlar diffuzorlari tik ko'rinishdagi umumiy yo'lak bilan birlashadi. Diffuzorlarning bu tartibda ulanishi zahiradagi ventilyator va to'sqichni muz bilan qoplanish xavfidan asraydi.

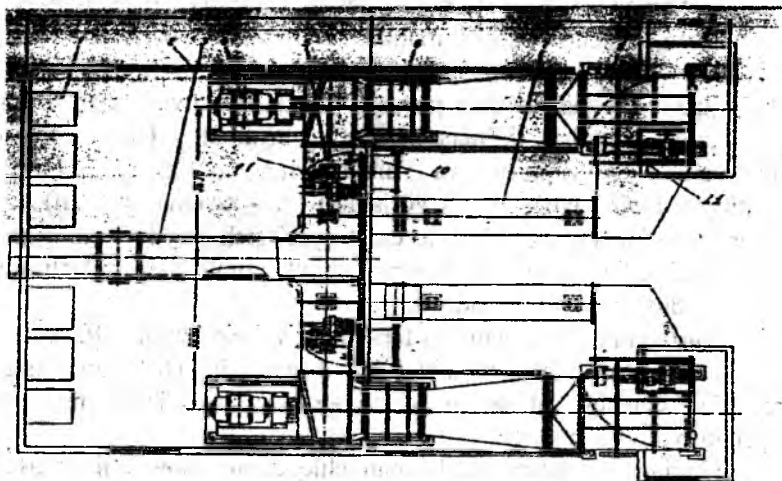
Umumiy yo'lakda qurilmadan chiqadigan shovqinni pasaytirish maqsadida shovqin pasaytirgich (глушитель шума) o'rnatiladi. U shovqin yutish qobiliyatiga ega bo'lgan materiallardan tayyorlangan

bloklardan iborat. Bloklar umumiy yo'lakning ichki sirtiga bir-biridan 400 mm. masofada parallel ravishda o'rnatilgan bo'ladi.

БВД-11П rusumli ventilyator o'rnatilgan yordamchi ventilyator qurilma 9.3-rasmida ko'rsatilgan.

Qurilma ishchi va zahiradagi ventilyatorlar-6, ularning elektr yuritgichlari-4, havo kirish-5 va chiqish-8 patrulkalar, havo oqimini shaxtaga haydaydigan yo'laklar-7, shaxta stvolini ventilyatorlar bilan birlashtiruvchi umumiy yo'lak-3, atmosfera bilan tutashgan yo'laklar-9, 10, maxsus eshik (to'siq)-11 va avtomatlashtirish vositalari-1 kabi uskunalardan tashkil topgan.

Bino-2 da ventilyatorlar, ularning elektr yuritkichlari, havo kirish patrulka va avtomatlashtirish vositalari joylashgan. Havo kirish – 5 va chiqish – 8 patrulkalarining bir tomoniga maxsus eshik (to'siq)lar – 11 o'rnatilgan. Bu maxsus eshiklar bilan havo oqimi yo'nalishi o'zgartiriladi. Masalan, shaxta havoni so'rish usulida shamollatilganda, atmosfera bilan tutashgan yo'lak – 10 va havo chiqish patrulkaning yo'lak – 7 bilan birlashgan tomonlari maxsus eshiklar – 11 bilan bekilgan holatda bo'ladi. Bunda kon havosi umumiy yo'lak – 7, havo kirish patrulkasi – 5 orqali shaxtadan so'riladi va u havo chiqish patrulkasi – 8, atmosfera bilan birlashgan yo'lak – 9 orqali atmosferaga chiqib ketadi.



9.3-rasm. БВД-11П rusumli ventilyator bilan jihozlangan yordamchi ventilyator qurilmaning ko'rinishi

Shaxtalarni havo haydash usulida shamollatish va havo oqimi yo'nalishini o'zgartirish maxsus eshiklar bilan amalga oshiriladi. Buning uchun atmosfera bilan birlashgan yo'lak – 9 yopiladi va 10 esa ochiladi. Eshiklarning bu holatida umumiy – 3 va atmosfera bilan birlashgan – 9 havo yo'laklari to'silgan va havo chiqish patrubkaning havo haydash yo'lagi – 7 bilan birlashgan tomoni ochilgan holatda bo'ladi. Bunday hollarda ventilyator toza havoni yo'lak – 10, havo kirish patrubka – 5 orqali atmosferadan so'rib oladi va uni havo chiqish patrubka – 8 havo haydash – 7 hamda umumiy – 3 yo'laklar orqali shaxtaga haydaydi. Ventilyator qurilma YKAB-2 rusumli komplekt avtomatlashtirish vositasi bilan jihozlanadi. U bilan ventilyatorni ishga tushirish, to'xtatish, qayta ishga tushirish, havo oqimi yo'nalishini o'zgartirish jarayonlarini avtomatlashtiriladi.

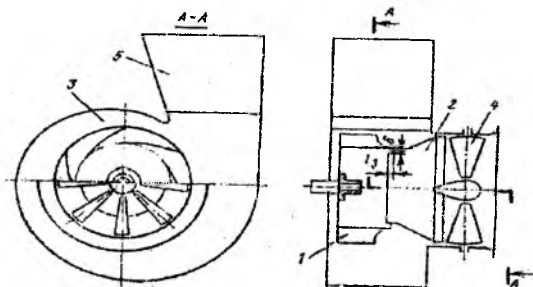
9.2. Markazdan qochma ventilyatorlar

Marakazdan qochma ventilyatorlar havo oqimining ish g'ildirakga yo'naltirilishi bo'yicha ikki guruhga bo'linadi. Birinchi guruhga bir tomonlama havo so'ruvchi ikkinchi guruhga esa ikki tomonlama havo so'ruvchi ventilyatorlar kiradi. Ikki tomonlama havo so'ruvchi ventilyatorning unumdorligi (ventilyatordan har bir sekunda o'tadigan havo miqdori, m^3/sec) bir tomonlama havo so'ruvchi ventilyatornikiga nisbatan ikki barobar katta.

Ventilyator laboratoriya sinovlari natijasida aniqlangan yuqori ko'rsatkichli aerodinamik sxemalar asosida ishlab chiqiladi.

Bir tomonlama havo so'ruvchi ventilyatorning aerodinamik sxemasi 9.4-rasmda ko'rsatilagan.

Markazdan qochma ventilyatorlarning ish g'ildiragi oldi va orqa disklar, ular oralig'idagi o'rnatilgan parraklardan iborat. Uning orqa diski gubchak orqali ventilyator o'qiga mustahkam o'rnatilgan. O'z navbatida ventilyator o'qi mufta bilan elektr yuritgich o'qiga ulanadi. Ish g'ildirakning aylanma harakati jarayonida parraklar oralig'idagi havo markazdan qochma kuch ta'sirida ish g'ildirakdan tashqariga, ya'ni spiral qobiq – 3 ga chiqadi.



9.4-rasm. Bir tomonlama havo so'ruvchi markazdan qochma ventilyatorning sxemasi: 1- ish g'ildirak, 2- havo kirish tomoni (patrubka), 3- spiral qobiq, 4- yo'naltiruvchi apparat, 5- diffuzor.

Buning natijasida ish g'ildirakning markaziy qismida bo'shliq hosil bo'ladi. Bo'shliqdagi bosim atmosfera bosimidan past bo'lganligi sababli havo atmosferadan ventilyatorga so'riladi va o'q yo'nalishidagi oqim paydo bo'ladi.

Havo oqimi kirish patrubkasi-2 va yo'naltiruvchi apparat-4 dan o'tib radius bo'yicha buriladi va ish g'ildirakga kiradi. Ish g'ildirak parraklari bilan havo oqimi bir necha tizillamalarga (сррря) bo'linadi. Bu tizillamalar parraklar oralig'idan o'tib spiral qobiq-3 da yig'iladi va diffuzor-5 ga yo'naltiradi.

Ventilyator havo kirish tomonining oldi qismida havo yo'naltiruvchi apparat – 4 o'rnatilgan. U ventilyator unumdorligini konning toza havoga bo'lgan talabiga moslash vazifasini bajaradi.

ВЦПД-8УМ, ВЦР-16, ВЦ-11, ВШЦ-16, ВЦД-16, va ВЦ-25 rusumli markazdan qochma ventilyatorning ish g'ildiraklari ventilyator o'qiga konsol ko'rinishda mustahkam o'rnatilgan. Ish g'ildirakning tashqi diametri 2500 mm. dan katta bo'lgan ВЦ-31,5М, ВЦД-31,5М, ВЦД-40 va ВЦД-47 ventilyatorlarning ish g'ildiragi ventilyator o'qining ikki tomonidagi podshipniklar tayanchi oralig'ida o'rnatiladi.

Kirish patrubkasi-2 (9.4-rasm) kesik konus shakliga ega. U havo oqimini atmosferadan ish g'ildirakga yo'naltirib beradi. Spiral qobiq-3 ish g'ildirak parraklari oralig'idan chiqadigan havo oqimini yig'ib diffuzor-5 ga uzatadi. Shu bilan bir qatorda spiral qobig'idan havo oqimining dinamik zo'riqmasini bir qismi statik zo'riqmaga o'zgartirish uchun ham foydalaniladi.

Yo'naltiruvchi apparat-4 ventilyatorning havo so'rish tomonida kirish patrubkasi-2 dan oldi tomonida o'rnatiladi. U 10 yoki 12 ta sektor

shaklidagi tekis parraklar va ularni bir vaqtda bir xil burchakga burish moslamadan iborat. Bu moslama yordamida parraklarning ventilyator o'qiga nisbatan bo'lgan holatini BII va BIII rusumli ventilyatorlarda - 20° dan 110° gacha o'zgarishi mumkin.

Burilish burchagi 0° dan 90° gacha bo'lgan hollarda yo'naltiruvchi apparat parraklari orqali havo oqimi ish g'ildirakning aylanish yo'nalishi tomoniga qarab buriladi. Buning natijasida ventilyator unumdorligi va iste'mol quvvati kamayadi. Burilish burchagi 90° teng bo'lganda yo'naltiruvchi apparatning parraklari ventilyatorga havo so'rish tomoni bekitadi. Bunda ventilyator unumdorligi va iste'mol eng kam qiymatga ega bo'ladi. Shuning uchun ventilyatorni ishga tushirish jarayoni yo'naltiruvchi apparat parraklarining burilish burchagi 90° teng bo'lgan holatda amalga oshiriladi.

Diffuzor-5 ventilyator qobig'i-3 bilan ulanadi. U havo oqimining dinamik zo'riqmasini statik zo'riqмага o'zgartirish vazifasini bajaradi.

Konchilik korxonalari shamollatishda unumdorligi 10 m³/sek.dan 650 m³/sek.gacha, zo'riqmasi 100 daPa.dan 750 daPa.gacha va ish g'ildiragining tashqi diametri 1100 mm.dan 4700 mm.gacha bo'lgan markazdan qochma ventilyatorlar qo'llaniladi.

Ularning texnikaviy ko'rsatkichlari 9.1-jadvalda keltirilgan.

9.1-jadval

Markazdan qochma ventilyatorlarning texnikaviy ko'rsatkichlari

№	Ventilyat or turi	Asosiy texnik ko'rsatkichlari					
		Ish g'ildirak diametri, mm	Aylani sh tezligi, ayl/sek	Unumd orligi, m ³ /sek	Zuriq masi, da Pa	Quvvati, kVt	F.I.K., %
1.	BII-11M	1100	1460 970	14 9,5	271 120	51 15,5	85
2.	BIII-16	1600	980 730	29 21,5	258 143	100 42	85
3.	BIII-16	1600	1470 975	29 19,2	706 311	245 71	87
4.	BII-25	2500	750 600	62 50	387 245	355 180	86
5.	BII-31,5M	3150	600 500	180 90	420 295		84
6.	BII-31,5M	3150	600	200	500		84

7.	ВЦД-40	4000	590-300	320	700	3300	85
8.	ВЦД-47У	4700	495 250-495 500	400	600	2x1600 2x2000 4000+1600	86,5
9.	ВЦД-47М	4700	125-490	510	710	3200+1600	86,5

Markazdan qochma ventilyatorni nomlashda qabul qilingan harflar quyidagicha o'qiladi:

В-ventilyator, Ц-markazdan qochma (центробежный), Д- ikki tomonlama havo so'ruvchi (двухстороннего всасывания) Ш-shurf, П-lahimlarni shamollatishda qo'llaniladigan, harflardan keyingi son ventilyator ish g'ildiragini tashqi diametrini ko'rsatadi va u detsimetr o'lchamida beriladi. М- harfi ventilyator modernizatsiya qilinganligini, У – harfi esa parrakning konstruktiv tuzilishini belgilaydi, ya'ni ensiz (узкий) degani.

ВЦ-11М va ВШЦ-16 rusumli ventilyatorlar shamolatish uchun zarur bo'lgan havo miqdori 4,0-20 m³/sek. va 9-42 m³/sek. hamda shamollatish tarmog'ining qarshiligi (депрессия) 60-340 daPa. bo'lgan ko'mir va ma'dan konlarini yoki shurf va lahimlarni shamollatishda qo'llaniladi. Shu bilan bir qatorda ularni kalorifer qurilmalarida, binolarni isitish va shamollatish, elektr yuritkichlarni sovitish tizimlarida ham qo'llash mumkin.

Bu ventilyatorlarning umumiy tuzilishi bir-biriga o'xshash bo'lib, ular markazdan qochma ventilyatorning aerodinamik sxemasi asosida ishlab chiqilgan.

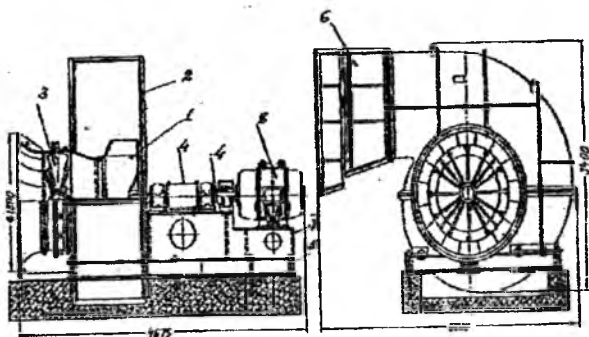
Ventilyatorlarning konstruktiv yig'ma sxemasi (9.5,9.6-rasmlar) da ko'rsatilgan va quyidagi asosiy bo'laklardan tashkil topgan:

- 1- ish g'ildirak;
- 2- spiral qobiq;
- 3- yo'naltiruvchi apparat;
- 4- ventilyator o'qi, mufta va podshipniklar bilan birgalikda;
- 5- ventilyator va elektr yuritkich o'rnatiladigan asos;
- 6- diffuzor;
- 7- taxlama (подставка);
- 8- elektr yuritgich.

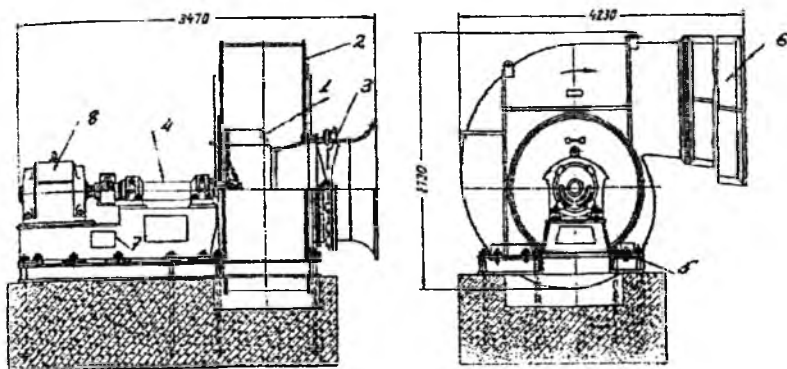
Ventilyatorlarning ish g'ildiragi -1 (9.5-rasm) orqa va oldingi disklar va ular oralig'ida o'rnatilgan hajmli (объемные) parraklardan iborat.

Ish g'ildirak ventilyator o'qi-4 ga konsol ko'rinishda o'rnatilgan. Ventilyator o'qi o'z navbatida ikki qatorli radial podshipniklar orqali ventilyator asosi-7 o'rnatiladi va u mufta orqali elektr yuritgich bilan ulanadi.

Ventilyatorning spiral qobig'i -2 yassi va tirsaksimon (уголок) po'latdan payvandlash usuli bilan tayyorlangan. Ventilyatorni yig'ish yoki bo'laklarga ajratish (демонтаж) va ta'mirlash jarayonlarida qobiqni, ventilyator o'qidan o'tadigan tekislik bo'yicha, ajratish mumkin. Qobiq ventilyatorning havo chiqish patrubkasiga diffuzor -6 ga ulangan.



9.5-rasm. BLQ-11M rusumli ventilyatorning konstruktiv tuzilishi.



9.6-rasm. BLIQ-16 rusumli ventilyatorning konstruktiv tuzilishi

Havo kirish patrubbkada sektor shaklidagi 12 ta yassi parraklar va ularni bir vaqtda hamda bir xil burchakga buraladigan moslama – yo'naltiruvchi apparat – 3 o'rnatilgan.

Yo'naltiruvchi apparat parraklari ventilyator o'qiga nisbatan $+90^\circ$ dan havo kirish patrubbkasi to'liq yopiq va 10° gacha burilishi mumkin. Bu bilan ventilyatorning unumdorlik, zo'riqma va iste'mol quvvat ko'rsatkichlarini o'zgartirish mumkin bo'ladi.

Bir tomonlama havo so'ruvchi markazdan qochma BII-16, BII-25 va BII-31,5M rusumli ventilyatorlarning aerodinamik sxemalarni va konstruktiv tuzilishi BII-11M va BIIII-16 rusumli ventilyatorlarnikiga o'xshash. Ular faqat geometrik o'lchamlari va texnikaviy ko'rsatkichlari bilan farqlanadi.

Ikki tomonlama havo so'ruvchi markazdan qochma ventilyatorlarni aerodinamik sxemalari, ish g'ildirakka havo ikki tomonlama kirishiga mo'ljallab ishlab chiqilgan.

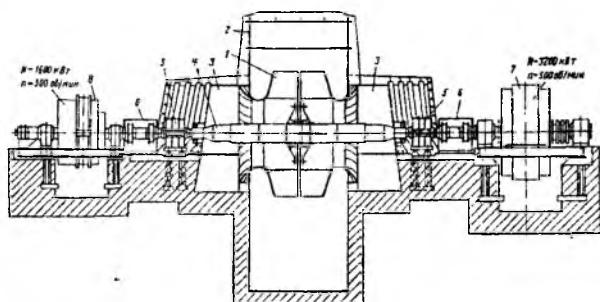
Ikki tomonlama havo so'ruvchi BII-31.5M rusumli ventilyatorlar shamollatish tarmog'ining ekvivalent to'ynugi $1,1-6.2 \text{ m}^2$ bo'lgan ko'mir va ma'dan konlarini shamollatishda qo'llaniladi.

Hozirgi kunda BII-47 (9.7-rasm) rusumli ikki tomonlama havo so'ruvchi markazdan qochma ventilyator eng katta ventilyatorlardan hisoblanadi. Uning ish g'ildiragining tashqi diametri 4.7 m. U konchilik korxonalarini shamollatish uchun zarur bo'lgan havo miqdori 600-700 $\text{m}^3/\text{sek.}$ va shamollatish tarmog'ining qarshiligi 850 daPa. bo'lgan ko'mir hamda ma'dan konlarini shamollatishda qo'llaniladi. Ventilyator 2 ko'rinishda ishlab chiqariladi. Birinchi BII-47Y chuqurligi 600-1600 m. yer osti lahimlar uzunligi yuqori va shamolatish qiyin bo'lgan konlarda qo'llaniladi. Ikkinchisi sovuq o'lkalar uchun maxsus ishlab chiqilgan BII-47M «Север» (9.7-rasm). U atorof muxit harorati $+50^\circ\text{S}$ dan -45°S bo'lgan o'lkalarda joylashgan ko'mir va ma'dan konlarini shamollatishda qo'llaniladi.

Ikki tomonlama havo so'ruvchi BII-47M «Север» rusumli ventilyator (9.7-rasm) ish g'ildirak-1, spiral qobiq-2, chap va o'ng havo kirish patrubbkalari-3, ventilyator o'qi-4, podshipnik tayanchlari-5, tishli mufta-6, elektr yuritgichlar-7 va 8 kabi asosiy bo'laklardan tashkil topgan.

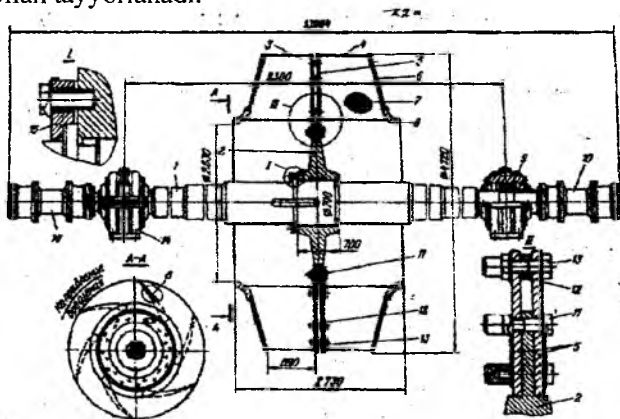
Ish g'ildirak, tashish va o'rnatish ishlari qulay bo'lishi uchun bo'laklarga, ya'ni chap-3 va o'ng-4 bo'laklarga ajratilgan holda tayyorlangan. Har bir bo'lak orqa 5 va 6 oldi diskalar hamda ular oralig'ida o'rnatilgan 6 ta parraklardan 7 iborat (9.8-rasm). Ish

g'ildirakning chap-3 va o'ng-4 bo'laklarning orqa diskleri -5 gupchak-2 ga o'rnatilgan bo'lib, boltlar 11 bilan mustahkamlangan. Bundan tashqari ular aylana bo'ylab masofalovchi vtulka-12 va boltlar-13 bilan o'zaro ulangan. Ish g'ildirak, o'q va radial 9 hamda radial-tayanchli-14, podshipniklar ventilyator rotorini (aylanadigan qismi) tashkil qiladi. U podshipnik qobiqlari bilan ventilyator asosiga o'rnatiladi va tashqi muftalar-6 orqali elektr yuritgichlar 7 va 8 (9.7-rasm) bilan ulanadi.



9.7-rasm. Ikki tomonlama havo so'ruvchi ВЦД-47М «Север» rusumli ventilyator

Spiral qobiq yassi va tirsakli (угольник) po'latdan paydvandlash usuli bilan tayyorlanadi.



9.8-rasm ВЦД-47М «Север» rusumli ventilyator rotor

Ikki tomonlama havo so'ruvchi ВЦД-31,5М, ВЦД-47У rusumli ventilyatorlarning chap va o'ng tomoni havo so'rish patrulkalarida

yo'naltiruvchi apparatlar o'rnatilgan. БИД-47М «Севр» tipidagi ventilyatorlarda esa havo yo'naltiruvchi apparat o'rnatilmaydi. Uning aerodinamik ko'rsatkichlari ish g'ildirakning aylanish tezligini o'zgartirish bilan amalga oshiriladi.

9.3. O'q chiziqli ventilyatorlar

O'q chiziqli ventilyatorlar ventilyator o'qiga ketma-ket o'rnatilgan ish g'ildiraklar soniga qarab ikki guruhga bo'linadi. Birinchi guruhga ventilyator o'qiga o'rnatilgan ish g'ildiraklar soni bitta bo'lgan bir bosqichli hamda ikkinchi guruhga esa ish g'ildiraklar soni ikki va undan ko'p bo'lgan ventilyatorlar kiradi. O'q chiziqli ventilyatorning konstruktiv tuzilishini ishlab chiqish va ularni konchilik korxonalarida ishlatish jarayonida o'ttirilgan tajribalarga ko'ra hozirgi vaqtda ish g'ildiraklar soni ikkita bo'lgan ikki bosqichli ventilyatorlar ishlab chiqarilmoqda.

Bir bosqichli o'q chiziqli ventilyatorlarning to'liq aerodinamik sxemasi 9.9-rasmda ko'rsatilgan. Ventilyator o'qiga mustahkam o'rnatilgan ish g'ildirak-1, havo oqimini ish g'ildirakga yo'naltiruvchi apparat-2, ventilyator ish g'ildirigidan chiqadigan havo oqimi yo'nalishini to'g'irlovchi apparat-3, havo oqimi yo'nalishidagi qarshiliklarni kamaytiruvchi moslamalar kollektor-4 va ravonlagich-5 hamda qobiq-6 kabi asosiy qismlardan iborat. Shu bilan bir qatorda bir bosqichli o'q chiziqli ventilyatorlar to'liq bo'lmagan aerodinamik sxema bilan ham ishlab chiqariladi, ya'ni havo yo'naltiruvchi apparat-2, ish g'ildirak-1, (9.9 a-rasm) havo yo'nalishini to'g'irlovchi apparat-3 lardan tashkil topgan (9.9 b-rasm) bir bosqichli o'q chiziqli ventilyatorlar.

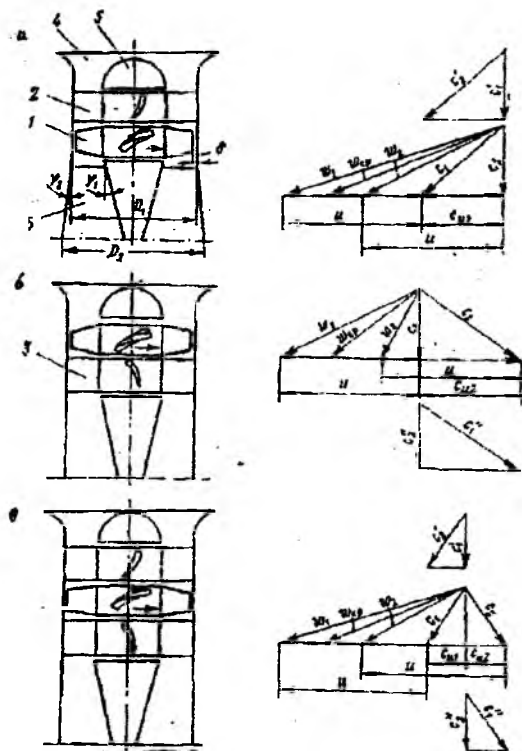
Ventilyatorning asosiy qismi ish g'ildirak hisoblanadi. U aylanganda havo oqimi kollektor-4, ravonlagich-5, yo'naltiruvchi apparat-2 orqali ish g'ildirak-1 parraklariga yo'naltiriladi. Havo oqimini parraklarga kirish va chiqish jarayonida parraklar yordamida energiya havoga uzatilishi sababli uning bosimi ortadi.

Havo bosimini o'ttirish uchun sarflangan energiya ventilyatorning zo'riqmasi deb ataladi.

Ish g'ildirakdan chiqadigan havo ventilyator o'qiga nisbatan ma'lum burchakga buralgan holda chiqadi. Uni o'k yo'nalishiga keltirish uchun havo oqimini to'g'irlovchi apparat-3 o'rnatilgan.

Bir bosqichli o'q chiziqli ventilyatorlar (9.2-jadval) ko'mir va ruda konlarida boshi berk lahimlarni shamollatishda qo'llaniladi. Ular

diametri 300, 400, 500, 600, 800 va 1000 mm bo'lgan egiluvchan yoki qattiq havo quvurlari bilan ulab ishlatiladi.



9.9-rasm. Bir bosqichli o'q chiziqli ventilyatorning aerodinamik sxemalari

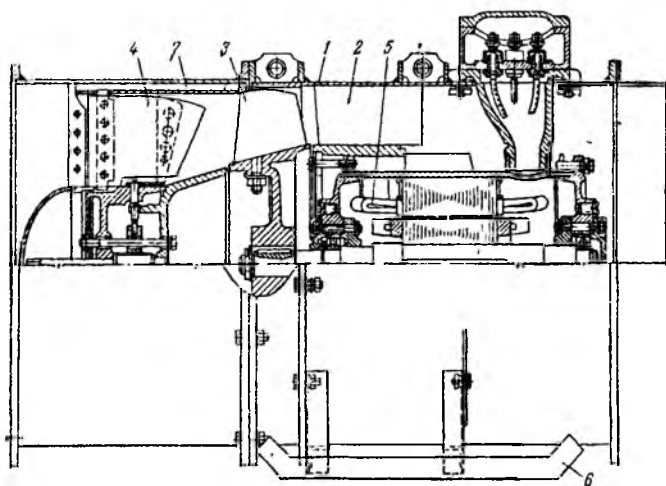
BM-3M, BM-4M, BM-5M, BM-6M, BM-8M va BM-12M rusumli ventilyatorlar elektr yuritgich, BKM-200A, BMII-3M, BMII-4M, BMII-5M va BMII-6M rusumli ventilyatorlar esa pnevmatik yuritgichlar (siqilgan havo energiyasi bilan ishlaydigan) bilan jihozlangan.

Bir bosqichli ventilyatorning konstruktiv tuzilishi 9.10-rasmda ko'rsatilgan. U havo yo'naltiruvchi apparat-1, ish g'ildirak-2, havo yo'nalishini to'g'irlovchi apparat-3, elektr yuritgich-4 va chana-5 kabi asosiy qismlardan iborat.

Havo yo'naltiruvchi apparat kirish va chiqish qirralari po'lat bilan jihozlangan 9 – ta elastik (rezinali) parraklardan iborat.

Parraklar o'z o'qi atrofida $+45^\circ$ dan -50° gacha burilishi mumkin. Ularni ma'lum burchakga burish bir vaqtda va bir xil burchakga burish moslama bilan amalga oshiriladi. Buning uchun yo'naltiruvchi apparat gubchagida joylashgan vint buriladi (rasmda ko'rsatilmagan). U burish moslamani harakatga keltiradi. Buning oqibatida burish moslamasi bilan bog'langan parraklar o'z o'qi atrofida ma'lum burchakga bir vaqtda buriladi.

BM-3M va BM-4M rusumli ventilyatorlarda bunday burish moslama o'rnatilmagan. Ish g'ildirak konussimon gubchakga o'rnatilgan 7 ta parraklardan iborat. Parraklarning shakli samolyot qanoti kesimiga o'xshash. Ular po'lat armaturaga kapron smolasini qo'shib, quyma usulda tayyorlanadi. Parraklarning bir uchiga bolt va gaykalar o'rnatiladi. Ular bilan parraklar ish g'ildirak gubchagiga mustahkam o'rnatiladi.



9.10–rasm. BM-5M va BM-6M rusumli bir bosqichli o'q chiziqli ventilyatorlarning konstruktiv tuzilishi.

Portlashdan muhofazalangan maxsus asinxron elektr yuritgich-5 havo oqimini to'g'rilovchi apparat-2 ning gubchagiga boltlar bilan ulangan. Uning o'qiga esa ish g'ildirak o'rnatilgan. Elektr yuritgichni elektr energiya bilan ta'minlash va uning podshipniklarini moylash uchun qobiqda maxsus tuynuklar qoldirilgan. Ish g'ildirak, yo'naltiruvchi apparat, elektr yoritgich va qobiq birgalikda yaxlit ventilyator agregatini tashkil qilgan. U chana-6 ga o'rnatilgan. Agregat

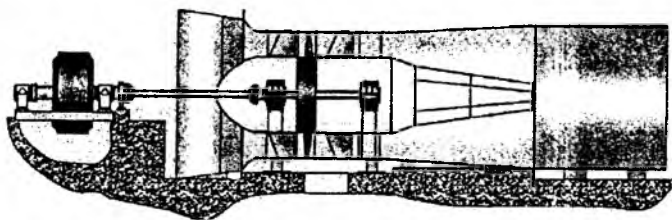
osib qo'yilgan holatda ishlatilganda u ikkita skobalar bilan lahim devoriga yoki shipiga osib qo'yiladi.

BM-5M va BM-6M rusumli ventilyatorlar diametri 500-600 mm bo'lgan M, MY va TH tipidagi havo quvurlar bilan birgalikda ishlatiladi.

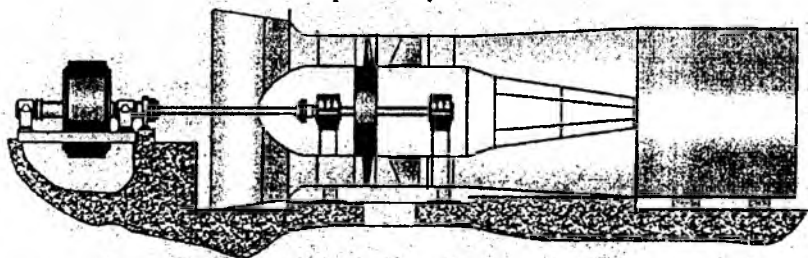
Bosh berk lahimlarni shamollatishda va havoni haydash usuli bilan shamollatilganda havo quvuri ventilyatorning orqa tomoniga (ish g'ildirakdan keyin) va kon havosini so'rib olish usuli qo'llanilganda esa havo quvuri ventilyatorni oldi tomoniga ulanadi.

Hozirgi kunda bir bosqichli o'q chiziqli ventilyatorlarning yangi avlodi BO-21BK, BO-30BK, BO-35BK, BO-40BK, BO-50BK rusumli havo yo'nalishini o'zgartira olmaydigan (нереверсивный) (9.12-rasm) va BO-21BKP, BO-30BKP, BO-35BKP, BO-40BKP, BO-50BKP rusumli havo yo'nalishini o'zgartira oladigan (реверсивный) (9.11-rasm) ventilyatorlar konchilik korxonalarining bosh shamollatish qurilmalarida qo'llanilmoqda.

Havo yo'nalishini o'zgartira olmaydigan ventilyatorlar PK+CA (9.9 b-rasm) va o'zgartira oladiganlari esa HA+PK+CA (9.9 v-rasm) ko'rinishdagi aerodinamik sxemada ishlab chiqariladi.



9.11-rasm. Havo oqimi yo'nalishini o'zgartira oladigan bir bosqichli o'q chiziqli ventilyator tarxi.



9.12-rasm. Havo oqimi yo'nalishini o'zgartira olmaydigan bir bosqichli o'q chiziqli ventilyator tarxi.

№	Har bosqichli ventilyator turi	Elektr yuritgichi						Pnevmatik yuritgichi				
		BM-3M	BM-4M	BM-5M	BM-6M	BM-8M	BM-12M	BKM-200A	BMII-3M	BMII-4M	BMII-5M	BMII-6M
1	Asosiy ko'rsatkichlari											
1	Shimollanish mumkin bo'lgan boshli beshlabning:											
	- kesim yuzasi, m ² - gacha	5	5	10	16	20	24	2	3	5	10	16
	- uzunligi, m gacha	400	400	400	600	1000	1000	70	150	250	400	600
2	Havo quvuri ulanadigan pastubok diametri, mm	300	400	500	600	900	1200	200	300	400	500	600
3	Ishtirokchilik diametri, mm	296	396	496	595	700	1185					
4	Umumiy o'lcham, m/min	60	120	190	340	600	1200	25	60	110	190	360
5	To'liq zo'rimali, daPa	95	130	210	260	280	250	95	115	180	190	270
6	Foydalanish ko'rsatkichi, %	70	71	75	76	80	76	10	24	28	30	35
7	Elektr yuritgichi quvvati, kVt	2,7	4,0	13	24	50	110					
8	Aylanish tezligi, ayl/min	2800	2000	2940	2950	2960	1470					
9	Sindirilgan havo sarti, m ³ /min											
10	Asosiy o'lchamlari, mm											
	- eni	600	775	435	1070	1460	1945		2	4	6	15
	- balandligi	395	550	630	750	880	1350	210	305	500	770	2000
	- massasi, kg	155	360	670	750	1090	1500	310	485	550	710	810
11		85	138	250	350	795	2300	10	50	50	175	270

Du jadvalda ko'rsatilgan ventilyatorlar nomi quyidagi ma'nolarni ifodalaydi. Masalan BM-6M yoki BMII-5M namunali bir bosqichli o'q chiqarish ventilyatorlar quyidagicha o'qiladi:

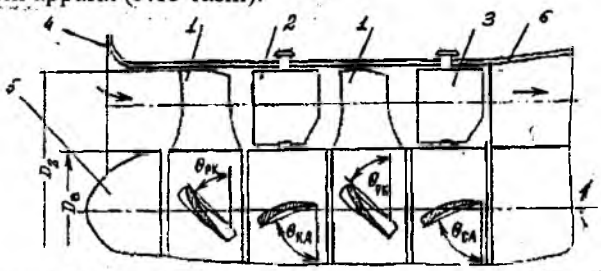
- BM - elektr yuritgich bilan jihozlangan mahalliy shamollanish ventilyatori;
- BMII - pnevmatik yuritgichli mahalliy shamollanish ventilyatori;
- 6,5 - ish g'ildirak diametri, dm
- M - modernizatsiyalangan.

Bu rusumli ventilyatorlar o'zining:

- parraklari zanglashga qarshi qoplama bilan qoplanganligi; havo yo'nalishini o'zgartirishda va ishchi ventilyatorni o'chirib
- zahiradagini ishga tushirishda zarur bo'lgan havo kanallari va to'siqlarning kamligi;
- havo yo'nalishini o'zgartirish va zahiradagi ventilyatorni ishga tushirish jarayonining ishonchligi;
- gabarit o'lchamlarining kichikligi;
- bosim isrofining kamligi;
- foydali ish koeffitsientini yuqoriligi (maksimal F.I.K. 90%);
- ish rejim ko'rsatkichlari ish g'ildirakning aylanish tezligini va uning parraklari o'rnatilgan shaxobcha talablariga moslana olishi;
- boshqarish va ta'mirlash ishlarini qulayligi;
- ishonchli ishlashi bilan oldingi bir bosqichli ventilyatorlardan farqlanadi.

Hozirgi kunda konchilik korxonalarini shamollatishda ishlatilayotgan o'q chiziqli ikki bosqichli BOД – 1IP, BOД – 21, BOД – 21M, BOД – 30, BOД – 30M, BOД – 40 va BOД – 50 rusumli ventilyatorlar PK + HA + PK + CA ko'rinishdagi aerodinamik sxemada ishlab chiqariladi.

Bu yerda: PK – ish g'ildirak, HA – yo'naltiruvchi apparat va CA – to'g'irlovchi apparat (9.13-rasm).



9.13 – rasm. Ikki bosqichli o'q chiziqli ventilyatorning aerodinamik sxemasi

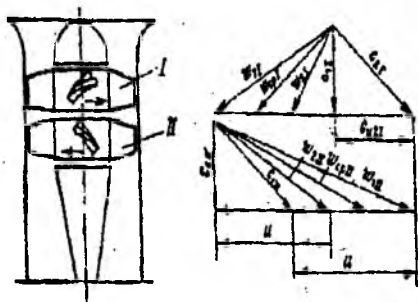
Ikki bosqichli o'q chiziqli ventilyatorlarda energiya uning birinchi va ikkinchi ish g'ildiraklari – 1 orqali havoga uzatiladi. Shuning uchun bu turdagi ventilyatorlar paydo qiladigan bosim bir bosqichli ventilyatorlarning bosimidan yuqori bo'ladi.

Ish g'ildiraklar oralig'ida o'rnatilgan yo'naltiruvchi apparat – 2 birinchi ish g'ildirakdan chiqadigan havo oqimini ikkinchi ish g'ildirakga ravonlashtirib (to'g'irlab) uzatish vazifasini bajaradi.

To'g'irlovchi apparat (CA) – 3 esa ish g'ildirakdan chiqadigan oqimni o'q yo'nalishga, ayrim ventilyatorlarda teskariga o'zgartirish uchun o'rnatilgan.

Havo yo'naltiruvchi–2 va to'g'irlovchi–3 apparatlar ventilyator o'qiga mustahkam o'rnatilmagan. Shuning uchun ular o'q bilan birgalikda aylanma harakatda bo'lmaydi.

Ish g'ildiraklar qarama-qarshi tomonga aylanadigan. PK + PK aerodinamik sxema bilan hozirgi kunda faqat БОД–16П rusumli ventilyator yig'ilgan. Bu ventilyatorning ish g'ildiraklari ichki tomonga o'rnatiladigan elektr yuritgichlar transmission o'qlar orqali ulanadi. Bu aerodinamik sxema bilan yig'ilgan БОД–16П rusumli ventilyator boshqa o'q chiziqli ventilyatorlardan havo yo'naltiruvchi (HA) va havo yo'nalishini to'g'irlovchi (CA) apparatlarning yo'qligi hamda geometrik o'lchamlari kichik bo'lishi bilan farqlanadi.



9.14-rasm. Ish g'ildiraklar qarama-qarshi tomonga aylanadigan ventilyatorning aerodinamik sxemasi

Ikki bosqichli ventilyatorlarda mexanik energiya har bir ish g'ildirak parraklari yordamida havoga uzatiladi. Shuning uchun ularning zo'riqmasi bir bosqichli ventilyatorlarning zo'riqmasiga qaraganda ikki barobar yuqori bo'ladi.

Ikki bosqichli o'q chiziqli ventilyatorlarning asosiy texnikaviy ko'rsatkichlari 9.3 – jadvalda ko'rsatilgan.

Ventilyator turini belgilashda qabul qilingan harf va sonlar quyidagi ma'nolarni ifodalaydi.

Masalan o'q chiziqli ventilyator БОД-50 quyidagicha o'qiladi:

В – ventilyator;

О – o'q chiziqli (осевой);

Д – ikki bosqichli (двухступенчатый)

50 – ish g'ildiragining diametri, detsimetrda.

O'q chiziqli ventilyatorlarning asosiy texnikaviy ko'rsatgichlari

№	Ventilyator turi	Aerodinamik sxemasi	Asosiy ko'rsatgichlar					
			Diametri, mm	Unumdorligi m^3/sec	Zo'rqiqa, daPa	Quvvat, kVt	FIK, %	Aylanish tezligi, ayl/min
1	ВОД-11П	PK+HA+P K+CA	1100	21	380	118	81	1460
2	ВОД-16П	PK +PK	1600	42	330	270	77	985
3	ВОД-21	PK+HA+P K+CA	2100	62	260	370	80	750
4	ВОД-21М	PK+HA+P K+CA	2100	63	250	370	80	750
5	ВОД-30	PK+HA+P K+CA	3000	145	345	1150	80	600
6	ВОД-30М	PK+HA+P K+CA	3000	135	270	720	80	500
7	ВОД-40	PK+HA+P K+CA	4000	216	245	1600	80	375
8	ВОД-50	PK+HA+P K+CA	5000	130	264	2100	81,5	300

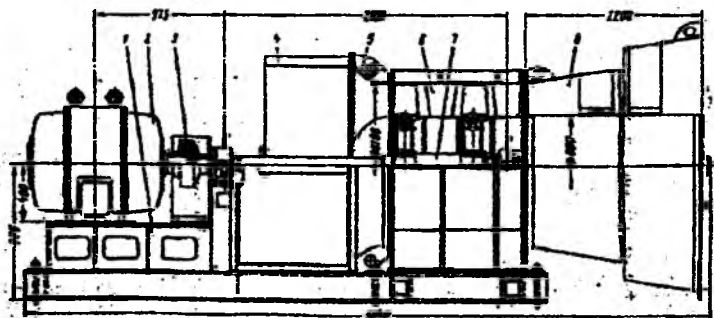
Ular shamollatish uchun zarur bo'lgan toza havo miqdori 10 m^3/sec .dan 580 m^3/sec .gacha shamollatish tarmog'ining qarshiligi 100 daPa.dan 250 daPa.gacha bo'lgan yer osti konlarini, metropolitenlarni, boyitish fabrikalarini, metallurgiya zavodlarini va boshqa sanoat korxonalarini shamollatishda qo'llaniladi.

Ikki bosqichli o'q chiziqli ventilyator ВОД-11П (9.15–rasm) ishlab chiqarish quvvati yuqori bo'lmagan ko'mir va ma'dan konlarini, ochish jarayonida kovlab o'tiladigan tik yoki qiya stvollarni, stvol atrofi qo'rani shamollatishda qo'llaniladi.

Uning konstruktiv tuzilishi quyidagi bo'laklardan tashkil topgan:

1 – ventilyator asosi (pama), 2 – elektr yuritgich, 3 – mufta, 4 – havo kirish patrubbasi, 5 – kollektor rayonlagich bilan birgalikda, 6 – qobiq, 7 – ventilyator rotor, 8 – diffuzor.

Ventilyator asosi poydevorga joylashtiriladi. Unga qobiq-6 va elektr yuritgich-2 o'rnatilgan. Elektr yuritgich o'qi ventilyator o'qi bilan mufta-3 orqali ulanadi. Ventilyator rotor-7 PK+HA+PK+CA aerodinamik sxema bo'yicha yig'ilgan. U ikki tomonidagi podshipniklar bilan tayanchga o'rnatiladi.



9.15 – rasm. БОД – 11П ventilyatorining konstruktiv tuzilishi.

Ish g'ildirak parraklari polimer materiallardan tayyorlanadi. Ular ish g'ildirak gupchagidagi kovaklarga o'qqa nisbatan ma'lum burchakda o'rnatiladi. Parraklarning o'rnatish burchagi $15^{\circ} - 45^{\circ}$ oralig'ida.

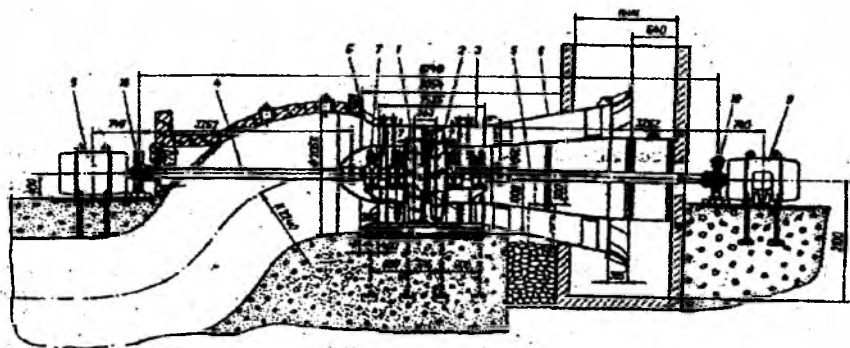
Havo oqimi kollektor – 5, havo kirish patrubka – 4 orqali ventilyatorga kiradi va diffuzor orqali atmosferaga chiqadi.

Ikki bosqichli o'q chiziqli ventilyator БОД – 16П toza havoga bo'lgan talab $65 \text{ m}^3/\text{sek}$, shamollatish tarmog'ining qarshiligi $350 - 400 \text{ daPa}$, atrof muhit harorati $+50^{\circ}\text{S}$ dan -20°S gacha va kon havosi tarkibidagi changlarning miqdori $30 \text{ mg}/\text{m}^3$ gacha bo'lgan konchilik hamda umum sanoat korxonalarini shamollatishda qo'llaniladi.

U boshqa o'q chiziqli ventilyatorlardan ish g'ildiraklar o'zaro teskari tomonga aylanishi va havo yo'naltiruvchi (HA), havo yo'nalishini to'g'irlovchi (CA) apparatlarini bo'lmasligi bilan farq qiladi. Ventilyator PK+PK (9.14-rasm) aerodinamik sxema bo'yicha yig'iladi. Uning o'rnatilgan holatdagi umumiy ko'rinishi 9.16-rasmda ko'rsatilgan.

Ventilyator ish g'ildiraklari-1,2 ikki tomonda o'rnatilgan A0103-6M rusumli asinxron elektr yuritgichlar-9 bilan transmission o'qlar-4,5 orqali ulangan. Transmission o'qlar elektr yuritgich rotorini ish g'ildiraklarga uzatib berish uchun o'rnatilgan.

Normal ish sharoitida birinchi ish g'ildirak, ventilyatorga havo so'rilish tomonidan qaralganda soat millari yo'nalishga teskari va ikkinchisi esa soat millariga yo'nalishi bo'yicha aylanadilar.



9.16 – rasm. БОД – 16Π rusumli ventilyatorning umumiy ko'rinishi

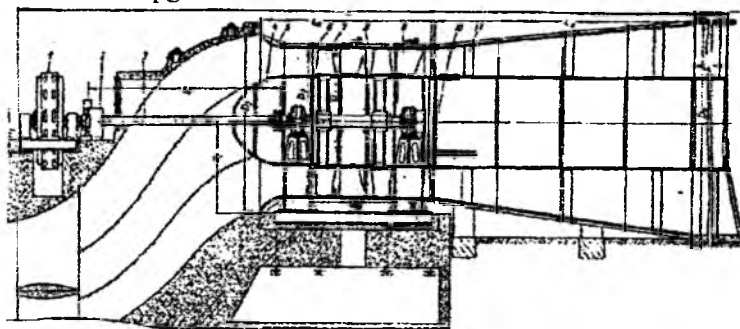
Havo yo'nalishini o'zgartirish ish g'ildiraklarini teskariga aylantirish yo'li bilan amalga oshiriladi. Buning uchun tormozlash moslamalar-10 yordamida ish g'ildiraklar to'xtatiladi. Asinxron elektr yuritgich cho'lg'amlari elektr tarmog'i fazalariga almashtirilib ulanadi. Bunda elektr yuritgich rotorini va unga mufta hamda transmission o'q orqali ulangan ish g'ildirak teskari tomonga aylanadi.

Kollektor -6, ravonlagich -2 va diffuzor -8 qobiqqa payvandlangan.

Ventilyator qobig'i-3, gorizontal tekislikda ajraladigan holda yassi po'latdan payvandlash usuli bilan tayyorlangan. Qobiq ichida tayanchlar o'rnatilgan. Bu tayanchlarga ventilyator rotorini o'rnatiladi.

Ventilyator rotorini (9.17 – rasm) o'q -1, ish g'ildirak-2, podshipniklar-3, 4 va mufta yarmi-5 kabi qismlardan iborat. U qobiq ichidagi tayanchlarga joylashtiriladi.

Ikki bosqichli БОД-21, БОД-21М, БОД-30, БОД-30М, БОД-40 va БОД-50 rusumli o'q chiziqli ventilyatorlarning konstruktiv tuzilishi (9.18–rasm) o'zaro o'xshash bo'lib, ular ventilyator asosi-10, unga tayangan oldi-6 va orqa-9 tanch bloklari, ularga podshipniklar orqali o'rnatilgan rotor-7, kollektor-5, ravonlagich-4, qobiq-8 hamda diffizor-11 lardan tashkil topgan.



9.18 – rasm. БОД tipidagi o'q chiziqli ventilyatorlarning umumiy ko'rinishi.

Ventilyator rotor-7 transmission o'q-3 va elektr yuritgich-1 orqali aylanma harakatga keltiriladi. Ishlab turgan ventilyatorni to'xtatish jarayonini tezlatish uchun transmission o'qga elektr magnitli tormoz-2 o'rnatilgan.

БОД turidagi ventilyatorlarning geometrik o'lchamlari 9.5-jadvalda keltirilgan.

9.5-jadval

Ventilyator turi	Geometrik o'lchamlari, mm. (9.18-rasm).										
	D	D ₁	D ₂	D ₃	N ₁	N ₂	L	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄
БОД-21М	2100	2105	2600	3000	630	1250	14420	4200	3260	3220	2100
БОД - 30М	3000	3005	3680	4300	600	1680	20280	4750	4232	6100	3000
БОД-40	4000	4010	4800	5700	600	2400	28100	7000	5530	8000	4000
БОД-50	5000	5020	6000	7200	600	3000	32415	7500	6685	10000	5015

Ventilyator asosi 10 (9.18–rasm) poydevorga mustahkamlanadi unga esa gorizontal ko'rinishda ajraladigan va ventilyatorni ko'tarib turish vazifasini bajaradigan oldi-6 va orqa-9 tayanch bloklari payvandlangan. Podshipnik qobiqlari tayanch bloklarida o'rnatiladi.

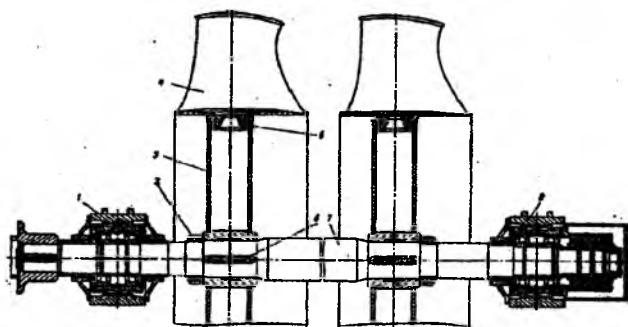
БВД-21 va БВД-21М русумли вентиляторларнинг oldi tayanch bloki qobiq-8 bilan birgalikda yig'iladi. БВД-30, БВД-40 va БВД-50 русумли вентиляторларда esa u alohida bo'lak ko'rinishida bo'ladi.

Orqa tayanch blok-9 bir vaqtda tayanch va havo oqimi yo'nalishini to'g'irlovchi (CA) apparat vazifalarini bajaradi. Shuning uchun 3 ta ko'tarib turadigan va 11ta o'z o'qi atrofida buraladigan jami 14 paraklardan tashkil topgan havo yo'nalishini to'g'irlovchi apparat ko'rinishida yig'iladi.

Oldi -6 va orqa -9 tayanch bloklar ventilyator rotorini tayanchi hisoblanadi.

БВД русумли ventilyatorlarni rotorini (9.19-rasm). Radial-1 va radial tayanchli-8 podshipniklar, gayka-2, ish g'ildiraklar-3, parraklar-4, mustahkamlagich-5, shponka-6 va ventilyator o'qi-7 kabi qismlardan tashkil topgan. U oldi va orqa tayanch bloklaridagi podshipnik qobiqlariga o'rnatiladi hamda mufta orqali transmission o'q bilan ulanadi.

Diametri ventilyator diametrining 0,6 qismini tashkil etuvchi ish g'ildirak vtulkasi-3 yassi metall dan payvandlash usuli bilan tayyorlanadi. Uning ichki tomoniga gupchak payvandlangan. Tashqi tomonida esa soni parraklar soniga teng bo'lgan kavaklar mavjud. Parraklar-4 bir tomoni bilan ushbu kavaklarga joylashtirilgan va mustahkamlagich-5 bilan mustahkamlangan. Ish g'ildirak-3 ventilyator o'qi-3 ga o'rnatilgan va shponka-6 hamda gayka-2 bilan mustahkamlangan bo'ladi.



9.19 – rasm. БВД-tipidagi ventilyatorlar rotorini.

Har bir ish g'ildirakning parraklari soni 12 ga teng. Ularni qo'l bilan 15° dan 45° oralig'ida burish mumkin.

Ventilyator qobig'i ichiga o'z o'qi atrofida burilishi mumkin bo'lgan va 14 ta parraklardan tashkil topgan havo yo'naltiruvchi apparat (HA) o'rnatilgan. Parraklar maxsus moslama bilan buriladi.

БВД-tipidagi ventilyatorlar bilan jihozlangan qurilmalarda havo oqimi yo'nalishini o'zgartirish ish g'ildirakni teskariga aylantirish usuli bilan amalga oshiriladi. Ventilyatorlar yuqori kuchlanishni sinxron elektr yuritgichlar (9.6-jadval) va avtomatlashtirish vositasi YKAB-2 bilan birgalikda ishlatiladi.

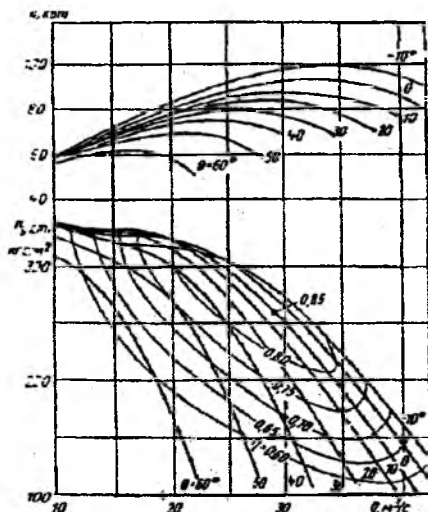
9.6-jadval

ventilyator turi	Elektr yuritgich			
	turi	Kuchlanish V	Quvvat kVt	Aylanish tezligi ayl/min
БВД-21М	СД-13-42-8	6000	500	750
БВД-30М	СДС-15-49-12P	6000	1000	500
БВД-40	СДС-17-41-16P	6000	1600	375
БВД-50	СДС-18-39-20P	6000	2000	300

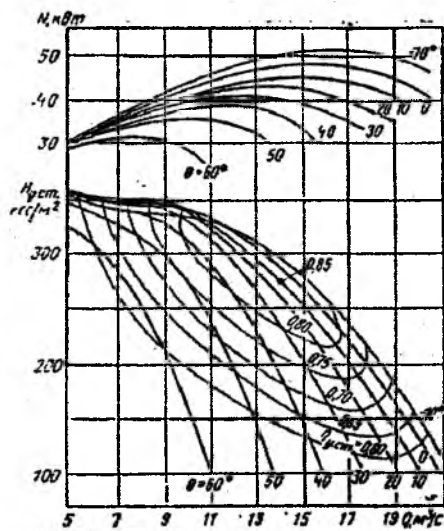
Avtomatlashtirish vositasi yordamida ventilyatorlarni ishga tushirish, ularni to'xtatish, zahiradagi ventilyatorni ishga tushirish va havo oqimi yo'nalishini o'zgartirish avtomat ravishda bajariladi. Shu bilan bir qatorda qurilmaning unumdorligi, zo'riqmasi, podshipniklarning harorati va boshqa ko'rsatgichlar nazorat qilib boriladi.

9.4. Ventilyatorning aerodinamik xarakteristikalari

Ventilyatorlarning zo'riqma, quvvat va foydali ish ko'effitsientlarining unumdorlikka bog'liqligini grafik usulda ifodalash ularning aerodinamik yoki ishlatish xarakteristikalari deb ataladi. Ular ventilyatorlarni maxsus aerodinamik stendlarda sinash usuli bilan olinadi. Sinash jarayonida ventilyator unumdorligi va bu unumdorlikka mos keladigan zo'riqma, quvvat va ish g'ildirakning aylanish tezligi o'lchab olinadi. Bu ko'rsatgichlar asosida zo'riqma, unumdorlik, quvvat va FIK lari hisoblanadi. Sinash jarayoni ventilyatorlarini zo'riqma, quvvat va FIK larini grafik usulda ko'rsatish bilan yakunlanadi.



9.20–rasm. BIII-16 rusumli ventilyatorning aerodinamik xarakteristikasi



9.21–rasm. BL-11 rusumli ventilyatorning aerodinamik xarakteristikasi

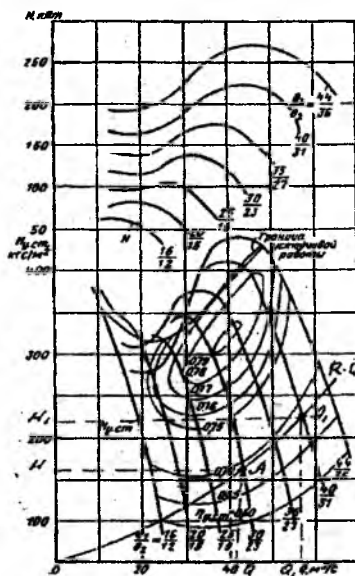
Ventilyatorlarni sinash va ularning aerodinamik xarakteristikalarini grafik usulda ko'rsatish ventilyator ishlab chiqaruvchi korxona

laboratoriyalarida o'tkaziladi va har bir ventilyatorning texnik pasportida ko'rsatiladi.

Misol tariqasida BIIIQ-16 (9.20-rasm) va BII-11 (9.21-rasm) ventilyatorlarning aerodinamik xarakteristikalari ko'rsatilgan. Ularning va boshqa markazdan qochma BII-25, BIII-16, BII-31.5M, BIII-31.5M, BIII-47Y tipidagi ventilyatorlarning zo'riqma- $H_{y.ct}=f(Q)$ quvvat - $N=f(Q)$ va F.I.K. $\eta=f(Q)$ xarakteristikalari ko'rinishi havo yo'naltiruvchi apparat (HA) parraklarni o'rnatish burchagi - θ ni o'zgartirish usuli bilan amalga oshiriladi.

Har bir ventilyator o'zining konstruktiv tuzilishi, geometrik o'lchamlari va ish g'ildirak aylanish tezligiga mos keladigan aerodinamik xarakteristikaga ega. Bu xarakteristika assosida ventilyator qurilma loyihalanadi va ekspluatatsiya qilinadi.

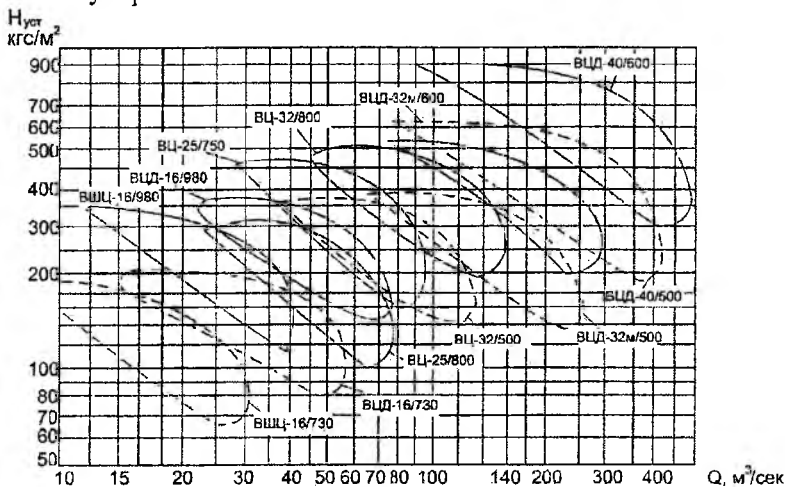
Har bir ventilyatorning ekspluatatsiya qilish xarakteristikasida uning ishlatish chegarasi ko'rsatilgan bo'ladi. bu chegara xarakteristikaning yuqori qismidan (9.21-rasm) uning ishonchli va pastki qismidan iqtisodiy-samarador ishlash shartlari bo'yicha belgilangan.



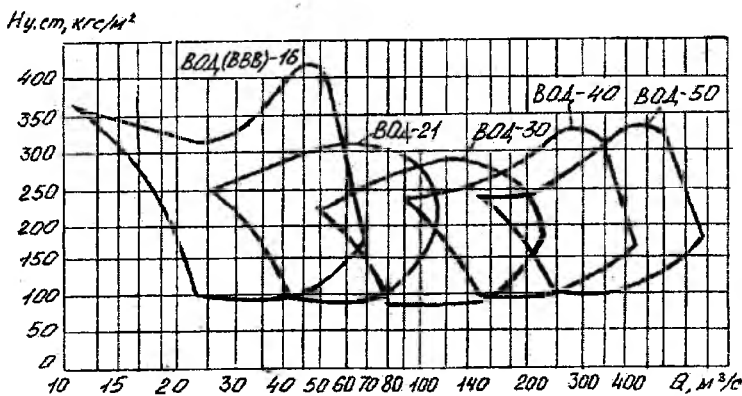
9.22-rasm. BOD-16Π rusumli ventilyatorning ekspluatatsiya qilish xarakteristikasi.

Ekspluatatsiya qilish xarakteristikalar ventilyator qurilmalarni loyihalash ularning ish ko'rsatkichlari (unumdorligi, quvvati, foydali ish koeffitsienti)ni aniqlashda qo'llaniladi.

Ventilyatorlarni, kon sharoitiga moslab tanlab olishda qulaylik yaratish maqsadida, hozirgi kunda ishlab chiqariladigan ventilyatorlarning ekspluatatsiya qilish xarakteristikalari bir chizmada to'plangan (9.23; 9.24-rasmlar). Uni ventilyatorlarning jamlangan ekspluatatsiya qilish xarakteristkasi deb nomlanadi.



9.23-rasm. Markazdan qochma ventilyatorlarning ekspluatatsiya qilish chegaralari jamlangan xarakteristika.



9.24-rasm. O'q chiziqli ventilyatorlarning ekspluatatsiya qilish chegaralari jamlangan xarakteristika.

9.5. Ventilyator qurilma elektr yuritgichi va avtomatlashtirish vositalari

Ventilyator ish rejimini rotorning aylanish tezligini o'zgartirish usuli bilan moslashtirilmaydigan ventilyator qurilmalarda asinxron yoki sinxron elektr yuritgchlari qo'llaniladi. Ulardan qaysi birini tanlab olish ventilyatorning iste'mol quvvatiga bog'liq.

Iste'mol quvvat 100-150 kVt.gacha bo'lgan qurilmalarda past kuchlanishli (kuchlanish 380V) qisqa tutashgan rotorli asinxron, 150-350kVt.gacha bo'lgan hollarda esa past kuchlanishli sinxron va 350 kVt.dan yuqori bo'lganda kuchlanishi 6000 V, quvvati 400-1000 kVt bo'lgan CД, CДC va CДB rusumli sinxron elektr yuritgichlar qo'llaniladi.

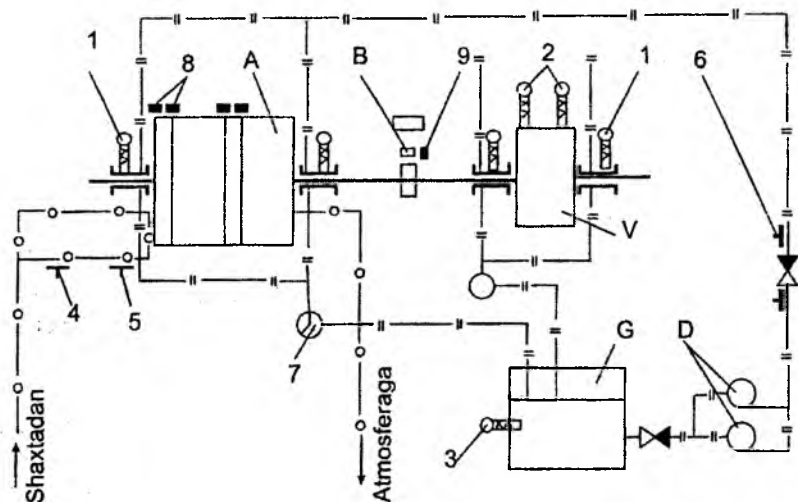
Buyurtmachining talabiga ko'ra BИ-31,5M va BИД-31,5M rusumli ventilyator asinxron elektr yuritgichli mashina ventilli kaskad tizimi ko'rinishdagi yuritma bilan jihozlanadi. BИД-47 "Себер" rusumli ventilyator esa faqat aylanish tezligi o'zgartiriladigan asinxron elektr yuritgichli mashina ventilli kaskad tizimidagi yuritma bilan jihozlangan ventilyatorlarning ish rejimi rotorni aylanish tezligini o'zgartirish usuli bilan amalga oshiriladi.

Ventilyator qurilmaning ish holati quyidagi ko'rsatkichlar bilan tavsiflanadi:

- havo bosimi va uning hajmi;
- elektr yuritgich va ventilyator rotorlari podshinniklarining harorati;
- elektr yuritgich cho'lg'ami va moylash tizimidagi moyningharoratlari;
- moyning bosimi va uning miqdori.

Bu ko'rsatkichlar doimiy ravishda o'lchab boriladi. Ularni o'lchash uchun qo'llaniladigan o'lchov asboblarning joylashishi 9.25-rasmda ko'rsatilgan.

Bu rasmda: 1-podshipniklar haroratini nazorat qilish asboblari, 2-elektr yuritgich cho'lg'ami nazorat qilish asbobi, 3-moylash tizimidagi moyning haroratini nazorat qilish asbobi, 4-va 5-havo bosimini va uning miqdorini o'lchovchi asboblari, 6-moyning bosimini nazorat qilish asbobi, 7-podshinniklardan chiqadigan moy miqdorini nazorat qilish asbobi, 8-havo yo'naltiruvchi va to'g'rilovchi apparatlar parraklarning holatini ko'rsatish asboblari, 9-tormozlash tizimi holatini ko'rsatish asbobi;



9.25-rasm. Ventilyator qurilma ishini nazorat qilish asboblarning joylashish sxemasi

A-ventilyator, B-tormozlash tizimi, V-elektr yuritgich, G-moy idishi, D-moylash tizimi nasoslari.

Xavfsizlik qoidalari ko'rsatmasi bo'yicha ko'mir va slanets shaxtalarida ishlatiladigan ventilyator qurilmalarning unumdorlik va zo'riqmasi, uning normal va revers (havo yo'nalishini o'zgartirish) ish holatlarida o'lchanishi shart. Buning uchun gazziz bo'lgan shaxtalarda depressiometr va III-kategoriyaga kiradigan hamda sergaz shaxtalarda o'zi yozadigan depressiometr bilan havo sarfini o'lchovchi (расходомер) o'rnatiladi.

Unumdorlik va zo'riqma uzluksiz ravishda nazorat qilib turiladigan va ikkita (biri ventilyator hamda, ikkinchisi esa shaxta dispecheri xonasida) o'zi yozar depressiometrlar o'rnatilgan ventilyator qurilmalar mashinistsiz ekspluatatsiya qilishga ruxsat etiladi. Ularni ishini avtomatlashtirish uchun hozirgi kunda YKAB-2 rusumli komplekt avtomatlashtirish vositalari qo'llanilmoqda.

10-bob. Ventilyator qurilma ishini tashkil qilish

10.1. Tashqi tarmoq va uning xarakteristikasi

Foydali qazilmalarni yer osti usuli bilan qazib olishda kon lahimlari eng kamida ikkita tik yoki qiya stvollar bilan yer sathi (atmosfera)ga tutashgan bo'ladi. Bu stvollarining biridan shaxtaga toza havo kiradi. U kon lahimlarini shamollatib ikkinchi stvoldan atmosferaga chiqib ketadi.

Havo harakatda bo'ladigan muhit ya'ni shaxta stvoli, yer osti lahimlari va ventilyator qurilmaning havo yo'laklari shamollatish shaxobcha yoki qurilmaning tashqi tarmog'i deb atalgan.

Tashqi tarmoqda havo harakati shaxtaga kirish va chiqish tomonlardagi bosimlar farqi hisobiga paydo bo'ladi. Bosimlar farqi tabiiy yoki sun'iy, ya'ni ventilyator qurilma yordamida paydo bo'ladi. Tabiiy holda bosimlar farqi kirish va chiqish tomonlardagi havoning harorati va ular oralig'idagi tik balandlikka bog'liq bo'lib u quyidagi ifoda bilan topiladi:

$$P_T = g \cdot Z \cdot (\rho_a - \rho) \quad (10.1)$$

bu yerda: ρ_a, ρ - atmosfera sharoitidagi va shaxtadan chiqadigan kon havosi zichliklari, kg/m^3 ;

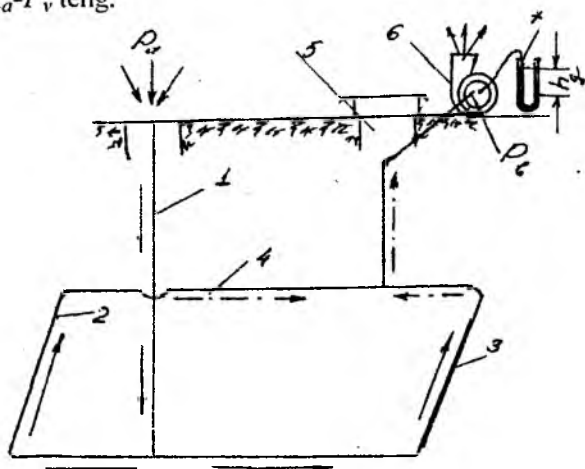
Z - kirish va chiqish oralig'idagi tik balandlik, m.

Ma'lumki harorat past bo'lgan muhitdagi havo zichligi harorat yuqori bo'lgan muhitdagi havo zichligidan yuqori bo'ladi. Shuning uchun yilning sovuq kunlarida tabiiy havo harakati atmosferadan shaxtaga qarab yo'nalgan bo'ladi. U ventilyator qurilma ishini yaxshilaydi. Aks hollarda (shaxtadan chiqadigan havoning harorati atmosfera haroratidan past bo'lgan) havo harakati shaxtadan atmosfera tomonga yo'nalgan bo'ladi. Bu hollarda tabiiy havo oqimi ventilyator qurilma ishini qiyinlashtiradi. Chunki ventilyator zo'riqmasining bir qismi tabiiy havo harakatini yengishga sarflanadi.

Ventilyator qurilma kon havosini shaxtadan so'rib olish yoki toza havoni shaxtaga haydash rejimida ishlay oladi.

Qurilma kon havosini shaxtadan so'rib olish rejimida ishlatilganda uning oldi tomonidagi bosim atmosfera bosimidan kichik bo'ladi. Shuning uchun toza havo oqimi stvol-1 va stvol atrofi qo'rasi orqali shaxtaga kiradi (10.1-rasm). Toza havo oqimi yer ostida konning ikki tomoniga bo'linadi, har tomonga bo'lingan havo oqimi chap-2 va o'ng-3 tomonlardagi kavjoyni shamollatib, shamollatish lahim-4 va stvol-5 handa ventilyator qurilma 6-orqali atmosferaga chiqib ketadi.

Atmosfera- P_a va ventilyator qurilmaning oldi tomonida bosimlar ayirmasi, ya'ni $P_a - P_e$ shamollatish shaxobchani depressiyasi deb ataladi. Uni maxsus o'lchov asbobi depressiometr 7-yordamida o'lchash mumkin. Depressiometrdagi suyuqlik sathlarining ayirmasi h bosimlar ayirmasi $R_a - P_v$ teng.



10.1-rasm Konlarda havo oqimi harakati

Ventilyator qurilmalarda, shaxtaga havo kiradigan va undan chiqadigan tomonlar oralig'idagi tik masofa ya'ni geodezik balandlik kam bo'lganligi sababli u ventilyator qurilma ishiga ta'sir ko'rsata olmaydi. Shuning uchun qurilmaning tashqi tarmoq xarakteristikasini ifodalovchi tenglama quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

$$\Delta P = R \cdot Q^2 \quad (10.2)$$

bu yerda: R - shamollatish shaxobchasining aerodinamik qarshiligi: Uhar bir lahim uchun quyidagi ifoda bilan hisoblanadi.

$$R_i = \alpha_i \cdot \frac{\Pi_i \cdot L_i}{S_i^3} \cdot Q_i^2 \quad (10.3)$$

bu yerda: α_i - aerodinamik qarshilik koeffitsienti;

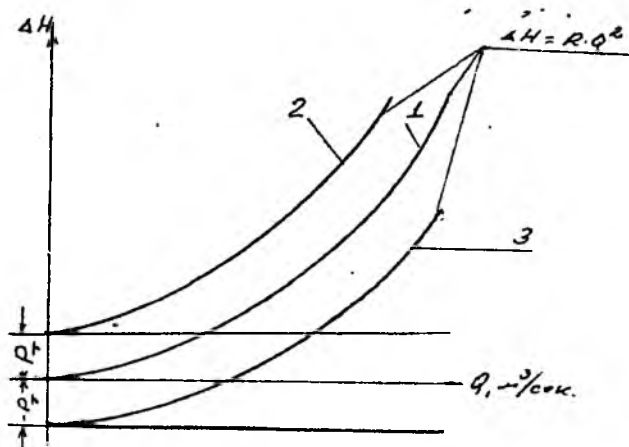
Π_i - lahimning ko'ndalang kesim perimetri, m;

L_i - lahim uzunligi, m;

S_i - ko'ndalang kesim yuzasi, m^2 ;

Shamollatish xarakteristikasining aerodinamik qarshiligi- R ketma-ket yoki parallel ulangan lahimlarning qarshiliklari yig'indisiga teng.

Ventilyator qurilmaning tashqi tarmoq xarakteristikasi (10.2) ifodaga binoan, tabiiy havo oqimini hisobga olmaganda, koordinat o'qidan boshlanadigan ikkinchi darajali egri chiziq ko'rinishiga ega (10.2-rasm, 1-egri chiziq). U kon lahimlarini soni va har bir lahimning geometrik o'lchovlariga bog'liq bo'lganligi uchun vaqt o'tishi bilan o'zgarib turadi.



10.2-rasm. Tashqi tarmoq xarakteristikasi

Ayrim hollarda shaxtaga kiradigan va undan chiqadigan havo haroratlari farqiga ko'ra tabiiy havo oqimi paydo bo'ladi (4,5-chiziqlar). U shamollatish shaxobchasidagi havo miqdoriga bog'liq emas. Bunday hollarda tashqi tarmoq xarakteristikasi

$$\Delta P = R \cdot Q^2 \pm P_T \quad (10.4)$$

ifoda bilan topiladi va uning xarakteristikasi 10.2-rasm (2 va 3 egri chiziqlar) ko'rsatilgan.

Tabiiy havo oqimi shaxtalarni shamollatishni yengillashtiradi (3-egri chiziq) yoki qiyinlashtiradi (2-egri chiziq).

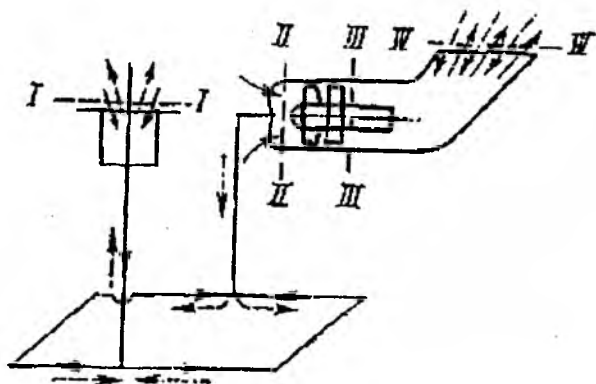
10.2. Ventilyator qurilma ish rejimi

Shaxtalar kon havosini so'rib olish usulida shamollatilganda (10.3-rasm) havo oqimi harakatini aerogidromexanikaning asosiy qonunlaridan biri bo'lgan Bernulli tenglamasi asosida o'rganib chiqamiz.

Ma'lumki ventilyator ish g'ildiragi orqali havo oqimiga uzatilgan energiya, ya'ni ventilyator zo'rliqmasi, chiqish (III-III) va kirish (II-II) kesimlardagi havoning to'liq nisbiy energiyalari ayirmasiga teng. Ya'ni:

$$P_e = P_{III} - P_{II}; \quad (10.4)$$

Bu yerda: P_{II}, P_{III} - mos ravishda kirish (II-II) va chiqish (III-III) kesimlardagi havoning to'liq nisbiy energiyalari.



10.3-rasm. Ventilyator qurilmani ishlash usuli.

← kon havosini shaxtadan so'rib olish; toza havoni shaxtaga xaydash

Havo oqimi yo'nalishidagi (10.3-rasm) I-I va II-II kesimlar uchun Bernulli tenglamasi quyidagi ko'rinishda yoziladi.

$$P_1 + \frac{\rho}{2} \cdot c_1^2 = P_2 + \frac{\rho}{2} \cdot c_2^2 + \Delta P_T; \quad (10.5)$$

Bu yerda: P_1, P_2 - birinchi va ikkinchi kesimlardagi havo bosimi (potensial energiya), Pa;

c_1, c_2 - ushbu kesimlardagi havo oqimining tezligi, m/sek.

ρ - havoning zichligi, kg/m³

ΔP_e - kesimlar orasida yo'qotilgan bosim. U shamollatish shaxobchasining aerodinamik qarshiliklarini yengishga sarflanadi.

Havo shaxtaga atmosferadan so'rilganligi uchun $R_I = R_a$ va $S_1 \approx 0$ bo'ladi. Unda (10.5) ifodadan II-II kesimdagi havoning to'liq nisbiy energiyasi:

$$P_{II} = P_a - \Delta P_T; \quad (10.6)$$

Havo oqimi ventilyatordan chiqadigan tomondagi (qurilma havo yo'laklari va diffuzor) va kesimlar uchun Bernulli tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$P_{III} = P_3 + \frac{\rho}{2} \cdot c_3^2 = P_4 + \frac{\rho}{2} \cdot c_4^2 + \Delta P_o; \quad (10.7)$$

Bu yerda: P_3, P_4 - uchinchi va to'rtinchi kesimlardagi havo bosimi, Pa;

c_3, c_4 - ushbu kesimlardagi havo oqimi, m\sek

ΔP_o - qurilmaning havo yo'laklari va diffuzordagi bosim yo'qotish, Pa.

Diffuzordan keyin havoni atmosferaga chiqishi sababli $R_4 = R_a$ bo'ladi.

Unda (10.7) formuladan havoning III-III kesimdagi to'liq nisbiy energiyasi

$$P_{III} = P_3 + \frac{\rho}{2} \cdot c_3^2 = P_a + \frac{\rho}{2} \cdot c_4^2 + \Delta P_o; \quad (10.8)$$

P_{II} va P_{III} larni (10.4) formulaga qo'yib ventilyator zo'riqmasi topiladi:

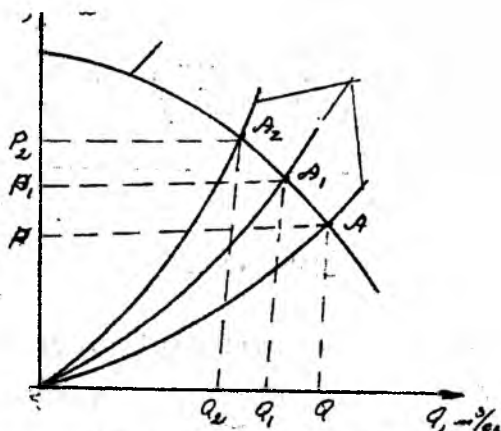
$$P_e = P_a + \frac{\rho}{2} \cdot c_4^2 + \Delta P_T - P_a + \Delta P_o = \Delta P + \frac{\rho}{2} \cdot c_4^2; \text{ Pa} \quad (10.9.)$$

Bu yerda: $\Delta P = \Delta P_o + \Delta P_T$ - tashqi tarmoqning qarshiligi.

Bu ifodaga binoan ventilyator zo'riqmasi kon lahimlari, havo yo'laklari va diffuzorning qarshiliklarini - ΔP yengishga va havoning harakatlantirish uchun unga ma'lum miqdorda kinetik energiya $\frac{\rho}{2} \cdot c_4^2$ uzatishga sarflanar ekan.

Demak ventilyator qurilma ish rejimi ventilyatorning zo'riqma xarakteristikasi 1-egri chiziq bilan tashqi tarmoq xarakteristikasi 2-egri chiziqlar kesishadigan A-nuqtada (10.4-rasm) bo'ladi.

Chunki bu nuqtada yuqoridagi (10.9) ifodada ko'rsatilgan shart bajariladi, ya'ni $P_e = R \cdot Q^2$. Vaqt o'tishi bilan kon lahimlari uzayib boradi. Buning oqibatida tashqi tarmoq qarshiligi ko'payadi. Shuning uchun ventilyator qurilma ish rejimi (A_1, A_2) va uning ko'rsatkichlari (unumdorligi Q_1, Q_2 zo'riqmasi P_1, P_2) mos ravishda o'zgaradi.



10.4-rasm. Ventilyator qurilma ish rejimi

10.3. Ventilyator qurilma ish rejimini moslash

Shamollatish shaxobcha qarshiligi va havo oqimi miqdori konlarni shamollatishdagi asosiy ko'rsatkichlar hisoblanadi. Ularning qiymati:

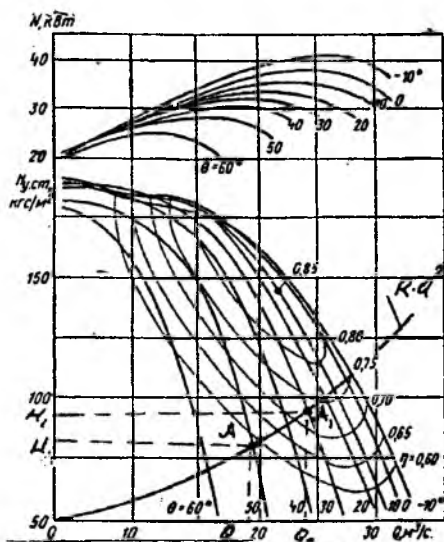
- shaxtaning ishlab chiqarish quvvatining ortishi;
- lahimlarning uzayishi;
- yil davomida atmosfera haroratining o'zgarib turishi;
- bir qism havo tog' jinslari yoriqlaridan so'rilishi;
- portlatiladigan portlovchi moddalari miqdorining va boshqako'rsatkichlarga ko'ra o'zgarib turadi.

Ventilyator qurilma shamollatish shaxobchasidagi o'zgarishlardan qat'iy nazar shaxtani shamollatish uchun yetarli miqdorda toza havo yetkazib berishi shart. Shuning uchun shamollatish shaxobchadagi o'zgarishlarga qarab ventilyator qurilma ish rejimi moslanadi.

Zamonaviy ventilyatorlar bilan jihozlangan ventilyator qurilmalar uch xil usul bilan moslashtiriladi.

Birinchisi – havo yo'naltiruvchi apparat (HA) yordamida moslashtirish. Bu usul BII-11, BIII-16, BII-16, BI-25, BI-31,5, BII-31,5M, BII-47Y rusumli markazdan kochma va BM-5M, BM-8M, BM-12M, BOI-21M, BOI-30M rusumli o'q chiziqli ventilyatorlar bilan jihozlangan qurilma ish rejimini moslashtirishda qo'llaniladi. Bu rusumli ventilyatorlar, yo'naltiruvchi apparat parraklarining o'rnatish burchagiga ko'ra, bir necha zo'riqma xarakteristikalariga ega. Ish rejimini moslash parraklarning o'rnatish burchagini o'zgartirish bilan amalga oshiriladi. Masalan, 10.5-rasmda BIII-16 rusumli ventilyator

bilanjihozlangan qurilmaning moslashtirishdan oldingi (A-nuqta) va moslashtirilgandan keyingi ish rejimlari ko'rsatilgan. Moslashtirishdan oldin yo'naltiruvchi apparat parraklarining o'rnatilgan burchagi $+50^\circ$ ga teng (10.5-rasm). Ish rejimi A-nuqtada bo'ladi. Uning unumdorligi $Q=18\text{m}^3/\text{sek}$ va zo'riqmasi esa $H=65\text{kgs/m}^2$. teng. Agar yo'naltiruvchi apparat parraklarining o'rnatish burchagini 30° qilib olsak qurilma ish rejimi A_1 -nuqtada bo'ladi. U holda qurilmaning unumdorligi $Q=37\text{m}^3/\text{sek}$. va zo'riqmasi $H=82\text{kgs/m}^2$ bo'ladi. BIII-16 rusumli ventilyatorning havo yo'naltiruvchi apparat parraklarining o'rnatish burchagini $+50^\circ$ dan 30° ga o'zgartirilganda uning unumdorligi $19\text{m}^3/\text{sek}$.ga ko'payar ekan.



10.5-rasm. Yo'naltiruvchi apparat yordamida ish rejimini moslash.

Ikkinchi usul. Ventilyator rotorining aylanish tezligini o'zgartirish. Turbomashinalarning proporsionallik qonuniga ko'ra ventilyator rotorini aylanish tezligini o'zgartirishga ko'ra ventilyator unumdorligi birinchi, zo'riqmasi ikkinchi va foydali quvvat uchinchi darajada o'zgaradi:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}; \quad \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2; \quad \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3; \quad (10.10)$$

Bu yerda: n_1 va n_2 - ventilyator rotorining dastlabki va o'zgartirilgandan

keyingi tezliklari, ayl/min.

Q_1, H_1, N_1 - rotorning dastlabki- n_1 tezligiga mos keladigan unumdorlik, zo'riqma va quvvat.

Q_2, H_2, N_2 - rotorning o'zgartirilgandan keyingi tezligiga mos keladigan unumdorlik, zo'riqma va quvvat.

Ventilyator qurilma ish rejimini shamollatish shaxobchasi talablariga moslashtirish rotorning aylanish tezligini o'zgartirish bilan amalga oshiriladi. Rotorning aylanish tezligi o'zgarganda ventilyatorning ishlatish xarakteristikasi ham mos ravishda o'zgaradi (10.6-rasm). Ventilyator qurilma shamollatish shaxobchasi talablariga moslashtirilganda ish rejimi A-nuqtadan A_1 - nuqtaga o'tadi. Uning ko'rsatkichlari:

- moslashtirishdan avval

Unumdorlik $Q=150 \text{ m}^3/\text{sek};$

Zo'riqma $H=185 \text{ kgs/m}^2;$

Rotorning aylanish tezligi $n=400 \text{ ayl/min.}$

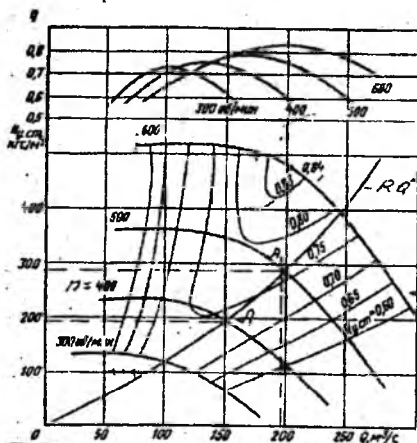
- moslashtirilgandan keyin

Unumdorlik $Q=185 \text{ m}^3/\text{sek};$

Zo'riqma $H=280 \text{ kgs/m}^2;$

Rotorning aylanish tezligi $n=500 \text{ ayl/min.}$

Ventilyator qurilma ish rejimini rotorning aylanish tezligini o'zgartirish usuli bilan shamollatish shaxobcha talablariga moslash hozirgi kunda BII-31.5M, BII-40 va BII-47 ventilyatorlar bilan jihozlangan qurilmalarda qo'llaniladi.



10.6-rasm. BII-32M ventilyator ish rejimini moslash.

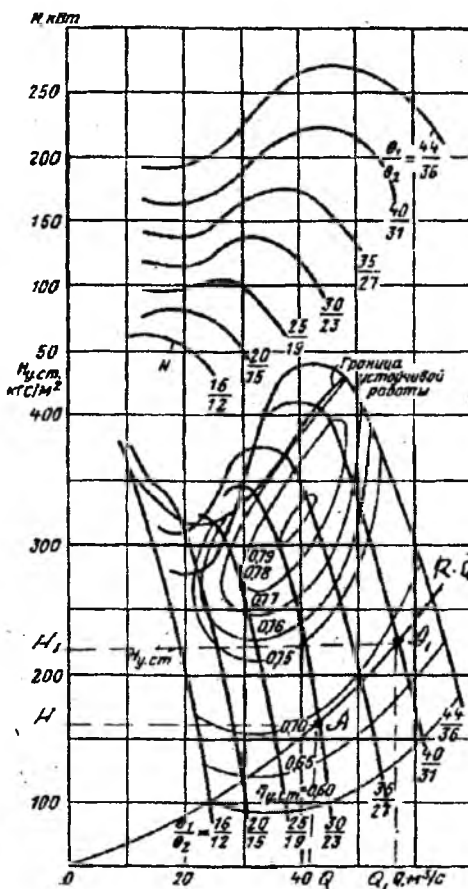
Uchinchi – ish g'ildirak parraklarini o'rnatish burchagini o'zgartirish bilan ventilyator qurilma ish rejimini moslash.

Bu usul murakkab va ish g'ildirak to'xtatilgan holda amalga oshirilishi sababli hozirgi kunda u faqat БОД-16П rusumli ventilyatorlar bilan jihozlangan qurilmalarda qo'llaniladi.

БОД-16П rusumli ventilyator rotoru bir-biriga nisbatan teskari tomonga aylanadigan ikki ish g'ildirakdan iborat.

Birinchi ish g'ildarak vtulkasiga 12 va ikkinchi ish g'ildarakning vtulkasiga 10 parraklar o'rnatilgan.

Birinchi (θ_1) va ikkinchi (θ_2) ish g'ildiraklar parraklarining o'rnatish burchaklari o'zaro tartiblashtirilgan holda o'rnatiladi (10.7-rasm).



10.7-rasm. БОД-16П ventilyator ish rejimini moslash.

Ventilyator ish rejimi (A va A-nuqtalar) ish g'ildirak parraklarining o'rnatish burchaklarinio'zgartirish bilan amalga oshiriladi. Masalan ish rejimini moslashtirishdan oldin uning ko'rsatkichlari (10.8-rasm, A-nuqta)

- parraklarning o'rnatish burchagi

$$\theta_1 = 30^\circ, \theta_2 = 23^\circ$$

- unumdorlik - $Q = 38 \text{ m}^3/\text{sek}$

- zo'riqma - $H = 160 \text{ kgs/m}^2$

Parraklarning o'rnatish burchagi $\theta_1 = 40^\circ$ va

$\theta_2 = 31^\circ$ burilganda uning ko'rsatkichlari (10.7-rasm A₁-nuqta)

- unumdorlik - $56 \text{ m}^3/\text{sek}$

-zo'riqma - 240 kgs/m^2 teng bo'ladi.

БОВ-16II rusumli ventilyator ish rejimini iqtisodiy samaradorligi kam bo'lgan boshqa usullar bilan ham moslashtirish mumkin. Ulardan birinchisi – ikkinchi ish g'ildirak parraklarini o'rnatish burchagini 27° da doimiy saqlab qolib, birinchi ish g'ildirak parraklarini o'rnatish burchagini o'zgartirish va ikkinchisi ish g'ildiraklardan birini to'xtatib qo'yish usullari bilan amalga oshirish mumkin.

10.4. Havo oqimi yo'nalishini o'zgartirish

Bosh ventilyator qurilmalarning texnologik sxemasi turli ko'rinishga ega bo'lib, u ventilyatorning konstruktiv tuzilishiga bog'liq.

Qurilma qanday texnologik sxema ko'rinishida bo'lmasin u 10 minut davomida havo oqimini yo'nalishini o'zgartirish xususiyatiga ega bo'lishi shart.

Havo oqimi yo'nalishini o'zgartirish avariya holatini bartaraf qilish reja asosida bajariladi. Bu rejaga har bir ishlab turgan va qurilayotgan shaxtalarining xususiyatlari asosida ishlab chiqiladi. Rejada qurilmaning havo oqimi yo'nalishini o'zgartirish rejimi ko'rsatiladi.

Agar, yong'in havo so'riladigan stvolda, uning tepa qismida joylashgan inshootlarda, stvol atrofi qo'rasida va unga yaqin bo'lgan lahimlarda paydo bo'lgan hollarda qurilmaning havo oqimi yo'nalishini o'zgartirish rejimi eng ijobiy rejim hisoblanadi. Bunda yer ostidagi ishchi va xizmatchilar toza havo oqimi bo'lgan lahimlar bo'ylab evakuatsiya qilinadi.

Havo oqimi o'zgartirilganda qurilma unumdorligi dastlabki unumdorlikning 60% kam bo'lmasligi kerak.

Havo oqimi yo'nalishini o'zgartirish markazdan qochma ventilyator o'rnatilgan qurilmalarda havo kanallari va to'siqlar bilan amalga oshiriladi.

Markazdan qochma БВ-25 va БВ-31,5 turidagi ventilyatorlar bilan jihozlangan bosh ventilyator qurilma uskunalarining joylashish sxemasi 10.9-rasmda keltirilgan.

Kanallar, to'siqlar ko'tarilgan hollarda ochilgan va ular tushirilgan hollarda esa berkilgan holatda bo'ladi.

Ishchi ventilyator – 1 bilan kon havoni so'rib olish usuli bilan shamollatilganda (10.9-rasm):

- to'siq – 3 bilan umumiy kanal – 10 ochilgan va aks yo'nalish kanali – 15 berkitilgan;
- to'siq – 4 bilan havo so'rish hujra (atmosfera) – 17 berkitilgan;

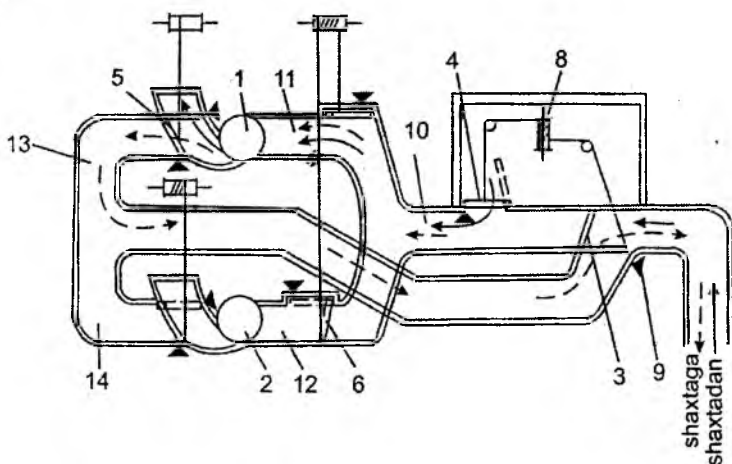
- to'siq – 6 bilan zahiradagi ventilyatorning so'rish kanali – 12 berkitilgan;
- to'siq – 7 bilan ishchi ventilyatorning so'rish kanali – 11 ochilgan;
- to'siq – 5 bilan aks yo'nalish kanali – 15 berkitilgan holatda bo'ladi.

Bunda ventilyatorning havo so'rish tomoni kanal – 11 va umumiy kanal – 10 orqali shaxta stvoli bilan birlashadi va u havoni shaxtadan so'rib olib, diffuzor – 16 orqali atmosferaga chiqarib yuboradi.

Havo oqimi yo'nalishini o'zgartirish uchun:

- to'siq – 3 bilan umumiy kanal – 10 berkitiladi va aks yo'nalish kanali – 15 ochiladi;
- to'siq – 4 bilan havo so'rish hujra – 17 ochiladi;
- to'siq – 5 bilan havo haydash kanali – 13 ochiladi va diffuzor – 16 bekitiladi.

To'sqichlarning bu holatida ventilyator – 1 toza havoni havo so'rish hujra – 17 va so'rish kanali – 11 orqali atmosferadan so'rib oladi va uni haydash kanali – 13 va aks yo'nalish kanali – 15 orqali shaxtaga haydaydi.

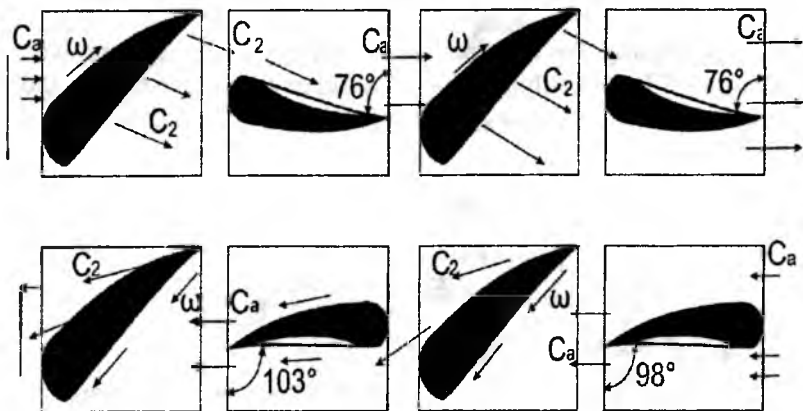


10.8-rasm. Ventilyator qurilmasining texnologik sxemasi. 1,2 – ish va zahiradagi ventilyatorlar; 3,4,5,6,7 – to'siqlar (ляды); 8 – chig'ir (лебедка); 9 – datchik; 10 – umumiy kanal; 11,12 – so'rish kanallari; 13,14 – haydash kanallari; 15 – aks yo'nalish kanali; 16 – diffuzor; 17 – havo so'rish hujrasi.

Ikki bosqichli o'q chiziqli ventilyator o'rnatilgan qurilmaning normal ish rejimida havo shaxtadan ventilyator yordamida so'rib olinadi va u birinchi ish g'ildirak – 1, yo'naltiruvchi apparat – 4 (10.9-rasm) va diffuzor orqali atmosferaga chiqarib yuboriladi.

O'q chiziqli ventilyatorlarning yo'naltiruvchi va to'g'irlovchi apparatlari ventilyator o'qiga zichlab o'rnatilmaydi. Ushning uchun ular o'q bilan birga aylanma harakatda bo'lmaydi.

Lekin ularning parraklari o'z o'qi atrofida buralishi mumkin. Shuning uchun o'q chiziqli ventilyator o'rnatilgan qurilmalarda havo oqimi yo'nalishini o'zgartirish yo'naltiruvchi va to'g'irlovchi apparat parraklarini ma'lum burchakga burish (10.9-rasm) va elektr yuritgach o'qining teskariga aylantirish bilan amalga oshiriladi.



10.9-rasm. O'q chiziqli ventilyatorlarda havo oqimi yo'nalishini o'zgartirish usuli

Buning uchun ventilyator to'xtatiladi. Uning yo'naltiruvchi va to'g'irlovchi apparat parraklari 10.9-rasmida ko'rsatilgan burchaklarga keltiriladi. Keyin elektr yuritgich o'qining aylanish yo'nalishi o'zgartiriladi.

Ventilyator qurilmaning bu holatdagi rejimida havo, ventilyatorga normal ish rejimidagi yo'nalishga nisbatan teskari yo'nalishda, ya'ni atmosferadan so'rib olinadi va diffuzor to'g'irlovchi apparat – 4, ikkinchi ish g'ildirak – 3, yo'naltiruvchi apparat – 2 va birinchi ish g'ildirak – 1 orqali shaxtagi haydaladi.

10.5. Ventilyator qurilma ishini tashkil qilish

Ventilyator qurilma o'rnatilgandan keyin korxona sharoitida sinovdan o'tadi. Sinovdan to'liq o'tgan ventilyator qurilma ekspluatatsiyaga topshiriladi.

Ekspluatatsiyaga topshirilgan qurilmani uzoq vaqt davomida normal sharoitda ishlatish, uning ishini to'g'ri tashkil etishga bog'liq. Ventilyator qurilmani ekspluatatsiya qilish jarayonida uni kuzatish reviziya qilish, ta'mirlash va sozlash ishlari bajariladi. Ventilyator qurilmani kuzatish ishlari smenada, sutkada, haftada kvartalda bajariladi. Smenadagi kuzatish ishlarini mashinist yoki navbatchi elektroslesar, haftalik kuzatish ishlarini bosh mexanik yoki uning yordamchisi va kvartaldagi kuzatish ishlarini mexanik rahbarligidagi brigada bajaradi.

Kuzatish jarayonida aniqlangan barcha kamchilik va nosozliklar «quzatuv jurnali»da qayd etiladi. Ventilyator qurilmani bir yilda ikki marta revers holatida ishlatib ko'riladi va uning ko'rsatkichlari jurnalda qayd etiladi.

Mexanik boshchiligidagi sozlash brigadasi bir yilda bir marta reviziya va sozlash ishlarini hamda 2 yilda bir marta texnik sinov va sozlash ishlarini bajaradi.

VM-M tipidagi lahim o'tish ventilyator qurilmalarda bir yilda 2-marta reviziya va sozlash ishlari bajaradi.

Ventilyator qurilmalarini ekspluatatsiya qilish jarayonida podshipniklardagi moyni almashtirish muddatiga alohida ahamiyat berish kerak.

Ventilyator qurilma ishini to'g'ri tashkil qilish va o'z vaqtida ta'mirlash ishlarini bajarish qurilmani ishonchli va iqtisodiy samarador ishlashini ta'minlaydi.

IV-qism. Konchilik korxonalari pnevmatik qurilmalari

11-bob. Pnevmatik qurilmalar to'g'risida umumiy ma'lumotlar

11.1. Pnevmatik qurilma turlari va ularning konchilik korxonalaridagi o'rni

Foydali qazilmani qazib olish ishlari burg'ulash va portlatish usulida olib boriladigan ma'dan konlarda va metan gazi ajralib chiqish darajasi yuqori bo'lgan hamda elektr energiyadan foydalanish taqiqlangan ko'mir konlarda pnevmatik (siqilgan havo) energiya asosiy energiya hisoblanadi.

Pnevmatik energiya burg'ulash va qo'porish mashinalarni hamda pnevmatik energiyada ishlaydigan yuritmalar bilan jihozlangan kombaynlar, yuklash mashinalari, ventilyatorlar, nasoslar va boshqa mashina va mexanizmlarni ishlatishda qo'llaniladi.

Pnevmatik energiya pnevmatik qurilmalarda ishlab chiqariladi va u havo quvurlari bilan iste'molchilarga yetkazib beriladi. Pnevmatik qurilma iste'molchilarni pnevmatik energiyaga ixtiyoji va ularning kon korxonasida joylashishiga qarab uch turga bo'linadi.

Bular markazlashtirilgan, turg'un va ko'chma pnevmatik qurilmalardir.

Markazlashtirilgan pnevmatik qurilma bir-biriga yaqin joylashgan bir necha shaxtalar uchun loyihalanadi va quriladi. Har bir alohida olingan shaxtaga pnevmatik energiya havo quvurlari bilan yetkazib beriladi. Shaxtalarni pnevmatik energiya bilan yetarli miqdorda ta'minlash uchun qurilma ishlab chiqaradigan pnevmatik energiyaning hajmi, barcha shaxtalarni pnevmatik energiyaga bo'lgan ehtiyojlaridan kam bo'lmasligi lozim. Markazlashtirilgan pnevmatik qurilma ko'p hollarda unumdorligi $250 \text{ m}^3/\text{min}$. yoki $500 \text{ m}^3/\text{min}$. bo'lgan iqtisodiy samarador turbo kompressorlar bilan jihozlanadi.

Alohida joylashgan va pnevmatik energiya bo'lgan ixtiyoji yuqori bo'lgan shaxtalar uchun shaxta yer yuzasida turg'un pnevmatik qurilma o'rnatildi.

Turg'un pnevmatik qurilmada ishlab chiqarilgan pnevmatik energiya havo quvurlari bilan barcha iste'molchilargay etkazib beriladi.

Siqilgan havo uzoq masofaga uzatilganda uni bosimi havo quvurida paydo bo'ladigan gidravlik qarshiliklar hisobiga kamayadi. Natijasida uzoq masofada joylashgan ayrim iste'molchilarga yetib kelgan havoning bosimi, pnevmatik energiyada ishlaydigan mashina va mexanizmlarni normal ishlashini ta'minlay olmaydi. Bunday hollarda iste'molchilarni pnevmatik energiya bilan ishonchli ravishda ta'minlash

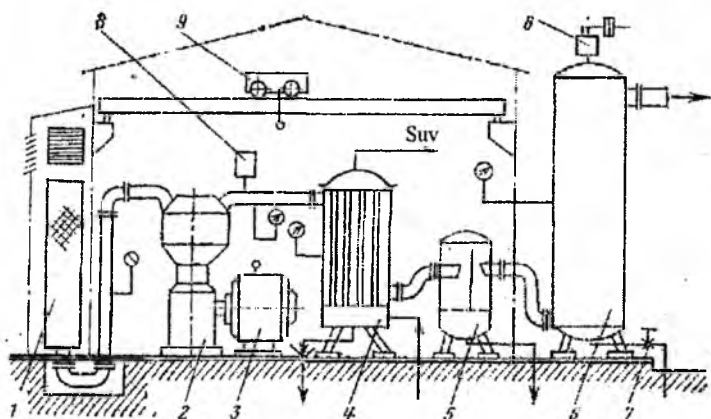
va uni iqtisodiy ko'rsatgichlarini yaxshilash uchun havoni qayta siqish usulidan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Bu usul qo'llanilganda havo 0,3-0,4 MPa bosim bilan iste'molchiga yaqin joylashgan ko'chma pnenvmatik qurilmaga uzatiladi. Unda havo iste'molchilarni normal ishlashini ta'minlay olmaydigan bosimgacha siqiladi. Siqilgan havo esa quvurlar orqali iste'molchilarga yetkazib beriladi.

11.2. Pnevmatik qurilmalar

Pnevmatik qurilma (11.1-rasm) kompressor, elektr jihozlar, yordamchi uskunarlar va havo quvuridan tashkil topadi.

Kompressor-2 va elektr yuritma-3, qurilmaning asosiy qismi hisoblandi. Havo kompressorda siqiladi.



11.1-rasm. Porshenli kompressor bilan jihozlangan kompressor stansiyasining sxemasi.

1-havo tozalagich, 2-kompressor, 3-elektr yuritgich, 4-sovitgich, 5-moy-pardan tozalagich, 6-havo yig'gich, 7-kran, 8-saqlagich to'siqichi, 9-ko'tarish moslamasi

Qurilmaning yordamchi uskunalariga havo tozalagich-1, sovitgich-4, moy-pardan tozalagich-5, va havo yig'gich-6, kiradi va ular pnevmatik qurilmani ishonchli va iqtisodiy samarador ishlashini ta'minlaydi.

Kompressorlar mashina zalida bir qator qilib o'rnatiladi va ularning oralig'ida 1,5 m masofa qoldiriladi. Yordamchi uskunalar (havo tozalagich va havo yig'gichdan tashqari) binoda, ayrim hollarda esa podvalda o'rnatiladi.

Havo tozalagich-1, va havo yig'gich-6, ko'p hollarda binoning tashqarisiga chiqarilgan bo'ladi. Havo quvuri havo yig'gichga bekitgich orqali ulanadi va unga nazorat o'lchov asboblari o'rnatiladi.

Havo yig'gichga, uni yuqori bosim ta'sirida portlashini oldini olish uchun saqlagich to'sqichi-8 va binoda qurilma uskunalarini o'rnatish va ta'mirlashda ishlatiladigan ko'tarish mexanizmi-9 o'rnatiladi.

Atmosferadan so'rilgan havo, havo tozalagichda-1 changlardan tozalanib kompressorga-2 kiradi. Kompressorda havo siqiladi va sovitgichga-4 haydab chiqariladi. Unda siqilgan havo sovitiladi va havo moy-pardan tozalagichga-5 o'tadi hamda moy va parlardan tozalanadi. Tozalangan havo, havo yig'gichda-6 to'planadi. Havo yig'gichga havo quvuri ulanadi va u orqali siqilgan havo iste'molchilarga yetkazib beriladi.

Biror sabab bilan ayrim iste'molchilar ishlamay turgan hollarda havo yig'gichdagi bosim kattalashadi. Bu esa havo yig'gichni portlashiga olib kelishi mumkin. Portlashni oldini olish uchun bir qism havoni saqlagich to'sqichi-8 orqali atmosferaga chiqarib yuborilishi mumkin.

Pnevmatik qurilma siqilgan havoga bo'lgan talab $200 \text{ m}^3/\text{min}$ gacha bo'lgan shaxtalarda porshenli (hajmiy) va undan ko'p bo'lgan shaxtalarda esa yuqori texnika-iqtisodiy ko'rsatgichlarga ega bo'lgan turbokompressor bilan jihozlanadi.

11.3. Kompressorlar va ularning tasnifi

Kompressor deb, uning ish organi o'qiga berilgan mexanik energiyani gazlarning foydali potensial va kinetik energiyalarga o'zgartiruvchi mashinaga aytiladi. Kompressorlar havo kichik bosimli joydan katta bosimli joy tomonga qarab harakatlanadi. Buning natijasida havo siqiladi. va uning bosimi ortadi.

Kompressorlar quyidagicha ko'rsatgichlar bo'yicha tasniflanadi.

A. Havoni siqish usuliga ko'ra,

- hajmiy siqish;

- kinetik siqish;

Birinchi guruhga kiradigan kompressorlarda, havo u egallab turgan hajmni kichraytirish usuli bilan siqiladi. Bu guruhga kiritilgan

kompressorlar hajmiy kompressorlar deb nomlanadi va ularga porshenli, vintli va rotatsion kompressorlar kiradi.

Ikkinchi guruhga kiritilgan kompressorlarda, havo harakatdagi ish g'ildirak parraklari bilan havo oqimining o'zaro ta'siri natijasida paydo bo'ladigan aerodinamik kuchlar yordami siqiladi. Bu guruhga markazdan qochma va o'q chiziqli kompressorlar kiradi.

B. Siqiladigan gaz turi bo'yicha kompressorlar uch turga bo'linadi. Bular:

- havoni;
- ammiakni;
- freonni siquvchi kompressorlardir.

D. Siqilgan havo bosimiga ko'ra kompressorlar uch guruhga bo'linadi. Bular:

- past bosimli (0,3 - 1) MPa;
- o'rta bosimli (1-10) MPa;
- yuqori bosimli (10-25) MPa.

Konchilik korxonalarida asosan past bosimli va unumdorligi 10, 20, 30, 50, 100 m³/min bo'lgan ikki bosqichli porshenli, unumdorligi 5, 12,5, 25 m³/min bo'lgan vintli va unumdorligi 115, 250, 500 m³/min bo'lgan turbokompressorlar ishlatiladi.

11.4. Kompressor ishining belgilovchi asosiy ko'rsatkichlar

Kompressor ishini belgilovchi ko'rsatkichlarga quyidagilar kiritilgan:

1)Havo so'rish sharoitiga keltirilgan unumdorlik. Ya'ni vaqt birligida kompressor siliniga so'riladigan havo hajmi (m³/min; m³/sek);

2)Siqish jarayonining boshlanishidagi – P₁ va oxiridagi – P₂ havo bosimi (Pa; kPa; MPa);

3)Havo bosimi ortish darajasini

$$\varepsilon = \frac{P_2}{P_1} \quad (11.1)$$

4)Havoning siqish jarayonini boshidagi – T₁ va oxiridagi T₂ harorati;

5)Kompressor o'qidagi quvvat (kVt).

Bosim ko'rsatkichi ikki ko'rinishda keltirilgan bo'lishi mumkin. Birinchisi atmosfera bosimiga nisbatan yuqori bo'lgan (избыточное) bosim, ikkinchi ko'rinishi atmosfera bosimni ham hisobga oluvchi absolyut bosim.

Kompressorlarning va siqigan havo iste'molchilarning texnik ko'rsatkichlarida bosmi birinchi ko'rinishda ya'ni atmosfera bosimiga nisbatan yuqori (избыточное) holati uchun keltiriladi.

Termodinamik jarayonlarni o'rganish jarayonida esa bosim absolyut ko'rinishda olinadi.

Siqilgan havo harorati Kelvin (K) o'lchamida ko'rsatiladi va u $T=273+t^{\circ}S$ ifoda bilan topiladi (bu yerda $t^{\circ}S$ – havoning Selsiy o'lchamdagi harorati).

12-bob. Kompressor ishining nazariy asoslari

12.1. Havoni siqishda energiya almashuvining asosiy tenglamalari

Havo va gazlarning bosimini oshirishda ishlatiladigan mashinalarda energiya ular egallab turgan hajmni kamayishi (porshenli, vintsimon kompressorlarda) yoki ish g'ildirak parraklari bilan havo oqimi oralig'ida paydo bo'ladigan dinamik kuchlar (markazdan qochma kompressorlarda) ta'sirida uzatiladi.

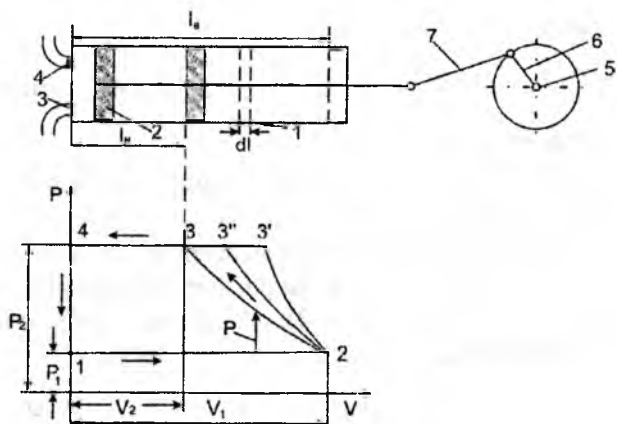
Bir bosqichli porshenli kompressorning (12.1-rasm) porsheni chapdan o'nga harakatlanishida havo atmosferadan so'rish klapani orqali silindrga so'riladi.

Porshen harakati oxirgi nuqtaga yetganda so'rish jarayoni tugallanadi va silindr havo bilan to'ladi. Porshen teskari (o'ngdan chapga) tomonga harakatlanishi bilan so'rish klapani -3 yopiladi. Haydash klapani – 4 esa yopiq holatda bo'ladi. Porshenni harakati davomida egallab turgan hajm kamayib boradi. Shu sababli havo bosimi ortadi. Bosim haydash klapani ochish darajasiga yetganda u ochiladi. Porshenning keyingi harakatida siqilgan havo silindrdan haydab chiqariladi.

Porshenning bir marta borib-kelishida (цикл) uch jarayon bajariladi. Bular:

- O'zgarmas bosim P_1 bilan havoni atmosferadan so'rib olish (1-2 to'g'ri chiziq);
- So'rilgan havoni P_2 bosimgacha siqish (2-3 egri chiziq);
- Siqilgan havoni silindrdan haydab chiqarish (3-4 to'g'ri chiziq) kabi jarayonlardir.

Har bir siklda silindr hajmiga teng bo'lgan hajmdagi havo atmosferada so'rib olinadi va u siqilib silindrdan haydash klapani orqali havo quvuriga haydaladi.



12.1-rasm. Bir bosqichli porshenli kompressorlarda havoni siqish jarayonlari.

1-silindr, 2-porshen, 3 va 4-so'rish va haydash klapanlari, 5 va 6-krivoshiv, 7-shatun.

Issiqlik texnikasi fanidan ma'lumki havoni siqish jarayonini P-V yoki T-S tizimlarda o'rganish mumkin. Siqish jarayoni birinchi usulda o'rganilganda P-V tizimda paydo bo'ladigan yuza silindrga so'rilgan havoni siqish uchun zarur bo'lgan ishni va ikkinchi usulda o'rganilganda esa T-S tizimdagi yuza issiqlikni ifodalaydi.

Bir bosqichli porshenli kompressorlarning nazariy ish jarayonini o'zganishda:

- Haydash jarayonining oxirida silindr ichida siqilgan havo qolmaydi;
- So'rish jarayonida – P_1 va harorat – T_1 o'zgarmas;
- Haydash jarayonida bosim $P_2=P_T=const$ (bu yerda P_T havo quvuridagi bosim) deb qaraladi.

Unda bir sikl davomiadi havoni siqish uchun zarur bo'lgan ish:

$$L = -L_s + L_c + L_n \quad (12.1)$$

Bu yerda: L_s ; L_c ; L_n - mos ravishda so'rish, siqish va haydash jarayonlardagi ishlar.

So'rish jarayonida porshen ish bajarmasligi uchun u minus ishora bilan olinadi.

Siklning har bir jarayonidagi ish:

So'rish jarayonidagi:

$$L_s = P_1 \cdot F \cdot l_s = P_1 \cdot V_1 \text{ yoki } 1,2,7,5,1 - \text{yuza (12.1-rasm) (12.2)}$$

Siqish jarayonidagi:

$$dL_c = P \cdot F \cdot \Delta l = P \cdot dV; L_{cx} = \int_{V_1}^{V_2} P \cdot dV \text{ yoki } 5,4,3,6,5 - \text{yuza} \quad (12.3)$$

Haydash jarayonidagi:

$$L_n = P_2 \cdot F \cdot l_n = P_2 \cdot V_2 \text{ yoki } 3,4,5,6,3 - \text{yuza} \quad (12.1\text{-rasm}) \quad (12.4)$$

Bu yerda: F – porshen yuzasi;

l_b – so‘rsh jarayonida porshenning harakat masofasi;

l_n – haydash jarayonida porshen harakati masofasi.

Unda yuqoridagi (12.1), (12.2), (12.3) va (12.4) tengliklarga binoan bir sikl davomidagi ish:

$$L = -P_1 \cdot V_1 + \int_{V_1}^{V_2} P \cdot dV + P_2 \cdot V_2 \quad (12.5)$$

Bosim R_1 va R_2 hamda hajm V_1 va V_2 const bo‘lganligi sababli bir sikl davomida ish siqish jarayonidagi ishga bog‘liq ekan.

Termodinamika fanidan ma‘lumki siqish jarayoni izotermik, adiabatik va politropik ko‘rinishlarda bo‘lishi mumkin.

Izotermik siqish jarayonida paydo bo‘ladigan issiqlik to‘liq olinadi va harorat T o‘zgarmas bo‘ladi. Bu siqish jarayonida havoning holat tenglamasi quyidagi ko‘rinishga ega:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = P \cdot V = G \cdot R \cdot T = const$$

bu yerda: R – gaz doimiyligi. U bir kilogramm gazning bir gradusiga isishi davomidagi ish, Dj.

G – gaz massasi, kg.

Izotermik siqish jarayoni tenglamasidan (12.6) o‘zgaruvchan bosim – P (12.1-rasm):

$$P = \frac{P_1 \cdot V_1}{V} \quad (12.7)$$

ifoda bilan topiladi. Unda bir sikl davomidagi ish yuqori (12.5) va (12.7) tengliklarga ko‘ra:

$$L_{uz} = -P_1 \cdot V_1 + \int_{V_1}^{V_2} \frac{P_1 \cdot V_1}{V} dV + P_2 \cdot V_2 = \int_{V_1}^{V_2} \frac{P_1 \cdot V_1}{V} dV \quad (12.8)$$

Izotermik siqish jarayonida $P_1 V_1 = P_2 V_2$.

Yuqoridagi (12.8) tenglikni integrallab bir sikl jarayonidagi ish topiladi:

$$L_w = -P_1 \cdot V_1 \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = P_1 \cdot V_1 \cdot \ln \frac{V_1}{V_2} = 2,303 \cdot P_1 \cdot V_1 \cdot \lg \frac{P_2}{P_1} \quad (12.9)$$

bu yerda: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1}$ - izotermik siqish jarayoni bo'lganligi uchun.

Agar 2-3 egri chiziq (12.1-rasm) izotermik siqish jarayonining tenglamasi $PV=\text{const}$ bilan chizilgan deb qaralsa, P-V koordinat tizimidagi 1,2,3,4,1 – yuza bir sikl davomidagi ishni ifodalaydi.

Adiabatik siqish jarayonida havoga tashqaridan issiqlik berilmaydi va undan issiqlik olinmaydi. Bu jarayonda bosim – P, hajm – V va harorat – T o'rtasidagi bog'liqlik quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

$$P_1 \cdot V_1^K = P_2 \cdot V_2^K = G \cdot R \cdot T = \text{const} \quad (12.10)$$

Bu yerda: K – adiabatik siqish jarayoni ko'rsatkichi. U o'zgarmas bosimdagi issiqlik sig'imining o'zgarish hajmdagi issiqlik yig'ilishi – C_v bo'lgan nisbatga teng. Ya'ni $K = \frac{C_p}{C_v} = 1.4$.

Ushbu tenglamadan bosimlar bilan hajmlar o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik:

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^K \quad (12.11)$$

Haroratlar bilan hajmlar oralig'idagi o'zaro bog'liqlik:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{K-1} \quad (12.12)$$

va haroratlar bilan bosimlar o'rtasidagi bog'liqlik:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{K-1}{K}} \quad (12.13)$$

Havo adiabatik jarayon bilan siqilganda faqat siqish uchun zarur bo'lgan ish:

$$L_{c.ad} = \int_{V_1}^{V_2} P \cdot dV \quad (12.14)$$

Adiabatik siqish jarayoni (12.10) tenglamasidan:

$$P = \frac{C}{V^K} \quad (12.14)$$

Unda yuqoridagi (12.14) tenglik quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$L_{c,ad} = \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V^K} \cdot C = C \cdot \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V^K} \quad (12.15)$$

Bu tenglamani integrallab va ayrim algebraik soddalashtirishni bajarib uni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$L_{c,ad} = C \cdot \frac{1}{1-K} \int_{V_1}^{V_2} V^{1-K} = \frac{1}{1-K} \cdot C (V_1^{1-K} - V_2^{1-K}) = \frac{1}{K-1} \cdot (P_2 \cdot V_2 - P_1 \cdot V_1) \quad (12.16)$$

bu yerda: $C \cdot V_1^{1-K} = P_1 \cdot V_1^K \cdot V_1^{1-K} = P_1 \cdot V_1$

$$C \cdot V_2^{1-K} = P_2 \cdot V_2^K \cdot V_2^{1-K} = P_2 \cdot V_2$$

Adiabatik siqish jarayonida bir sikl davomida ish (12.1) tenglikdan:

$$L_{ad} = -P_1 \cdot V_1 + \frac{1}{K-1} \cdot (P_2 \cdot V_2 - P_1 \cdot V_1) + P_2 \cdot V_2$$

Bu tenglikni soddalashtirib uni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$L_{ad} = \frac{1}{K-1} \cdot P_1 \cdot V_1 \cdot \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{K-1}{K}} - 1 \right] \quad (12.17)$$

Agar 12.1-rasmdagi 2-3' egri chiziq adiabatik siqish chizig'i, ya'ni $P \cdot V^K = const$ deb qarasaq, 1, 2, 3', 3'', 3, 4, 1 – yuza bir xil davomidagi ishni ifodalaydi.

Politropik siqish jarayoni kompressorda havo bu uchun bilan chiqilganda ma'lum miqdordagi issiqlik undan olinadi. Ya'ni havo sovitiladi. Shuning uchun bu jarayon havoning holat tenglamasi:

$$P_1 \cdot V_1^n = P_2 \cdot V_2^n = P \cdot V^n = const \quad (12.18)$$

ko'rinishda bo'ladi.

bu yerda: n – politropik siqish jarayoni ko'rsatkichi, $1 < n < K$.

Politropik va adiabatik jarayonlarning tenglamalari (12.8) va (12.10) ning ko'rinishi o'zaro o'xshash bo'lib, ular siqish jarayoni ko'rsatkichlari (K va n) bilan farqlanadi.

Shuning uchun politropik siqish jarayonida bir sikldagi ish yuqorida keltirilgan usul bilan topiladi va u:

$$L_{pol} = \frac{n}{n-1} P_1 V_1 \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right] \quad (12.19)$$

ifoda bilan hisoblanadi. 12.1-rasmda esa bu ish 2,3'',3,4,1,2 – yuzaga teng.

Politropik siqish jarayonida massasi m kg bo'lgan havodan ajralib chiqadigan issiqlik:

$$Q = m \cdot C_v \frac{n-K}{n-1} (T_2 - T_1) \quad (12.20)$$

Bu yerda: C_v - hajm o'zgarmas bo'lganda havoning o'rtacha massali issiqlik sig'imi. U havo harorati 0–200°S bo'lganda $C_v = 0,7243$ kDj (kgK).

Poshenli kompressorlarda havoni P_2 bosimgacha siqish uchun zarur bo'lgan ish (12.1-rasm) izotermik jarayonda minimal, adiabatik jarayonda esa maksimal bo'lar ekan.

Izotermik siqish jarayonida havo harorati o'zgarmaydi va u sikl davomida atmosferadan so'riladigan havoning haroratiga teng bo'ladi. Adiabatik jarayonda esa havo harorati oshib boradi. Haroratning oshishi moylash yog'ining yonishi bilan bog'liq bo'lgan portlashga olib kelishi mumkin.

Hozirgi kunda sovitish tizimi bilan havo haroratini o'zgarmas holda ushlab turish imokniyati bo'lmaganligi uchun kompressorlar politropik jarayon bilan ishlatiladi.

Siqish jarayonining oxirida havoning absolyut harorati:

- Adiabatik siqishda:

$$T_2 = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{K-1}{K}} \quad (12.21)$$

- Politropik siqishda:

$$T_2 = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} \quad (12.22)$$

ifodalar bilan topiladi.

12.2. Porshenli kompressorlarning haqiqiy ish jarayoni

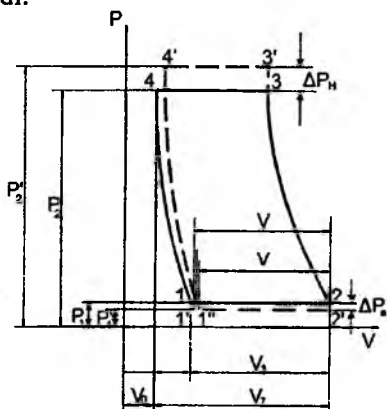
Porshenli kompressorlarning haqiqiy ish jarayoni:

- Haydash jarayonining oxirida bir qism siqilgan havoning silindrda qolishi;
- Havoni atmosferadan so'rish jarayonida filtr va so'rilish hamda siqilgan havoni haydash jarayonda haydash klapanining qarshiliklari;
- So'rish jarayonining oxirida havo haroratining ko'tarilishi;

- So'rilgan havo tarkibida suv parlarining mavjudligi;
- Bir qism havoning yuqori bosim tomonidan past bosim tomoniga oqib o'tishi kabi ko'rsatkichlarning kompressor ishiga ta'siri hisobiga nazariy ish jarayondan farqlanadi.

A) Zararli bo'shliq va uning kompressor ishiga ta'siri.

Siqilgan havoni haydash jarayonining oxirida bir qism silindrda qoladi. Bu havo hajmi zararli (вредное) bo'shliq deb nomlangan. Zamonaviy kompressorlarda zararli bo'shliq silindr hajmining 0,03-0,06 qismini tashkil qiladi.



12.2-rasm. Bir bosqichli kompressorlarning haqiqiy ish diagrammasi.

So'rish jarayoni boshlanishida avval zararli bo'shliqda qolgan va bosimi P_2 teng bo'lgan havo P_1 bosimgacha kengayadi (12.2-rasm). Uning bosimi P_1 ga teng bo'lgan 1-nuqtadan boshlab atmosferadan havo silindrga so'riladi. Buning natijasida diagramma o'zgaradi. 1,2,3,4 – ko'rinishga keladi.

Silindrga so'riladigan havo hajmi V_2 Silindrning nazariy havo so'rish - V_1 nisbatan kamayadi (12.2-rasm). So'rilgan havo hajmining uning nazariy so'rish hajmiga bo'lgan nisbati:

$$\lambda_0 = \frac{V_2}{V_1} \quad (12.23)$$

Zararli bo'shliqning kompressor ishiga ta'sir ko'rsatkichi deyiladi va u $\lambda_0 < 1$.

B) Havo soʻriladigan tomondagi qarshilik - ΔP_s ning kompressor ishiga taʼsiri.

Kompressor silindriga soʻriladigan havo tozalagich (фильтр) quvur va soʻrish klapani orqali oqib oʻtadi. Havo soʻrish tomonining bu elementlarini gidravlik qarshiliklari ΔP_s hisobiga bir qism bosim yoʻqotiladi va silindrga soʻriladigan bosim P_1 dastlabki bosim - P_1 nisbatan kamayadi. Unda zararli boʻshliqda qolgan siqilgan havo P_1 bosimgacha kengayiyu keladi. Kengayish jarayonining oxirida, yaʼni 1ʼ nuqtadan boshlab havo soʻriladi va soʻrilgan havo hajmi 1ʼ-2ʼ kesma bilan ifodalanadi (12.2-rasm). Silindrga soʻrilgan havo hajmi V_v ning V_s boʻlgan nisbati:

$$\lambda_s = \frac{V_s}{V_v} \quad (12.24)$$

havo soʻriladigan tomondagi qarshiliklarning (bosim kamayishi) kompressor ishiga taʼsir koʻrsatkichi deb ataladi va u $\lambda < 1$.

C) Havo haydalish tomonidagi bosim ortishini kompressor ishiga taʼsiri.

Kompressor silindrida siqilgan havo haydash klapani va quvur orqali havo yigʻgichga oqib oʻtadi. Havo haydash tomondagi bu elementlarning qarshiligi hisobiga havo P_2 bosimgacha siqiladi. P_2 bosim bilan zararli boʻshliqda qolgan havo, porshenning chapdan oʻng tomonga harakati vaqtida 4ʼ nuqtadan 1ʼʼ nuqttagacha kengayib keladi. Silindrga soʻrilgan havo hajmi - V_n 1ʼʼ-2ʼ kesma bilan belgilanadi. Silindrga soʻrilgan havo - V_n ning V_v ga nisbati:

$$\lambda_n = \frac{V_n}{V_s} \quad (12.25)$$

Havo haydalish tomonidagi gidravlik qarshiliklarning (bosim ortishi) kompressor ishiga taʼsir koʻrsatkichi deb nomlanadi.

Zararli boʻshliq, havo soʻriladigan va haydaladigan tomonlardagi gidravlik qarshiliklarni ifodalovchi koʻrsatkichlarning koʻpaytmasi:

$$\lambda = \lambda_o \cdot \lambda_s \cdot \lambda_n \quad (12.26)$$

Kompressorlarning ishlash diagrammasiga taʼsir qilish koʻrsatkichi deb ham nomlanadi.

Kompressorlarning ishlash diagrammasi bir sikl davomida havo bosimi va hajmini oʻlchash usuli bilan olinadi va hosil boʻlgan diagramma indikator diagramma deb nomlanadi.

E) Siqish jarayonida havo harorati ortishini kompressor ishiga ta'siri.

Havo haroratini ortishi uning zichligini kamaytiradi. Bu esa massalik unumdorlikni kamaytiradi. Hajmiy unumdorlik esa o'zgarmay qoladi.

Atmosferadan – T_a harorat bilan qizib turgan silindrga so'rish jarayonida so'riladigan havoga bir qism issiqlik o'tadi va uning harorati ortadi.

Unda politropik siqish jarayonidagi ish:

$$L_{noz} = \frac{n}{n-1} \cdot P_1 \cdot V_1 \cdot \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right]$$

Havoning holat tenglamasi:

$$P_1 \cdot V_1 = R \cdot T_1 \quad (12.27)$$

Unda (12.19) tenglik quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$L_{noz} = \frac{n}{n-1} \cdot R \cdot T_1 \cdot \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right] \quad (12.28)$$

So'rish jarayonida havo harorati – T_1 ning 3% ortishi ishni 1% ga ko'paytiradi [].

Haroratning ortishini kompressor ishiga ta'siri λ_1 bilan belgilangan.

L) Havo namligining (влажность) kompressor ishiga ta'siri

Atmosferadan so'riladigan havo tarkibida suv parlari mavjud. Kompressor qurilmalarda nam havo yuqori bosimli havo quvur va havo yig'gichga o'tishi bilan parlar suyuqlikholatiga o'tadi. Bu esa kompressorning massalik unumdorligini kamaytiradi.

Unumdorlikning kamayishi ko'rsatkichi - λ_2

$$\lambda_2 = \frac{\gamma_{1a}}{\gamma_a} \quad (12.29)$$

Bu yerda: γ_{1a} - hajmi 1m^3 bo'lgan nam havodagi quruq havo massasi;

γ_a - hajmi 1m^3 bo'lgan quruq havo massasi.

G) Havo yo'qotishlarning kompressor ishiga ta'siri

Zichlamalar, porshen xalqalari bilan oraliq to'liq zichlanmasligi sababli va so'rilish hamda haydash klapanlarida bir qism havo yuqori bosimli bo'shliqdan past bosimli bo'shliqqa oqib o'tadi.

Oqib o'tgan havo kompressor unumdorligini kamaytiradi va u $\lambda_3 < 1$ bo'lgan ko'rsatkich bilan hisobga olinadi.

Shunday qilib kompressorlar ishiga ta'sir etadigan barcha ko'rsatkichlarni hisobga olsak, bir sikl davomida siqib chiqariladigan haqiqiy havo hajmi – V porshen harakati vaqtida hosil bo'ladigan nazariy hajm V_t ga nisbatan kamayar ekan va ularning nisbati:

$$\lambda = \frac{V}{V_t} = \lambda_0 \cdot \lambda_s \cdot \lambda_u \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \quad (12.30)$$

kompressor ishiga umumiy ta'sir ko'rsatkichi deb ataladi.

12.3. Bir bosqichli porshenli kompressorning havoni siqish darajasi

Siqish jarayonining oxirida bosim – P_2 ning dastlabki bosimi – P_1 ga nisbati kompressorning havo siqish darajasi deb ataladi.

$$\varepsilon = \frac{P_2}{P_1}$$

Bir bosqichli kompressorning maksimal siqish darjasi zararli bo'shliq – V_0 va harorat bilan chegaralanadi.

Ma'lumki har bir siklni boshlanishida zararli bo'shliqda qolgan yuqori bosimli havo dastlabki bosimgacha kengayadi (12.3-rasm).

Kengayish jarayoni politropik deb qaralsa zararli bo'shliqda qolgan havoning kengayish tenglamasi quyidagi ko'rinishda yoziladi.

$$P_2 \cdot V_2^n = P_1 (V_1)^n \quad (12.31)$$

Bu yerda: P_2 , P_1 – mos ravishda kengayish jarayonining boshlang'ich va oxirgi vaqtdagi havo bosimi;

V_1 ; V_2 – kengayish jarayonining dastlabki va oxirgi vaqtdagi hajmi.

Kengayish jarayonining oxiridagi hajm 12.3-rasmdan:

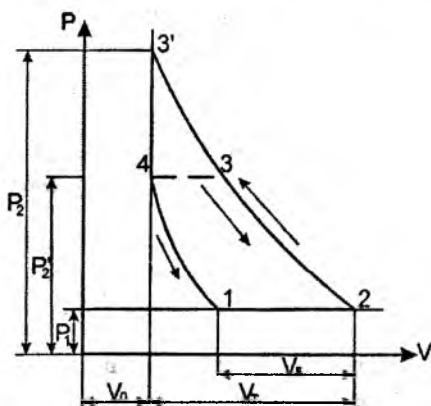
$$V_1 = V_t + V_0 - V_s \quad (12.32)$$

Zararli bo'shliq – $V_0 = m \cdot V_t$ va uning ta'siri sababli silindrga so'riladigan havo hajmi – V_s ni (12.32) tenglikdan $\lambda_0 \cdot V_t = V_s$ bilan belgilab (12.31) tenglikni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$P_2 \cdot (m \cdot V_t)^n = P_1 \cdot (V_t + m \cdot V_t - \lambda_0 \cdot V_t)^n;$$

Ushbu tenglikdan

$$\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{n}} = \frac{1+m-\lambda_0}{m} \quad (12.33)$$



12.3-rasm. Zararli bo'shliqning kompressor ishiga ta'siri

Bu tenglikdan zararli bo'shliqlning kompressor ishiga ta'sir koeffitsienti:

$$\lambda_0 = 1 - m \left(\frac{1}{\varepsilon^n} - 1 \right) \quad (12.34)$$

Bu yerda: m – zararli bo'shliq. U silindr hajmining (0,03-0,06) qismini tashkil qiladi.

Yuqorida 12.3-rasmda bosim o'zgarishi bilan zararli bo'shliqdagi havoning kengayishi ko'rsatilgan. Agar havo P_2' - bosimgacha siqishganda silindrga so'riladigan havo hajmi V ga teng. Bosim oshgan sari silindrga so'riladigan havo hajmi kamayib boradi. Bosim maksimal qiymatga yetganda silindrga havo so'rilmaydi. Zararli bo'shliqdagi havo hajmi $V_z=0$ va zararli bo'shliq koeffitsienti ham $\lambda_0 = 0$ bo'ladi.

Unda (12.34) tenglikdan bir bosqichli kompressorning chegaraviy siqish darajasi:

$$\frac{1}{\varepsilon^n} = \frac{1}{m} + 1 \text{ yoki } \varepsilon = \left(\frac{1}{m} + 1 \right)^n \quad (12.35)$$

Agar politropik kengayish ko'rsatkichi $n=1,2$ va $m=0,05$ bo'lganda chegaraviy siqish darajasi:

- Politropik kengayishda

$$\varepsilon = \left(\frac{1}{0,05} + 1 \right)^{1,2} = 38$$

- Izotermik kengayishda

$$\varepsilon = \left(\frac{1}{0,05} + 1 \right) = 21$$

Siqish darajasi siqilgan havo harorati bilan ham chegaralanadi. Bu chegara kompressorlarda ishlatiladigan moyning yonish darajasi bilan aniqlanadi.

Yuqorida keltirilgan (12.21) tenglikdan havoni siqish darajasi:

$$\frac{P_2}{P_1} = \varepsilon = \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} \quad (12.36)$$

Kompressorlarda qo'llaniladigan moyning yonish harorati 200°S dan past bo'lmashligi shart. Moyning yonmasligi va kompressorning portlamasligi uchun moy siqish jarayonining oxiridagi harorati 180°S dan oshmasligi shart [].

Agar silindrga so'riladigan havo harorati $T_1 = 273 + 27 = 300\text{K}$ va $T_2 = 273 + 180 = 453\text{K}$ deb olsak unda siqish darajasi:

$$\varepsilon = \left(\frac{273 + 180}{273 + 27} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} = \left(\frac{273 + 180}{273 + 27} \right)^{1,4-1} = 4,2$$

Demak kompressorlarda havoni siqish darajasi harorat – T_2 bilan chegaralanadi.

Bir bosqichli kompressorning chegaraviy siqish darajasi ($\varepsilon_1 = 4,2$) kon mashinalari va mexanizmlarining normal ishlashi uchun yetarli bo'lmaganligi sababli ikki bosqichli siqish jarayoniga o'tiladi.

12.4. Porshenli kompressorda havoni ko'r bosqichli siqish

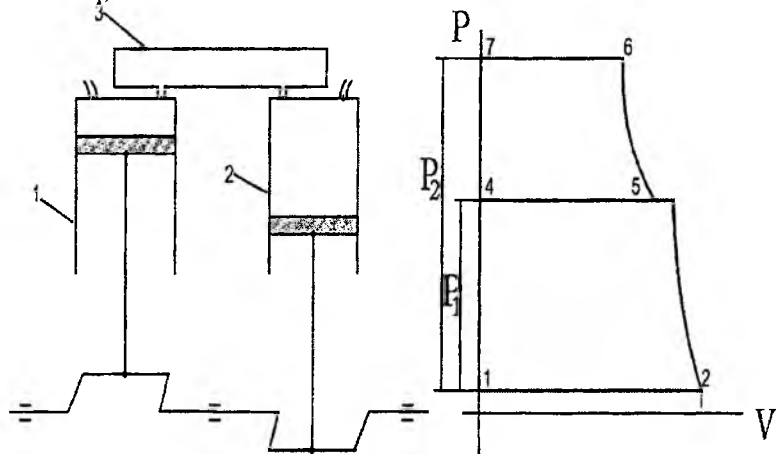
Konchilik pnevmatik qurilmalarda asosan ikki bosqichli kompressorlar qo'llaniladi.

Bu kompressorlarda havoni ikki bosqichda siqish bilan uning bosimi ortadi. Shu bilan bir qatorda silindr hajmidan unumli foydalaniladi va sarflanadigan nisbiy ishi kamayadi.

Ikki bosqichli umumiy tuzilishi (12.4-rasm) ketma-ket ulanib ishlaydigan silindrlar 1,2 va oraliq sovitgich – 3 dan iborat.

Zararli bo'shliqni hisobga olmaganida dastlab havo bosim P_1 va harorat T_1 bilan birinchi silindrga so'riladi (1-2 chiziq). Bu silindrga u oraliq bosim – P_x gacha siqiladi (2-3 chiziq). So'ng siqilgan havo P_x va T_x ko'rsatkichlar bilan oraliq sovitgichga haydaladi (3-4 chiziq).

Oraliq sovitgichda dastlabki harorat – T_1 gacha sovigan havo ikkinchi silindrga soʻriladi (4-5 chiziq). Ikkinchi silindrdagi havo yana siqiladi (5-6 chiziq). Soʻng havo P_2, T_2 – koʻrsatkichlar bilan kompressordan chiqadi (6-7 chiziq).



12.4-rasm. Ikki bosqichli kompressorlarda havoni siqish jarayoni

Havoni ikki bosqichda siqish jarayoni:

- Har bir silindrdagi havoni siqish sharoiti bir xil boʻlishi;
- Oraliq sovitgichda havo dastlabki haroratgacha savitilishi;
- Sarflanadigan nisbiy ish minimal boʻlishi kabi shartlar asosida oʻtiladi.

Havo ikki bosqichda siqilgandagi umumiy ish har bir bosqichdagi ishlar yigʻindisiga teng va u politropik siqish jarayoni uchun quyidagi koʻrinishda yoziladi:

$$L_o = L_1 + L_2 \text{ yoki}$$

$$L_o = \frac{n}{n-1} P_1 V_1 \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right] + \frac{n}{n-1} P_2 V_2 \left[\left(\frac{P_3}{P_2} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right] \quad (12.37)$$

Ikki bosqichli siqish jarayoniga oʻtish shartlariga koʻra $n/(n+1)$ har bir bosqichda bir xil va $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$ (ikki bosqichdagi siqish jarayonining boshlanishidagi 5-nuqta izoterma chizigʻida boʻlganligi uchun).

Unda (12.37) tenglik quyidagi koʻrinishda yoziladi:

$$L_o = \frac{n}{n-1} P_1 V_1 \left[\left(\frac{P_x}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} + \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 2 \right] \quad (12.38)$$

Bu tenglama P_x bo'yicha differensiallab va hosil bo'lgan tenglamani yechib nisbiy ish minimal bo'ladigan oraliq bosim — P_x topiladi. Ya'ni:

$$P_x = \sqrt{P_1 \cdot P_2} \quad (12.39)$$

Yuqoridagi (12.38) va (12.39) tengliklardan umumiy ish:

$$L_o = \frac{2 \cdot n}{n-1} \cdot P_1 \cdot V_1 \cdot \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{2n}} - 1 \right] \quad (12.40)$$

Ikki bosqichli siqish jarayoniga o'tish bilan:

Birinchidan 1 m^3 havoni siqish uchun sarflanadigan:

$$L_{o1,2} = \frac{2 \cdot n}{n-1} \cdot P_1 \cdot \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{2n}} - 1 \right]$$

Ish kamayar, ikkinchidan havo harorati:

$$T_2 = T_x \left(\frac{P_2}{P_x} \right)^{\frac{K-1}{K}} = T_1 \cdot \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{K-1}{2K}} \quad (12.41)$$

pasayar ekan.

Zararli bo'shliqning kompressor ishiga ta'siri. Zararli bo'shliqda qolgan yuqori bosimli havoning kengayishi bir bosqichli siqishda — 7, ikki bosqich bilan siqishda esa 4 nuqtalardan boshlanadi (12.5-rasm). 4-nuqtada havo bosimi P_x 7-nuqtadagi havo bosimi P_2 ga nisbatan past bo'lganligi sababli zararli bo'shliqda qolgan havo tezroq kengayadi. Bu bilan ikki bosqich bilan siqishda birinchi silindrga havo 1 nuqtada, bir bosqichli siqishda esa 1' nuqtalardan boshlab so'riladi.

kompressorning massalik unumdorligini o'zgarishiga olib keladi. Shuning uchun dengiz sathidan turli balandlikda o'rnatilgan kompressor unumdorligi quyidagi ifoda bilan topiladi.

$$V_0 = V \cdot \frac{T_0 \cdot P_s}{T_s \cdot P_0} = F \cdot l_s \cdot n \cdot \lambda \cdot \frac{T_0 \cdot P_s}{T_s \cdot P_0}$$

Bu yerda: $T_s = 273 + t^\circ\text{C}$ – silindarga so'riladigan havo harorati, K;
 P_s – so'riladigan havo bosimi, Pa.

Tog'li hududlarda o'rnatilgan kompressorning unumdorligini oshirish uchun havo silindrga majburan haydaladi. Buning natijasida unumdorlikni 20-30% oshirish mumkin.

12.6. Kompressor unumdorligini moslash

Pnevmatik qurilmani loyihalashda kompressor turi va uning soni qazish ishlari intensiv olib boriladigan smenada ishlaydigan iste'molchilarning maksimal soni va ularning har biri iste'mol qiladigan havo miqdori asosida tanlab olinadi.

Ayrim hollarda turli sabablar bilan bir necha iste'molsi ishlamasligi mumkin. Buning natijasida siqilgan havoga bo'lgan talab kamayadi.

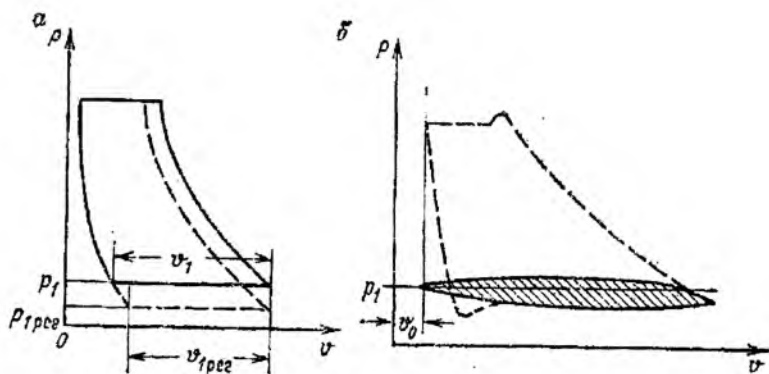
Shuning uchun kompressor unumdorligini siqilgan havoga bo'lgan talabga qarab moslash kerak bo'ladi.

Kompressor unumdorligini moslash quyidagi usullar bilan amalga oshiriladi.

A) Bekitgich (зadвижка) yordamida. Bekitgich havo so'riladigan tomondagi quvurga o'rnatiladi. Uning ochiqlik holatiga qarab havo so'riladigan quvur qarshiligi o'zgaradi (12.6 a-rasm).

Qarishilik ΔP ortishi bilan so'rilish jarayonidagi bosim – P_1 dan P_{1p} gacha pasayadi. Bu esa bir siklda kompressor silindriga so'riladigan havo hajmini – V_{1p} gacha kamaytiradi. Buning oqibatida kompressor unumdorligi kamayadi.

Kompressor unumdorligi bu usul bilan moslanganda havoni siqish darajasi $\varepsilon = P_2/P_{1p}$ va uning oxirgi harorati – T_2 ko'tariladi.



12.6-rasm. Unumdorlikni moslash usullari: a) bekitch yordamida; b) Havo so'rish klapanini ochish usuli.

B) siqilgan havoni so'riladigan tomonga o'tkazish. Bu usulda kompressor silindriga siqilgan havo to'liq yoki bir qismi maxsus quvur (байпасный трубопровод) orqali silindrning havo so'riladigan tomoniga yo'naltiriladi. Bu bilan kompressor silindriga so'riladigan havo hajmini kamytirish yoki uni nolgacha keltirish mumkin.

D) havo so'rish klapanini ochish usuli. Bu usulda so'rish klapanining plastinkalari yuqori bosimli havo bilan qisiladi va havo yo'li ochiladi. Unda silindrga so'rilgan havo siqish jarayonida qayta havo so'rilish quvuriga haydaladi (12.6 b-rasm) va kompressor unumdorligi kamayadi. Silindrda havo siqilganligi uchun uning harorati o'zgarmaydi.

E) Qo'shimcha zararli bo'shliq yordamida. Porshenli kompressor qobig'ida qo'shimcha zararli bo'shliq qoldiriladi. U silindr bilan klapan orqali tutashgan. Silindrdan havoni haydash jarayonida yuqori bosimli havo bo'shliqni to'ldiradi. Silindrda so'rish jarayoni boshlanishida bo'shliqda qolgan havo kengayada va silindrga so'riladigan havo hajmi kamayadi.

Porshenli kompressor unumdorligi moslashda ko'proq oxirgi uch usul qo'llaniladi.

12.7. Kompresordagi havo sovitish

Kompresorlarda havo ularning unumdorligi va o'rnatiladigan joyiga qarab havo yoki suv bilan sovitiladi.

Havo bilan sovitish unumdorligi 5-10 m³/min bo'lgan va ko'chma kompressor stansiyalarda qo'llaniladi.

Turg'un kompressor stansiyalarda o'rnatiladigan va unumdorligi yuqori bo'lgan kompressorlarda havo suv bilan sovitiladi.

Sovitish uchu zarur bo'lgan suv hajmi havoning siqish jarayonida haroratining o'zgarishiga bog'liq. Havo haroratini oshishiga sabachi bo'lgan va massasi 1 kg. havoni siqish jarayonida ajralib chiqadigan issiqlik quyidagicha topiladi.

A) bir va ikki bosqichli kompressorlarning har bir silindridan:

$$Q_1 = \frac{n-K}{n-1} \cdot C_v \cdot (T_2 - T_1) \text{ kkal/kg} \quad (12.44)$$

B) har bir oraliq sovitgichdan

$$Q_2 = C_p \cdot (T_2 - T_1) \text{ kkal/kg} \quad (12.45)$$

Bu yerda: n – pōlitropik siqish jarayoni ko'rsatkichi;

K – adiabatik siqish jarayoni ko'rsatkichi, $K=C_p/C_v$;

C_v – hajm o'zgarmas bo'lgandagi havoning issiqlik sig'imi, $C_v=0,17$ kkal·grad;

C_p – bosim o'zgarmas bo'lgandagi havoning issiqlik sig'imi, $C_p=0,24$ kkal·grad;

T_2 – siqish jarayonining oxiridagi havo harorati, K;

T_1 – siqish jarayoni boshlanishidagi havo harorati, K;

Suv bilan sovitish jarayonida kompressoridan olinadigan issiqlik (1 kg havodan):

$$Q = C \cdot (t_2 - t_1) \cdot q \text{ kkal/kg} \quad (12.46)$$

Bu yerda: C – suvning issiqlik sig'imi, $C=1$ kkal/l·grad

t_2 – suvning sovitish tizimidan chiqishdagi harorati;

t_1 – suvning sovitish tizimiga kirishdagi harorati;

q – 1 kg issiq havoni sovitish uchun kerak bo'lgan suv hajmi, l.

Sovitish uchun zarur bo'lgan suv hajmi ibr bosqichli kompressorlarda $Q=Q_1$ va ikki bosqichli kompressorlarda $Q=Q_1+Q_2$ tengliklar asosida topiladi. Unda:

- Bir bosqichli kompressorlarda:

$$q = \frac{\frac{n-K}{n-1} \cdot C_v \cdot (T_2 - T_1)}{C \cdot (t_2 - t_1)}; \text{ l} \quad (12.47)$$

- Ikki bosqichli kompressorlarda:

$$q = \frac{\frac{n-K}{n-1} \cdot C_v \cdot (T_2 - T_1) + C_p \cdot (T_2 - T_1)}{C \cdot (t_2 - t_1)}; \text{ l} \quad (12.48)$$

Suvning sovitish tizimiga kirish va chiqishdagi haroratlar farqi $(t_2 - t_1) \geq 150^\circ\text{C}$.

Dastlabki hisoblashda 1 m^3 havoni sovitish uchun zarur bo'lgan suv hajmini unumdorligi $10\text{--}15\text{ m}^3/\text{min}$ bo'lgan kompressorlar uchun $4,5\text{--}5\text{ l}$ gacha olish mumkin.

Turg'un kompressor stansiyalarda o'rnatiladigan kompressorlar uchun sovitish suvining hajmi uning texnik ko'rsatkichlarida ko'rsatiladi.

12.8. Kompressor elektr yuritgichi quvvati

Hohlagan siqish jarayoni uchun kompressor elektr yuritkichi quvvati quyidagi ifoda bilan topiladi:

$$N_T = \frac{L \cdot V}{1000 \cdot 60}, \text{ kVt}$$

Bu yerda: L – silindrga so'rilgan 1 m^3 havoni siqish jarayonidagi ish, Dj/m^3 ;

V – kompressor unumdorligi, m^3/min .

Politropik siqish jarayonida kompressor o'qidagi quvvat nazariy quvvat tenglamasiga binoan:

$$N_B = \frac{N_{\text{m.noz}}}{\eta_{\text{noz}}} = \frac{L \cdot V}{1000 \cdot 60 \cdot \eta_{\text{noz}}}; \quad (12.49)$$

Bu yerda: η_{noz} - politropik siqish jarayonining foydali ish koeffitsienti, $\eta_{\text{noz}} = 0,6\text{--}0,8$;

$$\eta_{\text{noz}} = \eta_i \cdot \eta_M$$

η_i - indikatorli foydali ish koeffitsienti. U kompressor ishining haqiqiy (indikator) va nazariy diagrammalar farqi va klapanlarning o'z vaqtida ochmasligi sababli yo'qotiladigan energiyani hisobga oluvchi koeffitsient. U izotermik siqish jarayonida $\eta_{i,\text{iz}} = 0,72 \div 0,8$ va adiabatik jarayonda $\eta_{i,\text{ad}} = 0,9 \div 0,94$.

η_M - mexanik f.i.k.

Tanlab olinadigan elektr yuritkich quvvati hisobiy quvvat (12.50)ga nisbatan 10-20% kattaroq bo'lishi kerak.

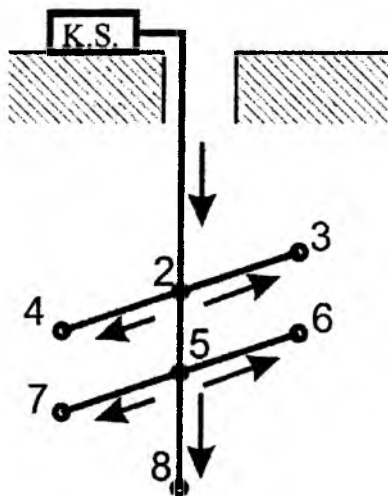
13 – bob. Kompessor stansiyalari

13.1. Umumiy tushunchalar

Umumiy havo quvur bilan birgalikda ishlaydigan va bir necha kompressor qurilmadan tashkil topgan majmua kompressor stansiya deb nomlanadi. (13.1-rasm).

Kompressor qurilma tizimiga kompressor, uning elektr yuritkichi, yordamchi uskunalar, nazorat jihozlari va avtomatlashtirish vositalari kiradi. Kompessor stansiyatarkibiga qurilma tizimidagi jihozlardan tashqari havo tozalagich (фильтр), oxirgi sovitgich, havo to'plagich, shovqin pasaytirgich va sovitish tizimida qo'llaniladigan nasoslar kiradi.

Kompressorlar mashina zalida bir qator o'rnatiladi va ularning oralig'ida 1,5 m masofa qoldiriladi. Havo tozalagich va havo to'plagich binodan tashqarida o'rnatiladi.



13.1-rasm. Pnevmatik qurilma sxemasi

Kompressor qurilma o'lchov va nazorat asboblari, bekitkich va himoya armaturalar bilan jihozlangan havo quvurga ulanadi. Kompessor stansiya unumdorligi va havo bosimi uning asosiy ko'rsatkichlari

hisoblanadi. Bu ko'rsatkichlar asosida kompressor turi va soni aniqlanadi.

Pnevmatik qurilmalarda kompressorxona kletli stvol sanoat maydonchasida chang paydo bo'ladigan joydan chetroqda, zamini mustahkam bo'lgan va siqiq havo iste'molchilariga nisbatan o'rtaroqda joylashtiriladi. Konchilik ishlarini olib borishning istiqbolli rejasi asosida havo o'tkazuvchi tarmoq sxemasi (13.1-rasm) tuziladi.

Bu sxemada siqiq havo o'tkazuvchi tarmoq bo'laklarining uzunliklari, iste'molchilarning tipi va soni ko'rsatiladi.

Pnevmatik qurilmalarda har bir tarmoqdan o'tuvchi siqiq havo miqdori shu tarmoqqa ulangan iste'molchilarning siqiq havoga bo'lgan talabi va tarmoqdagi havo isrofi yig'indisiga teng, ya'ni:

$$V = V_n + V_y = \mu \cdot K_0 \cdot \sum_{i=1}^z n_i \cdot q_i \cdot \psi_i \cdot K_{zi} + q_y \cdot \sum l + q_y' \cdot m_i; \quad (13.1)$$

Bu yerda: V_n - iste'molchilarning havo sarfi, m³/min;

V_y - siqiq havo tarmog'i va iste'molchining tarmoqqa ulangan joydagi havo isrofi, m³/min;

μ - zahira koeffitsienti, $\mu=1,05-1,1$;

i - bir xil turdagi iste'molchilarning guruh raqami;

z - bir xil turdagi iste'molchilarning guruhlar soni;

n_i - guruhdagi iste'molchilar soni;

q_i - guruhdagi har bir iste'molchining texnik xarakteristikasi bo'yicha sarflaydigan havo sarfi, m³/min;

ψ_i - iste'molchilarning eskirish natijasida siqi havo sarfi ko'payishini hisobga oluvchi koeffitsient. Quporish bolg'asi, perforator va porshenli yuritmalar uchun $\psi_i=1,15$, tishli (шестерня) yuritmalar uchun $\psi_i=1,2$, hamda parrakli (турбина) yuritmalar uchun $\psi_i=1,2$;

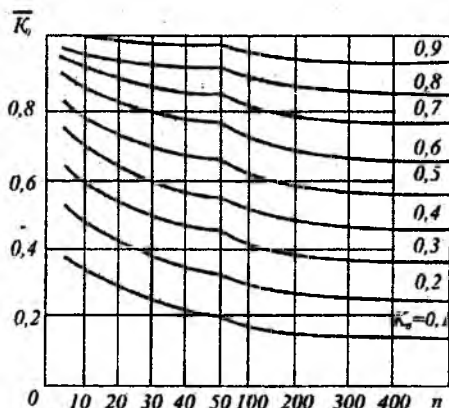
K_{zi} - yuklama koeffitsienti (iste'molchilarning haqiqiy yuklamasini nominal yuklamadan farq qilishi natijasida ularda havo sarfini o'zgarishini ko'rsatuvchi koeffitsient). Uning miqdori qo'porish bolg'alari, perforatorlar, kombayn va lebedkalarining yuritmalari uchun $K_{zi}=1$, yuklash mashinalar uchun $K_{zi}=0,25$, ventilyatorlar uchun $K_{zi}=0,7$;

q_y - havo quvuridagi siqiq havo isrofi, m³/min. Bosim 0,5 MPa bo'lgan 1 km quvurdagi havo isrofi 3 m³/min qabul qilingan;

q'_i - iste'molchining tarmoqqa ulangan joydagi havo isrofi, m^3/min . Bu ko'rsatgich har bir iste'molchi uchun $0,4 \text{ m}^3/\text{min}$ qabul qilingan.

m_i - iste'molchilarning umumiy soni.

Iste'molchilarning o'рта me'yorli bir vaqtda ishlash koeffitsienti " K_0 " ularning o'рта me'yorli ishga tushirish koeffitsienti " K_v " va iste'molchilarning soniga bog'liq hamda uning qiymati 13.2-rasmdan olinadi.



13.2-rasm. Ishga tushirish koeffitsienti

O'рта me'yorli ishga tushirish koeffitsienti:

$$K_{oi} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{q,i}}{\sum_{i=1}^n V_{\max,i}} = \frac{\sum_{i=1}^n n_i \cdot q_i \cdot \psi_i \cdot k_{3i}}{\sum_{i=1}^n n_i \cdot q_i \cdot \psi_i \cdot k_{3i}}; \quad (13.2)$$

Bu yerda: K_{oi} - bir xil turdagi iste'molchilarning ishga turishi koeffitsienti.

Uning miqdori quyidagicha qabul qilinadi:

- Kombayn, chig'ir va ventilyatorlar uchun – 1;
- Burg'ulash bolg'alari uchun – 0,65;
- Yuklash mashinalari va qo'porish bolg'alari uchun – 0,4;
- Kichik chig'irlar uchun – 0,5.

Pnevmatik qurilmaning har bir tarmog'idan o'tuvchi siqiq havo miqdorini hisoblash quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

- Tarmoqqa ulangan iste'molchilar turi, ularning soni va texnik xarakteristikasi asosida maksimal va o'rtacha siqiq havo sarfi hisoblanadi;
- Yuqorida keltirilgan (13.2-rasm) tenglama bilan hisoblangan o'rta me'yorli ishga tushirish koeffitsienti " κ_{m} " va iste'molchilarining umumiy soniga qarab 13.2-rasmdan o'rta me'yorli bir vaqtda ishlash koeffitsienti " K_0 " topiladi;
- Nihoyat (13.1-rasm) tenglama bilan kompressor stansiya unumdorligi hisoblanadi.

Konchilik korxonalarida unumdorligi 10, 20, 30, 50 va 100 m³/min bo'lgan ikki bosqichli porshenli, 115, 250 va 500 m³/min bo'lgan markazdan qochma va 5, 12,5, 25 m³/min bo'lgan vintli kompressorlar keng ko'lamda qo'llaniladi.

13.2. Porshenli kompressorlar

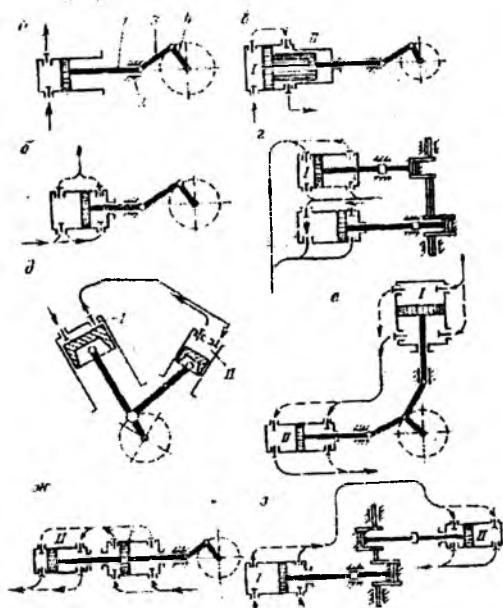
Porshenli kompressorlarning sxemasi (13.3-rasm) keltirilgan. Bu kompressorlarda havoni siqish chegaralangan hajmda (silindrni ishga hajmiga teng bo'lgan hajmida) amalga oshiriladi. Porshenli kompressorlarda hajmni o'zgartiruvchi va havoga mexanik energiyani uzatuvchi organ, silindrda ilgarilama – qaytarma tarzda harakatlanuvchi porshen hisoblanadi.

Havoni atmosferadan so'rib olish va siqilgan havoni silindrdan haydab chiqarish uchun unda boshqariladigan klapanlar o'rnatiladi.

Porshen (13.3-rasm) shtok – 1, kreysgopf – 2, shatun – 3 va krivoship – 4 lardan tashkil topgan kriship-shatun mexanizmi bilan ilgarilama-qaytarma harakatga keltiriladi. Porshen o'ng tomonga qarab harakatlanganda so'rilish klapani orqali silindrga so'riladi.

Havoning silindrga so'rilish jarayoni porshen o'zining oxirgi holatini egallaganida tugaydi.

Porshen chap tomonga qarab harakatlanganda havo so'rish klapani yopiladi. Havo chiqish klapani esa dastlab yopilgan holatda bo'ladi. Porshenni harakati natijasida hajm kamayadi, yilindrdagi havo siqiladi. Siqilgan havo yig'gichga haydab chiqariladi.



13.3-rasm.
Porshenli
kompressorlarning
sxemalari.
1- shtok, 2-
kreysgop, 3-shatun,
4-krivoship.

Porshenli kompressorlarning ishlash jarayonini o'ziga xos tomoni porshen bir marta borib kelganda (tsikl) silindrga uning ish hajmiga teng miqdorda bo'lgan havo so'riladi va u siqiladi. Siqilgan havo esa silindrdan haydab chiqariladi.

Porshenli kompressorlar quyidagi ko'rsatgichlar bo'yicha bir necha tur/larga bo'linadi:

Silindr hajmini foydalanishga ko'ra:

- Bir tomonlama (sodda);
- Ikki tomonlama.

Bir tomonlama kompressorlarda (13.3 a-rasm) silindr hajmining porshendan oldi va ikki tomonlama kompressorlar esa (13.3 b-rasm) silindr hajmini porshendan oldi va orqa tomonlaridan ham foydalaniladi.

Silindr hajmining porshendan oldi va orqa tomoni ishlatish faqat ko'p bosqichli porshenli kompressorlarda qo'llaniladi.

Havoni siqish bosqichlarida ko'ra:

- Bir bosqichli;
- Ikki bosqichli;

Hozirgi zamon ko'p bosqichli porshenli kompressorlarda bosqichlar soni yettidan oshmaydi.

Bir bosqichli porshenli kompressorlarda havo, havo yig'gichga haydab chiqariladi. Ikki bosqichli porshenli kompressorlarda esa havo ikki marta siqiladi.

Birinchi bosqichda siqilgan havo oraliq sovitgichga haydab chiqariladi. Unda havo sovitiladi va sovitilgan havo ikkinchi bosqichga so'riladi. Ikkinchi bosqichda havo ikkinchi marta siqilib, havo yig'gichga haydab chiqariladi. Havoni ikki va undan ko'p marta siqish havo bosimini oshirish uchun qo'llaniladi.

Silindrlar soniga ko'ra:

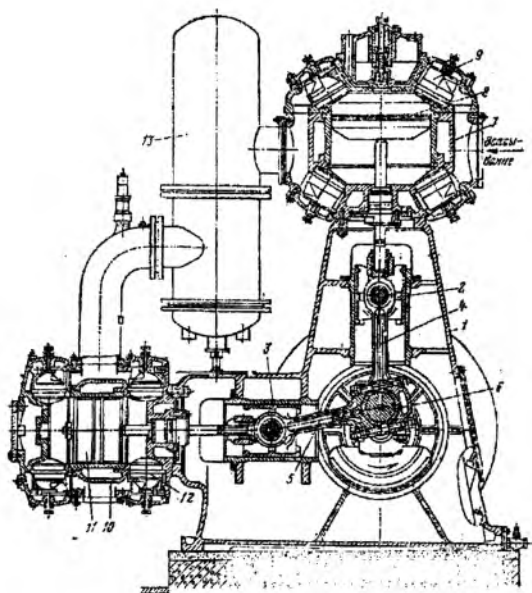
- Bir silindrli (13.3 a,b-rasmlar);
 - Ikki silindrli (13.3 d,g-rasmlar).
- Silindrlarni joylashishiga qarab
- Gorizontal (13.3 a,b,v,g-rasmlar);
 - Vertikal (tik) (13.3 v-rasm);
 - V-ko'rinishda (13.3 d-rasm);
 - To'g'ri burchakli (13.3 e-rasm).

Konchilik korxonalarida modernizatsiyalangan "П" (302БП-10/8, 202БП-20/8, 305БП-30/8) va "М" (4М-100/8, 2М-40-50/8) turdagi porshenli kompressorlar keng qo'llaniladi. Ikki bosqichli 305БП-30/8 kompressorlarning umumiy ko'rinish 13.4-rasmda ko'rsatilgan.

Kompressorning birinchi (past bosimli) bosqich silindri – 7 tik ikkinchi (yuqori bosimli) silindri – 10 esa gorizontal holatda o'rnatilgan. Har bir silindrdagi porshenlar – 8,11, kreyskoplari – 2,3, shatunlar – 4,5, tirsaksimon o'q – 6 lardan tashkil topgan krivoship-shatunli mexanizmlar yordamida harakatga keltiriladi.

Porshenli harakatga keltirilganda havo so'rish klapani – 9 orqali atmosferadan havo kompressorning birinchi bosqichga so'riladi. Unda havo siqiladi. Ma'lumki havo siqish jarayonida uning harorati ortadi.

Agar havoni haroratini pasaytirmay turib uni ikkinchi bosqichda yana siqilsa havoning harorati yanada ortadi. Bu esa silindrni moylaydigan moyni yonishiga va kompressorni portlashiga olib kelishi mumkin. Bu holatni oldini olish uchun birinchi bosqichdan chiqqan havo albatta sovitilishi shart.



13.4-rasm. 305BП-30/8 kompressorning umumiy ko‘rinishi.

1-asos, 2,3-kreyskoplari, 4,5-shatunlar, 6-tirsaksimon o‘q, 7-tik silindr, 8-11-porshenlar, 9-12-klapanlar, 10-gorizontall silindr, 13-oraliq sovitgichi.

Havoni sovitish oraliq sovitgichda – 13 amalga oshiriladi. So‘ngra u ikkinchi bosqich – 10 ga so‘riladi va unda havo ikkincha marta siqiladi.

Ikkinchi bosqichdan chiqqan havo klapan – 12 orqali kompressordan chiqib, havo yig‘gichda to‘planadi. Havo yig‘gichga havo quvurlari ulanadi va ular bilan siqilgan havo iste’molchilarga yetkaziladi.

Porshenli kompressorlar iste’molchilarning siqilgan havoga bo‘lgan talabi $200 \text{ m}^3/\text{min}$ gacha bo‘lgan konlarda qo‘llaniladi.

Kompressor 4M10-100/8

Kompressor asosi – 1 (13.5-rasm) to‘g‘ri to‘rtburchak shaklida bo‘lib, cho‘yandan quyma usul bilan tayyorlangan. Uning ko‘ndalang kesimi tomonlarida podshipniklar o‘rnatiladigan joy, uzunligi bo‘yicha

kreysgopf – 6 o'rnatilgan. Osma – 1 ning pastki qismi moy to'plagich vazifasini bajaradi.

Kompressor ikki bosqichli bo'lib, uning borinchi – 9 va ikkinchi – 3 silindrlari cho'yandan tayyorlangan va u porshenning oldi va orqa tomonida paydo bo'ladigan hajmlardan foydalanishi mumkin.

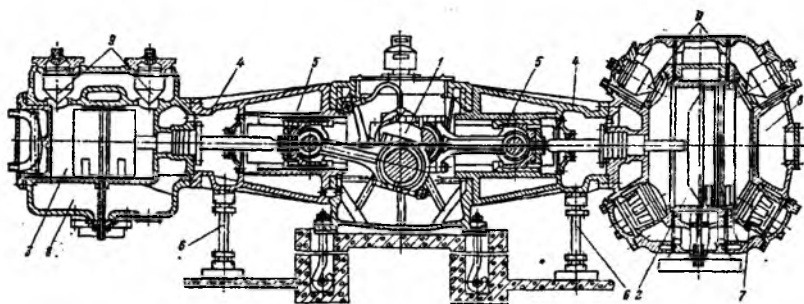
Birinchi silindr – 9 qobiq – 8, oldi – 10 va orqa – 7 konussimon qalpoqlarda iborat. Qalpoqlarga plastinkali klapanlar o'rnatilgan. Qobiq va silindr suv iblan sovitiladi.

Ikkinchi bosqich silindri – 3 sovitish tizimi qobig'i bilan birga qo'yilgan bo'lib, ular oralig'ida suv harakatda bo'ladi.

Birinchi bosqich porsheni – 11, ikkinchi bosqich porsheni – 2 cho'yandan quyma usuli bilan tayyorlangan va ular shtok – 5ga o'rnatilgan. Zichlama – 4 yordamida silindr va shtok oralig'i zichlangan.

Oraliq sovitgich gorizontal o'rnatilgan qobiq – quvur ko'rinishga ega. Sovitgichda havo quvurlar oralig'ida suv esa quvurlar bo'ylab harakatlanadi.

Kompressor avtomatlashtirish vositasi bilan ta'minlangan bo'lib, uning yordamida kompressorni ishga tushirish, to'xtatish, unumdorlikni moslash hamda kompressor ishiga salbiy ta'sir etuvchi holatlardan asrash vazifasini bajaradi.



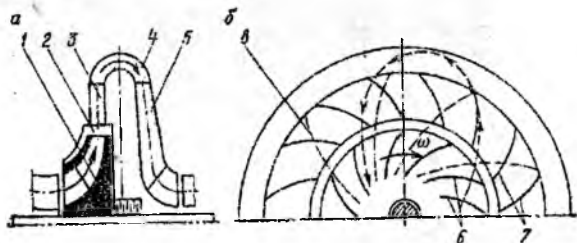
13.5-rasm. 4M10-100/8 kompressori. 1 – krivoship-shatunli mexanizm; 2 va 3 – birinchi va ikkinchi bosqich porshenlari; 4 – yoritgich; 4 – zichlama; 5 – kreysgopf; 6 – tayanch; 7 – klapanlar 8 – suv yo'llari 9 – unumdorlikni boshqarish uskunasi.

13.3. Turbokompressorlar. Ularning ishlash prinsipi va umumiy tuzilishi

Konstruktiv tuzilishi bo'yicha turbokompressorlar markazdan qochma (центробежные) va o'q chiziqli (осевые) kompressorlarga bo'linadi.

Ularning ishlash prinsipi (energiyani havoga uzatilishi) ventilyatorlarning ishlash prinsipiga o'xshash bo'lib, havo bosimi aylanma harakatdagi ish g'ildirak parraklarning havo bilan o'zaro muloqoti jarayonida paydo bo'ladigan aerodinamik kuch asosida ortadi.

Kompressor ishga tushirilganda havo oqimi kirish patrubkadan o'tib, ish g'ildirak – 1 ga kiradi (13.6-rasm).



13.6-rasm. Turbokompressor ish g'ildiragida havo harakatining sxemasi.

1-ish g'ildirak; 2-xalqasimon parraksiz diffuzor; 3-parrakli diffuzor; 4-tirsak; 5-teskari yo'naltirish apparati; 6-ish g'ildirakning parraklari; 7,8-diffuzor va teskari yo'naltirish apparatining parraklari.

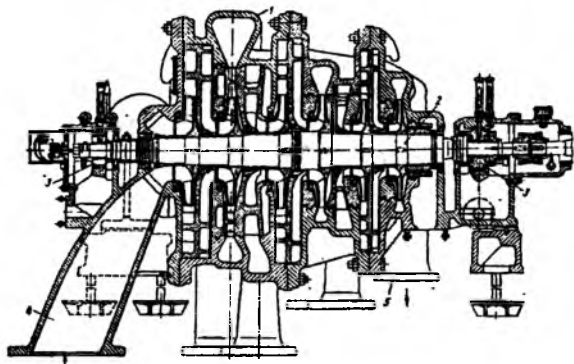
Ish g'ildirakning parraklari – 6 bilan havo oqimining o'zaro ta'sirida natijasida paydo bo'ladigan aerodinamik kuchlar havoning bosimini va uning tezligini (500-600 m/sec) oshiradi. Ish g'ildirakdan katta tezlik bilan chiqadigan havo avval xalqasimon parraksiz diffuzor – 2 ga keyin diffuzor – 3 ga o'tadi. Xalqasimon diffuzor – 2 havo oqimini ravonlashtirish, diffuzor – 3 esa havoni kinetik energiyasini potensial energiyaga o'zgartirish maqsadida qo'llanilgan.

Diffuzordan chiqqan havo oqimi tirsak – 4 va teskari yo'naltirish apparati – 5 orqali o'tib kompressorning keyingi ish g'ildiragiga kiradi.

Bir ish g'ildirakda havo 0,1-0,3 MPa bosimgacha siqiladi. Bu bosim kon korxonalari siqiq havo iste'molchilarini normal ishlashi uchun yetarli emas.

Turbokompressorlarda havo bosimini oshirish uchun uning o'qiga bir necha ish g'ildiraklar ketma-ket o'rnatiladi (13.7-rasm).

Rotor o'qiga – 2 oltita ish g'ildiraklar – 1 ketma-ket o'rnatilgan. Ular har biri ikki ish g'ildirakdan iborat bo'lgan uch qismga bo'lingan. Qobiq ichidagi bo'shliq diafragma – 6 bilan havoni siqish bosqichlariga ajratilgan. Har bir diafragma kanalli diffuzor va teskari yo'naltirish apparati bilan ta'minlangan. Bu apparatlar havoni siqish bosqichlariga yo'naltirish uchun xizmat qiladi (13.7-rasm).



13.7-rasm. Kompressorning uzunlik bo'yicha kesimi. 1- rotor o'qi; 2- ish g'ildiraklar; 3-podshipniklar; 4-kirish patrubkasi; 5-chiqish patrubkasi; 6-diafragma; 7-muvozonatlash moslamasi.

Barcha markazdan qochma turbomashinalarning ishlash jarayonida shu jumladan markazdan kochma kompressorlarda ham havo kiradigan tomonga yo'nalgan o'q chizili kuch paydo bo'ladi. Bu kuch ish g'ildirakni va u o'rnatilgan rotni havo kirish tomoniga qarab siljitishga harakat qiladi. Kompressor rotorini o'q yo'nalishdagi kuchdan xalos etish uchun oxirgi ish g'ildirakdan keyin muvozanatga keltiruvchi moslama – 7 o'rnatiladi.

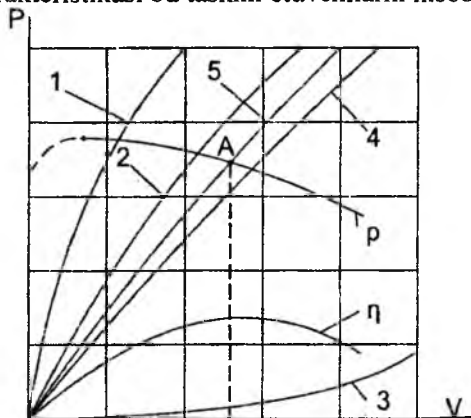
Kompressor ishga tushirilganda havo so'rish patrubka – 4 orqali ish g'ildirakga kiradi. Ish g'ildiraklar bilan bosqichma-bosqich siqilgan havo haydash patrubka – 5 orqali o'tib havo yig'gichda to'planadi. Havo yig'gichga havo quvurlari ulanadi va ular bilan siqilgan havo iste'molchilari yetkaziladi.

Turbokompressorlarning ishlash jarayoni ventilyatorlarnikiga o'xshash bo'lganligi uchun ular ishlatish (эксплуатация) xarakteristikaga egadirlar. Ishlatish xarakteristika kompressorini sinash usuli bilan topiladi. Sinov jarayonida kompressor unumdorligi – V , uning bosimi – P , quvvati – N o'lchab olinadi. Sinov jarayonida olingan

natijalarga qayta ishlov berib kompressorning bosim $P = f(V)$, quvvat $N = f(V)$ va foydali ish koeffitsient $\eta = f(V)$ kabi funksional bog'lanishlar topiladi. Bu bog'lanishlar birgalikda kompressorning ishlatish xarakteristikasi deb nomlangan va u har bir kompressorning texnik pasportida ko'rsatiladi.

Siqilgan havo quvurning bir uchi unumdorligi – V_k bo'lgan kompressorga, ikkinchisiga esa ma'lum – V_i hajmdagi havo talab qiluvchi iste'molchilarga ulanadi (13.8-rasm. 2-egri chiziq).

Havo quvurda bir qism havoning zichlamalardan atmosferaga chiqib ketishi hisobiga hajmiy yo'qotishlar – $(V_k - V_i)$ (1-egri chiziq) va gidravlik qarshiliklar – $R \cdot V^2$ – (3-egri chiziq) mavjud. Shuning uchun havo quvuri xarakteristikasi bu tashkil etuvchilarni hisobga olib topiladi.



13.8-rasm. Turbokompressor ish rejimi.

1 – hajmiy yo'qotishlash xarakteristikasi; 2 – iste'molchilar talab qiladigan havo xarakteristikasi; 3 – gidravlik qarshiliklar xarakteristikasi.

Buning uchun avval hajmiy yo'qotish va iste'molchilar talab qiladigan xarakteristikalar qo'shilib 4-xarakteristika topiladi. So'ng 4-xarakteristikaga gidravlik qarshiliklar xarakteristikasi - 3 qo'shiladi. Natijada hosil bo'lgan -5 xarakteristika havo quvurining tarmoq xarakteristikasini belgilaydi.

Tarmoq xarakteristika bilan kompressorning bosim xarakteristikalari kesishgan A nuqta ish rejimi deb ataladi.

Turbokompressorlar:

- Unumdorligi yuqori;
- Geometrik o'lchamlari va massasi nisbatan kichikligi;
- Tezkor elektr yuritgich qo'llash mumkinligi;
- Quvurga havoni bir me'yorda uzatilishi;
- Elektr yuritgichga bo'ladigan yuklama o'zgarmasligi;
- Siqilgan havo tarkibida moylarning bo'lmasligi;
- So'rish va haydash klapanlarning bo'lmasligi kabi ko'rsatkichlar bilan porshenli kompressorlardan ajralib turadi.

13.4. Pnevmatik uskunalarning yordamchi uskunalari

Pnevmatik qurilmaning yordamchi uskunalari uning ishonchli va samarali ishlash sharoitini yaratish maqsadida o'rnatiladi.

Qurilmaning yordamchi usknalari tarkibiga havo tozalagich (фильтр), sovitgich (охладитель), havo to'plagich (воздухосборник) va sovitish tizimi kiritilgan.

A) Havo tozalagich. Vazifasi kompressor silindriga so'riladigan havoni chang va mayda zarrachalardan tozalashdan iborat.

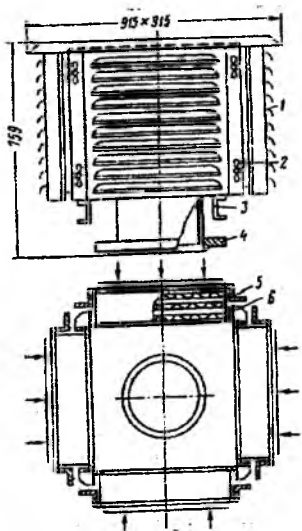
Havo tarkibidagi qattiq mayda zarrachalar silindrning ichki sirtiga ishqalanishi hisobiga uning yemirilishini tezlashtiradi. Bundan tashqari havo tarkibidagi changlar kompressor moyi bilan qo'shilib quyum (chirk) paydo qiladi. Bu quyum (chirk) kompressorning so'rish va haydash klapanlar hamda porshen sirtiga yopishadi. Buning oqibatida klapanlarning normal ishlashi buziladi va kompressor unumdorligi kamayadi. Shu bilan bir qatorda yuqori haroratlarda quyumning (chirkning) yonishi hisobiga portlash jarayoni ham paydo bo'lishi mumkin.

Demak kompressorning normal ishlashi uchun havo chang va mayda qattiq zarrachalardan tozalanishi shart.

Havo kompressorga, mashina zalining changlar kamroq bo'ladigan, quyoshga qaragan va balandligi 3 metrdan kam bo'lmagan joydan so'riladi. Atmosferadan kompressorga so'riladigan havo chang va mayda qattiq zarrachalardan havo tozalagichda tozalanadi. Kompressor silindriga so'rilgan havo tarkibida ularning miqdori $0,5 \text{ mg/m}^3$ dan oshmasligi kerak.

Hozirgi kunda pnevmatik qurilmalarda ikki konstruktiv tuzilishdagi, ya'ni uyali (ячейковый) hamda o'zini-o'zi tozalaydigan (самоочищающий) havo tozalagichlar qo'llanilmoqda.

Uyali havo tozalagich (13.9-rasm).



13.9-rasm. Uyali havo tozalagich

Rekk turidagi uyali havo tozalagichlar porshenli kompressorlarda qoʻllaniladi. Uyali havo tozalagichlar porshenli kompressorlarda qoʻllaniladi. Uyali havo tozalagich silindrsimon qobiq – 6 va uning ichida joylashgan uyalar – 5 dan iborat. Har bir uya vitsinol moy bilan moylangan metal tolalari egri chiziq boʻyicha egilgan toʻrlar toʻplamidan

tashkil topgan. Uning oldi qismiga havoni kattaroq oʻlchamdagi qattiq zarrachalardan tozalash uchun toʻsiq (jalyuza) – 1 oʻrnatilgan. Havo tozalagich shveller – 3 ga oʻrnatilgan boʻlib, flanets – 4 orqali kompressorning havo soʻrish quvuriga ulanadi.

Atmosferadan soʻrilgan havo tozalagichdan oqib oʻtishi jarayonida uning tarkibidagi changlar moylangan toʻrlar toʻplamining sirtiga yopishib qoladi va kompressorga tozalangan havo soʻriladi.

13.1-jadval

Rekk tipidagi havo tozalagichlar xarakteristikasi:

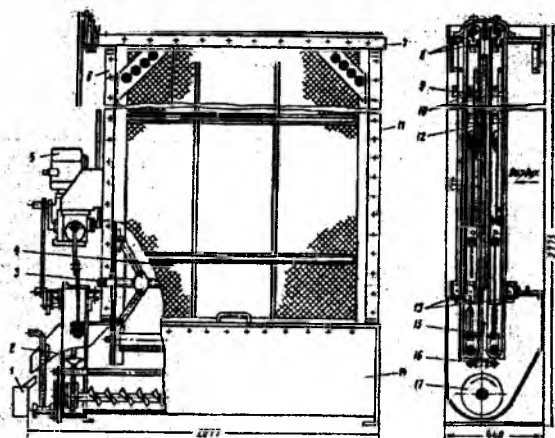
№	Asosiy koʻrsatkichlari	Oʻlcham birligi	Kompressor turi:	
			4M10-100/8	2M10-100/8
1.	Unumdorligi	m ³ /min	100	50
2.	Tozalash yuzasi	m ²	0,88	0,44
3.	Boʻlimlar soni		4	2
4.	Chang sigʻimi	gr.	2000	1000
5.	Tozalash koeffitsienti	%	96	96
6.	Qarshiligi	mm.s.u.	5	5

Havo tozalagichning havo tozalash yuzasi quyidagi ifoda bilan topiladi:

$$F_{\phi} = \frac{V}{60 \cdot v_{\phi}} \quad (13.3)$$

Bu yerda: V – kompressor unumdorligi, m^3/min ;

v_f – havo tozalagichdagi havo oqimining tezligi. $v_f = (0,8 - 0,9)m/sek$.



13.10-rasm. O'zini-o'zi tozalaydigan havo tozalagich.

O'zini-o'zi tozalaydigan havo tozalagich (13.10-rasm). Kt30 va Kt40 tipidagi havo tozalagich moy idish – 14, chap – 6 va o'ng – 11 devorlar, ularning bosh qismi – 7, ikki tozalash to'ri – 4, taranglash moslamasi – 3, elektr yuritgich va reduktordan tashkil topgan yuritma – 5 va quyiqa idish – 1 kabi asosiy elementlardan iborat.

Havo ikki tozalash to'ridan oqib o'tishi jarayonida uning tarkibidagi changlar to'rlarga yopishadi. To'rlarning moy idishi ichidagi harakati davomida unga yopishgan changlar yuvib tashlanadi.

Moy idish tubida yig'ilgan changlar shnek – 17, elevator – 2 bilan to'plagich idish – 5 ga haydaladi.

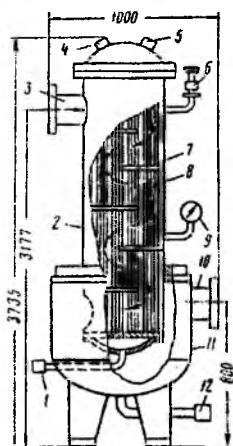
Tozalash turida yuqoriga ko'tariladigan moylar moy ajratish (маслосъёмник) moslama – 8, 13 bilan moy idishga qaytariladi.

Birinchi tozalash turining tezligi 0,16, ikkinchisi esa 0,07 m/sek.

O'zini-o'zi tozalaydigan havo tozalagichlarning tozalash to'ri va moy idish bir yilda ikki marta 10%li kaustik soda suyuqligi bilan yuvib turiladi.

Kt rusumli havo tozalagichlarning texnik ko'rsatkichlari

Havo tozalagich turi	Havo o'tkazish qobiliyati	Havo o'tadigan yuza	Qo'yiladigan moy miqdori	Asosiy o'lchamlari	Massasi
	m ³ /min	m ²	kg	mm	kg
Kt-30	252	3,155	290	440x2077x277 5	600
Kt-40	655	3,940	290	440x2077x277 5	650
Kt-60	1050	6,310	585	440x3827x277 5	1000
Kt-80	1310	7,880	585	440x3827x327 5	1085
Kt-120	2100	12,620	585	440x3827x477 5	1360
Kt-160	2630	15,760	585	440x3827x577 5	1640



13.11-rasm. XK-rusumli oxirgi sovitgich bilan jihozlanadi.

Havo sovitgich (13.11-rasm). Xavfsiz qoidalarining ko'rsatmalariga binoan unumdorligi 10 m³/min.dan yuqori bo'lgan kompressor qurilma tizimida oxirgi sovitgich o'rnatilishi tavsiya qilingan. U bilan havo sovitiladi. Shu bilan bir vaqtda siqilgan havo moy va suv pari kondensatlaridan tozalanadi. Bu bilan havo quvurlarida chirknlarning paydo bo'lishini oldi olinadi.

Unumdorligi 100 va 50 m³/min bo'lgan porshenli kompressorlar XK-100 va XK-50 tipidagi hamda unumdorligi 500 va 250 m³/min. bo'lgan turbokompressorlar VOK-500 va VOK-250 rusumli oxirgi sovitgichlar

Sovitgich XK-100 (13.11-rasm) silindrsimon qobiq – 2, suv quvur tizimi – 8, moy va suv kondensatlari to‘planadigan joy – 11, sovuq va issiq suv quvurlari ulanadigan patrubkalar – 4 va 5, havo harakati yo‘nalishini o‘zgartirish maqsadida o‘rnatilgan to‘siqlar – 7, texnik qarov va ta‘mirlash vaqtida suvni chiqarib tashlash uchun o‘rnatilgan ventil – 1, saqlash klapani – 6 va manometr – 9 kabi elementlardan iborat.13.2-jadval

Oxirgi sovitgichlarning texnik ko‘rsatkichlari

№	Havo sovitgich ko‘rsatkichlari	Sovitgich turlari			
		XK-100	XK-50	BOK-500	BOK-250
1.	Sovitish yuzasi, m ²	34	14	180	100
2.	Bosim, kg/sm ²				
	-havoniki	8	8	8	8
	-suvniki	3	3	2	2
3.	Havoning harorati, °S				
	-kiradigan	144	144	140	140
	-chiqadigan	60	60	30	36
4.	Suvning harorati, °S	25	25	20	20
5.	Massasi, kg	1460	1040	2739	1685

Kompressordan chiqadigan isigan havo oqimi patrubka – 3 orqali sovitgichga kiradi. Bu yerda u to‘siq – 7 orqali paydo bo‘ladigan egribugri yo‘nalishda suv quvur tizimi – 8 atrofidan oqib o‘tadi. Bu jarayonda havo oqimining harorati pasayadi va u sovigan holatda sovitgichdan chiqadi.

Sovitish jarayonida havodan ajralib chiqqan moy va havo kondensatlari sovitgichning moy ajratish bo‘limi – 11 da to‘planadi va u vaqti bilan ventil – 12 orqali to‘kib tashlanadi.

13.5. Pnevmatik qurilmaning sovitish sistemasi

Sovitish sistemasini hisoblash jarayonida sovituvchi suvning miqdori, uni sovitish sistemasiga yetkazib berish, hamda undan chiqadigan suvni qayta sovitish masalari hal qilinadi. Sovitish bo‘laklari, oraliq va oxirgi sovitgichlarda hamda tsilindr bilan qobiq oralig‘idagi bo‘shliqda suv harkatda bo‘ladi. Harakatdagi suv oqimi kompressorni va siqilgan havoni xavfsiz darajagacha sovitadi.

Sovitish uchun sarflanadigan oqimining sarfi quyidagi ifoda bilan hisoblanadi:

$$Q_s = 60 \cdot q \cdot V \cdot n / 1000 \quad \text{m}^3/\text{soat} \quad (13.4)$$

bu yerda: n- kompressor agregatlarining soni;

q- sovitgich suvning nisbiy sarfi. Uning qiymati 13.4-jadvaldan olinadi.

№	Kompressor turi	Unumdorligi m^3/min	Nisbiy suv sarfi, l/m^3
1.	Turbokompressor	250–500	11–13
2.	Porshenli kompressor	20–50 50–100	3,3–5 3,1–3,3
3.	Havo sovitgich	-	2–2,5

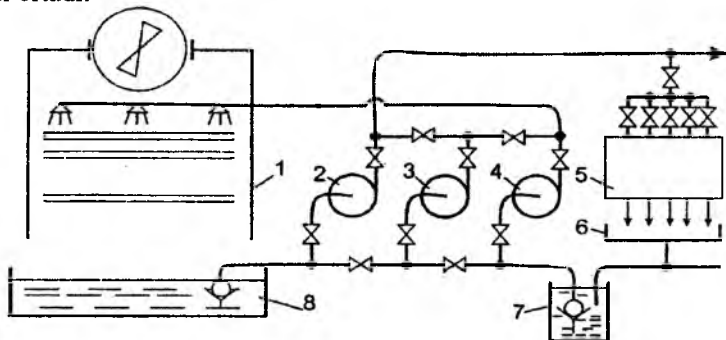
Sovitish sistemasi uchun unumdorligi, sovituvchi suvning zaruriy miqdoridan kam bo'lmagan va zo'riqmasi 20–30 m suv ustuni oralig'ida bo'lgan nasos turi tanlanadi va ular yordamida sovuq suv sovitish sistemasiga yetkazib turiladi. Sovitish sistemasida suvning harorati ortadi. Bu isigan suv hovuzlarda yoki suv sovitish minoralarida sovitiladi va qaytadan sovitish sistemasiga yetkazib beriladi.

13.6. Kompressor qurimaning sovitish tizimi

Sovitish tizimi sovuq va isigan suvlarning tizimdagi oqimiga qarab ajratilgan (разомкнутая) va ajratilmagan (замкнутая) ko'rinishda bo'lishi mumkin.

Ajratilgan sovitish tizimi ko'proq porshenli va ajratilmagan tizimi esa turbokompressorlar bilan jihozlangan qurilmalarda qo'llaniladi.

Ajratilmagan sovitish tizimda nasos soni 3-tadan (sovuq va isigan suvlar hamda zahiradagi) kam bo'lmasligi kerak (13.12-rasm). Bu sxemada nasos – 2 bilan sovuq suv kompressor qurilmaning sovitilishi zarur bo'lgan bo'laklari – 5 ga haydaladi. Sovitish jarayonida suvning harorati ortadi.



13.12-rasm. Ajratilgan sovitish tizim sxemasi.

Isigan suv o'z oqimi bilan voronka – 6 orqali issiq suv to'plagich – 7 ga quyiladi. Nasos – 4 bilan issiq suv sovitish qurilma (градирная) – 1 ning tepa qismga haydaladi. U yerdan issiq suv kapilyar tomchilar holatida pastga oqib tushadi.

Bu vaqtda issiq suv soviydi va sovitish qurilmaning pastki qismida to'planadi.

Zahiradagi nasos-3 dan sovuq yoki isigan suvlarni haydash uchun foydalanish mumkin.

Ajratilmagan sovitish tizimida faqat bir nasos o'rnatiladi. Bu nasos bilan sovuq suv qurilmaning sovitish zarur bo'lgan bo'laklariga haydaladi. Sovitish jarayonida isigan suv, oqim uzilmaganligi uchun sovitish qurilmaning tepa qismigacha ko'tariladi.

Havo to'plagich. U porshenli kompressorlar bilan jihozlangan qurilmalardan vaqt oralig'ida uzilish bilan chiqadigan siqilgan havoni uzluksiz holatga (to'plash) keltirish maqsadida o'rnatiladi.

Havo to'plagich tsilindrsimon ko'rinishda bo'lib, u metall dan payvandlash usuli bilan tayyorlanadi. Uning tashqi sirtida ikki flanets mavjud bo'lib, bu flanetslar orqali kompressor qurilmaga va havo quvurlarga ulanadi.

Havo to'plagich ichini turli xil kondensatlardan tozalash uchun eshikcha (люк) va uning xavfsiz ishlashini ta'minlash uchun saqlagich klapan hamda manometr o'rnatiladi.

Havo to'plagich hajmi quyidagi ifoda bilan topiladi:

$$V_{\kappa} = 1,6 \cdot \sqrt{V_{\kappa}} \quad (13.5)$$

Bu yerda: V_{κ} – kompressor unumdorligi, m³/min.

Havo to'plagich har bir kompressor uchun alohida binodan tashqarida o'rnatiladi.

14-bob. Pnevmatik qurilmalarning havo uzatish tarmog'i

14.1. Havo uzatish tarmog'ining umumiy tuzilishi

Kompressor stansiyada ma'lum bosimgacha siqilgan havo iste'molchilarga havo quvurlar orqali uzatiladi. Quvurlar va ularda o'rnatilgan quvur jihozlari pnevmatik qurilmalarning havo uzatish tarmog'i deb nomlangan.

U ikki, ya'ni magistral va har bir iste'molchilarga havo uzatuvchi bo'laklardan iborat bo'ladi. Kompressor stansiyadan shaxta stvoligacha, shaxta stvolida, stvol atrofi qo'rasida, kovlab olish yoki lahim o'tish joylarigacha bo'lgan masofada yotqizilgan quvurlar havo uzatish tarmog'ining magistral qismi deyiladi.

Havo uzatish tarmoqning magistsral qismi bo'ylab siqilgan havo taqsimlash punktiga uzatiladi. Har bir iste'molchi havo taqsimlash punktiga egiluvchan quvurlar bilan ulanadi va o'ziga yetarli miqdordagi havoni iste'mol qiladi.

Havo uzatish tarmog'i sodda va murakkab ko'rinishda bo'lishi mumkin. Agar havo taqsimlash punkti bir joyda bo'lsa sodda va aks hollarda esa murakkab havo uzatish tarmog'i deyiladi.

Havo uzatish tarmoqning magistral bo'lagi standart o'lchamli po'lat quvurlarda tashkil topgan bo'lib, ular o'zaro ulovchi moslama (фланец) yoki payvandlash usuli bilan ulanadi. Magistral quvur yotqiziladigan joy relefiga qarab unda tirsak, uch tomonlik, diffuzor yoki konfuzor o'rnatiladi.

Bulardan tashqari magistral quvurda kompensator va bekitgichlar o'rnatiladi.

Kompressor stansiyadan shaxta stvoligacha bo'lgan masofa quvurlar yer sathida (beton yoki metall asoslarda) yoki yer ostida, muzlamaydigan qatlam chuqurligidagi transheyalarda yotqiziladi va 200-250 m oraliqda kompensator o'rnatiladi.

Kvershlag va shtreklarda magistral quvur lahim devoriga o'rnatiladigan kronshteynlarda yotqiziladi.

Agar magistral quvur lahim kesimining odamlar qatnaydigan tomonida yotqizilsa quvur bilan transport vositasi oralig'ida kamida 0,7 m aks hollarda esa 0,25 m masofa qoldiriladi.

Magistsral quvur yotqiziladigan tayanchlar oralig'i quvur diametriga bog'liq. Bu oraliq quvur diametri $d=100$ mm bo'lganda – 4 m; $d=150$ mm bo'lganda – 5 m; $d=200$ mm bo'lganda – 6,5 m; $d=250$ mm bo'lganda – 7 m; $d=300$ mm bo'lganda – 8 m; $d=350$ mm bo'lganda – 10 m atrofida olinadi.

Foydali qazilma qazib olinadigan va lahim o'tish kovjoylarda diametri 50–62 mm va uzunligi 15–20 m bo'lgan egiluvchan quvur yotqiziladi. Bu quvurga diametri 16–25 mm va uzunligi 20 m dan yuqori bo'lmagan rezinali egiluvchan quvur ulanadi va ular orqali siqilgan havo har bir iste'molchiga yetkaziladi.

Havo uzatish tarmoqni ekspluatatsiyaga topshirishdan oldin u sinab ko'riladi. Sinash jarayonida 500 m oraliqdagi havo bosimlari o'lchanadi. Kompressor to'xtatilgandan 5 minut davomida oraliqdagi bosimlar farqi 0,05 MPa dan yuqori bo'lmasa, u ekspluatatsiya qilishga topshiriladi.

14.2. Havo uzatish tarmog'ining pnevmatik qurilma ishiga ta'siri

Kompressor stansiyadan harorati 100–120°S bilan chiqadigan siqilgan havo kon lahimlarida yotqizilgan havo uzatish tarmog'i orqali iste'molchilarga uzatiladi. Kon lahimlarining harorati (16–20°S) siqilgan havo haroratidan ancha past bo'lganligi uchun u iste'molchilarga yetib kelguncha soviydi va harorati kon lahimining harorati bilan tenglashadi. Buning oqibatida havo oqimining energiyasi va shu bilan birga uning bosimi pasayadi.

Havo uzatish tarmoqning gidravlik qarshiliklarini yengib o'tish uchun havo oqimining bir qism bosimi sarflanadi. Havo oqimining tarmoqni ichki sirti bilan ishqalanishi oqibatida qo'shimcha issiqlik hosil bo'ladi. Gidravlik qarshiliklar va qo'shimcha issiqlik havo bosimni pasaytiradi.

Havo uzatish tarmog'i payvandlash yoki flanetslar orqali birlashtirilgan quvurlardan tashkil topadi. Shu bilan bir qatorda havo uzatish tarmog'ida turli konstruktiv tuzilishdagi moslamalar o'rnatiladi.

Havo uzatish tarmog'ini yig'ish jarayonida ulanadigan joylar sifatsiz bajarilgan hollarda ma'lum miqdordagi siqilgan havo tashqariga chiqib ketadi. Buning natijasida havo sarfi kamayadi. Atrofda chiqib ketadigan havo hajmi quyidagi empirik ifoda bilan topiladi [20]:

$$V_y = a \cdot (10 \cdot P_y)^v$$

Bu yerda: P_y – havo uzatish tarmoqdagi o'rtacha bosim (atmosfera bosimdan yuqori – избыточное),

$$P_y = \frac{P_k + P_n}{2}$$

a, v – koeffitsientlar. Tarmoq bo'laklari yassi zichlamalar flanetslar bilan birlashtirilganda; $a=0,75-0,9$; $v=1,15-1,07$; o'zi zichlanuvchi zichlama flanetslar bilan birlashtirilganda $a=0,63-0,75$; va $v=1,1-1,02$.

Havo uzatish tarmoqdan atrofga chiqib ketgan havo hajmini kompressor stansiya unumdorligiga – V_k nisbati uning germetikligini ifodalaydi. Ya'ni:

$$K_y = \frac{V_y}{V_k}$$

Pnevmatik qurilmalarni loyihalashda havo uzatish tarmoqdan atrofga chiqib ketadigan havo hajmi $V_y=4-5 \text{ m}^3/\text{min.km.}$ atrofida bo'lishi tavsiya qilinadi. Bu havo hajmidan 3 magistral quvurda – $3 \text{ m}^3/\text{min.km}$ va har bir iste'molchi ulanadigan egiluvchan quvurda – $0,4$

m^3/min . Umumiy havo yo'qotish kompressor stansiya unumdorligining 20% dan oshmasligi kerak.

14.3. Havo uzatish tarmog'ini hisoblash

Pnevmatik qurilma tarmog'ini hisoblashda uning har bir uchatkasida o'rnatiladigan quvurlar diametri va ularda sodir bo'ladigan bosim yo'qotishlar (isrof) hisoblanadi. Hisoblangan ko'rsatkichlar asosida quvur tanlab olinadi.

Quvur uzunligi bo'yicha har bir uchastkadagi bosim yo'qotilishi quyidagi ifoda bilan topiladi:

$$\Delta P = \lambda \cdot \frac{l_p}{d} \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \rho_v \quad (14.1)$$

Bu yerda: λ - gidravlik ishqalanish koeffitsienti, $\lambda=0,0334$ – olinadi;

l_p – quvurning ekvivalent uzunligi, $l_p=1,1 \cdot l$, m;

l – quvur uzunligi, m;

d – quvurning ichki diametri, m;

v – havo oqimining tezligi, m/sek;

ρ_v - siqilgan havoning o'rtacha zichligi, kg/m^3 ;

Kon lahimlarining harorati taxminan bir xil bo'lganligi uchun siqilgan havoning tarmoqdagi zichligi ham o'zgarmaydi. Unda o'rtacha zichlik quyidagi ifoda bilan hisoblanadi:

$$\rho_v = \frac{P_y}{R \cdot T_y} = \frac{P_k + P_n}{R \cdot T_y} \quad (14.2)$$

Bu yerda: P_k ; P_n – mos ravishda tarmoqning boshlang'ich va oxirgi kesimlaridagi havo bosimi, Pa;

T_y – tarmoqdagi havoning o'rtacha harorati, $T_y=273+t^{\circ}\text{S}$;

R – havoning gaz doimiyligi, $R=287 \text{ Dj}/\text{kg}\cdot\text{K}$.

• Havo oqimining normal sharoitga keltirilgan tezligi – v (m/sek):

$$v = \frac{4 \cdot V_0}{60 \cdot \pi \cdot d^2} \cdot \frac{\rho_0}{\rho_v} \quad (14.3)$$

Bu yerda: V_0 – normal sharoitdagi havo sarfi, m^3/min ;

ρ_0 - normal sharoitda havo zichligi, $\rho_0=1,293 \text{ kg}/\text{m}^3$.

Yuqorida keltirilgan (14.1) va (14.3) tengliklardan:

$$\Delta P = \frac{\lambda \cdot l_p \cdot (\rho_0 \cdot V_0)^2}{450 \cdot \pi \cdot d^5 \cdot \rho_y^2}; \quad (14.4)$$

Bu tenglikdan quvur diametri:

$$d = \sqrt[5]{\frac{\lambda \cdot l_p \cdot (\rho_0 \cdot V_0)^2}{450 \cdot \pi \cdot \rho_y^2 \cdot \Delta P}}; \quad (14.5)$$

Amaliyotda havo quvuri chizma-analitik usul bilan hisoblanadi [20].

14.4. Havo uzatish tarmog'ining iqtisodiy samaradorligi

Havo uzatish tarmoqning iqtisodiy samaradorligi uning foydali ish koefitsienti bilan belgilanadi. Tarmoqning F.I.K. deganda uning iste'molchilarga ulangan kesimdagi energiyaga bo'lgan nisbati tushuniladi.

Havo uzatish tarmoqda havo holatini o'zgarishini izotermik deb qaralganda uning foydali ish koefitsienti:

- Sodda tarmoqning

$$\eta_T = (1 - K_y) \cdot \frac{\lg(P_2 - \Delta P)/P_1}{\lg P_2/P_1} \quad (14.6)$$

- Murakkab tarmoqning

$$\eta_T = \frac{\sum_{i=1}^n V_{n.i.} \cdot \lg \frac{P_2 - \Delta P_i}{P_1}}{V_K \cdot \lg \frac{P_2}{P_1}} \quad (14.7)$$

ifodalar bilan hisoblanadi.

Bu yerda: P_1 va P_2 – mos ravishda havoni kompressorga kirish va chiqishdagi bosimi.

ΔP_i - har bir uchastkadagi bosim yo'qotilishi.

Havo uzatish tarmog'ining foydali ish koefitsienti o'rtacha $\eta_T = 0,53-0,6$ ni tashkil etadi.

Adabiyotlar ro'yxati

1. Karimov I.A., "O'zbekiston XXI asr bo'sag'asida: xavfsizlikka tahdid, barqarorlik shartlari va taraqqiyot kafolatlari", Toshkent, O'zbekiston, 1999y.
2. Karimov I.A., "O'zbekiston iqtisodiy islohotlarini chuqurlashtirish yo'lida", Toshkent, O'zbekiston, 1995y.
3. Sagatov N.X., "Kon ishlari asoslari", Toshkent, TDTU, 2005 y.
4. Попов В.М., "Рудничные водоотливные установки", Москва, Недра, 1983 г.
5. Отчет научно-исследовательской работы. Хоз.договор №16/03, 2004 г.
6. Насосы. Каталог Ясногорского машино-строительного завода, Москва, 2010 г.
7. "Стационарные установки шахт", Под общей редакцией Братченко Б.Ф., Москва, Недра, 1977 г.
8. Центробежные вентиляторы. Каталог НПО, Донвентилятор, 2012 г.
9. Альтшуль А.Д., Животовский Л.С., Иванов Л.П., "Гидравлика и аэродинамика", Москва, Стройиздат, 1987 г.
10. Latipov K.Sh., "Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar", Toshkent, O'qituvchi, 1992 y.
11. Боярцкий В.А., Киров И.П., "Водоотливные и осушение на горных предприятиях", Москва, Высшая школа, 1980 г.
12. Sodiqov A., Boymirzaev B., "Konchilik mexanikasi", Toshkent, Iqbol-Ziyo, 2007 y.
13. Бабак Г.А., Бочаров К.П., Волохов А.Т. и др., "Шахтные вентиляторные установки главного проветривания", Москва, Недра, 1990 г.
14. Малашкина В.А., Малеев В.Б., "Ремонт и эксплуатация стационарного оборудования", Москва, Недра, 1990 г.
15. Картавый Н.Г., "Стационарные машины", Москва, Недра, 1981 г.
16. Гейер В.Г., Тимошенко Г.М., "Шахтные вентиляторные и водоотливные установки", Москва, Недра, 1987 г.

17. Shermatov Sh.M., "Suv chiqarish, ventilyator va pnevmatik qurilmalar" fanidan ma'ruzalar. 1-qism. Kon turbomashinalarining nazariy asoslari, Toshkent, TDTU, 1993.
18. Седов Л.И., "Методы подобия и размерности в механике", Москва, Недра, 1987 г.
19. Хаджиков Р.Н., Бутаков С.А., "Горная механика", Москва, Недра, 1982 г.
20. Тихонов Н.В., Лимитовский А.М., "Горная механика", Москва, Недра, 1978г.
21. Sodiqov A., Boymirzaev B.J., "Kon mexanikasi fanidan kurs loyihasini bajarish bo'yicha qo'llanma", Toshkent, TDTU, 2004 y.
22. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах, Москва, Недра, 1986 г.
23. Ковалевская В.И., Спивак В.А., Фальков В.С., "Эксплуатация шахтных вентиляторов", Москва, Недра, 1983 г.
24. Лобачев П.В., "Насосы и насосные станции", Москва, Стройиздат, 1990 г.
25. Единные правила безопасности при разработке рудных и нерудных месторождений подземным способом, Ташкент, 1996г.

Soʻz boshi	3
Kirish	4
I-qism. Gidravlik mashinalar va turbomashinalarning nazariy asoslari.....	7
1-bob. Suyuqlikni harakatlantiruvchi gidravlik mashinalar toʻgʻrisida umumiy maʼlumotlar	7
1.1. Suyuqlik energiyasi.....	7
1.2. Suyuqlikni harakatlantiruvchi gidravlik mashinalar va ularni tasnifi	11
1.3. Gidravlik mashinalarning asosiy elementlari va ishlash prinsipi.....	13
1.4. Suyuqlikni harakatga keltiruvchi gidravlik mashinalarning asosiy koʻrsatkichlari	18
2-bob. Turbomashinalarning nazariy asoslari	23
2.1. Turbomashina ish gʻildiragida suyuqlik oqimining harakati	23
2.2. Turbomashinalarning nazariy zoʻriqmasi	26
2.3. Turbomashinaning nazariy unumdorligi	31
2.4. Turbomashinaning nazariy zoʻriqma xarakteristikasi	32
2.5. Turbomashinalarda energiya isrofi va uning xarakteristikasi	38
2.6. Parrakli turbomashinaning shaxsiy (индивидуал) xarakteristikalari	46
3-bob. Parrakli turbomashinalarning oʻxshashlik asoslari.....	47
3.1. Oʻxshashlik shartlari	47
3.2. Oʻxshashlik tenglamalari	49
3.3. Parraklik turbomashinalarning solishtirma tezkorligi (удельная быстроходность)	51
3.4. Parrakli turbomashinalarning oʻlchamsiz yoki tipik xarakteristikalari ..	53
4-bob. Tashqi tarmoq va turbomashinaning tashqi tarmoq bilan birga ishlashi	56
4.1. Tashqi tarmoq va uning xarakteristikasi	56
4.2. Turbomashinaning tashqi tarmoq bilan birga ishlashi	62
4.3. Turbomashinalarni birgalikda ishlatish.....	66
II-qism. Konchilik korxonalari suv chiqarish qurilmalari.....	72
5-bob. Konchilik korxonalarida suv chiqarish ishini tashkil qilish va suv chiqarish qurilmalar.	72
5.1. Kon suvlari va ularning xossalari.....	72
5.2. Suv chiqarish qurilma turlari va ularning vazifalari.....	74
5.3. Suv chiqarish ishining tashkil qilishni texnologik sxemalari.....	80
5.4. Nasosxona, suv soʻrilish qudugʻi va suv toʻplagich.....	83
6-bob. Suv chiqarish qurilmalar va ularning jihozlari.....	86
6.1. Suv chiqarish qurilma jihozlari	86

6.2. Markazdan qochma nasoslar va ularning asosiy bo'laklari	87
6.3. Markazdan qochma nasoslar	95
6.4. Ko'p bosqichli markazdan qochma nasoslar	100
6.5. Suv chiqarish qurilma suv quvurlari va ularning tuzilishi	109
6.6. Suv chiqarish qurilma elektr yuritgichlar va avtomatlashtirish vositalari	117
7-bob. Suv chiqarish qurilma ishini tashkil qilish	122
7.1. Nasoslarning ishlatish xarakteristikasi	122
7.2. Suv chiqarish qurilma tashqi tarmog'ining xarakteristikasi	124
7.3. Suv chiqarish qurilma ishi ko'rsatkichlari	129
7.4. Suv chiqarish qurilma ishini rostlash (moslash)	131
7.5. Parrakli nasoslarda kavitatsiya	134
7.6. Nasos ish g'ildiragiga ta'sir qiluvchi kuch va uni muvozanatlash	138
7.7. Suv chiqarish qurilmalarining ekspluatatsiyasi	143
III-qism. Kon korxonalarining ventilyator qurilmalari	146
8-bob. Foydali qazilmalarni qazib olishda ventilyator qurilmaning ahamiyati	146
8.1. Kon havosi va uning tarkibi	146
8.2. Ventilyator qurilmalari. Ularning turlari, sxemalari va vazifalari	148
8.3. Ventilyator qurilmalariga qo'yiladigan talablar	153
9-bob. Konchilik korxonalari ventilyator qurilmalari	154
9.1. Ventilyator qurilmalarning asosiy va yordamchi uskunalari	154
9.2. Markazdan qochma ventilyatorlar	159
9.3. O'q chiziqli ventilyatorlar	166
9.4. Ventilyatorning aerodinamik xarakteristikalari	179
9.5. Ventilyator qurilma elektr yuritgichi va avtomatlashtirish vositalari ..	183
10-bob. Ventilyator qurilma ishini tashkil qilish	185
10.1. Tashqi tarmoq va uning xarakteristikasi	185
10.2. Ventilyator qurilma ish rejimi	187
10.3. Ventilyator qurilma ish rejimini moslash	190
10.4. Havo oqimi yo'nalishini o'zgartirish	194
10.5. Ventilyator qurilma ishini tashkil qilish	197
IV-qism. Konchilik korxonalari pnevmatik qurilmalari	198
11-bob. Pnevmatik qurilmalar to'g'risida umumiy ma'lumotlar	198
11.1. Pnevmatik qurilma turlari va ularning konchilik korxonalaridagi o'rni	198
11.2. Pnevmatik qurilmalar	199
11.3. Kompessorlar va ularning tasnifi	200
11.4. Kompessor ishining belgilovchi asosiy ko'rsatkichlar	201

12-bob. Kompessor ishining nazariy asoslari	202
12.1. Havoni siqishda energiya almashuvining asosiy tenglamalari.....	202
12.2. Porshenli kompressorlarning haqiqiy ish jarayoni	207
12.3. Bir bosqichli porshenli kompressorning havoni siqish darajasi	211
12.4. Porshenli kompressorda havoni ko‘r bosqichli siqish.....	213
12.5. Kompessor unumdorligi	216
12.6. Kompessor unumdorligini moslash	217
12.7. Kompressordagi havo sovitish	219
12.8. Kompessor elektr yuritgichi quvvati.....	220
13 – bob. Kompessor stansiyalari.....	221
13.1. Umumiy tushunchalar	221
13.2. Porshenli kompressorlar.....	224
13.3. Turbokompressorlar. Ularning ishlash prinsipi va umumiy tuzilishi	228
13.4. Pnevmatik uskunalarning yordamchi uskunalari	232
13.5. Pnevmatik qurilmaning sovitish sistemasi	236
13.6. Kompessor qurilmaning sovitish tizimi	237
14-bob. Pnevmatik qurilmalarning havo uzatish tarmog‘i.....	238
14.1. Havo uzatish tarmog‘ining umumiy tuzilishi.....	238
14.2. Havo uzatish tarmog‘ining pnevmatik qurilma ishiga ta’siri.....	240
14.3. Havo uzatish tarmog‘ini hisoblash.....	240
14.4. Havo uzatish tarmog‘ining iqtisodiy samaradorligi.....	242
Adabiyotlar ro‘yxati	243

UO`K: 145(37+6)10.15.5
KBK 81.(5O`zb)2
M 57

Sadikov Abdurauf, Baratov Baxtiyor

TURG'UN MASHINALAR

«NAVRO'Z» nashriyoti. Litsenziya № AI.170
Qog'oz bichimi 60x84/16. Shartli b. t. 12.
Nashriyot manzili: Toshkent, .A.Temur ko'chasi, 19 -uy.

«Munis design group» MCHJ bosmaxonasida chop etilgan.
Bosishga ruxsat etildi 25.04.2015. Buyurtma № 2048065
Qog'oz bichimi 60x84^{1/16}. Times garniturası.
Shartli b. t.- 15,5. Adadi 200 nusxada.
100170, Toshkent sh., Do'rmon yo'li, 25-uy.

ISBN 978-9943-381-87-2

