

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM
VAZIRLIGI
SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI
FIZIKA FAKULTETI
«QATTIQ JISMLAR FIZIKASI» KAFEDRASI

REFERAT

VAKUUM NASOSLARI

Bajardi: 206-guruh talabasi Abdualimov O'.

Qabul qildi: Axrorov S.Q.

SAMARQAND – 2015

MUNDARIJA

	bet
1. Vakuum haqida tushuncha.....	2
2. Vakuum nasoslarining tasnifi va ularning asosiy ko'rsatkichlari....	4
3. Moy bilan tig'izlanadigan mexanik vakuum nasoslari.....	6
4. Ikki rotorli vakuum nasoslari.....	8
5. Ejektorli nasoslar.....	9
6. Molekulyar nasoslar.....	10
7. Bug'-oqimli yuqori vakuum nasoslari.....	11
8. Adsorbsion nasoslar.....	13
9. Titanni termik bug'lantiruvchi nasoslar.....	14
10. Elektrozaryadli magnitli nasoslar.....	16
11. Kondensasion (kriogen) nasoslar.....	18
12. Foydalanilganadabiyotlarro'yxati.....	19

1. Vakuum haqida tushuncha

Vakuum-deganda, biror chegaralangan hajmdagi qoldiq gazlar bosimi, atmosfera bosimidan bir necha marotaba kichik bo'lgan, ya'ni siyraklashtirilgan gazga aytiladi. Vakuum laboratoriyalarida siyraklashgan gazlarning, truboprovod orqali oqimi va ularning ko'chish hodisasi, hamda gazlarning ionlanish jarayonlari o'rganiladi. Vakuum tizilmasidagi qoldiq gazlar bosimining asosiy birliklari: *Pa* (Paskal), *Torr* yoki *mm. sim. ust*, *atm.*, *bar*, va hakazolar. Ular o'rtasidagi bog'lanish 1-jadvalda keltirilgan. *Torr* va *mkbar* birliklar sistemasiga kirmaydi, lekin vakuum tixnikasida juda ko'p qo'llaniladi.

$1\text{Torr}=133\text{ Pa}=1,33\cdot 10^3\text{mkbar}$. Shartli ravishda, vakuumni qo'ydagilarga bo'lish mumkin: past, o'rta, yuqori va o'tayuqori.

Vakuum darajasini, havosi so'rib olingan ishchi hajmning chiziqli o'lchami d bilan, gaz molekulalarining erkin yugurish yo'li λ lar orasidagi munosibat xarakterlaydi. Vakuum darajasining qoldiq gazlar bosimi birliklari bilan bog'lanishi 2-jadvalda berilgan. Gaz molekulalarining erkin yugurish yo'li λ gaz bosimiga teskari proporsional, ya'ni $\lambda \approx \frac{1}{P}$. Bu bog'lanish esa 3-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Bosim birliklarining o'zaro bog'lanishi.

Bosim birliklari	$Pa=N/m^2$	$Torr=mm.sim.us$ t	$Din/sm^2=$ $mkbar$	Bar	$Atm.$
$Pa=N/m^2$	1	$750\cdot 10^{-5}$	10	10^{-5}	$0,987\cdot 10^{-5}$
$Torr=mm$ $.sim.ust$	$1,333\cdot 10^2$	1	$1,333\cdot 10^3$	$1,333\cdot 10^3$	$1,316\cdot 10^{-2}$
$Din/sm^2=$ $mkbar$	10^{-1}	$750\cdot 10^{-6}$	1	10^6	$0,987\cdot 10^{-6}$
Bar	10^5	750	10^6	1	0,987
$Atm.$	$1,013\cdot 10^5$	760	$1,013\cdot 10^6$	1,013	1

2-jadval. Vakuum darajalarining gaz bosim birliklari bilan bog'lanishi.

Bosim chegaralari	Vakuum darajasi va λ , d larning bog'lanishi			
	$\lambda \ll d$ past	$\lambda = d$ o'rta	$\lambda \geq d$ yuqori	$\lambda \gg d$ o'tayuqori
$Pa = N/m^2$	>100	$100 \div 10^{-1}$	$10 \div 10^{-5}$	$<10^{-5}$
$Torr = mm.sim.ust$	>1	$1 \div 10^{-3}$	$10^{-3} \div 10^{-7}$	$<10^{-7}$

3-jadval. Molekulalar erkin yugurish yo'li λ ning bosim P ga bog'liqligi.

P, Pa	1,0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}
λ, m	10^{-3}	$7 \cdot 10^{-2}$	$7 \cdot 10^{-4}$	7	$7 \cdot 10^1$

O'ta yuqori vakuumda berilgan jarayon uchun yetarli vaqt mobaynida, oldindan adsorbtsiyalangan gazlardan tozalangan sirtning xossalarida juz'iy o'zgarishlar yuz bermaydi. Ko'pincha o'ta yuqori vakuum tushunchasi λ/d nisbatning kattaligi bilan emas, balki qattiq jism sirtida gazning monomolekulyar qatlami hosil bo'lishi uchun ketadigan vaqt τ bilan aniqlanadi.. Bu vaqt gazning bosimiga teskari proporsional. $P \approx 10^{-6} mm.sim.ust.$ bo'lganda, $\tau \approx 1$ s. Boshqa bosimlarda u $\tau \approx 10^{-6} / P$ formula yordamida aniqlanishi mumkin. Sirt bilan to'qnashayotgan gazning har bir molekulasini sirtida qolsa, ya'ni egallab olish ko'effitsiyenti 1 ga teng bo'lgandagina bu formula o'rinlidir. Ko'pchilik hollarda, egallab olish ko'effitsiyenti 1 dan kichik va τ shunga mos ravishda oshadi.

Shuni qayd qilish lozimki, maydonning kvant nazariyasida fizikaviy vakuum tushunchasi qo'llaniladi. Fizikaviy vakuum kvantlangan maydonning biron bir real zarrachalar yo'qligi bilan xarakterlanadigan eng quyi holatidir.

2. Vakuum nasoslarining tasnifi va ularning asosiy ko'rsatkichlari

Ishlash tarziga ko'ra vakuum nasoslarini quyidagicha tasniflash mumkin.

1. Ishchi kamerasining hajmi davriy o'zgarishi evaziga so'rib olish jarayoni amalga oshadigan, hajmiy harakatlanuvchi nasoslar (aylanma nasoslar, porshenli nasoslar).
2. Ishchi suyuqlik yoki bug' oqimi gazni egallab olishi evaziga so'rib olish jarayoni amalga oshadigan ejektorli nasoslar (suv oqimli nasoslar, bug' ejektorli nasoslar).
3. Gaz molekulalariga ma'lum yo'nalish bo'yicha qo'shimcha tezlik uzatilishi hisobiga so'rib olish jarayoni amalga oshadigan nasoslar. Bu tur nasoslar oqimli va molekulyar nasoslarga ajratiladi. Oqimli nasoslarda so'rib olinayotgan gaz molekulalariga yo'naltirilgan qo'shimcha tezlik uzliksiz otilib chiqayotgan bug' yoki gaz oqimi bilan uzatilsa, molekulyar nasoslarda gaz molekulalariga qo'shimcha tezlik harakatlanayotgan qattiq jism sirti orqali uzatiladi.
4. Ionlashgan gazning elektr maydondagi harakati evaziga so'rib olish jarayoni amalga oshadigan ion nasoslari.
5. Bir qator materiallarning gaz va bug'larni yutish qobiliyatiga egaligi evaziga so'rib olish jarayoni amalga oshadigan nasoslar (getterli nasoslar, sorbsion nasoslar, ba'zida ularni adsorbsion nasoslar deb ham atashadi).
6. Past haroratlarda so'rib olinayotgan gaz va bug'larning kondensasiyalanishi hisobiga so'rib olish jarayoni amalga oshadigan kriogen nasoslar.

Biron bir maqsad uchun vakuum nasosi tanlanganda, odatda quyidagi asosiy ko'rsatkichlar hisobga olinadi: boshlang'ich bosim, maksimal chiqarib yuborish bosimi, chegaraviy bosim, so'rib olish tezligi, unumdorlik, vakuum-faktor.

Boshlang'ich bosim P_{bosh} -nasos ishlay boshlaydigan bosim bo'lib, bu ko'rsatkich bo'yicha barcha nasoslarni ikkita katta guruhga ajratish mumkin.

a) atmosfera bosimli hajmdan bug' va gazlarni so'rib oluvchi nasoslar. Ularga mexanik, bug' ejektorli, suv oqimli, sorbsion va ularga o'xshash nasoslar kiradi.

b) Ishlashi uchun butun vakuum tizilmasida, gazning dastlabki siyraklantirilishini talab qiladigan nasoslar, bular bug' oqimli, molekulyar va boshqa nasoslardir. Odatda bu nasoslar uchun dastlabki siyraklashtirish, boshlang'ich bosimi atmosfera bosimiga teng bo'lgan birinchi guruh nasoslari bilan yaratiladi.

Maksimal chiqarib yuborish bosimi P_{max} -nasosning chiqarib yuborish tomonidagi bosim bo'lib, undan katta bosimda nasos o'z ishini to'xtatadi. Mexanik nasoslar uchun, bu bosim atmosfera bosimidan bir oz yuqori, bug' oqimli nasoslar uchun esa, u taxminan nasos ishlay boshlaydigan boshlang'ich bosimga teng.

Chegaraviy (qoldiq) bosim P_{qol} -nasosning kirishi berk bo'lganda, nasos erishadigan bosim.

So'rib olish tezligi S_n -ma'lum kirish bosimida, birlik vaqtda, nasosning kirish kesimidan o'tayotgan gaz hajmi bilan aniqlanadi. U doimiy kattalik emas va odatda kirish bosimi pasayishi bilan kamayadi. Ammo, ma'lum bosimlar oralig'ida o'zgarmay qolishi mumkin. Nasosning so'rib olish tezligi kam o'zgaradigan bosimlar oralig'i qanchalik katta bo'lsa, nasosning sifati shunchalik yaxshi hisoblanadi. Nasos chegaraviy bosimga erishganda, so'rib olish tezligi nolga teng bo'ladi.

Nasosning unumdorligi Q_n - ma'lum kirish bosimida, birlik vaqtda nasos orqali chiqarib yuborilayotgan, PV -birlikdagi gaz miqdori bilan aniqlanadi. Nasosning unumdorligi ham, xuddi so'rib olish tezligi kabi, kirish bosimiga bog'liq va chegaraviy bosimga erishilganda nolga teng. Nasosning unumdorligi va so'rib olish tezligi quyidagi munosabat bilan bog'langan.

$$S_N = \frac{Q_N}{P_N} \quad (1.1)$$

Bu yerda P_N -nasosning kirishidagi bosim.

Vakuum-faktor X_0 -nasosni amaldagi so'rib olish tezligining S_n , mumkin bo'lgan maksimal nazariy so'rib olish tezligiga S_{naz} nisbati bilan aniqlanadi.

$$X_0 = \frac{S_n}{S_{naz}} \quad (1.2)$$

X_0 koeffitsiyent, nasosning amaldagi so'rib olish tezligi chegaraviy nazariy qiymatidan qancha farq qilishini baholashga imkon beradi.

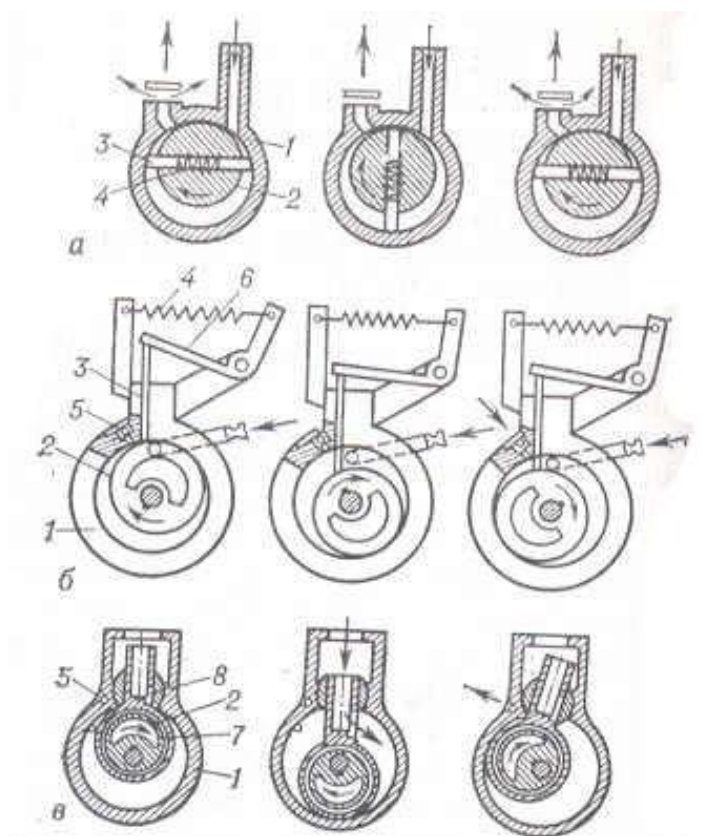
Bundan tashqari nasoslar tanlanganda, bir qator iqtisodiy omillar- elektroenergiya sarfi, suv yoki bug' sarfi, xladagent sarfi va shu kabilar ham hisobga olinishi lozim.

3. Moy bilan tig'izlanadigan mexanik vakuum nasoslari

Bu nasoslar hajmiy ishlaydigan nasoslar turiga kirib, ishchi kamerasining hajmi davriy o'zgarishi evaziga ishlaydi. Mexanik vakuum nasoslarining ish tarsi porshenli va aylanma bo'lishi mumkin. Porshenli vakuum nasoslari yarim o'tkazgichli asboblarni ishlab chiqarish sanoatida qo'llanilmaydi. Moy bilan tig'izlanadigan aylanma vakuum nasoslari, plastina-rotorli, plastina-statorli va plunjerli bo'lishi mumkin. Mexanik vakuum nasoslarining ishlash tarzini 1-rasmda keltirilgan umumiy chizmalardan tushunish mumkin. Zararli fazo va nasosning ishqalanadigan qismlari orasidagi, uncha katta bo'lmagan tirqishlar moy bilan to'lgandagina past chegraviy bosimga erishish mumkin.

Nasoslarda qo'llaniladigan moylar ma'lum qovushqoqlikka ega bo'lishi kerak. Nasosni yurgizib yuborishni mushkullashtirmaslik uchun, xona haroratidan uncha katta bo'lmagan qovushqoqlikka ega bo'lishi va boshqa tarafdin, nasosning 60-70 °C tartibidagi ishchi haroratlarida, tirqishlardagi moyli tig'izlanish butunligi buzilmasligi uchun, moy yetarli darajada qovushqoqlikni saqlashi lozim. Bundan tashqari, ish jarayonida, moy oksidlanmasligi kerak. Moy past bug' elastikligiga ega bo'lishi ham juda muhim. Moy bilan tig'izlanadigan mexanik vakuum nasoslari bilan nam gazlar so'rib olinayotganda, moyning namlanishi yuz beradi. Bunda moy asta sekin suv-moy emulsiyasiga aylanadi va nasosning chegaraviy

bosimi ortadi. Shuning uchun, moy bilan tig'izlanadigan mexanik vakuum nasoslari, odatda, gazoballast qurilmasi bilan jihozlanadi. Bu qurilma yordamida nasosning siqish kamerasiga ballast gaz (atmosfera havosi) kiritilib, siqilishda bug'larning kondensatsiyalanishiga yo'l qo'yilmaydi.



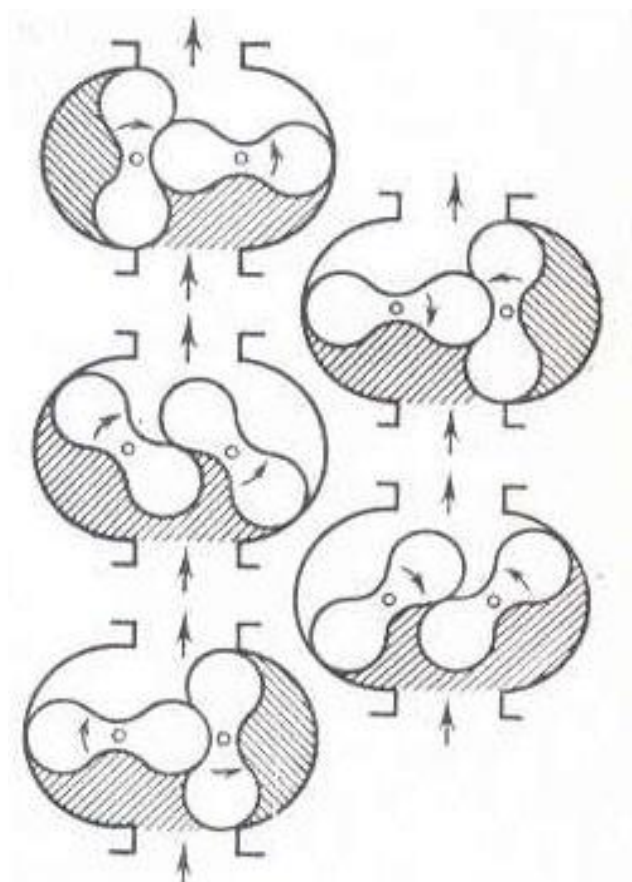
1-rasm. Moy bilan tig'izlanadigan aylanma vakuum nasoslari: a- plastina-rotorli; b-plastina-statorli; v-plunjerli; 1-stator, 2-rotor; 3-ajratuvchi plastina; 4-purjina; 5-kirituvchi klapan; 6-richak (yelka); 7-plunjer; 8-zolotnik.

Chegaraviy bosimni pasaytirish maqsadida, mexanik vakuum nasoslari ikki bosqichli qilinadi. Bunda, bosqichlardan biri, boshqasi uchun dastlabki siyraklashtirish nasosi vazifasini o'taydi.

Mexanik, birbosqichli,
 moybilantig'izlanadiganvakuumnasoslarisekundigabirnechalitrdan 500
 l/sgachaso'ribolishtezligigava50 mkmsim. ust. tartibidagichegaraviybosimgaega.

4.Ikkirotorlivakuumnasoslari

Bunasoslar $(1 \div 10^{-3})$ mm. sim. ust.
 bosimlarioralig'idakattaso'ribolishtezligigaega. Ikkirotorlinasosningishlashtarzini
 2- rasmda keltirilgan umumiy sxemadan tushunib olish mumkin.



2-rasm. Ikki rotorli (Ruts nasosi) nasosning ishlash tarzi.

Rotorlar sinxron aylanganda, rotor bilan nasos korpusi oralig'idagi gaz hajmi, so'rib olinayotgan hajmdan davriy uziladi va nasosning chiqishiga ulanadi. Katta unumdorlikka erishish uchun rotorlar 2000-3000 *ayl/min* tezlikda aylantiriladi.

Rotorlar oralig'ida, hamda, har bir rotor bilan korpusning ichki sirti oralig'ida, moy bilan to'lmagan tirqishlar bo'ladi. Bu tirqishlarning kengligi, odatda, 0,2-0,5 mm ni tashkil etib, faqat past bosimlardagina gazlarning teskari

oqishiga katta qarshilik ko'rsata oladi. Katta bosimlarda esa, bunday tirqishlar so'rib olish va chiqarib yuborish bo'shliqlarini ishonchli tarzda ajratib turishni ta'minlay olmaydi. Shu boisdan, nasosda dastlabki siyraklashtirish zaruriyati borligi tushunarlidir.

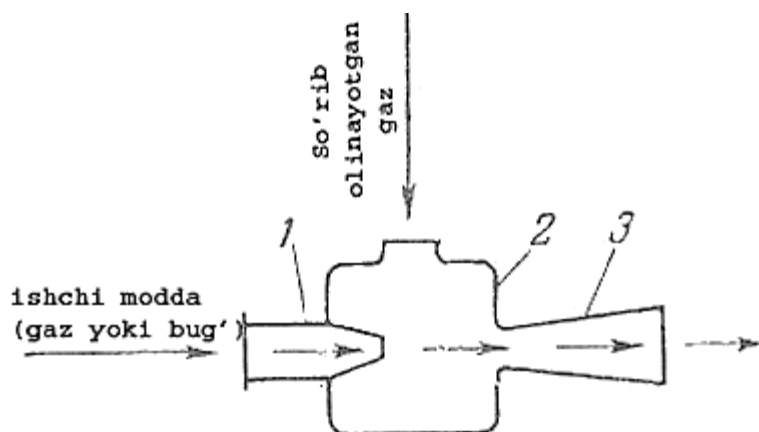
Ikki rotorli nasoslarni, ko'p miqdorda gaz ajralishi yuz beradigan, markazlashgan forvakuum tizilmalarida va gazlashtirish, hamda detallarni quritish qurilmalarining ishchi hajmlarini so'rib olishda qo'llash maqsadga muvofiqdir. Bu nasoslar bilan $(3\div 4) \cdot 10^{-4} \text{ mm. sim. ust.}$ tartibidagi chegaraviy bosimga erishish mumkin.

5. Ejektorli nasoslar

Ejektorli nasoslarning ishlash tarzi quyidagicha. Yuqori bosimga ega bo'lgan ishchi modda (gaz yoki bug') soploga 1 keladi (3-rasm.), bu yerda oqim bosimining potentsial energiyasi, kinetik energiyaga aylanadi. Katta tezlik olgan va past statik bosimga ega bo'lgan bug' yoki gaz oqimi, soplodan chiqib, aralashish kamerasiga 2 keladi. Aralashish kamerasida, sirtiy ishqalanish evaziga so'rib olinayotgan gaz, ishchi modda bilan jadal tarzda aralashadi. Bir oz kichik, ammo hali ancha tezlikka ega bo'lgan bu aralashma diffuzorga kiradi. Bu yerda oqimning kinetik energiyasi, bosimning potentsial energiyasiga o'tishi hisobiga, aralashma siqiladi.

Aralashish kamerasini tark etayotgan aralashma o'rniga, gazning yana yangi miqdori kelib, o'z navbatida u ham ishchi modda bilan aralashadi. Diffuzordan chiqishda, aralashmaning bosimi, soplone kirishidagi ishchi modda bosimidan past, ammo aralashish kamerasidagi so'rib olinayotgan gaz bosimidan ancha yuqori. Ejektorli nasoslar atmosfera bosimidan to $1 \cdot 10^{-2} \text{ mm. sim. ust}$ bosimlari ko'lamida ishlaydi va vakuum tizilmalarida mustaqil nasos sifatida qo'llanilishi mumkin.

Ejektorli nasoslarning suv oqimli nasos, bug' ejektorli nasos kabi turlari bor.



3-rasm. Ejektorli soplo

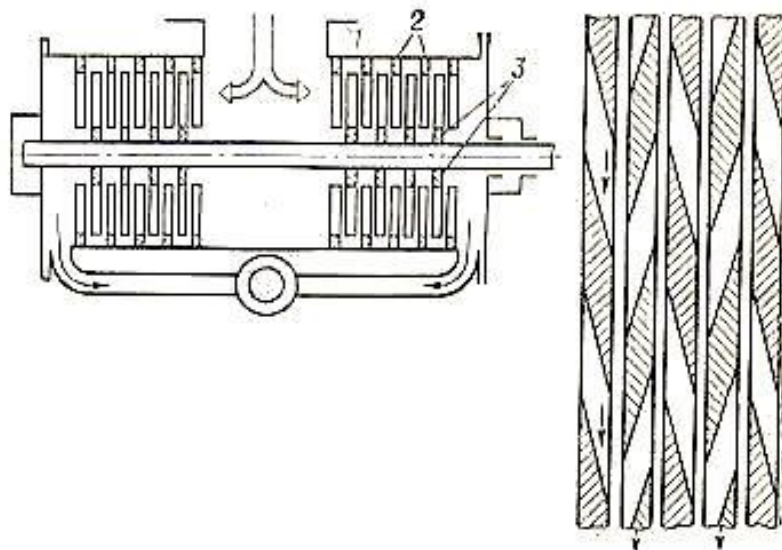
6.Molekulyarnasoslar

Molekulyarnasoslarnigishlashtarzi,
 siyraklashtirilgangazmolekulalarigatezharakatlanayotgansirtorqali,
 yo'naltirilgantezlikuzatishgaasoslangan.
 Molekulyarnasosta'minlaydiganbosimlarfarqi,
 so'ribolinayotgangazoqimibilantutashuvchi,
 harakatlanayotgansirttezligigavauzunligigaproportsionaldir.
 Bubosimlarfarqiso'ribolinayotgangazningmolekulyarog'irligigahambog'liq.
 Yuqoridaqaydqilinganlarningbarchasi, nasosda,
 faqatgazoqiminingmolekulyarmaromibo'lgandaginao'rinli,
 ya'nimolekulyarnasoslaruchunishsohasi $(10^{-2}-10^{-9})$ mm. sim. ust.
 tartibidagivaundanpastbosimlardir. 4-
 rasmdaBekkertaklifetganturbomolekulyarnasosningsxemasikeltirilgan.

Bunasos, harakatlanayotganqismlariorasidagitirqishlari,
 yetarlidarajadakattabo'lgan, o'qli, ko'pbosqichlikompressornieslatadi. Korpusda 1
 qo'zg'almasdisklar 2, rotorvalidaesadisklar 3 mahkamlangan.

Qo'zg'almasvaharakatlanuvchidisklarorasidagitirqishlar, taxminan
 1mmgateng. Rotorvastatordisklaridaqiyo'yiqclarbo'lib, rotortezaylanganda,
 ulardagazmolekulalari, asosanrotormarkazidan,
 rotorqirralaribo'yichaqo'shimchatezlikoladi.

Rotorning diametri 170 mm va uning aylanish tezligi 16000 *ayl/min* bo'lganda, ($10^{-2} \div 10^{-8}$) *mm. sim. ust.* bosimlar oralig'ida, nasosning havo bo'yicha so'rib olish tezligi taxminan 140 l/s ni tashkil etadi.



4-rasm. Turbomolekulyar nasosning sxemasi.

Nasosning qoldiq bosimi $5 \cdot 10^{-10}$ *mm. sim. ust.* Shuni qayd qilish lozimki, nasosdagi qoldiq gaz, vodoroddan iborat bo'lib, bu gaz asosan, po'lat devorlar orqali diffuziylanadi yoki ulardan desorbtsiylanadi.

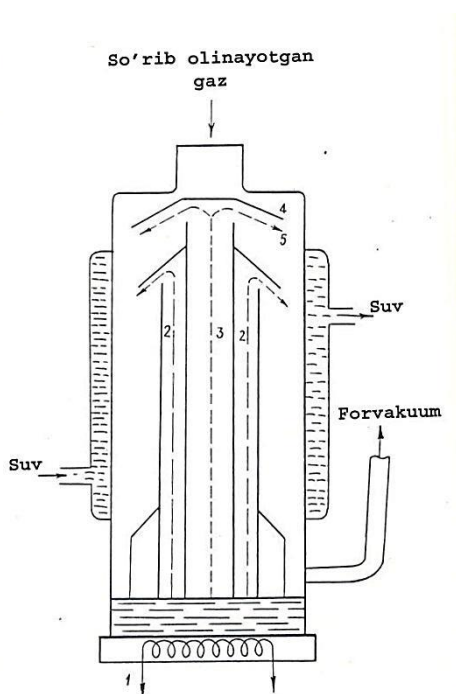
7. Bug' oqimli yuqori vakuum nasoslari

Bug' oqimli yuqori vakuum nasoslarining ishlash tarzi quyidagicha: nasosning soplosidan uchib chiqayotgan ishchi suyuqlikning bug' oqimidagi bilan hajmdagi so'rib olinayotgan gazlar parsial bosimlarining farqi hisobiga, gazlarning bug' oqimiga diffuziylanishi yuz beradi. Shuning uchun, bu nasoslarni ko'pincha diffuzion nasoslar deb atashadi. Oqimning ta'sir qilish sohasiga tushgan, so'rib olinayotgan gaz molekulalariga, oqim harakati yo'nalishi bo'yicha qo'shimcha tezlik uzatiladi. (5-rasm)

Bug' oqimli diffuzion nasos quyidagicha ishlaydi. Ishchi suyuqlikni qaynatish uchun tashqi yoki ichki qizdirgichlardan foydalaniladi. Ishchi suyuqlik qaynashi natijasida, hosil bo'lgan bug' bug'uzatgich bo'ylab nasosning soplolariga uzatiladi va tovush tezligidan ham yuqori tezlikda soplolardan otilib chiqadi. Bug' oqimi nasos korpusining sovuq devoriga tekkanda kondensatsiyalanadi va kondensat qaynatgichga oqib tushadi. Bug' oqimli nasosning chiqishiga, dastlabki siyraklantirish nasosi ulanadi va bu nasos kondensatdan ajralgan gazni so'rib olib, bug' oqimining butunligini ta'minlaydi.

Bug' oqimli diffuzion nasoslarda ishchi suyuqlik sifatida maxsus moylar va kam hollarda simob qo'llaniladi. Simob, moylardan farqli, atmosfera bilan qisqa tutashganda termoturg'undir va qizib ketganda ham buzilmaydi. Hona haroratida simobning to'yingan bug' bosimi ($1 \cdot 10^{-3}$) mm. sim. ust. tashkil etganligi sababli, nasosdan so'rib olinayotgan hajmga o'tayotgan simob bug'larini tutib qolish uchun, sovuq tuzoqlar qo'llash lozim.

Ammo, simob bug'lari inson uchun zaharli bo'lganligi uchun, bug' simobli nasoslarning afzalliklariga qaramay, ular faqat maxsus hollardagina



qo'llaniladi.

5-rasm. Yuqori vakuumli bug' oqimli diffuzion nasosning sxemasi
1-qizdirgich, 2-3-koaksial quvurlar, 4-5-konus naylor (soplo)

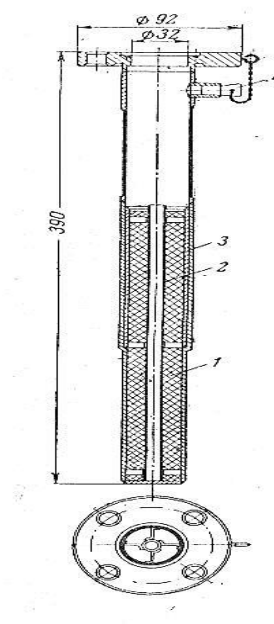
Bug' oqimli nasoslarda ishchi suyuqlik sifatida, ko'pincha neft moylari va kremniy organik suyuqliklar qo'llaniladi. Qo'llaniladigan ko'pchilik moylarning bug'lari, simob bug'laridan farqli inson sog'lig'i uchun zararsizdir.

8. Adsorbsion nasoslar

Adsorbsion nasoslarning ishlash tarzi, oldindan gazzizlantirilgan qattiq kovak jismlarning asosan, fizikaviy adsorbtsiya hisobiga gaz va bug'larni yutish qobiliyatiga ega ekanligiga asoslangan.

Adsorbsion nasoslar moysiz so'rib olish tuzilmalarida, dastlabki siyraklashtirish uchun ham, berk hajmlarda yetarli darajada past bosimlar olish va uni tutib turishda ham qo'llaniladi. Yutuvchi materiallar sifatida (adsorbentlar) silikagellar, alyumogellar, faollashtirilgan pista ko'mir va turli tabiiy hamda sun'iy seolitlar qo'llaniladi. 6-rasmda adsorbsion nasosning chizmasi keltirilgan.

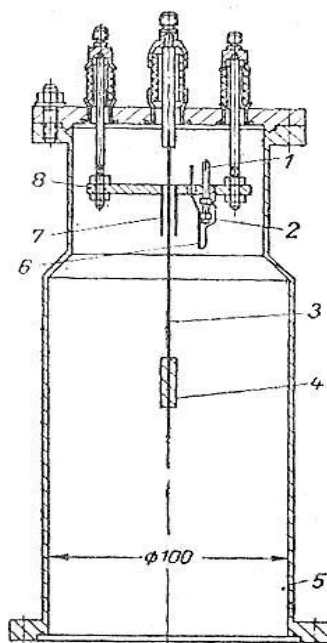
Silindrik korpus zanglamas po'latdan tayyorlangan. Silindrik korpus 3 ichida, ilma-teshikli trubka 2 o'rnatilgan. Korpus bilan trubka orasidagi xalqa simon fazo seolit bilan to'ldirilgan. Adsorbentni (seolitni) sovitish uchun, nasosning pastki tomonidan suyuq azotli D'yuar idishi kiydiriladi.



6-rasm. Adsorbsion nasos. 1-seolit, 2-ilma-teshikli trubka, 3-korpus, 4-klapan.

Nasosning yuqori qismida klapan 4 ko'zda tutilgan bo'lib, klapan nasosni qizdirish paytida bosim ortganda, nasosni buzilishdan asraydi.

Adsorbsion nasoslarni qo'llashning a'zi noo'ng'ayliklari: suyuq azot qo'yib turish, davriy qayta tiklash va ishlab ketishi uchun ancha vaqti talab qilinshidir.



7-rasm «Orbitron» tipli nasosning sxemasi.

9. Titanni termik bug'lantiruvchi nasoslar

Vakuum texnikasida, ishlash tarzi bug'latilayotgan metall gazlarni yutishiga asoslangan, o'ta yuqori vakuum nasoslari keng tarqalgan. O'ziga xos tuzilishiga qarab, bu turdagi nasoslar getter, sorbsion yoki bug'latgichli nasoslar deb ataladi. Getter nasoslarida, gaz yutgich sifatida ko'pincha titan, ba'zida esa boshqa metallar (bariy, xrom) ham qo'llanilishi mumkin. Titan xona haroratida, vakuum tizilmasidagi inert gazlar va uglevodoroddan tashqari, barcha gazlar bilan, amalda turg'un, qattiq birikmalar yoki qattiq eritmalar hosil qiladi.

Gaz yutgich, berk hajmda bug'langanda, hajm devorlarida yangi faol qatlam hosil bo'ladi va uning sirtida fizikaviy adsorbtsiya, xemosorbtsiya hamda kimyoviy reaksiyalar va gazning qattiq fazada erishi natijasida gazning yutilishi yuz beradi.

So'rib olinayotgan gazlarning molekulari (atomlari) elektr razryadi yoki elektronlar oqimi bilan uyg'otilganda yoki ionlashtirilganda, faol qatlamlarning gazlarni yutishi yanada samaraliroq kechadi. Boshqa tarafdin, ionlashtirish jarayoni inert gazlarni ham «bog'lab» qo'yish imkonini beradi. «Orbitron» tipli titanni termik bug'latadigan getterli-ion nasosining ishlash tarzini ko'rib chiqamiz.(7-rasm.)

Korpus 5 ichida titanli silindr 4 bo'lib, uning ichiga elektrod (anod) 3 joylashtirilgan. Elektrodning 3 ustki qismi, trubka 7 bilan himoya qilingan. Plastinada 8 keramik sterjen 7 qotirilgan bo'lib, unda diametri 0,15 mm bo'lgan, volfram simdan tayyorlangan, katod 2 o'rnatilgan. Nasosning korpusi yerga ulangan, markaziy elektrodga esa 5 kV gacha musbat potensial beriladi. Plastina va ekranlovchi trubka 7 katod potensialida bo'ladi. Katodning va tantalli tok kiritgichning 6 joylashuvlari va shakllari shunday tanlanganki, elektr maydoni o'q bo'ylab yo'nalgan va radial simmetriyasi buzilgan. Bundan tashqari, katodga nasos korpusiga nisbatan musbat siljish potentsiali beriladi. Natijada katoddan emissiyalanayotgan elektronlar o'qli, radial va tangensial tashkil etuvchilarga ega tezlik bilan harakatlanadi. Elektr maydoni nosimmetrik bo'lganligi va elektronlar tezliklarining vektorlari elektr maydonining kuch chiziqlari bilan qandaydir burchak hosil qilganligi sababli, elektronlar harakatining yo'nalishi to'xtovsiz o'zgaradi va kichik ko'ndalang kesimga ega bo'lgan, markazdagi elektrodga elektronlarning borib tushishi murakkablashadi.

Katodda musbat siljish borligi tufayli, elektronlarning korpusga kelishini hisobga olmasa ham bo'ladi. Natijada elektronlar orbitalar bo'yicha, yetarli darajada uzoq vaqt harakatlanib, katta masofani bosib o'tadilar va shu sababli, gaz ionlashuvining ehtimoliyati keskin ortadi. Trayektoriyasi markaziy elektrod 3 yaqinidan o'tayotgan elektronlarning bir qismi, titanli silindrga uriladi va uni 1160 °Charoratgacha qizdiradi. Bunda titanning sublimasiyasi yuz berib, nasosning ichki devorlari titan bilan changlanadi. «Orbitron» tipli nasos orqali faol gazlarning so'rib olinishi, nasos korpusining ichki sirtiga uzluksiz changitilayotgan titan

qatlami evaziga bo'ladi. «Orbitron» tipli nasos yordamida olinadigan chegaraviy bosim ($5 \cdot 10^{-10}$) *mm. sim. ust.* va undan ham past bo'lishi mumkin.

Yuqorida keltirilgan nasoslar ($10^{-3} \div 10^{-4}$) *mm. sim. ust.* bosimidan ishlay boshlaydi.

Ishchi suyuqlik bug'lari bilan vakuum tizilmasi ifloslanib qolmasligi uchun, ($10^{-3} \div 10^{-4}$) *mm. sim. ust.* gacha bo'lgan dastlabki bosim hosil qilishda adsorbsion nasoslardan foydalaniladi. Bug'latgichli-ion nasoslarining kamchiliklariga elektr ta'minlash tizilmasining bir oz murakkabligini, titanni changlatish tezligining o'z o'zidan rostlanmasligini va tizilmada issiq katod borligini kiritish mumkin.

10. Elektrozaryadli magnitli nasoslar

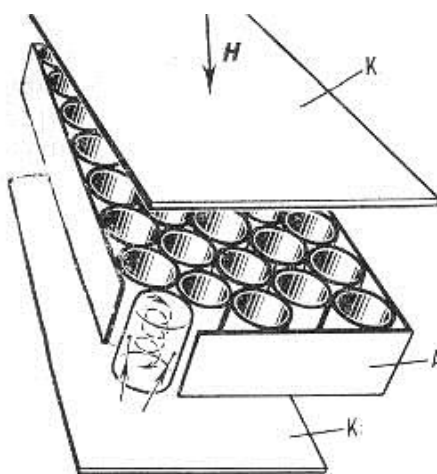
Elektr razryadli magnitli nasoslarda faol qatlamlar olish uchun, titanni termik bug'lantiradigan nasoslardan farqli, katodning changishi hodisasidan foydalaniladi. 8-rasmda oddiy (diod) nasosida elektrodning joylashish sxemasi keltirilgan.

Faol metallardan tayyorlangan ikki katodlar orasiga ramkali anod o'rnatilgan bo'lib, unga bir necha kilovolt tartibidagi musbat potensial beriladi.

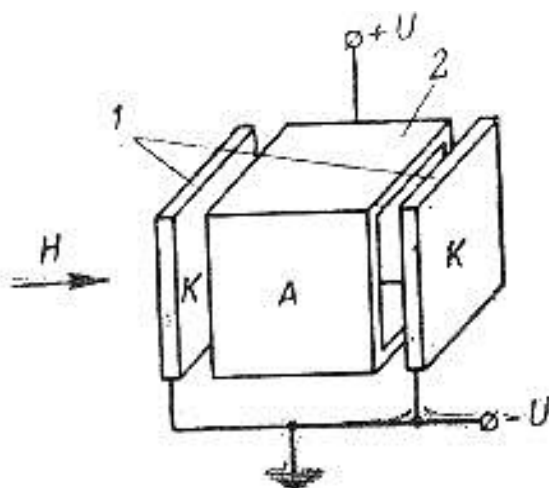
Elektrod tizilmasi, kuchlanganligi N bo'lgan magnit maydonida joylashgan. Magnit maydoni kuchlanganligi va elektrodlar geometriyasining ma'lum o'zaro uyg'unligida, elektrodlar orasida sovuq razryad yuzaga keladi. Elektronlar, razryad oralig'ida tebranadi va ancha vaqt mobaynida anodga kelib tushmaydi. Natijada qoldiq gazlarning elektronlar bilan ionlashish ehtimoliyati ortadi. Razryadda hosil bo'lgan musbat ionlar katodni bombardimon qilib, katod materialini jadal changitadi va anod changlanadi.

Elektrozaryadli nasoslar bilan turli gazlarni so'rib olish mexanizmi bir xil emas. Faol gazlarning so'rib olinishi, asosan anodda kimyoviy birikmalar va qattiq eritmalar yuzaga kelishi bilan amalga oshadi. Bunda ionlarning bir qismi katod materialining sirtqi qatlami tagiga sizib o'tib, keyinchalik sust diffuziyalanishi mumkin. Katod sirtida hosil bo'lgan kimyoviy birikmalar, keyinchalik changiydi va asosan anod sirtida qoladi va u yerdan takroran changish yuz bermaydi.

Inert gazlarning so'rib olinishi, ular ionlarining changitilayotgan sirtida adsorbtsiyalanishi va keyin changlanayotgan titan bilan ustidan «qoplab» tashlanishi evaziga amalga oshadi. Boshqa tarafdin, inert gazlarning ionlari elektr maydonida tezlashadi va katod materialiga kirib oladi, ammo katod materiali changitilganda, ularning bir qismi yana qayta ajralib chiqadi. Diod magnitli elektrorazryadli nasoslarni ishlatish tajribasi, bu nasoslar faqat $(2-5) \cdot 10^{-5} \text{ mm. sim. ust.}$ dan past bosimlarda turg'un ishlashini, ishga tushirish esa $(10^{-2}-10^{-3}) \text{ mm. simust.}$ bosimlarda amalga oshirilishi mumkinligini ko'rsatadi.



a)



b)

8-rasm. Penning yachiykasi (a) va elektrorazryadli magnitli nasosda elektrodlar joylashuvining sxemasi (b). A-anod, K-katod, H-magnit maydon kuchlanganligi.

Elektrozaryadli nasoslar ($10^{-9} \div 10^{-11}$) *mm. sim. ust.* tartibidagi siyraklashtirishga imkon beradi va xuddi bug'latgichli ionli nasoslar singari, bunday past bosimlarga erishish uchun dastlabki siyraklashtirishni talab qiladi.

Elektro zaryadli magnitli nasoslar kamchiliklariga beso'naqayligini va shu so'rib olish tezligiga ega bo'lgan bug'latgichli-ionli nasoslarga nisbatan kattaroq og'irlikka ega ekanligini ko'rsatish mumkin.

11. Kondensasion (kriogen) nasoslar

Suyuq vodorod yoki suyuq geliy haroratiga yaqin haroratlarda ko'pchilik moddalar nihoyatda kichik bug' elastikligiga ega. Masalan, suyuq vodorod haroratiga yaqin haroratda, kislorod O_2 to'yingan bug'larining bosimi 10^{-13} *mm. sim. ust.*, azot N_2 -va CO - 10^{-11} *mm. sim. ust.*, argon Ar esa 10^{-17} *mm. sim. ust.* tashkil etadi. Suyuq geliy haroratiga yaqin haroratlarda vodorodning H_2 to'yingan bug' elastikligi 10^{-6} *mm. sim. ust.*, neonniki esa 10^{-19} *mm. sim. ust.* tashkil etadi. Berk hajmda joylashgan va suyuq vodorod yoki geliy haroratigacha sovitilgan sirt, unga tegayotgan deyarli barcha gaz molekulalarini kondensatsiyalaydi.

Bunday berk hajmda so'rib olish tezligi va chegaraviy erishiladigan bosim, kinetik nazariyaning umumiy mulohazalaridan aniqlanishi mumkin.

$$S = 3.64 \alpha \left(\frac{T_1}{M} \right)^{\frac{1}{2}} \left\{ 1 - \frac{\alpha_6 P_2}{\alpha_k P_1} \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{-\frac{1}{2}} \right\} \text{ l/sm}^2 \cdot \text{sek}$$

Bu yerda

P_1 -devor sovitilayotgan qismida T_1 haroratdagi gaz bosimi, *mm. sim. ust.*

P_2 -devor sovitilgan qismida T_2 haroratdagi to'yingan bug' bosimi.

M -gazning molekulyar og'irligi.

α_k -kondensasiyalangan molekula ulushi.

α_b -1 sm^2 sovitilgan qismdan 1 s da bug'lanayotgan molekulalar ulushi.

P_{qol} chegaraviy bosim. $S=0$ da gi bosim kabi aniqlanadi.

$$P_{qol} = \frac{\alpha_{\bar{o}}}{\alpha_k} P^2 \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{-\frac{1}{2}}, \text{ mm. sim. ust.}$$

S uchun ifodani quydagicha yozish mumkin.

$$S = S_0 \left(1 - \frac{P_{kol}}{P_1} \right) l/sm^2 sek \quad \text{bu yerda}$$

$$S_0 = 3.64 \alpha_k \left(\frac{T_1}{M} \right)^{\frac{1}{2}}, l/sm^2 sek$$

Shunday qilib, har bir kvadrat santimetr sovutilgan sirt havoni 11,6 l/sek tezlikda so'rib olinishini ta'minlaydi, garchi havoning turli tashkil etuvchilarini so'rib olish tezligi bir-birdan farq qilsa ham. Amalda bir qator gazlar suyuq vodorod haroratida ham to'yingan bug'ining yuqori elastikligini saqlab qoladi va shu sababli so'rib olinmaydi.

Suyuq vodorodli kriogen nasoslarning so'rib olish tezligi 40000 l/s bo'lib, so'rib olish tezligi ($10^{-5} \div 10^{-7}$) mm. sim. ust. bosimlar oralig'ida bosimga bog'liq emas. Suyuq vodorod 0,4 l/soat va suyuq azot 10÷20 l/soat da sarf bo'lganda nasos yaratib beradigan chegaraviy bosim 10^{-10} mm. sim. ust. ni tashkil etadi.

Suyuq vodorod qo'llaniladigan ba'zi kriogen nasoslarning tuzilmalarida portlash xavfi bo'lgani uchun vodorod o'rniga, suyuq vodorod haroratigacha sovutilgan gazsimon geliy yoki suyuq neon ishlatiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Дешман С., Научные основы вакуумной техники, пер.с англ., М.; 1964
2. Грошковский Я., Техника высокого вакуума, пер. с полс., М.; 1975
3. Тренделенбург Е., Сверхвысокий вакуум., пер. с нем., М.; 1966
4. Сверхвысокий вакуум в радиационно-физическом аппаратостроении, под ред. Г. Л. Саксаганского, М.; 1976.
5. Пауер Б. Д., Высоковакуумные откачные устройства, пер. с англ., М.; 1969.
6. Пипко А. И. Основы вакуумной техники, М.; 1981.
7. Контор Е. И. Геттерные и ионно-геттерные насосы М.; 1977.
8. Василев. Г. А. Магниторазрядные насосы. М.; 1970.
9. Минайчев В. Е, Вакуумные крионасосы, М.; 1976.

- 10.Вакуумная техника. Справочник / Под редакцией Фролова Е. С, Минайчева Б. Е. –М.; Машиностроение, 1985.
- 11.<http://www.tako-vakuum.ru>