

3-mavzu

SHAMOL ENERGIYASI

Reja:

1. Shamol energiyasi. Shamol tezligi va uni o'lchash.
2. Shamol energetik qurilmalari va ularning F.I.K.
3. Shamol energetik qurilmasining soddalashtirilgan hisobi.
4. Shamol elektrostansiyalari.

Tayanch iboralar: Shamol, shamol energiyasi, shamol tezligi, shamolning kinetik energiyasi, shamol energiyasi kadastri, anemometr, Bofort shkalasi.

Shamol - bu quyosh nurining intensivligi hisobiga, bosimning o'zgarib turishi natijasida havo massasining harakatidir. Shamol energiyasi qayta tiklanadigan energiya deb tasniflanadi, chunki u Quyosh faoliyatining natijasidir.

Insoniyat suv energiyasi hamda bug' dvigatellaridan ancha oldin, shamol energiyasidan foydalanib kelgan. Angliya, Germaniya, Fransiya, Daniya, Gollandiya, AQSh va boshqa mamlakatlarda, shamol energiyasi juda katta miqyosda, sanoat va qishloq xo'jaligida qo'llanib kelingan. Shamol energiyasidan foydalanish bo'yicha olib borilayotgan hozirgi ishlar, alohida katta quvvatli shamol generatorlarini yaratish va ularning energiyasini ishlab turgan energiya tarmoqlariga ulash va asosiy tarmoq sifatida foydalanishdan iboratdir.

Havo massasining yer atmosferasi atrofida aylanishi ekspertlar tomonidan turlicha baholangan. Shamollarning yillik nazariy zahirasi er yuzidagi barcha energiya zahiralardan 100 marta ortiq bo'lib, 33×10^{14} kVt-soatni tashkil qiladi. Ammo bu energiyaning faqatgina 10-12 % foydalanish mumkin. Iqtisodiy jihatdan joydagi shamolning tezligi 5 m/s dan kam bo'lmasa shamol generatorlaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Shamol elektrogeneratorlari an'anaviy generatorlardan 2 - 4 barobar qimmat. Ammo shamol energiyasi doimiy bo'lgan ba'zi bir mintaqalarda u muhim energiya manbalaridan hisoblanadi.

Shamolning o'rtacha tezligi, ma'lum vaqt oralig'idagi teng vaqtlar ichida o'lchangan shamol oniy tezliklarining o'rta arifmetik miqdor sifatida aniqlanadi.

$$V_{\text{ўрт.}} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n}$$

Бу ерда: $V_{\text{ўрт.}}$ —шамолнинг ўртача тезлиги, м/с; V_i – шамолнинг оний тезлиги миқдорлари, м/с; n — ўлчанган оний тезликларнинг сони.

Vaqtning uzoq davri (oy, yil) uchun shamolning tezligi to'g'risidagi ma'lumotlar, joylardagi meteostansiyalarning kuzatuvlari asosida olinadi. Bir kunda bir necha bor o'lchangan shamolning tezligiga asosan o'rtacha bir kunlik, o'rtacha oylik hamda

ko'p yillik davr uchun shamolning o'rtacha yillik tezliklari jadvallari tuziladi.

Yer yuzasi va (okean, dengiz va daryolar) suv yuzasidagi shamolning tezligini aniqlash uchun odatda Bofort shkalasidan foydalaniladi (1-jadval).

Shamolning asosiy energetik xarakteristikalaridan biri bo'lgan tezligini o'lchash uchun anemometr (Grekcha «anemometr» so'zi-«anemo»- shamol, «metr»- o'lchayman) asboblari qo'llaniladi. shamol tezligini o'lchovchi asboblari ikki guruhga bo'linadi.

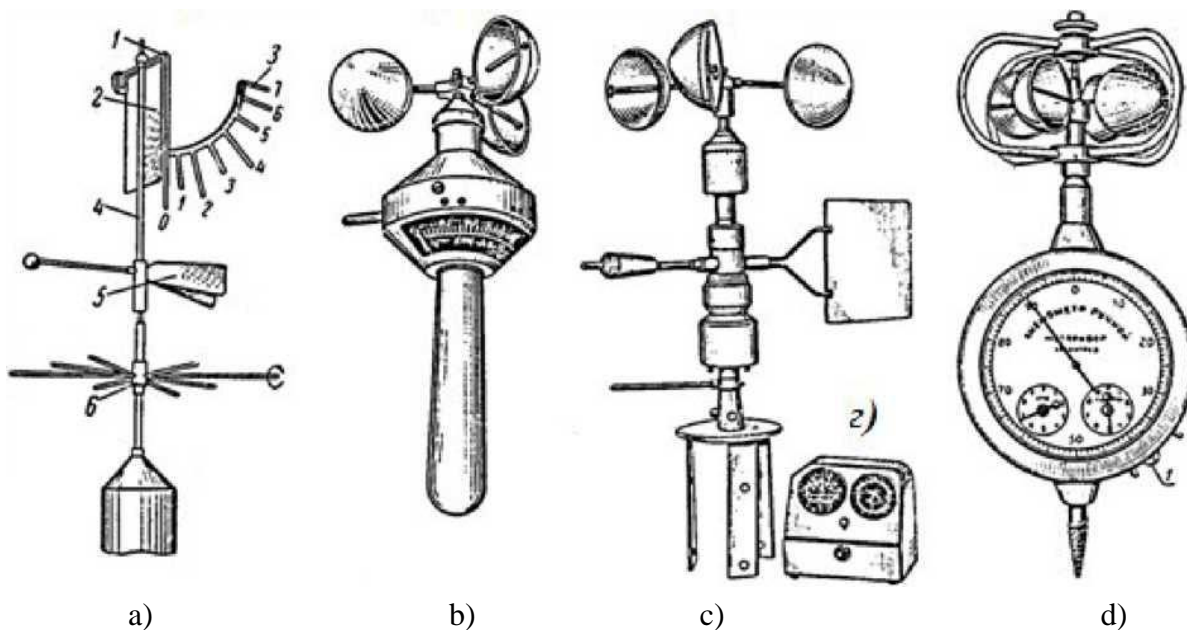
1.Ko'rsatuvchi anemometrlar-shamolning oniy tezligini ko'rsatuvchi asboblari.

2.Anemometr integratorlar-ma'lum vaqt oralig'ida shamolning o'rtacha tezligini beruvchi asboblari. Hozirgacha ularning orasida ko'rsatuvchi anemometrlar-doskali (flyu-gerli) anemometr, qo'lda ishlatiladigan induksion anemometr va anemorumbometr hamda anemometr integratorlar - qo'lda ishlatiladigan yarim sharli anemometrlardan ko'p foydalanilgan.

Hozirgi kunda ilm-fanning taraqqiyoti natijasida ishlatish qulay, o'lchamlari kichik va chiroyli dizayndagi anemometrlar yaratilib, ulardan muvaffaqiyatli foydalanilmoqda. Ishlash prinsipi bo'yicha bunday anemometrlar quyidagi turlarga bo'linadi:

- pallali anemometrlar;
- parrakli anemometrlar;
- issiqlik anemometrlari;
- ultratovushli anemometrlar.

Quyida mana shunday anemometrlarning bir nechtasini qarab chiqamiz.



1-rasm. Shamol tezligini o'lchovchi asboblari:

a-doskali (flyu-gerli) anemometr: 1-o'q; 2-metall doska; 3 - sakkiz shtift- (metall o'zakchali)li sektor; 4 - shtok; 5 -shamol yo'nalishini ko'rsatuvchi; 6-tutqich. b- qo'lda ishlatiladigan induksion

anemometr; c-shamolning tezligi va yoʻnalishi datchiklari bloki - elektr energiyasida ishlaydigan anemorumbometr; g- qabul qiluvchi oʻlchov asbablari; d-Shamolning oʻrtacha tezligini oʻlchovli yarim sharli qoʻlda ishlatiladigan anemometr.

Eng sodda konstruksiyali anemometrlardan biri, 1846 yilda Arma observatoriyasi doktori Robinson tomonidan yaratilgan pallali anemometrlardir. Vertikal oʻq atrofida aylanadigan rotorga maxsus simlar orqali mahkamlangan yarim sferik shar shaklidagi pallalar yigʻindisiga pallali anemometrlar deyiladi. Ushbu anemometrlar uch va toʻrt pallali boʻlishi mumkin.

Quyida mana shunday anemometrlarning bir nechasini qarab chiqamiz. Eng sodda konstruksiyali anemometrlardan biri, konstruksiyasiga nisbatan shamol tezligi qoʻlda foydalaniladigan yoki yordamchi elektron induksiyali taxeometr asbobli anemometrlarda aniqlanadi. Berilgan vaqt ichida pallalarning aylanishlar soni va ularga mos maso-fa hisoblanib, hisoblangan masofani vaqtga boʻlish yordamida shamolning tezligi aniqlash qoʻlda foydalaniladigan anemometr yordamida amalga oshiriladi. Elektron induksiyali taxeometr asbobli anemometrlar esa, toʻgʻridan toʻgʻri shamol tezligini koʻrsatadi.



2-rasm. Parrakli anemometrlar



3-rasm. Issiqlik, koʻp funksiyali raqamli va choʻntak anemometrlari

1-jadval

Shamol tezligini aniqlash bo'yicha Boford shkalasi

Bofort shkalasi (ball)	Ballga mos shamolni holati	Shamolning tezligi		Yerdagi predmetlarga Shamolning ta'siri
		m/s	km/soat	

0	Shamolsiz	0,0-0,5	0,0-1,8	Tutun vertikal ko'tariladi. Daraxt barglari qimirlamaydi
1	Sokin shamol	0,6-1,7	2,2-6,4	Tutun vertikal ko'tarilmaydi. Daraxt barglari qimirlamaydi
2	Yengil shamol	1,8-3,3	6,5-11,9	Tutun shamol esayotgan tarafga qarab egiladi. Daraxt barglari shitirlaydi
3	Kuchsiz shamol	3,4-5,2	12,2-18,7	Daraxt barglari va bayroqlar tinimsiz tebranib turadi.
4	O'rtacha shamol	5,3-7,4	19-26,6	Daraxt shoxlari tebranadi. Yerdan chang va qog'oz bo'laklari ko'tariladi.
5	salqin shamol	7,5-9,8	27-35,2	Katta bayroqlar tortqilanadi. Daraxtlar tebranadi. Quloq g'uvillaydi. Qo'l shamol tezligini sezadi.
6	Kuchli shamol	9,9-12,4	35,6-44,6	Daraxt shoxlari kuchli tebranadi. Uylar va qimirlamaydigan narsalar yonida gu-villash tovushlari eshitiladi. Telefon simlari tovush chiqarib g'uvullaydi.
7	Qattiq shamol	12,5-15,2	45-54,7	Uncha katta bo'lmagan daraxtlar tanasi tebranadi. Shamolga qarshi yurish qiyinlashadi.
8	Juda kuchli shamol	15,3-18,2	55-65,5	Katta daraxtlar tebranadi. novdalari. Daraxt novdalari va sshoxlari sinadi. Shamolga qarshi yurish juda qiyinlashadi, egilib yurishga to'g'ri keladi.
9	Dovul	18,3-21,5	65,9-77,3	Katta daraxtlar qayriladi, katta shoxlari sinadi. Narsalar joyidan siljiy boshlaydi. Uylar tomi shikastlanadi.
10	Kuchli dovul	21,6-25,1	77,7-90,6	Daraxtlar sina boshlaydi va tomiri bilan yulib olinadi. Tomlar yulib olib ko'chiriladi, vayronagarchilik yuz beradi.
11	Shiddatli dovul	25,2-29	90,7-105	Binolar kuchli vayron bo'ladi
12	Bo'ron	<29	< 105	Daraxtlar sina boshlaydi va tomiri bilan yulib olinadi. Tomlar yulib olib ko'chiriladi, vayronagarchilik yuz beradi. Binolar kuchli vayron bo'ladi.

Anemometrlarning yana bir turi parrakli anemometrlardir. Ma'lumki shamolning yo'nalishi o'zgarishi bilan parraklarning o'qi ham shu yo'nalishga burilishi lozim. Bu vazifani parrakli anemometrlarda flyugerlar amalga oshiradi. Yo'nalishi o'zgarmaydigan (masalan shaxtalarda, binolarda va boshqalarda) shamollarning tezligini o'lchashda, o'qi bir yo'nalishga nisbatan qimirlamaydigan qilib mahkamlangan parrakli anemometrlar qo'llaniladi.

Issqlik anemometrlari bilan, issiklik yordamida simning shamol tezligi natijasida ovushini o'lchash natijasida shamolning tezligi aniqlanadi

Kichik o'lchamli, ko'p funksiyali sonli anemometrda, yuqori aniqlikda shamolning tezligini, havoning haroratini, dengiz sathiga nisbatan balandlikni, joydagi atmosfera bosimini, namlikni hamda sovush ko'rsatgichini aniqlashda foydalaniladi. Undagi barometr hozirgi atmosfera bosimini emas, balki o'tgan 3, 6, 12 va 24 soat oralig'ida bosimni o'zgarishini ham ko'rsatadi. Shamolning tezligini har sekunda o'lchab aniqlash mumkin.

Shamol generatorlari - shamolning kinetik energiyasini elektr energiyaga aylantirib beruvchi qurilma. Shamol generatorlarini ikki xil turi mavjud: sanoat va uy uchun. Sanoat uchun shamol generatorlari davlat yoki katta energetik korporatsiyalar tomonidan quriladi.

Odatda shamol energiyasi shamolga perpendikulyar joylashgan ma'lum maydon ta'siri orqali aniqlanadi, shamol oqimining quvvati

$$N_{sh.oqimi} = 0,0049 \cdot \rho \cdot v \cdot F \quad (1)$$

Bu yerda ρ - havoning zichligi, kg/m^3 ; v -havo oqimining tezligi, m/s ; F - maydon yuzasi, m^2 ;

Shamol energetik qurilmasi uzatayotgan energiya miqdori, havo oqimi hosil qiladigan energiya miqdoridan tubdan farq qiladi. Chunki havo oqimi energiyasining bir qismi shamol g'ildiragi parraklarida, reduktor va generatorlarda isrof bo'ladi. Isrof bo'lgan energiya miqdori, shamol energiyasidan foydalanish koeffitsienti bilan hisobga olinadi. Shamolga perpendikulyar joylashgan maydon yuzasini shamol g'ildiragi diametri bilan belgilab, shamol energetik qurilmasining quvvatini quyidagi formulada hisoblash mumkin.

$$N_{sh.e.q.} = 0,00386 \cdot \rho \cdot V \cdot D^2 \cdot \zeta_{par.} \cdot \eta_{red.} \cdot \eta_{gen.} \quad (2)$$

Bu erda: D -ish g'ildiragining diametri, m ; $\eta_{red.}$ va $\eta_{gen.}$ -reduktor va generatorning foydali ish koeffitsientlari; $\zeta_{par.}$ -parraklarda isrof bo'lgan havo oqimi energiyasi.

Hisoblarga ko'ra, parrakli shamol dvigatellaring shamol energiyasidan foydalanish koeffitsienti 48 % gacha bo'lishi mumkin, shamol qurilmalarining umumiy foydali ish koeffitsienti undan ham kichikroq bo'ladi. Shamolga perpendikulyar bo'lib asosan, shamol qurilmalarinig parraklari joylashadi. Shamol qurilmasi quvvatini parraklar soni emas balki, ish g'ildiragi diametri belgilaydi .

Shamol agregatining quvvati shamol tezligiga to'g'ri, ish g'ildiragi parraklari soniga teskari proporsionaldir.

$$N_{sh.e.q.} = f(V/n) \quad (3)$$

Havo oqimi hosil qiladigan mexanik energiyani elektr energiyaga aylantirish, shamol elektrostansiyalari yordamida amalga oshiriladi. Bir necha shamol qurilmalarining yig'indisi shamol elektrostansiyasini tashkil qiladi. Shamol

qurilmalarining asosiy ishchi qismi, shamol g'ildiragi hisoblanadi.

Shamol g'ildiraklarining qanotli, karuselli va barabanli turlari mavjud. Shamol elektrostansiyalarida asosan eng samarali bo'lgan qanotli shamol g'ildiraklari qo'llaniladi.

Shuni esda tutish lozimki, shamol g'ildiragi tomonidan qabul qilinayotgan shamol oqimi, shamol g'ildiragining diametri bilan aniqlanadi, undagi parraklar soni hech qanday ahamiyatga ega emas. Hozirgi kunda ish g'ildiragi diametri 1,0-64 m bo'lgan shamol qurilmalari mavjud. Ko'pgina shamol generatorlari sekundiga 3-4 m/s dan yuqori tezlikdagi shamol yordamida ishlaydi. Shamol generatorlari 8-25 m/s tezlikda esadigan shamol yordamida maksimal quvvatga ega bo'ladi. Odatda shamol generatorlarining maksimal ishlash tezligi 25-30 m/s ni tashkil qiladi. Shamol energetikasi ekologik toza manbaidir. Ammo shamol elektrostansiyalari uchun juda katta hududlar zarur (shamol energetik qurilmalarining bir - biridan uzoqda joylashishi va ular orasidagi masofa ish g'ildiragi diametrining 6-18 barobariga teng bo'lishi kerak). Masalan, ish g'ildiragi $D = 100$ m bo'lgan shamol energetik qurilmasi uchun 5-7 km hudud kerak. Butun boshli shamol elektr stansiyasi uchun esa o'nlab km hudud zarur. Boshqa bir noqulay tarafi - ish g'ildiragi shovqin chiqarib va havoni tebratib ishlashi natijasida tele- va radio eshittirishlarga xalaqit beriladi.

Shamol energiyasidan foydalanish bo'yicha Germaniya birinchi o'rnini egallab kelmoqda. Bu mamlakatda shamol energiyasini ishlab chiqarish yiliga 500 -1500 MVt ga ko'paymoqda, hozirgi vaqtda ishlab chiqariladigan energiya miqdori 2 mln.kVt-soatdan oshib ketdi.

Bir necha shamol qurilmalarining yig'indisi **shamol elektrostansiyasini** tashkil qiladi. Quvvatiga nisbatan shamol elektrostansiyalarini 3 guruhga bo'lish mumkin.

1. Kichik quvvatli - 0,1 kVt-soat dan 1,0 kVt-soatgacha, ularga asosan doimiy elektr toki ishlab beradigan shamol qurilmalari kiradi. Ular asosan akkumulyator batareyalarini zaryadka qilishda qo'llaniladi.

2. O'rtacha quvvatli - 10 kVt-soat dan 100 kVt-soatgacha, ular o'zgaruvchan tok ishlab chiqaradi.

3. Yirik quvvatli 100 kVt-soat dan - 1000 kVt-soatgacha, hozirgi vaqtda bunday shamol energetik qurilmalarining tajriba nusxalari sinab ko'rilmog'da.

Ma'lumki shamol agregatning quvvati, shamol tezligiga to'g'ri proporsional va ish g'ildiragi parraklari soniga esa teskari proporsionaldir. Hozirgi kunda, seriyali ishlab chiqarishi mumkin bo'lgan shamol agregatlari ish (shamol) g'ildiragining aylanishlar soni quyidagilarga teng(ayl./min.): 3000; 1500; 1000; 250; 75; 30. Shamol tezligining oshishi bilan shamol qurilmasi ish g'ildiragining aylanishlar soni oshadi hamda mos holda shamol qurilmasining quvvati oshib boradi. Shamol qurilmasining yana bir muhim elementlaridan biri, shamol minorasining balandligidir. Tajribalar asosida shamol minorasi balandligining oshishi bilan shamol

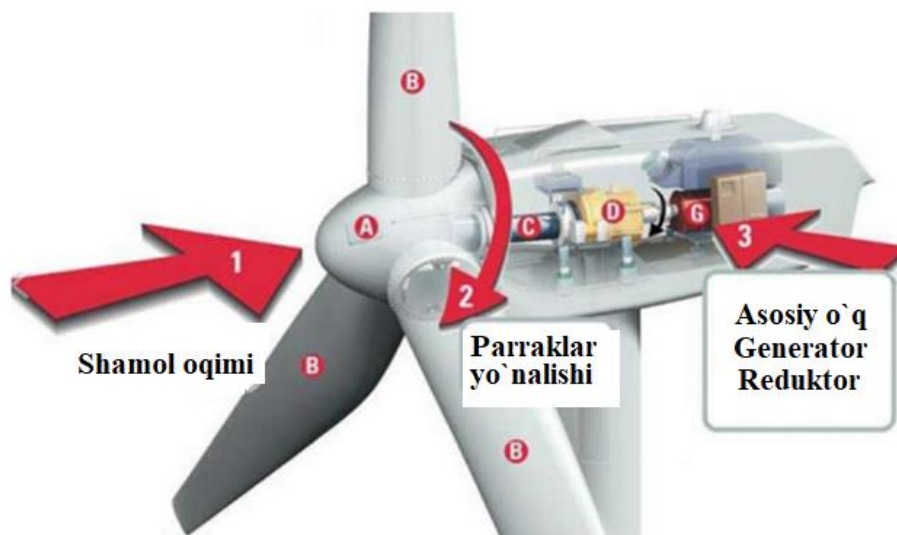
qurilmasi quvvatiining ko‘tarilib borishi aniqlangan. Yer sathidan balandga ko‘tarilgan sari Shamolning tezligi kuchayib, shamol energoqurilmalarining ishlab chiqarayotgan quvvati ham oshib boradi. Ammo shamol energoqurilmalari ma’lum bir balandlikka o‘rnatiladi. Shamol qurilmasi o‘rnatilgan balandlikda esa shamolning tezligi bir xil bo‘lmasdan katta diapazonda o‘zgarib turadi. Shuning uchun shamol energoqurilmalari to‘liq quvvat bilan elektroenergiya ishlab chiqara olmaydi.

Amerikaning «Altaeros Energies» hamda Kanadaning «Magenn Power» kompaniyalari tadqiqotlariga ko‘ra, yer sathidan 100 m va undan ortiq balandliklarda katta tezlikda doimiy kuchli shamol oqimlari esib turar ekan. Yer sathidan 100-500 m balandda doimiy katta tezlikda esib turadigan shamollar energiyasidan foydalanish uchun havo sharlariga shamol energoqurilmalarini o‘rnatishni taklif qilishdi.

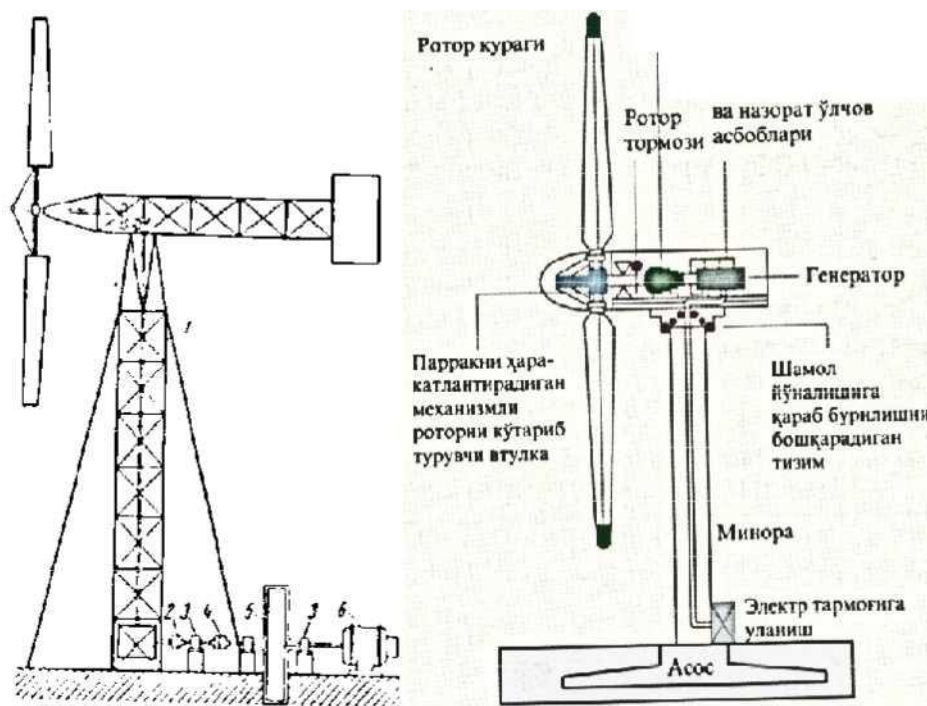


4-rasm. Havo shariga o‘rnatilgan Shamol energoqurilmalari: a - «Magenn Power» kompaniyasini; b - «Altaeros Energies» kompaniyasini.

Amerikaning «Altaeros Energies» kompaniyasi ishlab chiqqan havo shari gaz o‘tkazmaydigan mustahkam materialdan tayyorlanib, geliy yoki vodorod gazlari bilan to‘ldiriladi. Havo sharlari yer sathidan 500 m balandlikkacha o‘rnatilishi mumkin. Havo shariga o‘rnatilgan shamol energoqurilmalari ishlab chiqaradigan elektroenergiya, metall troslarga bog‘langan elektr simlari orqali yerga uzatiladi. Kanadaning «Magenn Power» kompaniyasi ishlab chiqqan uchib turuvchi havo shari energetik qurilmalari ham, geliy gazi bilan to‘ldiriladi. Havo shari qurilmasi o‘zining gorizontal o‘qi atrofida aylanish orqali elektroenergiya ishlab chiqaradi. Havo shari qurilmasining ma’lum balandlikdagi barqaror turishi, Magnus effekti hisobiga amalga oshiriladi. Ishlab chiqarigan energiya metallatrosllarga bog‘langan elektr simlari orqali, simlarni o‘rab yig‘uvchi chig‘ir va transformatorlar o‘rnatilgan maydonchaga uzatiladi. Kompaniya ishlab chiqaradigan ushbu konstruksiyadagi havo qurilmasi, 200-300 m balandlikka o‘rnatilib, 90-100 m/sek tezlikda esadigan shamol bilan ishlashga mo‘ljallangan.



5 - rasm. Shamolning mexanik energiyani elektr energiyasiga aylantirib beruvchi qurilma qirgimi



6-rasm. Ana'naviy (a) hamda zamonaviy sanoat (b) shamol energetik qurilmalarining sxemasi: 1- shamol dvigateli; 2-ulash muftasi; 3-tayanch podshipnigi; 4-erkin aylanish muftasi; 5-inersion akkumulyator; 6-sinxron generator.

Yuqorida keltirilgan havo sharli shamol energoqurilmalari, ana'naviy shamol energoqurilmalariga qaraganda, ikki marta ko'p hamda ikki marta arzon elektroenergiya ishlab chiqaradi.

Ushbu qurilmalar energiyasi bir joyga to'planadi va natijada shamol elektrostansiyalari vujudga keladi. Uning asosiy farqi-ishlashi uchun xom ashyoning zarur emasligi hamda hech qanday chiqindi chiqmasligidir.

Asosiy talablaridan biri - yillik shamol o'rtacha tezligining yuqori bo'lishidir. Har bir

sanoat energetik qurilmalarida o't o'chirish tizimi, hamol generatorini ishlashi haqida ma'lumot berib turuvchi telekommunikatsion tizim hamda chaqmoqdan himoya qilish tizimi mavjud. Zamonaviy shamol generatorlarining quvvati 6 MVt gacha etadi.

Shamol turbinalarinig vertikal va gorizontal aylanish o'qli ikkita asosiy turi mavjud:. Vertikal o'qli turbinalar kichik tezlikdagi shamollarda ishlaydi, Shuning uchun ular past samarali hisoblanadi. Asosan ular uylar uchun o'rnatiladi. Uy uchun quriladigan shamol qurilmalarini qo'llash tez sur'atlar bilan rivojlanib bormoqda. Odatda uncha katta bo'lmagan uy uchun 1 kVt atrofidagi elektroenergiyani 9 m/s tezlikda esayotgan shamol energiyasidan olish mumkin.

O'zbekiston Respublikasida birinchi bo'lib Chorvoq suv omborining dam olish zonasida (Toshkent viloyatida) eng katta shamol energoqurilmasi o'rnatildi. Quvvati 750 kVt bo'lgan shamol energoqurilmasini o'rnatish, Janubiy Koreyaning «Doojin Co.LTD» kompaniyasi yordamida olib borildi. Shamol energoqurilmasi maydonchasiga 40 m balandlikdagi minoraga shamol tezligini o'lchovchi anemometrlar va boshqa nazorat-o'lchov asboblari o'rnatilgan. Shamol energoqurilmasi bir yilda 12,3 million kVt-soat elektroenergiya ishlab chiqaradi, natijada 700000 m³ tabiiy gaz tejaladi. «O'zgidromet» institutining xabar berishicha, shamol energoqurilmasi o'rnatilgan hududda shamolning o'rtacha tezligi 4,3 m/s ni, qish davrida esa 6,6-7,1 m/s ni tashki qiladi. Shamolning ko'rsatilgan tezliklari, shamol energoqurilmasini barqaror ishlashini ta'minlaydi.

Shamol elektrostansiyalari bilan bog'liq ma'lumotlarga batafsil to'xtalaylik. Birinchi shamol stansiyasi - diametri 9 metr bo'lgan Blyth tegirmoni - 1887 yilda Merikirkdagi (Buyuk Britaniya) Blyth's dachada qurilgan. Blyth o'zining "tegirmonidan" ortiqcha elektr energiyasini Merikirk aholisiga asosiy ko'chani yoritish uchun taklif qildi, ammo rad etildi, chunki ular elektr energiyasini "shaytonning ishi" deb hisoblashdi. Keyinchalik Blyth mahalliy kasalxonasi, jinnilar shifoxonasi va ambulatoriya klinikasini favqulodda quvvat bilan ta'minlash uchun shamol turbinasi qurdi. Biroq, Blith texnologiyasi iqtisodiy jihatdan foydasiz deb topildi va keyingi shamol stansiyasi Buyuk Britaniyada faqat 1951 yilda paydo bo'ldi. Amerikada Charlz Brush tomonidan avtomatik boshqariladigan birinchi shamol turbinasi 1888 yilda paydo bo'lgan va rotorning diametri 17 metrga teng edi.

Daniyada birinchi shamol stansiyasi 1890 yilda qurilgan. 1908 yilga kelib 5 - 25 kVt gacha quvvatga ega 72 ta stantsiya mavjud edi. Ulardan eng kattasi minorasini balandligi 24 metr va diametri 23 metr bo'lgan to'rt qanotli rotorlarga ega edi. 1941 yilga kelib shamol stansiyalarining quvvati 1,25 MVt ga yetdi. 1940-yillardan 1970-yillarga qadar shamol energetikasi elektr uzatish va taqsimlash tarmoqlarining jadal rivojlanishi tufayli pasayish davrini boshdan kechirdi, bu esa ob-havodan mustaqil elektr ta'minotini maqbul narxda ta'minladi. Shamol

energetikasiga qiziqish 1973-yildagi neft inqirozidan keyin 1970-yillarda boshlangan. Inqiroz ko'plab mamlakatlarning neft importiga bog'liqligini ko'rsatdi va bu qaramlikni kamaytirish variantlarini izlashga olib keldi. 1970-yillarning o'rtalarida Daniya zamonaviy shamol turbinalarining o'tmishdoshlarini sinovdan o'tkaza boshladi. Keyinchalik Chernobil fojiasi ham qayta tiklanadigan energiya manbalariga qiziqish uyg'otdi.

Kaliforniya shamol energiyasini rag'batlantirish bo'yicha birinchi dasturlardan birini amalga oshirdi va shamol energiyasini ishlab chiqaruvchilar uchun soliq imtiyozlarini joriy qildi.

Shamol energetikasi jadal rivojlanayotgan sanoatdir. 2020 yil global shamol sanoati uchun tarixdagi eng yaxshi yil bo'ldi, 93 GVt yangi quvvat o'rnatildi, bu o'tgan yilning shu davriga nisbatan 53 foizga ko'p. 2020-yilda rekord o'sish Xitoy va AQShda – dunyodagi ikkita eng yirik shamol energiyasi bozori – 2020-yilda yangi qurilmalarning qariyb 75 foizini o'rnatgan, bu dunyodagi shamol energiyasining yarmidan ko'prog'ini o'rnatgan qurilmalarning o'sishi bilan izohlanadi.

2020 yilda barcha shamol turbinalarining umumiy o'rnatilgan quvvati 743 GVtni tashkil etdi, bu butun Janubiy Amerikadagi yillik uglerod emissiyasiga yoki yiliga 1,1 milliard tonnadan ortiq CO₂ ga teng. 2019-yilda barcha shamol generatorlarining umumiy o'rnatilgan quvvati 651 gigavatt ni tashkil etdi va shu bilan atom energetikasining umumiy o'rnatilgan quvvatidan oshib ketdi (ammo, amalda yiliga foydalaniladigan shamol generatorlarining (ICUM) o'rtacha yillik quvvati). O'rnatilgan quvvatdan bir necha baravar past, AES deyarli har doim o'rnatilgan quvvatda ishlaydi).

2010 yilda o'rnatilgan shamol stansiyalarining 44 foizi Yevropada, 31 foizi Osiyoda va 22 foizi Shimoliy Amerikada to'plangan. Germaniyadagi shamol stansiyalari Germaniyada ishlab chiqarilgan barcha elektr energiyasining 8,6 foizini ishlab chiqargan. 2009 yilda Xitoydagi shamol stansiyalari mamlakat elektr energiyasining taxminan 1,3 foizini ishlab chiqargan. 2006 yildan beri XXRda qayta tiklanadigan energiya manbalari to'g'risidagi qonun mavjud. 2020 yilga kelib shamol energiyasi quvvati 80-100 GVtga yetishi taxmin qilinmoqda. 2019 yilda shamol energiyasi Yevropa Ittifoqida elektr energiyasining 15 foizini ishlab chiqargan.

2019 yilda dunyodagi barcha shamol turbinalari tomonidan ishlab chiqarilgan elektr energiyasi miqdori 1430 teravatt-soatni tashkil etdi (insoniyat tomonidan ishlab chiqarilgan barcha elektr energiyasining 5,3%). Ba'zi mamlakatlar shamol energetikasini rivojlantirishda ayniqsa faoldir. 2019 yilda shamol turbinalari Daniyada barcha elektr energiyasining 48%, Irlandiyada 33%, Portugaliyada 27%, Germaniyada 26%, Buyuk Britaniyada 22%, Ispaniyada 21%, butun Yevropa Ittifoqida - 15% ishlab chiqarilgan. 2014-yilda dunyoning 85 ta davlati shamol

energiyasidan tijorat asosida foydalangan. 2015 yil oxirida shamol energetikasida butun dunyoda 1 000 000 dan ortiq kishi ishlaydi (shu jumladan Xitoyda 500 000 va Germaniyada 138 000).



7-rasm. Daniyada barpo etilgan eng yirik shamol elektr stansiyasi

Germaniya 2025 yilga kelib elektr energiyasining 40-45 foizini qayta tiklanadigan energiya manbalaridan ishlab chiqarishni rejalashtirmoqda. Avvalroq Germaniya 2010 yilga kelib elektr energiyasini 12 foizga yetkazish maqsadini qo‘ygan edi. Bu maqsadga 2007 yilda erishildi. Daniya 2020 yilda mamlakatning elektr energiyasiga bo‘lgan ehtiyojining 50 foizini shamol energiyasi hisobiga qondirdi. Fransiya 2020 yilgacha 25 000 MVt quvvatga ega shamol elektr stansiyalarini qurishni rejalashtirmoqda, shundan dengizda 6 000 MVt .

Daniyaning Orsted kompaniyasi Buyuk Britaniya va Irlandiya sohillaridan 19 km uzokliqda dunyodagi eng katta suvda turuvchi shamol elektr stansiyasini ishga

tushirdi (7-rasm). Walney Extension stantsiyasining umumiy maydoni 20 mingta futbol maydoni, ya'ni 145 kvadrat kilometrni tashkil qiladi. Unda balandligi 188 metr va ishlab chiqarish quvvati 659 MVt bo'lgan 87 ta shamol generatori o'rnatilgan. Bu esa deyarli 600 mingta uyni elektr energiya bilan ta'minlash imkonini beradi. Suv sirtida turuvchi shamol elektr stantsiyalari sohilda o'rnatilgan shunday elektr stantsiyalardan ancha samaraliroq bo'lib, qishda 65 foiz quvvat bilan ishlasa, sohildagilari 40 foiz bilan ishlaydi.

O'zbekistonda birinchi shamol elektr stantsiyasi qurilishi boshlandi. Shamol elektr stantsiyasini Birlashgan Arab Amirliklarining «Masdar» kompaniyasi Zarafshonda qurmoqda va 2024 yil oxirida ishga tushirishni rejalashtirilgan. 1500 MVt quvvatga ega loyiha 1,5 mln.ta xonadonga yetarli hajmda elektr energiyani ishlab chiqarishni va atmosferaga chiqariladigan karbonat angidrid chiqindilarini yiliga 3,3 mln tonnaga kamaytirishni ta'minlab beradi. 2026 yilgacha umumiy quvvati 3 ming MVtni tashkil etadigan shamol elektr stantsiyalarini qurish rejalashtirilgan.

Nazorat savollari

1. Shamol nima va u qanday hosil bo`ladi?
2. Shamol tezligi qanday o`lchanadi?
3. Anemometrlarining turlari, tuzilishi va ishlashini tushuntiring.
4. Shamol oqimining zichligi nima va u qanday aniqlanadi?
5. Shamol ko`rsatkichlariga oid Bafort shkalasi to`g`risida ma'lumot bering.
6. Jahonda va O`zbekistonda shamol energiyasining salohiyati to`g`risidagi ma'lumotlarni ayting.
7. Shamol energetik qurilmalari nima?
8. Shamol generatorlarining turlari va ishlah prinsiplarini tushuntiring.
9. Shamol energetik qurilmalarining quvvati nimalarga bog`liq va qanday aniqlanadi?
10. Shamol energetik qurilmalarining foydali ish koeffitsienti qanday aniqlanadi?
11. Rivojlangan mamlakatlarda yaratilgan shamol elektrostansiyalari to`g`risida ma'lumotlar bering.
12. O`zbekistonda shamol elektrostansiyalarini barpo etish bilan bog`liq ma'lumotlarni ayting.

Shamol tegirmonlari miloddan avvalgi 200-yillarda Forsda donni maydalash uchun ishlatilgan. Bu turdagi tegirmonlar islom olamida keng tarqalgan bo'lib, XIII asrda salibchilar tomonidan Yevropaga olib kelingan.

Ko'chma tegirmonning og'irligi cheklangan edi, chunki uni qo'lda aylantirish kerak edi. Shuning uchun uning ishlashi ham cheklangan edi. Yaxshilangan tegirmonlar chodir tegirmonlari deb ataladi.

XVI asrda Yevropa shaharlarida gidromotor va shamol tegirmonidan foydalangan holda suv nasos stansiyalari qurila boshlandi: 1526 yilda Toledo, 1542 yilda Gloster, 1582 yilda London, 1608 yilda Parij va boshqalar.

Shamol energetikasi - atmosferadagi havo massalarining kinetik energiyasini elektr, mexanik, issiqlik yoki xalq xo'jaligida foydalanish uchun qulay bo'lgan boshqa energiya turlariga aylantirishga ixtisoslashgan energiya tarmog'i. Bunday transformatsiya shamol generatori (elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun), shamol tegirmoni (mexanik energiyaga aylantirish uchun), yelkan (transportda foydalanish uchun) va boshqalar kabi birliklar tomonidan amalga oshirilishi mumkin. Shamol energetikasi jadal rivojlanayotgan sanoatdir. 2020 yil global shamol sanoati uchun tarixdagi eng yaxshi yil bo'ldi, 93 GVt yangi quvvat o'rnatildi, bu o'tgan yilning shu davriga nisbatan 53 foizga ko'p. 2020-yilda rekord o'sish Xitoy va AQShda – dunyodagi ikkita eng yirik shamol energiyasi bozori – 2020-yilda yangi

qurilmalarning qariyb 75 foizini oʻrnatgan, bu dunyodagi shamol energiyasining yarmidan koʻprogʻini oʻrnatgan qurilmalarning oʻsishi bilan izohlanadi. 2020 yilda barcha shamol turbinalarining umumiy oʻrnatilgan quvvati 743 GVtni tashkil etdi, bu butun Janubiy Amerikadagi yillik uglerod emissiyasiga yoki yiliga 1,1 milliard tonnadan ortiq CO₂ ga teng. 2019-yilda barcha shamol generatorlarining umumiy oʻrnatilgan quvvati 651 gigavatt ni tashkil etdi va shu bilan atom energetikasining umumiy oʻrnatilgan quvvatidan oshib ketdi (ammo, amalda yiliga foydalaniladigan shamol generatorlarining (ICUM) oʻrtacha yillik quvvati). Oʻrnatilgan quvvatdan bir necha baravar past, AES deyarli har doim oʻrnatilgan quvvatda ishlaydi). 2019 yilda dunyodagi barcha shamol turbinalari tomonidan ishlab chiqarilgan elektr energiyasi miqdori 1430 teravatt-soatni tashkil etdi (insoniyat tomonidan ishlab chiqarilgan barcha elektr energiyasining 5,3%). Baʼzi mamlakatlar shamol energetikasini rivojlantirishda ayniqsa faoldir. 2019 yilda shamol turbinalari Daniyada barcha elektr energiyasining 48%, Irlandiyada 33%, Portugaliyada 27%, Germaniyada 26%, Buyuk Britaniyada 22%, Ispaniyada 21%, butun Yevropa Ittifoqida - 15% ishlab chiqarilgan. 2014-yilda dunyoning 85 ta davlati shamol energiyasidan tijorat asosida foydalangan. 2015 yil oxirida shamol energetikasida butun dunyoda 1 000 000 dan ortiq kishi ishlaydi (shu jumladan Xitoyda 500 000 va Germaniyada 138 000).

Birinchi shamol stansiyasi - diametri 9 metr boʻlgan Blyth tegirmoni - 1887 yilda Merikirkdagi (Buyuk Britaniya) Blyth's dachada qurilgan. Blyth oʻzining "tegirmonidan" ortiqcha elektr energiyasini Merikirk aholisiga asosiy koʻchani yoritish uchun taklif qildi, ammo rad etildi, chunki ular elektr energiyasini "shaytonning ishi" deb hisoblashdi. Keyinchalik Blyth mahalliy kasalxonasi, jinnilar shifoxonasi va ambulatoriya klinikasini favqulodda quvvat bilan taʼminlash uchun shamol turbinasi qurildi. Biroq, Blit texnologiyasi iqtisodiy jihatdan foydasiz deb topildi va keyingi shamol stansiyasi Buyuk Britaniyada faqat 1951 yilda paydo boʻldi.

Amerikada Charlz Brush tomonidan avtomatik boshqariladigan birinchi shamol turbinasi 1888 yilda paydo boʻlgan va rotorning diametri 17 metrga teng edi.

Daniyada birinchi shamol stansiyasi 1890 yilda qurilgan va 1908 yilga kelib 5 dan 25 kVt gacha quvvatga ega 72 ta stantsiya mavjud edi. Ulardan eng kattasi minora balandligi 24 metr va diametri 23 metr boʻlgan toʻrt qanotli rotorlarga ega edi. Zamonaviy gorizontal oʻqli stantsiya 100 kVt quvvatga ega boʻlib, 1931 yilda Yaltada qurilgan. Uning balandligi 30 metr boʻlgan minorasi bor edi. 1941 yilga kelib shamol stansiyalarining quvvati 1,25 MVt ga yetdi.

1940-yillardan 1970-yillarga qadar shamol energetikasi elektr uzatish va taqsimlash tarmoqlarining jadal rivojlanishi tufayli pasayish davrini boshdan kechirdi, bu esa ob-havodan mustaqil elektr taʼminotini maqbul narxda taʼminladi.

Shamol energetikasiga qiziqish 1973-yildagi neft inqirozidan keyin 1970-yillarda boshlangan. Inqiroz ko'plab mamlakatlarning neft importiga bog'liqligini ko'rsatdi va bu qaramlikni kamaytirish variantlarini izlashga olib keldi. 1970-yillarning o'rtalarida Daniya zamonaviy shamol turbinalarining o'tmishdoshlarini sinovdan o'tkaza boshladi. Keyinchalik Chernobil fojiasi ham qayta tiklanadigan energiya manbalariga qiziqish uyg'otdi. Kaliforniya shamol energiyasini rag'batlantirish bo'yicha birinchi dasturlardan birini amalga oshirdi va shamol energiyasini ishlab chiqaruvchilar uchun soliq imtiyozlarini joriy qildi.

2019 yil boshiga kelib, barcha shamol turbinalarining umumiy o'rnatilgan quvvati 600 gigavatt dan oshdi. 2009 yildan beri dunyodagi barcha shamol turbinalarining quvvatlari yig'indisining o'rtacha o'sishi yiliga 38-40 gigavattni tashkil etadi va bu AQSh, Hindiston, Xitoy va Evropa Ittifoqida shamol energetikasining jadal rivojlanishi bilan bog'liq.

2008 yilda butun dunyo bo'ylab shamol energiyasi sanoatida 400 mingdan ortiq kishi ishlagan. 2008 yilda shamol energetikasi uskunalari global bozori 36,5 milliard evroga yoki taxminan 46,8 milliard AQSh dollariga o'sdi.

2010 yilda o'rnatilgan shamol stansiyalarining 44 foizi Yevropada, 31 foizi Osiyoda va 22 foizi Shimoliy Amerikada to'plangan. Germaniyadagi shamol stansiyalari Germaniyada ishlab chiqarilgan barcha elektr energiyasining 8,6 foizini ishlab chiqargan. 2009 yilda Xitoydagi shamol stansiyalari mamlakat elektr energiyasining taxminan 1,3 foizini ishlab chiqargan. 2006 yildan beri XXRda qayta tiklanadigan energiya manbalari to'g'risidagi qonun mavjud. 2020 yilga kelib shamol energiyasi quvvati 80-100 GVtga yetishi taxmin qilinmoqda. 2019 yilda shamol energiyasi Yevropa Ittifoqida elektr energiyasining 15 foizini ishlab chiqargan.

Germaniya 2025 yilga kelib elektr energiyasining 40-45 foizini qayta tiklanadigan energiya manbalaridan ishlab chiqarishni rejalashtirmoqda. Avvalroq Germaniya 2010 yilga kelib elektr energiyasini 12 foizga yetkazish maqsadini qo'ygan edi. Bu maqsadga 2007 yilda erishildi. Daniya 2020 yilda mamlakatning elektr energiyasiga bo'lgan ehtiyojining 50 foizini shamol energiyasi hisobiga qondirdi. Fransiya 2020 yilgacha 25 000 MVt quvvatga ega shamol elektr stansiyalarini qurishni rejalashtirmoqda, shundan 6 000 MVt dengizda .

2008 yilda Evropa Ittifoqi o'z oldiga maqsad qo'ydi: 2010 yilga kelib quvvati 40 ming MVt, 2020 yilgacha esa 180 ming MVt bo'lgan shamol turbinalarini o'rnatish. Evropa Ittifoqi rejalariga ko'ra, shamol elektr stansiyalari tomonidan ishlab chiqariladigan elektr energiyasining umumiy hajmi 494,7 TVt soatni tashkil qiladi.

Nazorat savollari

13. Shamol nima va u qanday hosil bo`ladi?
14. Shamol tezligi qanday o`lchanadi?
15. Anemometrlarining turlari, tuzilishi va ishlashini tushuntiring.
16. Shamol oqimining zichligi nima va u qanday aniqlanadi?
17. Shamol kadastrini haqida ma'lumot bering.
18. Shamol ko`rsatkichlariga oid Bafort shkalasi to`g`risida ma'lumot bering.
19. Jahonda va O`zbekistonda shamol energiyasining salohiyati to`g`risidagi ma'lumotlarni ayting.