



САФОРАТИ  
ҶУМҲУРИИ ФЕДЕРАЛИИ ОЛМОН  
ДУШАНБЕ

# МАНБАЪҲОИ БАРҚАРОРШАВАНДАИ ЭНЕРГИЯ

## ВОСИТАИ ТАЪЛИМӢ



2024

# ВАЗОРАТИ МАОРИФ ВА ИЛМИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

ДОНИШГОҲИ ТЕХНИКИИ ТОҶИКИСТОН  
БА НОМИ АКАДЕМИК М.С. ОСИМӢ

## МАНБАӢҲОИ БАРҚАРОРШАВАНДАИ ЭНЕРГИЯ ВОСИТАИ ТАЪЛИМӢ



ДУШАНБЕ – 2024

ТДУ 621.31(076)  
ТКБ – 31.15+31.6



**Мураттибон: Султонзода Ш.М., Қирғизов А.Қ., Қасобов Л.С.,  
Ҳасанзода Н., Раҳимов Ф.М.**

Манбаъҳои барқароршавандаи энергия. Воситаи таълимӣ. ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ, 2024. - 164 саҳифа.

Воситаи таълимии мазкур барои раванди таълим ва мукамалгардонии савияи донишҷӯён пешбинӣ шудааст. Дар воситаи таълимӣ маълумотҳо: ба мисли захираҳои энергетикӣ замин ва истифодаи онҳо, НБО-хурд, дастгоҳҳои барқи бодӣ, дастгоҳҳои барқии офтобӣ ва дастгоҳҳои истифодаи энергияи гармӣ офтоб ва мушкилоти истифодабарӣ ва асосноккунии техникаю иқтисодии МБЭ оварда шудаанд.

#### **Муқарризон:**

**Ғаниев З.С.** - номзади илмҳои техникӣ, муаллими калони кафедраи электроэнергетикаи филиали Донишгоҳи миллӣ-тадқиқотии Донишкадаи энергетикӣ Москва дар шаҳри Душанбе.

**Давлатшоев Д.Д.** - н.и.т., дотсенти кафедраи неругоҳҳои электрикӣ Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Маводи таълимӣ аз тарафи ШТМ ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ, суратчаласаи № 1 аз 10 октябри соли 2024 чоп тавсия шудааст.

Дастур дар кафедраи неругоҳҳои электрикӣ таҳия шудааст.

©Донишгоҳи техникии Тоҷикистон  
ба номи академик М.С. Осимӣ, соли 2024

## МУНДАРИҶА

ЛЕКСИЯИ 1 .....	7
ЗАХИРАҶОИ ЭНЕРГЕТИКИИ ЗАМИН ВА ИСТИФОДАИ ОНҶО .....	7
ЛЕКСИЯИ 2 .....	11
МАНБАЪҶОИ БАРҚАРОРНАШАВАНДА ВА БАРҚАРОРШАВАНДАИ ЭНЕРГИЯ.....	11
ЛЕКСИЯИ 3 .....	16
ЗАХИРАҶОИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИИ ҶАҶОН .....	16
ЛЕКСИЯИ 4 .....	25
ЗАХИРАҶОИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИИ ҶУМҶУРИИ ТОҶИКИСТОН .....	25
ЛЕКСИЯИ 5 .....	28
НАҚШАҶОИ АСОСИИ ИСТИФОДАИ ЭНЕРГИЯИ ОБ .....	28
ЛЕКСИЯИ 6 .....	38
НАМУДҶОИ НЕРУГОҶҶОИ БАРҚИ ОБИИ ХУРД .....	38
ЛЕКСИЯИ 7 .....	48
ТУРБИНАҶОИ ОБӢ ВА ТАҶҶИЗОТИ ГИДРАВЛИКИИ НБО .....	48
ЛЕКСИЯИ 8 .....	59
САРБАНД ВА НАМУДҶОИ ОН .....	59
ЛЕКСИЯ 9 .....	66
КОР ВА ТАВСИФҶОИ АСОСИИ НЕРУГОҶИ БАРҚИ ОБЗАХИРАВӢ (НБОЗ) .....	66
ЛЕКСИЯ 10 .....	69
ИСТИФОДАИ ЭНЕРГИЯИ ОҶТОБ.....	69
ЛЕКСИЯИ 11 .....	73
МАЪЛУМОТҶО ОИД БА ЭНЕРГИЯИ ОҶТОБ ДАР ҶУМҶУРИИ ТОҶИКИСТОН.....	73
ЛЕКСИЯИ 12 .....	79
ПАНЕЛҶОИ ОҶТОБӢ.....	79
ЛЕКСИЯИ 13 .....	83
КОЛЛЕКТОРИ ОҶТОБИИ ҶАМВОР.....	83
ЛЕКСИЯИ 14 .....	95
ДАСТГОҶИ БАРҚИИ БОДӢ (ДББ) .....	95

ЛЕКСИЯИ 15 .....	105
ДАСТГОҲҲОИ БАҶИИ БОДИ БО МЕҲВАРИ АМУДИ.....	105
ЛЕКСИЯИ 16 .....	108
БИОМАССА ВА БИОГАЗ .....	108
ЛЕКСИЯИ 17 .....	116
НЕРУГОҲҲОИ БАҶИ БИОГАЗИ. ЗАРҲОИ НИГОҲДОРАНДАИ ГАЗ (ГАЗГОЛДЕРҲО).....	116
ЛЕКСИЯИ 18 .....	122
НЕРУГОҲИ БАҶИИ ГЕОТЕРМАЛИ.....	122
ЛЕКСИЯИ 19 .....	125
НАСОСҲОИ ҲАРОРАТИ.....	125
ЛЕКСИЯИ 20 .....	129
ЗАХИРАКУНИИ ЭНЕРГИЯИ ЭЛЕКТРИКИ .....	129
ЛЕКСИЯИ 21 .....	142
МУҲАРИКИ СТИРЛИНГ .....	142
ЛЕКСИЯИ 22 .....	150
ЭНЕРГЕТИКАИ ҲИДРОГЕНИ.....	150
ЛЕКСИЯИ 23 .....	154
АСОСНОКУНИИ НИШОНДОДҲОИ ИҚТИСОДИЮ – ТЕХНИКИИ МБЭ	154
ЛЕКСИЯИ 24 .....	157
МУШКИЛОТИ ЭКОЛОГИИ ИСТИФОДАБАРИИ МБЭ .....	157
АДАБИЁТ .....	163

## МУҚАДДИМА

Истиқлолияти энергетикии ҷомеа дар асоси пешрафти илму техника ва рушду имкониятҳои истеҳсолии он ба даст оварда мешавад. Мувофиқати энергия ба талаботи ҷомеа – яке аз нишондодҳои асосии болоравии иқтисодӣ шуда метавонад.

Рушди ҷомеаи ҷаҳонӣ талаботро ба таъмин будан бо энергияи арзон зиёд гардондааст. Вале, маълумотҳоро оид ба норасоии энергия ва болоравии арзиши маводҳои (маҳсулот) нафтӣ ва газиро мунтазам мушоҳида кардан мумкин аст.

Роҳҳои анъанавии ҳосили энергия, ки бо истифода аз захираҳои нафтию газӣ энергия ҳосил менамоянд, бинобар рӯз аз рӯз кам гардидани захираҳои онҳо ва ифлосшавии экологӣ аз ҷиҳати иқтисодӣ ба баланд шудани арзиши энергияи ҳосилшуда оварда истодааст.

Ҳамаи ин омилҳо ба он овард, ки аз тарафи олимони як қатор мамлакатҳои хориҷӣ ҷиҳати пайдо намудани манбаҳои алтернативӣ (ғайрианъанавӣ), ки қобилияти иваз намудани манбаҳои анъанавиро доранд, корҳои тадқиқотию илмиро гузаронанд. Дар натиҷаи тадқиқоту омӯзишҳои зиёди олимони як қатор кишварҳои илмию техникӣ дар соҳаи энергетика ба даст оварда шуд. Ин кишварҳо ба одам истифодаи манбаҳои ғайрианъанавии барқароршавандаи энергияро ба монанди: энергияи дарёҳо, Офтоб, бод, обҳои зерзаминӣ (геотермалӣ), биомасса ва ғайраро имкон дод. Бартариҳои асосии манбаҳои барқароршавандаи энергия (МБЭ) дар он мебошад, ки онҳо аз тарафи табиат барқарор, яъне аз нав эҳё мешаванд. Бартарияти дигари онҳо дар он мебошад, ки энергияи аз МБЭ ба даст овардашуда аз ҷиҳати экологӣ тоза ва безарар мебошад. Тарафи манфии МБЭ: дар нобаробар будани он дар рӯи Замин; вобаста аз вақт (шароити иқлим, гармӣ, сардӣ) тағйирёбанда будани онҳо мебошад. Ин ҷиҳати манфии МБЭ талаб менамояд, ки барои ҳосили миқдори энергияи зарурӣ майдонҳои калон аз худ карда шаванд. Мисол: барои истифодаи нури Офтоб ва ё энергияи бод. Аз ин сабаб неругоҳҳои дар асоси МБЭ фаъолиятдошта гаронарзиш буда, масолеҳ ва хароҷоти зиёд металабанд. Вале ин гаронарзиши неругоҳ аз ҳисоби камхарчии истифодабарии истеҳсоли пӯшида мешавад. Чуноне, ки медонем, батареяҳои оддии офтобӣ бе хароҷоти иловагӣ муддати зиёда аз 15-25 сол истифода бурда мешаванд.

Ҷумҳурии Тоҷикистон ба монанди дигар мамлакатҳои минтақа ва ҷаҳон дар пайи рушд ва истифодаи васеи МБЭ буда, ҷиҳати дастгирӣ ва фароҳам овардани шароити мусоид, як қатор чораҳои зарурӣ андешида аст.

## ЛЕКСИЯИ 1

### ЗАХИРАҶОИ ЭНЕРГЕТИКИИ ЗАМИН ВА ИСТИФОДАИ ОНҲО

Дар илми физика *энергия* гуфта миқдори намудҳои гуногуни ҳаракати материяро мегӯянд, ки аз як намуд ба намуди дигар табдил ёфта метавонад. Энергия ба намудҳои зерин чудо мешавад: химиявӣ, механикӣ, электрикӣ, ҳастай ва ғ. Захираҳои энергетикӣ гуфта, он энергияро меноманд, ки дар объектҳои моддӣ ғун гаштаанд ва имконияти амалан истифода бурданашон мавҷуд аст. Ба намудҳои асосии захираҳои энергетикӣ, ки бо миқдори калон барои эҳтиёҷи амалӣ истифода мешаванд, дар навбати аввал сӯзишворихоии органикӣ ба монанди ангиштсанг, нафт, газ, ҳамчунон энергияи дарёву баҳрҳо, офтобу бод ва ғ. дохил мешаванд.

Захираҳои энергетикӣ ба захираҳои барқароршаванда ва барқарорнашаванда чудо мешаванд.

Ба захираҳои барқароршаванда он намудҳое дохил мешаванд, ки дар табиат вучуд дошта, бе танаффус барқарор мешаванд, ки мисоли он об, нури офтоб, бод ва ғ. шуда метавонанд.

Мисоли захираҳои барқарорнашаванда ангиштсанг, нафт, газ ва ғ. мебошанд.

Энергияе, ки аз сӯзишворӣ, об, бод ба даст оварда мешавад ва энергияи ядрой, энергияи ибтидоӣ (аввалия) номида мешавад. Энергияе, ки баъди табдили энергияи ибтидоӣ дар нуругоҳхову пойгоҳҳо ба даст оварда мешавад, энергияи сонӣ номида шуда, ба он энергияи электрикӣ, буғ, оби ҷӯш ва ғ. мансубанд.

Вобаста ба намуди энергияи ибтидоии истифодашаванда, ки дар нуругоҳҳо мубаддал мешавад, ба онҳо ном гузоштаанд. Чунончи нуругоҳи барқи ҳароратӣ (кӯтоҳкардаи тоҷикиву русиаш НБАл-ТЭС) энергияи гармиро (ибтидоӣ) ба энергияи электрикӣ (сонӣ), нуругоҳи барқи обӣ (НБО-ГЭС) энергияи обро ба электрикӣ, нуругоҳи барқи атомӣ (НБА-АЭС) – энергияи атомиро ба электрикӣ ва ғ. мубаддал мекунанд.

Дар раванди истехсолоти энергетикӣ панҷ марҳиларо чудо кардан мумкин аст:

1. Ба даст овардан ва ғанӣ гардонидани захираҳои энергетикӣ: дарёфт ва ғанӣ гардонидани сӯзишворӣ, баланд намудани тазйиқи (напор) об тавассути иншооти хидротехникии НБО ва ғ.
2. Интиқоли захираҳои энергетикӣ ба дастгоҳҳои табдилдиҳандаи энергия, ки ба воситаи нақлиёти баҳрӣ, хушкӣ ё лўлаҳои обу нафту газ ва ғ. иҷро мешавад.

3. Табдили энергияи ибтидоӣ ба энергияи сонӣ, ки барои тақсимот ва истеъмоли хеле ҳам мувофиқ аст (одатан ба намуди энергияи электрикӣ ва гармӣ).
4. Интиқол ва тақсими энергияи табдилшуда.
5. Истеъмоли энергия дар намуде, ки он ба истеъмолкунанда расонида шудааст, ҳамчунон дар намуди табдилёфта.

Энергияи муфид истифодашаванда фақат 35-40% - ро ташкил дода, боқимондаи 60-65 % асосан дар намуди гармӣ талаф мешавад.

Ҷойгиршавии захираҳои энергетикӣ дар мавзёҳо ва мамлакатҳои дунё хело ҳам гуногун аст. Захираҳои нафти дунё асосан дар мамлакатҳои Шарқи Миёна ва Шарқи Наздик ҷойгир шудаанд, ки истеъмоли ин захираҳо дар ин мавзёҳо нисбат ба истеъмоли миёнаи ҷаҳонӣ 4-5 маротиба камтар мебошад.

Нобаробарии инкишофи индустриалии мамлакатҳо ба он овардааст, ки 30 % - и аҳолии ҷаҳон 90 % энергияи ба дастамада ва 70 % - и дигари он бошад фақат 10 % боқимондари истеъмоли мекунад. Тахминан 75 % иқтисодии неругоҳҳо ва истеҳсоли энергияи электрикӣ ба 10 мамлақати тараққиқардатарини ҷаҳон рост меояд. Тамоюли нобаробарии истифодаи захираҳои энергетикӣ давом дорад. Агар зиёда аз нисфи аҳолии дунё, ки дар мамлакатҳои мутараққӣ умр ба сар мебаранд ба ҳар сари кас на зиёд аз 100 кВт\*соат истеъмоли кунанд, истеъмоли миёнаи ҷаҳон бошад, ба ҳар сари аҳоли наздик ба 1500 кВт\*соат мебошад. Чунон аст нобаробарии иқтисодии истифодаи захираҳои энергетикӣ.

Аксаран барои нобаробарии ҷойгиршавии захираҳои энергетикӣ ва истеъмоли он сӯзишвориро бо воситаҳои нақлиёт ва роҳи оҳан ё роҳи баҳрӣ ба ҷои истеъмоли – ба неругоҳҳои барқ ё корхонаҳои дигари саноатӣ мекашонанд. Аксарияти мамлакатҳои тараққиқарда (Ҷопон, Олмон, Фаронса, Италия ва ғ.) сӯзишвории энергетикиро аз дигар ҷойҳо ворид (импорт) мекунад. Чунончӣ, Ҷопон зиёда аз 80 % сӯзишворӣ, асосан нафтро, аз мамлакатҳои халиҷи Форс мекашонанд. Роҳи дигари истифодаи сӯзишворӣ, ки сарфи маблағро барои кашонидан хеле паст мекунад, ин сохтани неругоҳҳои барқ дар наздикии конҳои сӯзишвории органикӣ мебошад, ки аз он ҷо энергияи электрикӣ тавассути ХИБ ба шахрҳову корхонаҳои саноатии дур ҷойгиршуда дода мешавад.

Ба мақсад мувофиқ будани интиқоли маводи энергетикӣ (ангишт, нафт, газ ва ғ.) ба масофаҳои муайян ба энергиягунҷоишаш, яъне ба миқдори энергияе, ки дар як воҳиди масса мавҷуд аст вобаста мебошад. Маълум аст, ки энергиягунҷоиши изотопҳои радиоактивии уран ва торий аз ҳама зиёд буда, як килограмми он қариб дорои  $2,22 \times 10^9$  кВт\*соат энергия мебошад.



Агар ККФ-и (КПД) дастгоҳҳои энергетикӣ атомиро ба 0,25 баробар гирем, он гоҳ барои истеҳсоли энергия баробар ба энергияи миёнаи солони бузургтарин НБО-и Осиёи Марказӣ – Норақ, ки он 11 млрд.кВт\*соатро ташкил медиҳад, ҳамагӣ  $11:0,25:2,22=20$  кг изотопи уран ё торий басанда аст. Дар ин ҳолат мушкилии интиқоли ин миқдори нозизи сӯзишворӣ аз байн меравад.

Ба ҳоли ҳозир, гарчанде ки миқдори неругоҳҳои барқи атомӣ дар ҷаҳон сол то сол афзуда истода бошад ҳам, вале сӯзишвории органикӣ ҳамоно манбаи асосии энергияест, ки башарият онро истифода мебарад. Баҳои мутахассисон ба захираи сӯзишвории органикӣ дар ҷаҳон аз ҳам хело фарқи калон дорад. Дар ҷадвали 1 қимати миёнаи ин нишондодҳо оварда шудаанд.

Ҷадвали 1

#### Захираҳои сӯзишвории энергетикӣ

Намуди захираҳои сӯзишвории органикӣ	Захираҳои сӯзишворӣ		Дурнамои тӯлии истифодаи пурра, сол
	млн. $10^9$ кВт*соат	млрд.т	
Дақиқ муайяншуда	50-60	6000-7000	100-200
Барои истифода имконпазир	25-30	3000-3500	50-100

Чуноне, ки аз ҷадвали 1 дида мешавад, захираҳои аз нуқтаи назари имкониятҳои техникӣ ва иқтисодии муосир барои истифода имконпазир нисбат ба захираҳои дақиқ муайяншуда ду маротиба камтар мебошад.

Беист афзудани истеҳсолоти саноатии ҷаҳон ба зиёд шудани босуръати истеъмоли захираҳои энергетикӣ овардааст.

Мувофиқи ақидаи қисме аз мутахассисон, захираҳои боқимондаи сӯзишвории органикӣ (бе назардошти имкониятҳои энергетикаи ҳастай ва термойдрой) шояд ба 100-250 соли дигар расад.

Манбаҳои аввалини гармӣ ҷӯбина ва боқимондаҳои органикӣ гуногун буданд. Муддати дуру дароз то ба асри XVI ҷӯбина энергиядиҳандаи асосӣ буд. Баъдан бо аз худ намудани истифодаи васеи ангишт ва нафт, ки дар воҳиди масса ва ҳаҷмашон миқдори бисёртари энергия ҷой дорад, истифодаи ҷӯбина хело ҳам кам шуда, нақшаи ҳамчун сӯзишворӣ тамоман истифода набурдани он мавҷуд аст.

Агар дар аввали асри XX асосан истифодаи ангиштсанг маъмул бошад, баъдан бо афзудани истифодаи нафту газ ҳиссаи ангиштсанг дар истеҳсоли энергияи электрикӣ камтар шуд.

Бо мурури вақт сўзишвориҳои органикиро, ки захирашон сол ба сол кам шуда истодааст, намудҳои дигари самараноки энергия ва дар навбати аввал, энергияи ҳастай, ки аз тақсим шудани ҳастаи элементҳои вазнин ва синтези ҳастаи элементҳои сабук ба вуҷуд меоянд, иваз хоҳанд кард.

Ҳиссаи хеле калони захираҳои энергетикӣ дар неругоҳҳои барқ барои истеҳсоли энергияи электрикӣ истифода мешавад.

Дар ҳоли ҳозир тавоноии умумии неругоҳҳои ҷаҳон тахминан 3 млрд.кВт-ро ташкил медиҳад, ки ин ба тавоноии 750-800 НБО-и Норак баробар аст.

Агар ККФ –и дастгоҳҳои энергетикиро 0,2 қабул намоем, он гоҳ барои ба даст овардани тавоноии фойданоки неругоҳҳои барқ 3 млрд.кВт ба андозаи  $3/0,2=15$  млрд.кВт захираҳои табиӣ энергетикиро сарф намудан лозим аст, ки дар як шабонарӯз на кам аз  $7,4 \times 10^{14}$  млрд.кВт\*соатро ташкил дода,  $9,1 \times 10^9$  тонна сўзишвориҳои шартиро металабад.

### **Саволҳои санҷишӣ**

1. Энергия гуфта чиро дар назар дошта мешавад?
2. Энергия ба кадом намудҳо ҷудо мешавад?
3. Захираҳои энергетикӣ чист?
4. Намудҳои захираҳои энергетикӣ кадом аст?
5. Ба намуди захираҳои энергетикӣ барқароршаванда кадом намудҳои захираҳо дохил мешавад?
6. Намуди захираҳои барқарорнашавандаро номбар намоед.
7. Дар раванди истеҳсолоти энергетикӣ чанд марҳиларо ҷудо кардан мумкин аст?
8. Дар ҳоли ҳозир тавоноии умумии неругоҳҳои ҷаҳон чанд млрд.кВт-ро ташкил медиҳад?

## ЛЕКСИЯИ 2

### МАНБАЪҲОИ БАҶҚАРОРНАШАВАНДА ВА БАҶҚАРОРШАВАНДАИ ЭНЕРГИЯ

Дар саҳифаҳои пешин қайд шуда буд, ки дар ҷаҳон то ба ҳол ҳама асосан сӯзишвориҳои органикиро истифода мебаранд, ки дар навбати аввал ба он ангиштсанг, нафт ва газ дохил мешаванд. Ин маводҳо дорои энергияғунҷоиши гуногун мебошанд, ки дар ҷадвали 1 нишон дода шудааст.

Ҷадвали 1 – Намуди сӯзишвориҳои органикӣ

Намуди сӯзишворӣ	Сӯзишвории шартӣ	Ангишт (антрацит)	Нафт	Газ (пропан)	Ҳидроген	Ҷўбина (хушкш)
Энергоғунҷоиши хос, 10 <sup>6</sup> Ҷоул/кг	29,6	33,5	41,9	46,1	120,6	10,5
ё кКал/кг	7000	8000	10000	11000	28800	2500

Барои байни ҳама муқоиса карда тавонистани сӯзишвориҳои гуногун мафҳуми «сӯзишвории шартӣ», ки як килограмми он дорои 7000 килокалория мебошад (ё 29,6 млн. Ҷоул), қабул карда шудааст.

Дар ҷадвали 1 нишон дода шуда буд, ки захираҳои геологӣ дақиқ муайяншудаи ангиштсанг 6-7 ҳазор млрд.т сӯзишвории шартиро ташкил медиҳад. Дар марзҳои собиқ Иттиҳоди Шуравӣ захираҳои калонтарини ангиштсанг дар Россия ва Қазоқистон ҷойгиранд. Ба қатори конҳои бузургтарини ангиштсанги дунё конҳои Канско-Ачинскийи кишвари Красноярск ва Экибастузи Қазоқистон дохил мешаванд. Дар асоси истифодаи ангиштсанги Экибастуз ва истеҳсоли энергияи электрикӣ дар маҳаллаш дар солҳои 80-и асри гузашта барои интиқоли энергия хати барқи баландшиддаттарини 1150 кВ ба Урал сохта шуда буд. Мамлакатҳои дигар ба монанди ИМА, РҶЧ, Ҷумҳурии федералии Олмон, Англия ва дигарон низ дорои захираҳои бузурги дақиқ муайяншуда мебошанд. Дар ҷадвали 2 захираҳои ангишт дар қитъаҳои ҷаҳон нишон дода шудаанд. Қайд бояд намуд, ки технология ва техникаи ҳозира имконияти сарфакорона ба даст овардани фақат 50 % захираҳои дақиқ муайяншударо дорад.

Чадвали 2 - Захираҳои ангишт дар қитъаҳои ҷаҳон

Қитъа	Осиё	Америка	Аврупо	Австралия ва Африко
Захираҳои ангишт, %	63	27	6	4

Нафт ба ҳоли ҳозир маводи асосии сӯзишвориест, ки рақобати сиёсату иқтисодии давлатҳои қудратмандро муайян менамояд. Зиёда аз 90 % эҳтиёҷи воситаҳои нақлиёти ғайринизомии ҳарби ро нафт таъмин менамояд. Зиёда аз нисфи захираҳои дақиқи ин мавод дар Шарқи Миёна ва Наздик ҷойгир шудааст. Мутахассисон баҳо додаанд, ки захираҳои ҷаҳонии нафт тахминан 200 млрд. тоннаро ташкил дода, зиёда аз 50 %-и он ба захираҳои дақиқ муайяншуда дохил мешаванд. Дар чадвали 3 захираҳои дақиқ муайяншудаи нафт дар мамлакатҳо ва ғӯшаҳои ҷаҳон нишон дода шудаанд.

Чадвали 3 - Захираҳои дақиқ муайяншудаи нафт дар мамлакатҳо ва ғӯшаҳои ҷаҳон

Мамлакат, мавзӯ	Захираҳои дақиқ, млрд.тонна ё %	Мамлакат, мавзӯ	Захираҳои дақиқ, млрд.тонна ё %
Мамлакатҳои Шарқи Наздик ва Миёна	32,28/60,9	Африко	4,29/8,1
ИМА	5,2/9,8	Канада	1,11/12,1
Мамлакатҳои Америкаи Лотинӣ ва мавзӯи баҳри Кариб	3,71/7,0	Аврупои Ғарбӣ	0,26/0,5

Қайд бояд намуд, ки маълумотҳо дар адабиётҳои гуногун доир ба захираҳои нафт шартӣ ва тахминӣ мебошанд. Иқтишофҳои геологӣ (разведкаи геологӣ), ки ҳамеша иҷро карда мешаванд, ба зиёд шудани захираҳои аниқ меоваранд ва бузургҳои нишондодашуда тағйирёбандаанд.

Сабаби хеле зиёд шудани истеъмоли нафт асосан инҳоянд:

- а) рушди тамоми намудҳои нақлиёти автомобилӣ ва авиатсия;
- б) хубтар шудани нишондиҳандаҳои дарёфт, нақл ва истифода нисбат ба сӯзишвориҳои саҳт;
- в) кӯшишҳои дар муддатҳои кӯтоҳтарин бо сарфи камтарин ба истифодаи захираҳои энергетикӣ табиӣ гузаштан;

г) кўшишҳои мамлакатҳои тараққикардаи саноатӣ аз ҳисоби истифодаи конҳои нафти мамлакатҳои рушдбанда ба даст овардани даромадҳои калон.

Чойгиршавии нобаробари захираҳои нафт (ҷадвали 3) ва нисбат ба истеъмолкунандагони асосӣ дур буданашон боиси пешрафти босуръати тараққиёти нақли нафт гардид, ки тавассути лўлаҳову кубурҳои кутрашон калон (ки то ба 2,3 м мерасанд) ва ё танкерҳои (киштии-маҳзан) борбардоиашон 200-230 ҳазор тонна амалӣ карда мешавад.

Дар ҷадвали 5 ҳиссаи захираҳои газ дар мамлакатҳо ва мавзёҳои гуногун нишон дода шудааст. Захираҳои геологӣ газ дар ҷаҳон тахминан 140-170 трлн.м<sup>3</sup> – ро ташкил медиҳанд, ки он бо мурури иҷрои кофтуковҳои геологӣ тағйир меёбад.

Газу нафт ашӣи хоми хело пурқимати саноати кимиёвӣ буда, аз онҳо намуди хело ҳам бисёри (зиёда аз 5 ҳазор намуд) маҳсулоти фойданоки синтетикӣ ҳосил менамоянд. Аммо бо ин мақсад на бештар аз 5-6 % ашӣи дарёфтшуда истифода мешавад. Қисми бисёртарини нафту газро то ба ҳол ба сифати сўзишвории энергетикӣ истифода мебаранд.

Мушкилоти асосии дарёфт намудани нафту газ дар чойгиршавии чуқури онҳо дар қишри замин мебошад, ки то ба он сатҳ парма намудан зарур аст. Парма намудан маблағи калонро металабад, ки он зиёда аз 70 % маблағҳои барои корҳои ҷўстучўии геологӣ сарфшударо ташкил медиҳад.

Ҷадвали 5 - Захираҳои геологӣ газ дар ҷаҳон

Мамлакат, мавзё	Захираҳо, % аз захираҳои дақиқ муайяншудаи газ	Мамлакат, мавзё	Захираҳо, % аз захираҳои дақиқ муайяншудаи газ
Мамлакатҳои Шарқи Наздик ва Миёна	20,6	Мамлакатҳои Америкаи Лотинӣ ва мавзёҳои баҳри Кариб	6,2
ИМА	27,5	Канада	4,3
Африқо	15,1	Мамлакатҳои Шарқи дур	2,3
Россия ва собиқ ҷумҳуриҳои Иттиҳоди Шўравӣ	14,4		

Дар ҷумҳуриҳои Осиёи Марказӣ захираҳои нафт 5,7 млрд.т., газ-11,5 трлн.м<sup>3</sup> (6 % аз захираҳои дақиқ муайяншудаи ҷаҳон), захираҳои ангишт–38243 млн.т., имконияти гидроэнергетикӣ – 6 % аз имконияти ҷаҳониро ташкил медиҳанд.

Ҳиссаи захираҳои ҷумҳуриҳои Осиёи Марказӣ нисбат ба захираҳои ҷаҳонӣ дар ҷадвали 6 оварда шудаанд.

Ҷадвали 6 - Захираҳои энергетикӣ ва захираҳои ҷумҳуриҳои Осиёи Марказӣ

Захира	Нафт	Газ	Ангишт	Об
%	3	6	4	6

Дар солҳои охир истифодаи энергияи бод ва офтоб ривҷ ёфтааст. Чуноне, ки дар боло қайд намуда будем, бузургтарин манбаи энергия Офтоб мебошад. Дар баробари энергияи боду Офтоб энергияи геотермалӣ (энергияи манбаҳои обҳои гарми зеризаминӣ), энергияи аз рӯи фарқи ҳарорати байни сатҳи чуқури океанҳо ва сатҳи рӯи обии он ба вучуд меомада ба қатори энергияҳои (манбаҳои) барқароршаванда дохил мешаванд, ки ҳанӯз васеъ истифода намешаванд.

Ҳанӯз аз замони қадим одамон энергияи бодро барои ҳаракати киштиҳои бодбондор истифода бурда, масофаҳои басо дурро тай менамуданд. Аз тамоми энергияи бодии дар рӯи қурраи замин буда, фақат 5 % онро фойданок истифода бурдан имконпазир аст, ки дар як сол (8,8-11) млрд.МВт\*с-ро ташкил дода, тавоноиаш ба  $1,0-1,26 \times 10^9$  кВт мерасад, ки ин ба тавоноии 333-420 - то ва энергияи миёнаи ҳарсолаи 840-1040 НБО-и Норак баробар аст.

Тадқиқотчиёни намоёни ҷаҳон табиати ба вучуд омадани ҷараёнҳои доимии бодиро омӯхтаанд – ситорашиносон Галилей дар асри XVII, Галлей дар асри XVIII, баъдан Гелмголд ва дигарон.

Энергияи зиёдтарине, ки аз қайҳон ба Замин ворид мешавад ин энергияи Офтоб мебошад, ки он дар ихтиёри одам аст. Энергияи офтоб, ки ба сатҳи замин мерасад ба  $12 \times 10^5$  млрд.т энергияи сӯзишвории шартӣ баробар мебошад. Офтоб ба монанди дигар ситораҳо гази тафсон мебошад. Дар кишри доройи фишори баланди он ҳарорат ба 15-20 млн. градус мерасад. Тадқиқотҳо муайян намудаанд, ки энергияи ниҳоят бузурги Офтоб аз ҳисоби синтези элементҳои сабуки ҳидроген ва ҳелий ба вучуд меояд, ки мувофиқан дар Офтоб 82 % ва 17% - ро ташкил медиҳанд. Ба мисли энергияи обӣ энергияи Офтоб низ дар фасли гармо зиёд буда, дар фасли зимистон, ки ба он эҳтиёҷ хело зиёдтар аст, кам мебошад. Ҳамчунон фаҳмоӣ, ки шабона имконияти истифодаи он аз байн меравад.

Дар сарҳади берунаи атмосфера зичии афканишоти офтоб  $1,39 \text{ кВт/м}^2$  ташкил дода, дар сатҳи замин дар мавзӯҳои хело ҳам мусоид тавоноии хоси афканишоти офтоб ба  $1 \text{ кВт/м}^2$  баробар мебошад. Тавоноии хоси миёна бошад 4 маротиба камтар буда, ба  $0,25 \text{ кВт/м}^2$  баробар аст. Энергияи офтобро ба осонӣ ба энергияи гармӣ мубаддал кардан мумкин аст. Энергияи Офтобро дар нуруҳои барқи ҳелиотермӣ истифода бурдан мумкин аст, ки дар онҳо ин энергия ба энергияи гармӣ ҳисоби корӣ ва баъд ба энергияи электрикӣ

табдил дода мешавад. Неругоҳҳои ҳелиотермалиро то сад МВт сохтан мумкин аст. Ба сифати ҷисми қорӣ об ё ҳаво истифода бурда мешавад, ки сараввал онро то ба ҳароратҳои хело баланд, бо зич истифода бурдани энергияи офтоб, метафсонанд (барои мисол, дар кураҳои офтобӣ то ба 3000<sup>0</sup> С).

Дастгоҳҳои офтобии пастҳарорат офтобқабулкунаки ҳамвор буда, асосан дар он об гарм карда мешавад, ки барои гармкунии хонаҳо, барои шустушӯӣ ва ҳавобехкунии (кондиционерование) биноҳо истифода мешавад. ККФ-аш то ба 40 % мерасад. Вале арзиши истеҳсоли электроэнергия бо унсурҳои офтобӣ ҳанӯз хело қимат мебошад.

Истифодаи энергияи шӯӣи офтоб барои истеҳсоли энергияи электрикӣ таърихи зиёда аз 110 сола дорад. Дар яке аз намоишгоҳҳо дар соли 1910 муҳандисони Фаронса муҳаррикero ба намоиш гузоштанд, ки аз ҳисоби энергияи офтоб қор мекард. Аммо қўшишҳои бисёри ба даст овардани энергияи электрикӣ аз ҳисоби энергияи Офтоб дар миқёси саноатӣ ба натиҷаҳои дилхоҳ анҷом наёфт.

### **Саволҳои санҷишӣ**

1. Сўзишвории органики бо кадом мақсад ва роҳҳо истифода мешавад?
2. Намудҳои сўзишвории органикиро номбар намоед.
3. Бо кадом мақсад аз мафҳуми «сўзишвории шартӣ» истифода менамоянд?
4. Нақши сўзишвории органикӣ – нафт дар муносибатҳои байнидавлати ҷиғунааст?
5. Сабабҳои зиёд гардидани истифодаи нафт ва ё талабот ба он дар чист?
6. Бар исвази сўзишвории органики кадом намуди энергия тавсия дода мешавад?

## ЛЕКСИЯИ 3

### ЗАХИРАҶОИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИИ ҶАҶОН

Захираҳои гидроэнергетикӣ – ин захираҳои энергияи оби равони ҷараёнҳои дарёҳою обанборҳои аз сатҳи баҳр боло ҷойгиршуда ва энергияи мадди баҳрӣ мебошанд.

Захираҳои гидроэнергетикии сайёраамон тахминан  $33000 \cdot 10^9$  кВт\*соатро дар як сол ташкил медиҳанд, ки фақат 1/4 ҳиссаи онро аз рӯи шартҳои техникӣ ва иқтисодӣ барои зарурати амалӣ истифода бурдан имкон дорад.

Хусусияти махсуси захираҳои гидроэнергетикӣ он мебошад, ки обҳои рӯи заминӣ қисми муҳимтарини мувозинаи экологии сайёраи Замин мебошанд. Агар ҳамаи дигар намудҳои ибтидоии захираҳои энергетикӣ аксаран барои истеҳсоли энергия истифода шаванд, ба захираҳои обӣ бошад ҳамчунон бояд аз нуқтаи назари имкониятҳои амалӣ намудани таъминоти саноат ва ҷамъият бо об, инкишофи хоҷагии моҳидорӣ, обёрӣ, киштигардӣ ва ғ. баҳо дода шавад.

Ба захираҳои гидроэнергетикӣ он хусусият низ хос аст, ки мубаддал шудани энергияи механикӣ об ба электрикӣ дар НБО бе истеҳсоли мобайнии гармӣ ба вучуд меояд.

Энергияи об барқароршаванда буда, даврияти аз нав ба вучуд омаданаш пурра аз ҷараёни дарё вобаста мебошад. Барои ҳамин ҳам, захираҳои гидроэнергетикӣ дар тури сол нобаробар тақсим шудаанд ва ғайр аз ин, бузургиашон сол то сол тағйир меёбад.

Дар шароити табиӣ энергияи дарёҳо барои шустани қаър ва соҳилҳои маҷро, шуста бурдан ва коркарди масолеҳи саҳт, ишқоркунӣ ва кӯчонидани намакҳо сарф мешавад. Ин фаъолияти фарсоишӣ (эрозиягӣ) боиси оқибатҳои бад, ба монанди вайроншавии устувории соҳилҳо, обхезӣ ва ғ. шуда, ҳамчунон самарани фойданок, ба мисли ҷамъ овардани масолеҳи сохтмон (рег, шағал) дорад.

Баъзе захираҳоро обҳои рӯизаминӣ ва зеризаминии худуди муайян меноманд, ки барои мақсадҳои гуногуни таъмини ҳаёти ҷомеа истифода мешаванд ё метавонанд истифода шаванд. Ба захираҳои гидроэнергетикӣ қисми захираҳои обие, ки барои истеҳсоли нерӯи барқ истифода мешавад тааллуқ дорад.

Азбаски дар табиат зери таъсири офтоб гардиши доимии об (бухоршавӣ - боришот) ба амал меояд, захираҳои гидроэнергетикӣ ҳамчун захираҳои барқароршаванда гурӯҳбандӣ карда мешаванд.



Захираҳои оби ҷаҳон хеле бисёранд. Захираҳои оби Замин ё гидросфераи он аз уқёнусҳо, баҳрҳо, пиряхҳо, кӯлҳо, дарёҳо, обҳои зеризаминӣ ва буғи оби атмосфера иборатанд. Аз чор се ҳиссаи сатҳи заминро уқёнусҳо, кулҳо ва дарёҳо ишғол намуда, танҳо чорякашро хушкӣ ташкил медиҳад. Агар ҳаҷми умумии об дар гидросфера ба руи Замин баробар тақсим карда мешуд, дар атрофи он ғафсии 4 километр қабати об ба вучуд меомад.

Сатҳи Замин қариб 1,5 миллиард км<sup>3</sup> об дорад, ки 93,96% дар уқёнусҳо ва баҳрҳо, зиёда аз 4% дар хушкӣ ва 1,65% дар пиряхҳо ҷойгиранд. Оби дарёҳо дар ҳаҷми умумии гидросфера ҳамагӣ аз даҳҳазор як фоизро ташкил медиҳад. Гидросфера (қабати оби Замин) тамоми обҳоро дар ҳолати саҳт, моеъ ва газӣ дар бар мегирад.

Тасвири умумии захираҳои оби гидросфера ва Замин дар ҷадвали 1 оварда шудааст.

Ҷадвали 1 - Захираҳои оби гидросфера

Қисмҳои гидросфера	Ҳаҷми об, ҳазор. км <sup>3</sup>	Ҳиссаи ҳаҷми умумӣ, %
Гидросфера	1454703	100
Аз ҷумла:		
Уқёнусҳои ҷаҳонӣ	1370323,2	93,96
Обҳои зеризаминӣ	60000	4,12
ки аз онҳо минтақаҳои мубодилаи фаъоли об	4000	0,27
Пиряхҳо	24000	1,65
Кулҳо ва обамборҳо	280*	0,019
Намӣи хок	85**	0,006
Буғҳои атмосфера	14	0,001
Оби дарёҳо	1,2	0,0001

\*Аз ҷумла дар обамборҳо қариб 6 ҳазор км<sup>3</sup> об.

\*\*Аз ҷумла қариб 2 ҳазор км<sup>3</sup> барои обёрӣ.

Об моддаи маъмултарин дар табиат аст. Аммо 97,5%-и гидросфера аз обҳои шӯр ва ҳамагӣ 2,5% оби ширин, 2/3 қисми он дар пиряхҳо ва қабати барфи доимӣ ҷамъ шуда, 1/5 қисми обҳои зеризаминиро ташкил медиҳанд.

Қисми асосии оби тоза дар пиряхҳо ва қабати барфҳои доимӣ (85%) мавҷуд аст ва қисми зиёди он дар пиряхҳои Антарктида мутамарказ шудааст. Захираҳои зиёди оби тоза дар қабатҳои зеризаминии қишри замин (то 14%) ва яхҳои зеризаминии ҷинсҳои яхбандии абадӣ (0,84%) мавҷуд буда, танҳо 0,004% дар маҷрои дарёҳо, 0,05% дар атмосфера тақрибан 0,02 фоиз. Манбаи

асосии оби тоза дар рӯи замин оби дарёҳо, кулҳо, обанборҳо ва баъзе обҳои зеризаминӣ мебошад. Дар раванди манбаҳои захираҳои оби тоза нақши муҳимро боришот мебозад.

Дар як сол ба руи Замин ба ҳисоби миёна як метр боришот меафтад. Тақрибан 37,5 миллион км<sup>3</sup>, ё 98% тамоми оби тоза дар шакли моеъро обҳои зеризаминӣ ташкил медиҳанд ва тақрибан 50% он дар чуқурии на бештар аз 800 м ҷойгир аст. Аммо ҳаҷми обҳои зеризаминӣ аз рӯи ҳосиятҳои обҳои зеризаминӣ ва кувваи насосхое, ки об мебароранд вобастагӣ дорад. Захираи обҳои зеризаминӣ дар Саҳара тақрибан 625 ҳазор км<sup>3</sup> ҳисоб карда мешавад.

Бояд гуфт, ки тақсимооти боришот дар сатҳи замин нобаробар буда, барои ташаккули чараёни дарё ва оби ширин номусоид аст. Захираи оби тозаи Замин дар ҷадвали 2 нишон дода шудааст.

Кишварҳои собиқ Иттиҳоди Шӯравӣ дорои захираҳои бузурги об дар ҷаҳон буда, дар маҷмӯъ аз рӯи ҳаҷми миёнаи солони дарёҳо дар ҷаҳон ҷои дуумро ишғол мекунад (пас аз Бразилия) ва инчунин захираҳои зиёди потенциалии обҳои зеризаминӣ доранд.

Ҷадвали 2 - Обҳои ширини гидросфера

Қисмҳои гидросфера	Ҳаҷми оби тоза, ҳазор. км <sup>3</sup>	Ҳиссаи ҳаҷми умумӣ, %
Гидросфера	28253,2	100
Аз ҷумла:		
Пиряхҳо	24000	85
Обҳои зеризаминӣ	4000	14
Кулҳо ва обанборҳо	155	0,6
Намҳои хок	83	0,3
Буғҳои атмосфера	14	0,05
Оби дарёҳо	1,2	0,004

Истифодаи захираҳои гидроэнергетикӣ дар мувозинаи (баланси) ҷаҳонии энергияи электрикӣ ҷои намоёнро ишғол мекунад. Дар солҳои 70-80-и асри гузашта ҳиссаи энергияи обӣ нисбат ба тамоми истеҳсоли энергияи электрикӣ ҷаҳон 26 % -ро ташкил медод. Хусусан баъди ҷанги дуҷуми Ҷаҳонӣ истеҳсоли энергияи электрикӣ нерӯгоҳҳои обӣ бо суръати хело калон афзуд. Агар дар соли 1946 дар НБО-ҳо 200 млрд.кВт\*соат истеҳсол мешуд, дар соли 1965 бошад он 4,3 маротиба афзуда, дар соли 1978 ба 975 млрд.кВт\*соат расид. Дар соли 2006 бошад иқтидори НБО-ҳои ҷаҳонӣ ба 777 Гвт расид. Дар ҳар як 32 соли гузашта ба ҳисоби миёна афзоиши истеҳсоли энергияи нерӯгоҳҳои барқ зиёда аз 12,1 % -ро ташкил дод. Афзоиши миёнаи

солонани истеҳсоли энергияи электрикӣ аз соли 1978 то ба 1993, яъне дар 15 сол, 7,7 % - ро ташкил дода, ба 2100 млрд.кВт\*соат расида буд. Агар то ба соли 2011 афзоиши миёнаи солонани 5 %- ро ҳам ташкил карда бошад, ҳоло неругоҳҳои барқи обии ҷаҳон на кам аз 3900 млрд.кВт\*соат энергия ҳосил мекунанд. Инкишофи босуръати гидроэнергетика дар бисёре аз мамлакатҳои ҷаҳон бо афзудани мушкилиҳои сӯзишвории энергетикӣ ва экологӣ вобаста аст. Қисми бисёрии энергия то ба ҳол ҳам дар неругоҳҳои анъанавии аловӣ ва атомӣ истеҳсол мешавад. Технологияи коркард ва истифодаи манбаҳои ғайрианъанавии энергия ҳанӯз ба замона пурра ҷавобгӯ намебошанд.

Қисми асосии истеҳсоли энергия дар неругоҳҳои барқи обии Америкаи Шимолӣ, Чин, Аврупо, Россия ва Ҷопон рост меояд, ки дар онҳо то 80 % энергия НБО–и ҷаҳон истеҳсол мешавад.

Дар як қатор мамлакатҳо, ба дараҷаи баланди истифодаи захираҳои гидроэнергетикӣ нигоҳ накарда, кам шудани ҳиссаи гидроэнергетика дар мувозинаи электрикӣ ба ҷашм мерасад. Дар 40-50 соли охир вазни ҳисси гидроэнергетика дар Австрия аз 80% ба 70%, дар Фаронса аз 53% ба 3-4% ва дар Италия аз 94% то 45% кам шудааст. Сабабаш он аст, ки дар Фаронса ҳиссаи неругоҳҳои атомӣ 80% шуда, захираҳои гидроэнергетики ин мамлакатҳо қариб пурра истифода шуданд. Дар навбати худ ба соли 2015 дар энергетикаи Норвегия ва Шветсия ҳиссаи энергияи электрикии НБО 98%, дар Шветсария ва Бразилия 90 %, ва дар Канада 66 % -ро ташкил дода, дар Тоҷикистон бошад 98 % ва Парагвай 100%-ро.

Кӯшиши ба тартиб даровардани баҳисобгирӣ ва баҳо додан ба захираҳои ҷаҳонии гидроэнергетикӣ аз ҷониби Конфронси ҷаҳонии энергетикӣ иҷро карда шуда буд.

Ҳисобҳои овардашуда дар вақташ ба тасаввуроти пештара оид ба тақсимоли захираҳои гидроэнергетикӣ дар қитъаҳо тағйироти қатъӣ ворид намуданд. Хусусан тағйиротҳои калон доир ба Африқо ва Осиё ба даст оварда шуданд. Ин маълумотҳо нишон медиҳанд, ки дар қитъаи Осиё қариб 36% захираҳои ҷаҳонии обӣ ҷойгир шуда, дар айни ҳол дар Африқо, ки аз ҷиҳати захираҳои гидроэнергетикӣ аз ҳама бойтар ҳисоб мешуд, танҳо 18,7 % захираҳо ҷой доранд. Дар ҷадвали 9 зичии захираҳои қитъаҳо нишон дода шудааст.

Чадвали 3 - Муқоисаи маълумотҳо оид ба тақсимои захираҳои имконпазири гидроэнергетикии қитъаҳо (% аз ҷамъбастии ҷаҳон)

Қитъа	Маълумоти хадамоти геологии ИМА	Аз рӯи атласи Оксфордӣ	Маълумоти намояндаи Югославия дар КЧЭ 4	Маълумоти СММ	Аз рӯи ҳисобҳо дар собиқ Иттиҳоди Шуравӣ
Аврупо	10	10,3	3,6	13,8	6,4
Осиё	24,2	22,8	41,2	34	35,7
Африқо	38,7	41,1	20,5	32,2	18,7
Америкаи Шимолӣ	14	12,7	12,6	11,4	18,7
Америкаи Ҷанубӣ	9,6	10,1	19,8	7,6	16
Австралия	3,5	3	2,1	1	4,5
Курраи Замин	100	100	100	100	100

Чуноне, ки дар боло қайд шуда буд, маълумотҳо доир ба захираҳои гидроэнергетикии Африқо аз будаи зиёдтар тасаввур карда мешуд. Чунончӣ, агар ба қабати ҷараёни солони хавзаи дарёи Конго 500-570 мм ва дарёи Нигер – 567 мм баҳо дода мешуд, ба ҳоли ҳозир ҳисоб карда шудааст, ки он мувофиқан 370 мм ва 300 мм–ро ташкил медиҳаду халос.

Мувофиқи маълумоти зикршуда бузургии пурраи захираҳои ҷаҳонии гидроэнергетикии имконпазири ҷараёни дарёҳо дар чадвали 9 оварда шудаанд.

Чадвали 4 - Захираҳои гидроэнергетикии (имконияти пурраи гидроэнергетикии дарёӣ) қитъаҳои алоҳида

Қитъа	Захираҳои гидроэнергетикӣ		% аз ҷамъбастии ҷаҳонӣ	Бузургии ҳоси захираҳои гидроэнергетикӣ, кВт/м <sup>2</sup>
	млн.кВт	млрд.кВт*соат		
Аврупо	240	2100	6,4	25
Осиё	1340	11750	35,7	30
Африқо	700	6150	18,7	23
Америкаи Шимолӣ	700	6150	18,7	34
Америкаи Ҷанубӣ	600	5250	16	33
Австралия	170	1500	4,5	19
Собиқ Иттиҳоди Шуравӣ	450	3950	12	20
Ҷамағӣ дар ҷаҳон	3750	32900	100	28

Чадвали 5 - Зичии захираҳои гидроэнергетикӣ дар ҳудуди қитъаҳо, кВт\*/км<sup>2</sup>

Америкаи Шимолӣ	Америкаи Ҷанубӣ	Осиё	Аврупо	Африко	Австралия
300	290	265	225	200	170

Ҳамчунон маълумотҳо доир ба бузургии миёнаи қабати ҷараён, ки нишондиҳандаи хуби имконияти гидроэнергетикӣ мебошанд, қаблан дигар буданд. Аз чадвали 11 дида мешавад, ки аз рӯи баландии миёнаи ҷойгиршавии қитъа (нисбат ба сатҳи баҳр) ва бузургии ҷараёни об, яъне аз рӯи нишондиҳандаҳои асосии энергетикӣ, Африко нисбат ба Осиё дур ҷойгир шудааст.

Аммо ин захираҳо дар ҳудуди кишварҳои собиқ Иттиҳоди Шӯравӣ нобаробар тақсим шудаанд, ки ин бо шароити гуногуни ҷуғрофӣ, иқлимӣ, геологӣ ва гидрогеологии минтақаҳои алоҳида шарҳ дода мешавад.

Ҳаҷми умумии солонаи маҷрои миёнаи солона қариб 4,7 ҳазор км<sup>3</sup> буда, қисми зиёди он ба Федератсияи Руссия - 4,27 ҳазор км<sup>3</sup> (зиёда аз 90%) рост меояд. Украина захираҳои зиёди обӣ доранд – 0,21 ҳазор км<sup>3</sup> (4,5%), Қазоқистон – 0,12 ҳазор км<sup>3</sup> (2,7%), Узбекистон – 0,11 ҳазор км<sup>3</sup> (2,3%), Тоҷикистон – 0,1 ҳазор км<sup>3</sup> (2,0%).

Тавре, ки аллақай зикр гардид, обе, ки дар дарё ҷорӣ мешавад, энергия дорад. Бо ёрии иншоотҳои гидротехникии сунъӣ обро концентратсия карда, дар нуругоҳҳои электрикии обӣ барои истехсол намудани энергияи электрикӣ истифода бурдан мумкин аст.

Захираҳои гидроэнергетикии потенциалӣ (назариявӣ, умумӣ), техникӣ ва аз ҷиҳати иқтисодӣ ғоиданок мавҷуданд (расми 1). Ҳар се категорияи захираҳо бо энергияи электрикии миёнаи солона кВт\*ст. ё тавоноии миёнаи солана кВт.

**Захираҳои потенциалии гидроэнергетикӣ (назариявӣ ё потенциали умумӣ)** он захираҳои обие мебошанд, ки аз ҷиҳати назариявӣ барои сохтмони гидроэнергетикӣ истифода мешаванд. Потенциали назариявӣ захираҳои назариявӣ мебошад, ки бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$\mathcal{E} = N \cdot T_{год} = 8760 \sum 9,81 \cdot Q_i \cdot H_i, \text{ кВт} \cdot \text{ст} \quad (1.15)$$

Захираҳои назариявӣ талафи маҷро ва энергияи обро хангоми табдил додани он ба энергияи электрикӣ ба назар намегирад. Захираҳои потенциалӣ бо назардошти он ҳисоб карда мешаванд, ки маҷрои дарё барои тавлиди энергияи электрикӣ пурра истифода мешавад (партофти холӣ аз сарбанд иҷро намегардад) ва табдили энергияи об ба энергияи электрикӣ бе талаф сурат

мегирад, яъне бо коэффисиенти кори фоиданоки турбинаҳо ва генераторҳо ба як баробар мебошад.

**Захираҳои гидроэнергетикии техникӣ (захираҳои техникӣ)** як қисми потенциали назариявӣ мебошанд, ки дар сатҳи ҳозираи рушди илм ва техника тавассути сохтани иншоотҳои гидротехникӣ истифода бурда мешаванд. Потенциали техникӣ талафҳои ногузирро ба назар мегирад: дар истеъмоли об (барои бухоршавӣ аз обанборҳо, полоиш (филтратсия), резиши аз дарвозаҳои гуногун ва гайра); фишорҳо (гидравликӣ дар лулаҳо обгузар ва илова бар ин, дар болооб ва минтақаҳои дарёчаҳо, ки амалан истифода намешаванд); талафоти электромеханикӣ дар таҷҳизот.

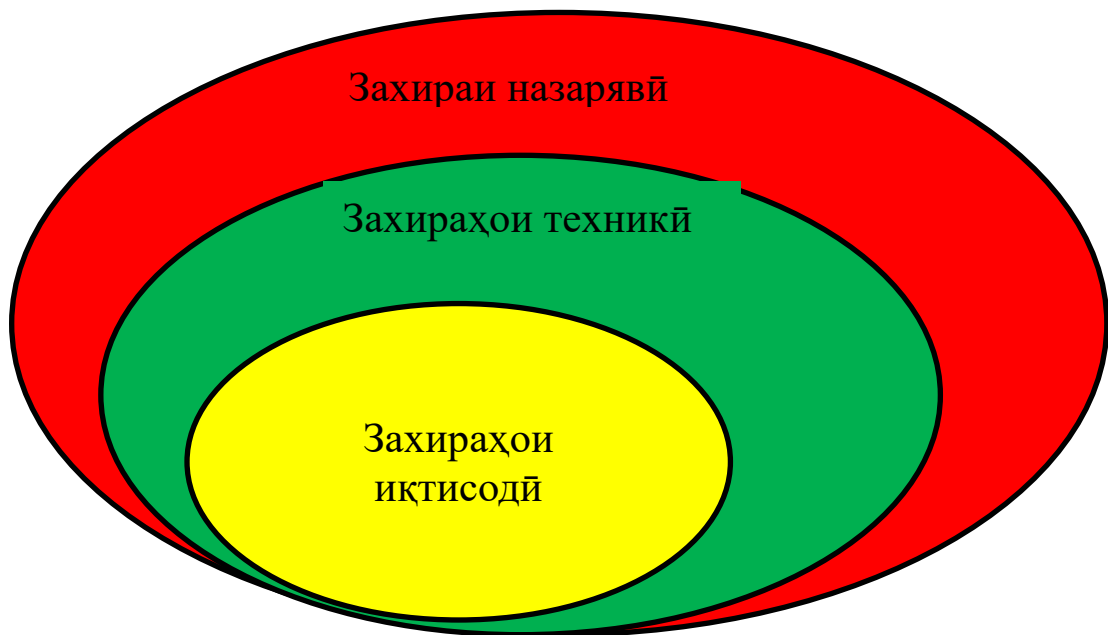
Яъне иқтидори техникӣ аз ҳисоби талафот дар иншоотҳои гидротехникие, ки обро аз дарё ба турбинаҳо таъмин мекунанд, дар ҳуди турбинаҳо ва генераторҳои неругоҳҳои барқии обӣ, ки бо коэффисиенти самаранокии  $\eta$  ба назар гирифта шудааст, камтар мешавад. Он гоҳ тавоноии муфидро ба даст меорем:

$$N = 9,81 \cdot Q \cdot H \cdot \eta, \text{ кВт} \quad (1.1)$$

ва мувофиқан энергияи электрикӣ, кВт\*ст,

$$\mathcal{E} = W \cdot H \cdot \eta / 367, \text{ кВт} \cdot \text{ст} \quad (1.2)$$

**Захираҳои гидроэнергетикии иқтисодӣ (захираҳои иқтисодӣ)** як қисми иқтидори техникӣ мебошанд, ки мувофиқи андешаҳои муосир оид ба рушди энергетика ва арзёбии иқтисодӣ дар ояндаи наздик истифода бурдани онҳо мувофиқ мебошад.



Расми 1 - Нақшаи муайян кардани захираҳои эҳтимолии гидроэнергетикӣ дар қитъаи ҳисобии дарёҳо

Захираҳои потенциалии гидроэнергетикии Замин аз рӯи сарчашмаҳо ба таври гуногун арзёбӣ мешаванд. Тибқи [19], захираҳои потенциалии гидроэнергетикии ҷаҳон 35,103 миллиард кВт/соат ва аз рӯи маълумоти [20] захираҳои назариявии дарёҳои Замин 34,921 ТВт/соат ва захираҳои иқтисодӣ 9,700 ТВт/соат, ё тақрибан 9,700 ТВт/соат арзёбӣ мешавад. 28 фоизи потенсиали умумӣ. Захираҳои иқтисодӣ бо мурури замон тағйирёбанда буда, аз тақмили ҳисобҳои гидрологӣ, тағйирёбии ҳаҷми гирифтани об барои эҳтиёҷоти ғайрибарқӣ, афзоиши арзиши сӯзишвории истихроҷшаванда ва бисёр омилҳои дигар вобаста аст. Инчунин, ҳиссаи захираҳои иқтисодӣ дар захираҳои умумии онҳо метавонад аз шароити табиӣ-иқлимӣ ва иқтимоию иқтисодии кишварҳо вобаста бошад.

Барои муайян кардани захираҳои потенциалии гидроэнергетикии маҷрои об тамоми дарозии он ба қитъаҳои ҳисобшуда тақсим карда мешавад, ки сарҳади онҳо бо назардошти нишебии дарё, ба ҳам омадани шохобҳои паҳлӯии калон, инчунин вобаста ба қитъаҳои мусоидтарин ба шароити топографию геологӣ.

Сипас, бо истифода аз формулаҳои дар боло овардашуда, тавоноии потенциалии ҳар як бахш бо роҳи зарб кардани коэффисиенти 9,81 ба суръати миёнаи маҷро бахш ва пастшавӣ дар қисмат (фарқи баландӣҳо дар аввал ва охири қисмати ҳисобшуда) ҳисоб карда мешавад. Энергияи потенциалии сексиявӣ бо роҳи зарб задани тавоноии ба миқдори соатҳо дар як сол ба даст меояд.

Захираҳои потенциалии тамоми дарёҳо бо роҳи чамъбасти захираҳои эҳтимолии қитъаҳо ба даст оварда мешаванд. Ба ҳамин тариқ, захираҳои потенциалии гидроэнергетикии ҳавзаҳои дарёҳо ва минтақаҳои алоҳида пайдо мешаванд.

### **Саволҳои санчиши**

1. Захираҳои гидроэнергетикӣ?
2. Захираҳои гидроэнергетикӣ сайёра чи қадар арзёби мешавад?
3. Хусусияти махсуси захираҳои гидроэнергетикӣ дар чист?
4. Раванди мубадал шудани энергияи маҷрои обро ба энергияи электрикӣ фаҳмонед.
5. Захираҳои гидроэнергетикӣ ба кадом гуруҳи манбаъ (ё захира) дохил мешавад?
6. Гидросфера аз чӣ иборат мебошад?
7. Чанд фоизи обҳои рӯйи замин дар хушкӣ ҷойгир шудааст?
8. Ҳаҷми оби дар пирахҳо буда чанд фоизи захираҳои гидроэнергетикиро ташкил медиҳад?
9. Захираҳои гидроэнергетикиро ба кадом намуди категорияҳои захираҳо баҳо медиҳанд ва бо кадом воҳиди ченак?
10. Захираҳои потенциалии гидроэнергетикӣ чи тавр ҳисоб карда мешавад?



## ЛЕКСИЯИ 4

### ЗАХИРАҶОИ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИИ ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

«Об рӯшноӣ аст» - мегӯяд мардуми мо. Об – яке аз захираҳои асосии энергетикӣ ба шумор меравад. Захираҳои обии энергетикӣ яке аз манбаҳои асосӣ, на фақат дар иқтисодиёт, балки асоситарин элементи табиат ва ҳаёт ҳисоб меёбад.

Ҷадвали 1 - Миқдори масоҳат ва ҳаҷми пирахҳои Тоҷикистон

р/т	Ҳавзаи дарё	Миқдори пирах	Майдони яхистон, км <sup>2</sup>	Ҳаҷми ях, км <sup>3</sup>
1	Қаратоғ	83	31,7	0,7
2	Кофарниҳон бо Душанбе	327	106	2,5
3	Зарафшон	1272	708,5	36,9
4	Обихингов	756	712,4	41,7
5	Сурхоб	676	401,1	16,8
6	Муқсу	1004	2094,9	248,3
7	Ҳавзаи шохобҳои рости дарёи Панҷ аз резишгоҳи дарёи Вахш то резишгоҳи дарёи Ванҷ	103	53,0	1,5
8	Ванҷ	292	353,9	23,3
9	Язғулом	269	313,0	16,7
10	Бартанг	969	1082,9	80,4
11	Мурғоб	879	560,6	18,9
12	д. Маркансу ва к. Қарокул	627	544,5	30,5
13	Ғунд бо Шохдара	1349	634,2	22,9
14	Болои дарёи Панҷ (аз резишгоҳи Ғунд боло)	451	383,4	17,1
15	Шохобҳои рости Панҷ дар байни резишгоҳҳои Язғулом, Бартанг ва Ғунд	82	44,8	1,2
Ҷамагӣ		9139	8024,9	559,4

Захираҳои гидроэнергетикӣ мамлакат хело бузург буда, ҳаҷми он тахминан 40000 МВт – ро ташкил медиҳад, вале имконпазирии (потенциали) энергетикӣ он – 527 млрд.кВт\*соат ҷамагӣ 10 % аз худ карда шудааст.

Фақат як соҳаи электроэнергетика наздики 5 % маҷмӯи маҳсулоти дохилро (ММД) истеҳсол мекунад, ки ин хело ҳам зиёд буда, энергияи электрикӣ воридоти муҳимтарину асосии ду маҳсулоти муҳими ҷумҳурӣ – алюминий ва пахта мебошад. Дар баробари ин соҳа имконияти хело қавии мусоидат ба рушд тавассути содироти энергияи электрикӣ ба мамлакатҳои Осиёи Марказӣ ва берун аз онро дорад.

Кишвари мо дорои зиёда аз 570 дарёи хурду калон буда, аз ин дарёҳо соле 82 миллиард мукаабметр об ҷорӣ мешавад. Ба ҳар километри мураббаи ҳудуди ҷумҳурӣ 2 миллиону 100 ҳазор киловатт – соат энергияи барқ рост меояд. Аз ин бар меояд, ки Тоҷикистон дар ҷаҳон яке аз мамлакатҳои бойтарини захираҳои оби энергетикӣ ба шумор меравад.

Ҷадвали 2 - Захираҳои энергетикӣ оби дарёҳои бузург, км<sup>3</sup>

Номгӯи дарё	Ҳаҷми миёнаи бисёр-солаи об	Аз он ҷумла дар ҳудуди Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳосил мегардад	Обгир	Ҳаҷми истифодашавандаи об	Талафот
Панҷ	33,4	17,1	1,97	1,5	0,47
Вахш	20,2	18,3	4,6	3,5	1,10
Кофарниҳон	5,1	5,1	2,5	1,95	0,55
Қаратоғ	1,0	1,0	0,64	0,38	0,26
Заравшон	5,3	5,1	0,43	0,4	0,03
Сирдарё	15,0	0,8	2,96	2,6	0,36
Ҷамъ:	80,0	47,4	13,10	10,33	2,77

Ҷадвали 3 - Потенциали ҳидроэнергетикӣ дарёҳои Тоҷикистон

Дарё	Тавоноии миёнаи солона, МВт	Энергияи миёнаи солона, ТВт.	Миқдор аз ҳаҷми умумӣ, %
Панҷ	14030	122,90	23,2
Ғунд	2260	19,80	3,73
Бартанг	2969	26,01	4,93
Ванҷ	1191	10,34	1,96
Язгулом	845	7,40	1,39
Қизил-Сой	1087	9,52	1,78
Вахш	28670	251,15	48,00
Кофарниҳон	4249	37,22	7,00
Кӯли Қара-Кӯл	103	0,90	0,17
Сурхон-Дарё	628	5,50	1,03
Зарафшон	3875	33,94	6,38
Сир-Дарё	260	2,28	0,43
Ҷамъ:	60167	527,06	100,00

Чадвали 4 - Захираҳои гидроэнергетикии минтақаҳои ҷумҳурӣ

Минтақа	Потенсиалӣ (иқтидорӣ)		Имконпазири техникӣ		Иқтисодӣ	
	Н МВт.	Э млрд.кВт·соат	Н МВт.	Э млрд.кВт·соат	Н МВт.	Э млрд.кВт·соат
Суғд	1288.0	11.28	450.8	3.948	450.8	3.948
Ноҳияҳои тобеи марказ ва вилояти Хатлон	16056.0	140.65	5619.6	49.2275	5619.6	49.2275
ВМКБ	3713.0	32.53	742.6	6.506	742.6	6.506
Ҳамагӣ дар Тоҷикистон	21057.0	184.46	6813	59.6815	6813	59.6815

Аз чадвал дида мешавад, ки захираҳои энергетикӣ обии дарёҳои кишвар бузург буда, имконияти бунёди НБО-и зиёд ҷой дорад.

#### Саволҳои санҷишӣ

1. Адади пиряхҳо, ки аз онҳо дарёҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон сарчашма ё об мегиранд чанд аст?
2. Шумораи умумии дарёҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон?
3. Дарёҳои бузурги Тоҷикистон кадомҳоянд?
4. Захираҳои гидроэнергетикии минтақаҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон?

## ЛЕКСИЯИ 5

### НАҚШАҲОИ АСОСИИ ИСТИФОДАИ ЭНЕРГИЯИ ОБ

Истифодаи самараноки энергияи маҷрои об дар он сурат имконпазир мебошад, ки фарқияти сатҳи об дар як минтақаи нисбатан кӯтоҳ чамъ карда шавад. Агар шаршараи табиӣ мавҷуд бошад, ҳалли ин осон мебошад, аммо чунин шароит хеле кам аст. Се нақшаи асосии истифодаи энергияи дар неругоҳҳои барқӣ обӣ вучуд дорад.

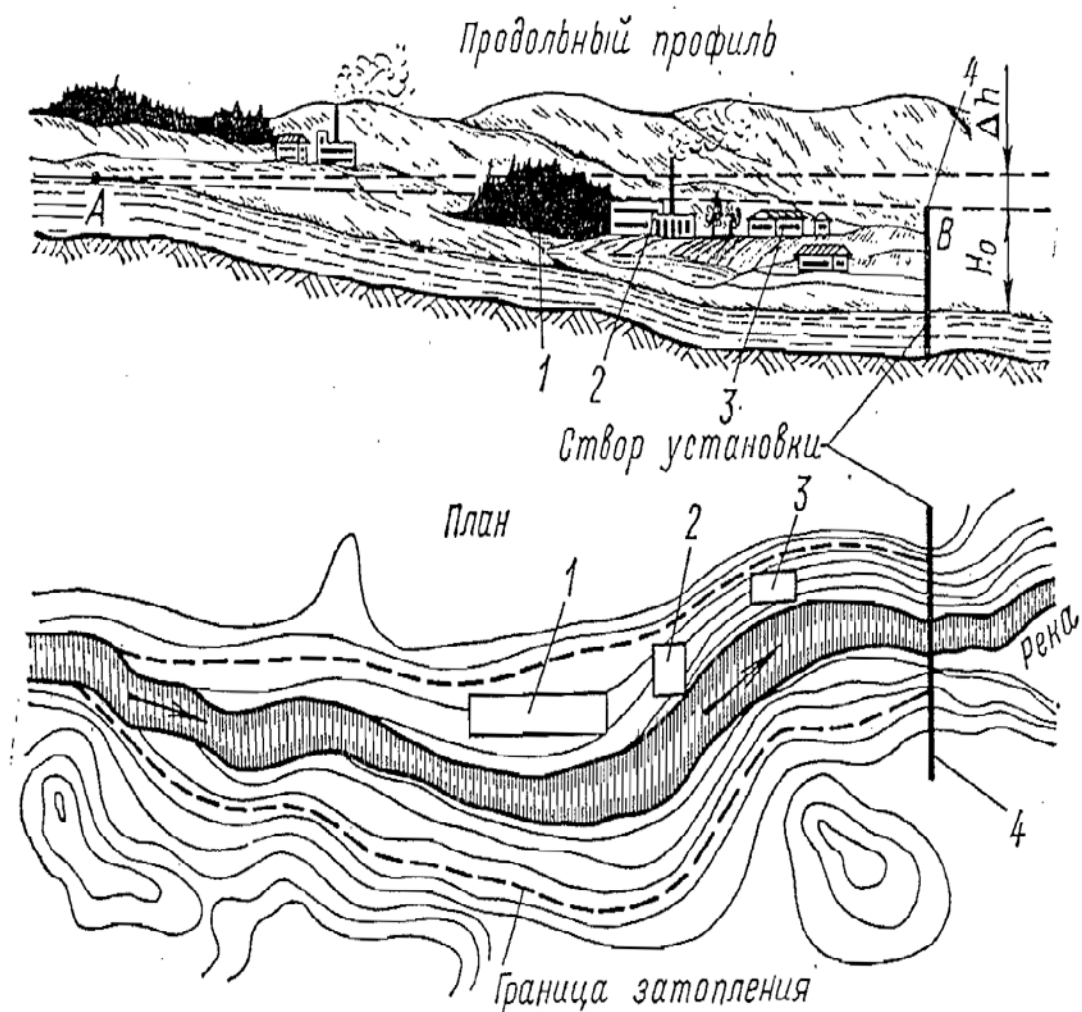
- **сарбандӣ**, вақте ки фишорро сарбанд ба вучуд меорад;
- **дериватсионӣ**, вақте ки фишор асосан тавассути дериватсия ба вучуд меояд, ки дар шакли канал, нақб ё қубур гузаронида мешавад;
- **сарбандӣ-дериватсионӣ**, вақте ки фишорро ҳам сарбанд ва ҳам дериватсия ба вучуд меоварад. Сарбандҳо дар ҳар се нақша мавҷуд мебошанд.

#### Нақшаи истифодаи сарбандӣ

Нақшаи сарбандӣ (расми 1) асосан дар ҷойҳое, ки масрафи зиёди об ва нишебии хурди дарёҳо ҳастанд истифода мешавад. Ба воситаи сарбанд, ки дар нуқтаи В сохта шудааст, фишори об ба вучуд меояд, ки он дарёро то нуқтаи А паҳн мекунад.

Фарқи сатҳи об дар нуқтаҳои А ва В баробар аст ба  $H_0 + \Delta h$ . Қисми оби афтиш  $\Delta h$  ҳангоми ҷоришавии об дар барғоби болои талаф мешавад, ки дар ин ҳолат фишор ба  $H_0$  баробар мешавад.

Неругоҳҳои барқӣ обӣ дар нақшаи сарбанди вобаста аз фишор метавонанд **маҷроӣ** ё **назди сарбандӣ** шаванд.

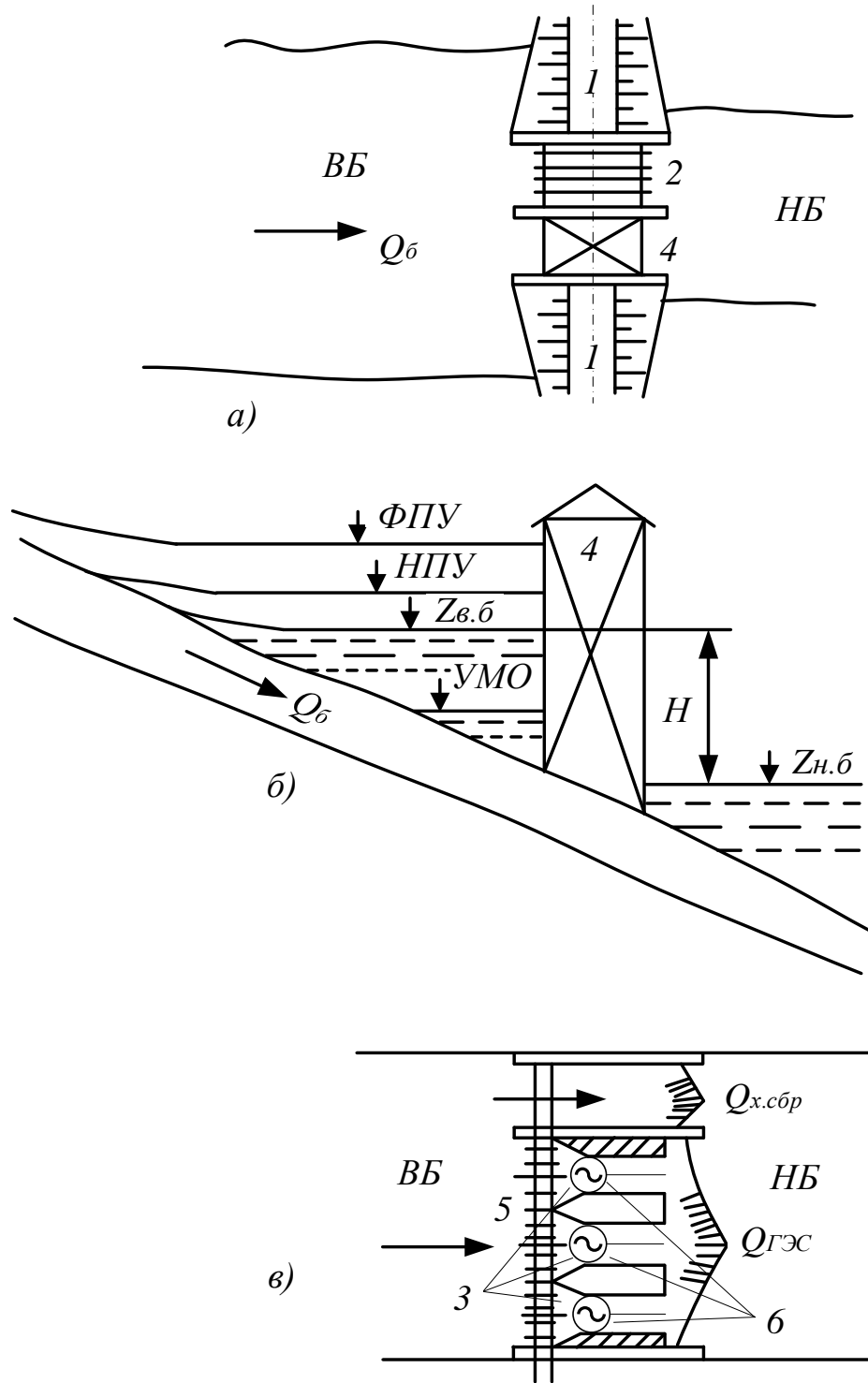


Расми 1 - Схеми сарбандӣ истифодаи энергияи об

1 – чангал, барои тоза кардани обанбор; 2 – корхонае, ки аз минтақаи обхезӣ кучонида шуда; 3 – биноҳои истиқоматии кучонидашуда; 4 – сарбанд.

**Маҷроӣ** неругоҳи барқи обие мебошад, ки дар он бинои НБО ҳамроҳи сарбанд як қисми иншоотҳои обнигаҳдор буда, фишори обро аз тарафи барғоби болои қабул мекунад.

Бинои неругоҳи барқи обии маҷроӣ фишори пурраи обро аз барғоби болои қабул мекунад ва бояд устувор ба мисли сарбанд бошад. (расми 2). НБО маҷроиро дар фишорҳои нисбатан паст то 30 - 40 метр сохтан мумкин аст, андозаҳои бино, асосан баландии он аз руи фишор муайян карда мешаванд. Намунаи НБО, ки бинои асосияшон дар маҷроӣ об сохташудаанд дар Ҷумҳурии Тоҷикистон: НБО Қайроқум, НБО Сангтӯда-2 ва НБО Марказӣ мебошанд (расми 3).



Расми 2 - Нақшаи истифодабарии НБО маҷроӣ

а – нақшаи иншооти обӣ; б – буриш ба ҳамвора; в – нақшаи умумии НБО; 1 – сарбанд; 2 – сарбанди обпарто; 3 – қубурҳои тазйик; 4 – бинои асосии НБО; 5 – иншооти нигоҳдорандаи партовҳо; 6 — гидроагрегат.

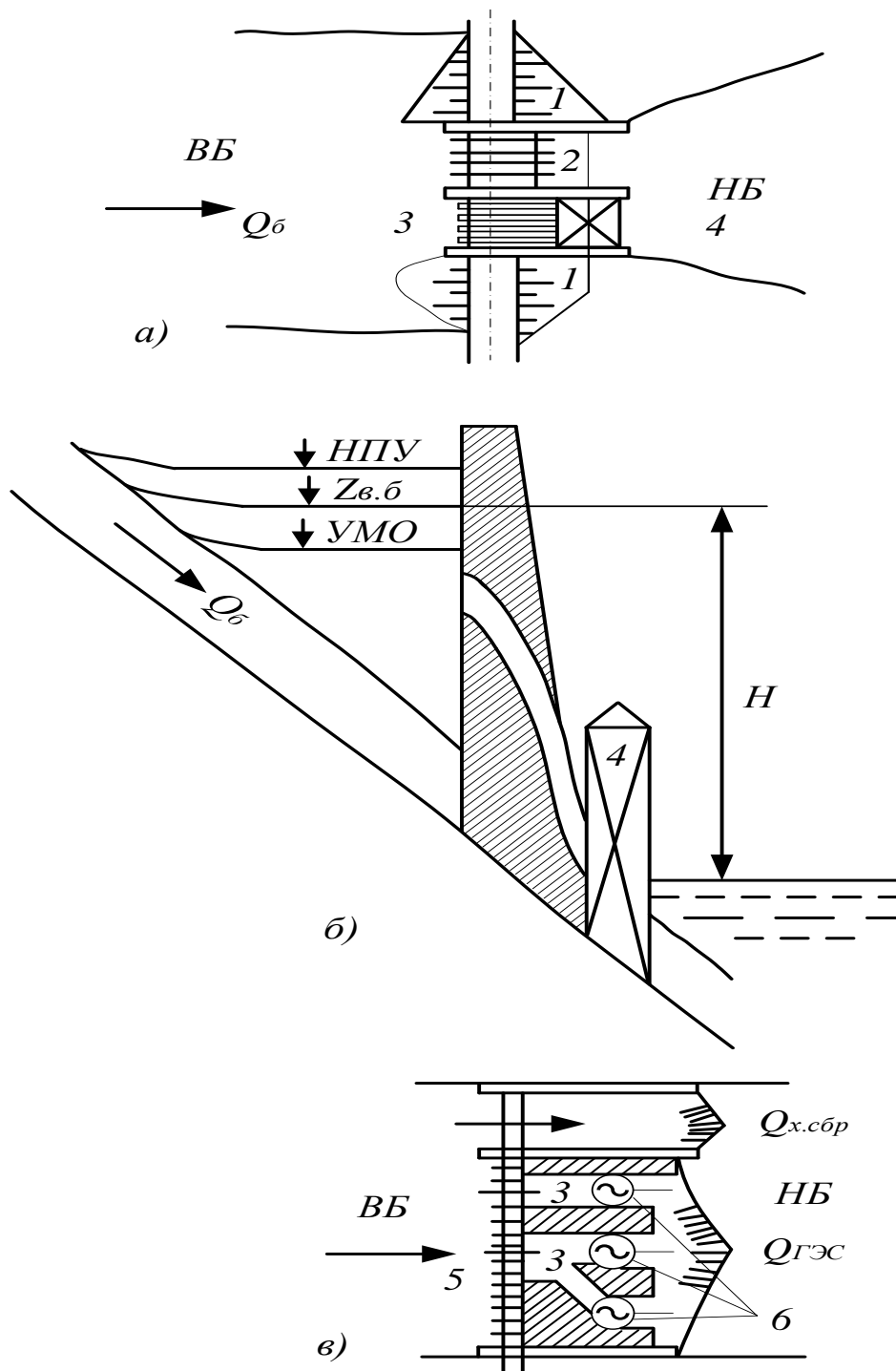


Расми 3 - НБО Сангтуда-2

***НБО назди сарбандӣ.*** Дар фишорҳои миёна ва баланд аз диаметри турбина бештар аз 4-5 маротиба зиёд бошад ва инчунин ба бинои асосии НБО фишори об таъсир намекунад.

Дар чунин мавридҳо НБО сарбанд сохта мешавад, ки бинои асосии он дар پاسи сарбанд ҷойгир буда, фишори пурраи обро ҳис намекунад. Об ба турбинаҳои чунин НБО ба воситаи кубурҳои, ки дар корпус ё болои сарбанди бетонӣ, дар зери сарбанди гилин ва ё туннелҳои, ки барои гузаштан аз сарбанд гузошта шудаанд, сурат мегирад (расми 2).

Дар НБО муносири назди сарбандӣ фишор ба 300 - 335 м мерасад. Намунаи неругоҳҳои барқӣ оби дар назди сарбандӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон: НБО Бойғозӣ, НБО Сангтуда-1, НБО Норақ ва НБО Роғунро мисол овардан мумкин аст (расми 5).



Расми 4 - Нақшаи истифодаи НБО назди сарбандӣ

а – нақшаи иншооти обӣ; б – буриш ба ҳамвора; в – нақшаи умумии НБО; 1 – сарбанд; 2 – сарбанди обпарто; 3 – қубурҳои тазйиқ; 4 – бинои асосии НБО; 5 – иншооти нигоҳдорандаи партовҳо; 6 – гидроагрегат.





Расми 5 - НБО Сангтуда-1

### **Нақшаи истифодаи дериватсионӣ**

Нақшаи дериватсионӣ асосан дар дарёҳое, ки нишебиҳои калон доранд, дар ноҳияҳои кӯҳӣ ва доманакӯҳҳо амалӣ карда мешавад. Фишори нерӯгоҳи барқи обӣ бо истифода аз фарқияти табиӣ сатҳҳои об ба вучуд меояд. Нақшаи диверсионӣ имкон медиҳад, ки ба воситаи канали сунъие, ки нишебии дарозияш хурдтар дорад, ҷои муфид ба даст оварда шавад.

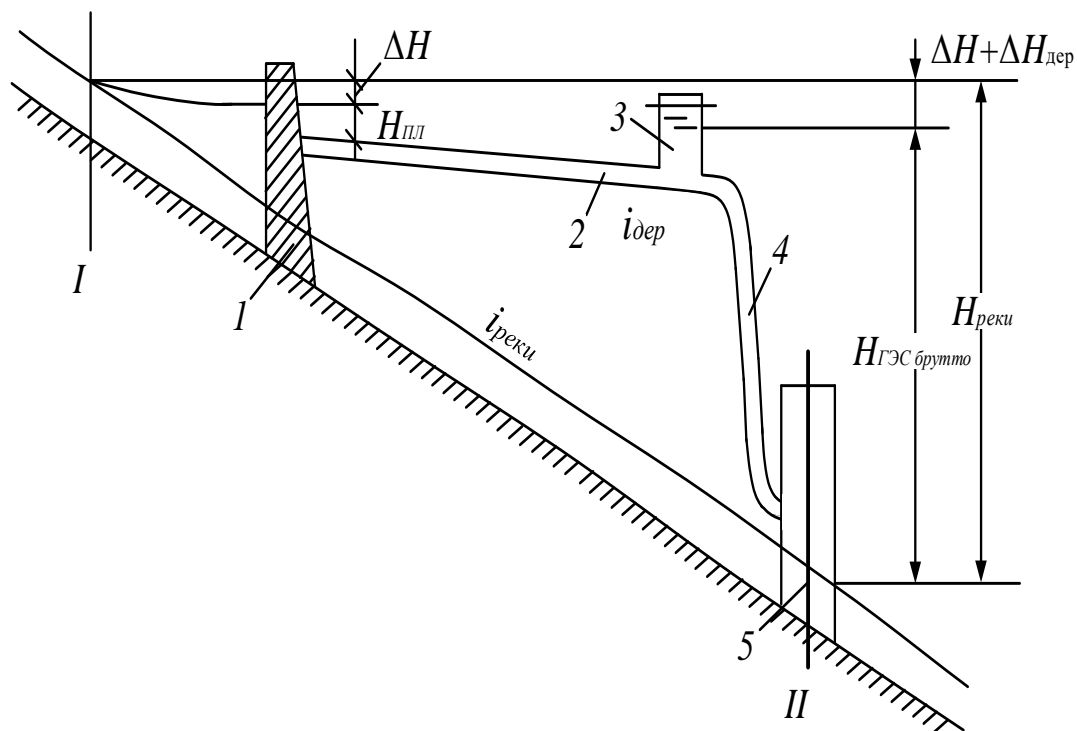
Нақшаи дериватсионӣ дар дарёҳои кӯҳӣ истифода мешавад (расми б). Дар сатҳи болоии дарёи I сарбанди хурд ва обанбори хурде ба вучуд оварда мешавад, ки аз он об ба қубурҳои махсус равона карда мешавад.

Обанбори на он қадар калоне, ки дар аввали дериватсия ҷойгир буда, метавонад гирифтӣ муътадили обро аз дарё таъмин намояд. Дериватсияи 2 дар шакли қубури пӯшидаи 4 ё нақби қушод иҷро карда мешавад.

Дар ҷойҳое, ки нишеби  $i_{\text{дер}}$ , нисбат ба нишебиҳои дарё  $i_{\text{дарё}}$  хурдтар аст, дериватсия гузошта мешавад. Одатан, дериватсия назар ба қитъаи дарёи баррасишаванда аз сатҳи I то сатҳи II дарозии кӯтоҳтар дорад, ки ин камшавии талафоти фишорро ҳангоми ҳаракати ҷараёни об таъмин мекунад. Фишорро дериватсия ба вучуд меорад, на сарбанд. Агар дериватсия фишори бошад ва дар шакли туннели пушида ба амал ояд, он гоҳ маҳзани универсиалӣ 3 дорад. Гидроагрегатҳо дар бинои асосии НБО-и 5 ҷойгиранд.

Дериватсия метавонад бефишор (дар шакли каналҳо ё чўйборҳо) ё фишорӣ (дар шакли кубур), инчунин намуди омехта бошад.

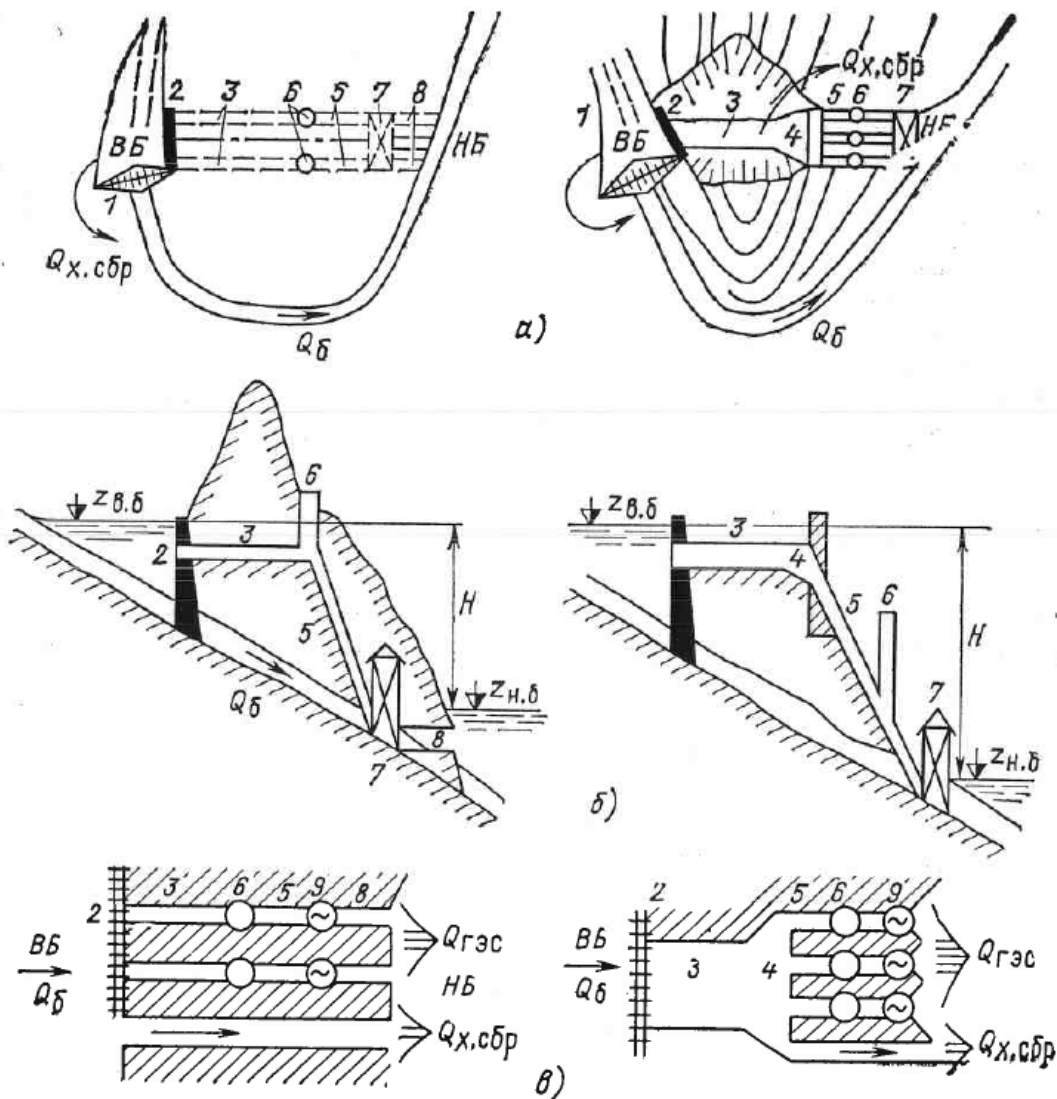
Дериватсияи кушода метавонад танзимшаванда ё танзимнашаванда бошад. Дар ҳолати аввала, соҳилҳои канал дар тамоми дарозии он уфукӣ мебошанд. Ин имкон медиҳад, ки речаи сарфи обро дар канал танзим намояд, то нигоҳдошти пурраи НБО тавассути тағйир додани кушоиши аппарати самтдеҳ ё майдони димоға дар турбинаи кафлезӣ танзим карда шавад.



Расми 6 - Нақшаи дериватсионии истифодаи энергияи дарё

Дериватсияи танзимшаванда корҳои зиёди заминро талаб мекунад ва вобастаги дорад аз дарозии кӯтоҳи дериватсия. Дар акси ҳол, дериватсияи танзимнашаванда бо ҳамон нишебии канал ва камари банд қабул карда мешавад. Танзими тавоноии НБО асосан бо роҳи зудтағйирёбии дарвозаи иншооти обгиранда ба амал бароварда мешавад.

Дар сурати хеле зиёд будани дарозии дериватсия ва вақти расидан аз саргиреҳ ба НБО ба вучуд овардани системаи комплекси автоматии танзими тавоноӣ зарур аст. Ҳангоми бори ин гуна НБО зуд хомуш мешавад, ба воситаи иншоотҳои махсус аз ҳавзаҳои фишори НБО партофти озоди об имконпазир мегардад. Баъзан дар охири канали дериватсионӣ ҳавзаҳои танзими шабонарузӣ (ХТШ) сохта мешавад.



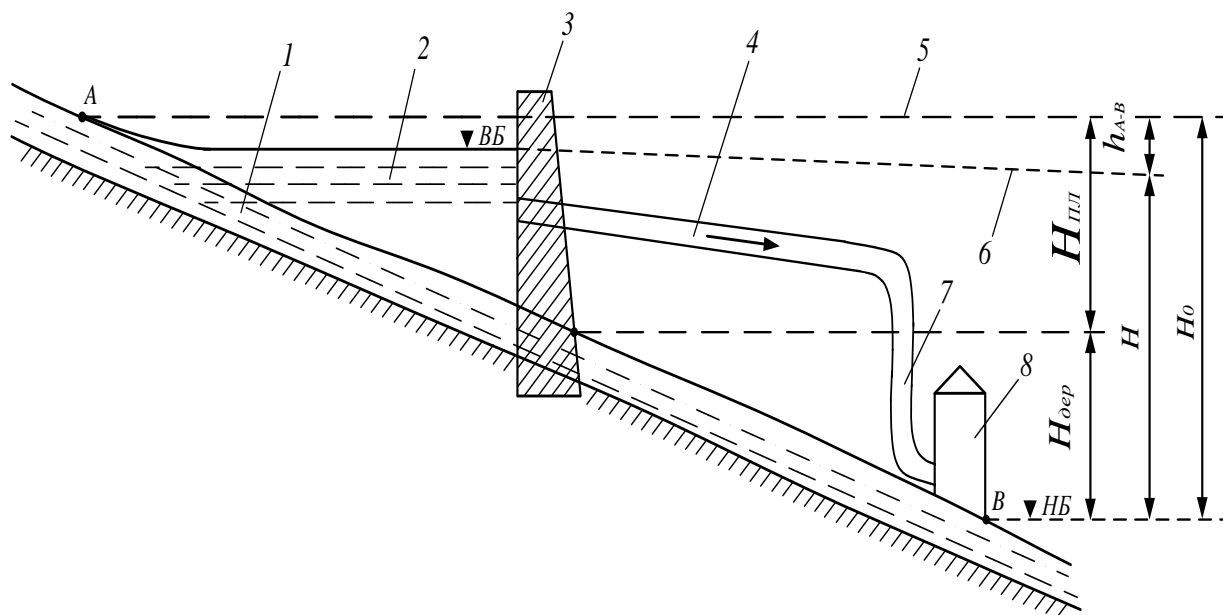
Расми 7 – Нақшай истифодаи дериватсионии тазйик

а – нақшай иншооти обӣ; б – буриши иншоотҳои асосии таъминоти об; в – нақшай умумии НБО; 1 – сарнуқтаи об; 2 – иншоотҳои обгирандаи НБО; 3 – таъминоти дериватсионӣ (фишор ва бефишор); 4 - ҳавзи фишор; 5 – кубурҳои тазйик; 6 – обванди мувозинат; 7 – бинои асосии НБО; 8 – дериватсияи обпарто; 9 — гидроагрегат.

Нерӯгоҳҳои барқи обии дериватсионӣ асосан барои танзими кӯтоҳмуддати маҷрои дарё ё барои қор дар маҷрои об пешбинӣ шудаанд. Хусусияти фарқкунандаи речаҳои НБО дериватсионӣ ин ҳадди тағйирёбии сатҳи барқоби болоӣ ва поёӣ мебошад.

## Нақшаи истифодаи сарбандӣ-дериватсионӣ

Нақшаи сарбандӣ-дериватсионӣ хосиятҳои ғоиданоки ҳарду нақшаҳои пештарро истифода мебарад, яъне обанбор сохтан мумкин аст ва афтиши дарё баъди сарбанд истифода бурда мешавад (расми 8.).



Расми 8 - Нақшаи сарбандӣ-дериватсионӣ

1 – сатҳи об дар шароити табиӣ; 2 - обанбор; 3 - сарбанд; 4 – дериватсия; 5 – сатҳи гидростатикӣ; 6 – хати пьезометрӣ; 7 – қубури турбина; 8 – бинои асосии НБО;  $H_0$  – афтиши дарё аз нуқтаи А – В;  $H_{пл}$  - афтиши дарё аз нуқтаи А то сарбанд;  $H_{дер}$  — афтиши дарё аз нуқтаи сарбанд то бинои асосии НБО;  $H_{A-B}$  – талафи фишор дар дарё ва иншоот.

Дар қитъаи истифодашавандаи дарёи А - В бо тағйир наёфтани нишонаи барқоби болоӣ  $\nabla_{BB}$  ҷойгиршавии сарбанд метавонад гуногун бошад. Ҳар қадар сарбанд ба самти маҷрои об баландтар воқеъ бошад, баландии он ҳамон қадар паस्तтар мешавад. Дар ин ҳолат ҳаҷми обанбор кам шуда, яъне майдони зери об монда кам мешавад, аммо дарозии дериватсия ва талафи фишор низ зиёд мешавад.

Ба нуруғоҳҳои барқи обӣ дериватсионии Тоҷикистон силсилаи НБО Варзоб - 1, 2 ва 3 дохил мешавад. НБО Варзоб-1, ки соли 1936 ба истифода дода шуда буд, иқтидори муқарраршудааш 7440 кВт буд. Дар соли 1949 НБО-и 2 бо иқтидори 14400 кВт ва НБО-и 3 соли 1952 бо иқтидори 3520 кВт ба истифода дода шуданд. Намуди НБО-и Варзоб-1 дар расми 3.9 нишон дода шудааст.



Расми 9 - НБО Варзоб-1.

### **Саволҳои санҷишӣ**

1. Сарбанд чиро ба вучуд меорад?
2. Намудҳо ё инки роҳҳои ба даст овардани тазйик (фишор)?
3. Намудҳои НБО вобаста аз ҷойгиршавии бинои агрегатҳояшон ба кадом намудҳо ҷудо мешаванд?
4. Намуди бинои маҷроии НБО аз дигар намудҳо чи фарқият дорад?
5. Дар Тоҷикистон кадом намуди НБО – ҳо мавҷуданд?
6. Барғоб гуфта чиро дар назар дошта мешавад?
7. Вобастагии тавоноии НБО аз баландии сарбандро шарҳ диҳед.
8. Нақшаи сарбандӣ-дериватсионӣ аз нақшаи дериватсионӣ чи фарқият дорад?
9. Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон нақшаи дериватсионӣ истифода мешавад?

## ЛЕКСИЯИ 6

### НАМУДҲОИ НЕРУГОҲҲОИ БАРҶИ ОБИИ ХУРД

Нерӯгоҳҳои барқи обӣ маҷмӯи ҷузъҳои бо ҳам пайваст буда, барои табдил додани энергия (кинетикӣ ва потенциалӣ) ба энергияи барқи ё баръақс истифода мешаванд.

Тибқи таснифоти мавҷуда, нерӯгоҳҳои барқи обии хурд (НБО) бо иқтидори то 10-30 МВт ба хурд гурӯҳбандӣ мешаванд, аз ҷумла:

- нерӯгоҳҳои электрикӣ обии хурд — аз 1 то 30 МВт.
- нерӯгоҳи электрикӣ обии хурд — аз 0,1 то 1 МВт.
- нерӯгоҳи электрикӣ обии хурд — бо иқтидори то 0,1 МВт.

Дар тавоноии нерӯгоҳи электрикӣ обӣ ҷараёни об ва тазйиқ нақши ҳалқунанда мебозанд. Ҷараён ва тазйиқ бо истифода аз захираи об, ки қаблан дар ҳавзи боло ҷамъ шуда буд, танзим карда мешавад. Дар обанбор ҳар қадар об зиёд бошад, сатҳи ҳавзи боло ва мутаносибан тазйиқ ҳамон қадар баланд мешавад.

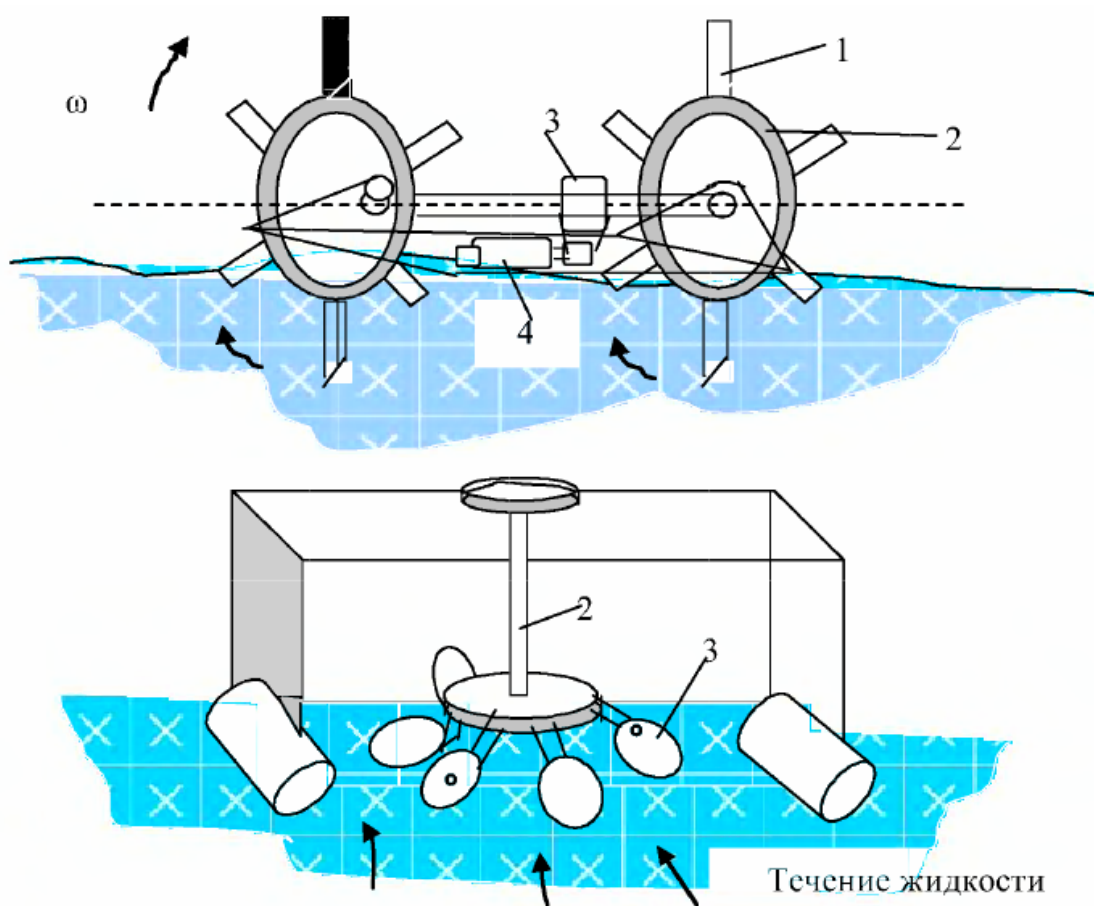
Манбаи иқтидори гидроэнергетикӣ, ки дар нерӯгоҳҳои барқи обӣ истифода мешаванд, дарёҳои қалон, миёна ва хурд, системаҳои ирригатсионӣ ва шабакаҳои обтаъминкунӣ, нишебҳои пирияхҳо ва барфи абадӣ мебошанд. Нерӯгоҳҳои электрикӣ обӣ аз ҳамдигар асосан бо тарзи ба вучуд овардани тазйиқ, дараҷаи танзими ҷараён, намуди таҷҳизоти асосӣ васлшаванда, мураккабии истифодабарии маҷрои об (як ё якчанд мақсад) ва ғайра фарқ мекунанд.



Расми 1 - Тарзи ба вучуд овардани тазйиқ

Нерӯгоҳҳои барқи обии хурд (НБО) дар таъмини нерӯи барқ ба истеъмолкунандагони худмухтор, ки аз хатҳои барқ дур ҷойгир шудаанд, нақши муҳим доранд.

Танзими истифодаи муҳити ҷорӣ дар расми 2 нишон дода шудааст. Он ба таври зерин кор мекунад, вақте ки парчаҳои амудии 1 ба муҳити ҷори дучор мешаванд, қувваи гидродинамики ба вучуд меояд, ки қитъаҳои балластиро ба ҳаракат мебарорад. Тавассути пайвасти кинематикии 3, тақияҳои моменти механикиро ба меҳвари генератори электрики мегузаронад, дар сурате ки худ генератори электрики доимист. Ин нерӯгоҳи электрикии обӣ дар обҳои ҳамвор кор мекунад, ки ҳаҷми энергияи он қувваи онро муайян мекунад.

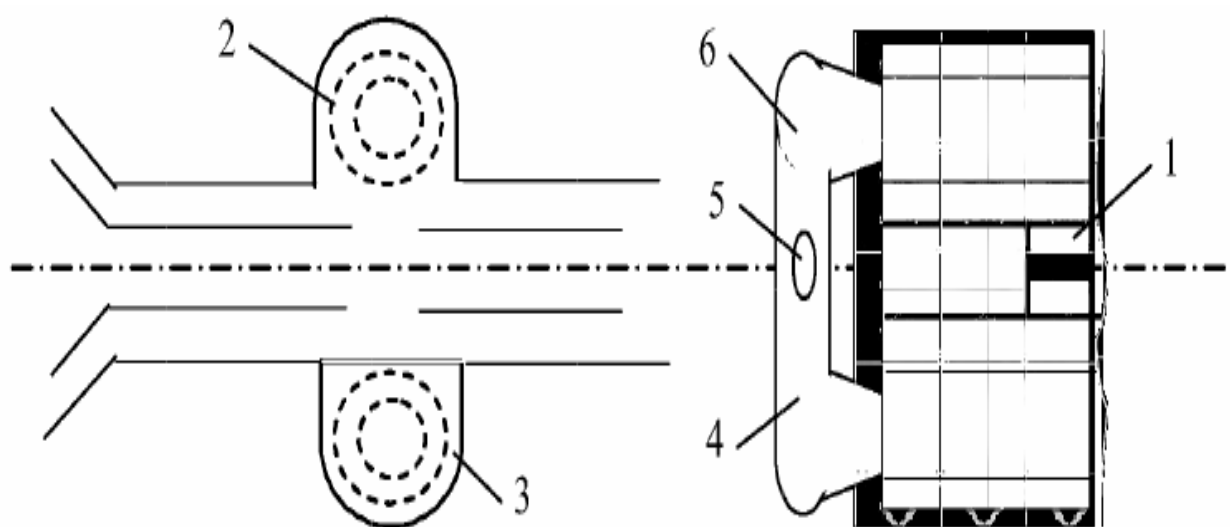


Расми. 2 - Схемаҳои кори гидродастгоҳҳои ҳамвор: а) дастгоҳҳои гидравликии ҳамвор, б) дастгоҳҳои гидроэнергетики.

Нерӯгоҳи барқи обӣ (расми 1, б) ҳангоми ҳаракат энергияи моеъро ба воситаи ҷарҳи 6 истифода мебарад. Дар ҷарҳи 1 парчаҳои дар он ҷойгиршуда мавҷуд аст. Дастгоҳ дар ҷорҷубаи 7, ки дар понтонҳо 6 васл карда шудааст, васл карда шудааст. Парраҳо, ки ба самти ҷараёни об перпендикуляр моил шудаанд, ба воситаи ҷарҳи 4 мавқеи худро ба тарафи ҷараён иваз мекунанд.

Яке аз теғҳо аз маҷмӯаи қисмҳои дохилӣ ва берунии ба ҳам пайваस्तшуда сохта шуда, дорой пайвасткунаки трансверсивӣ дар кунҷи меҳвар ҷойгир карда шуда, бо байнмонаки эластикӣ дар байни қисмҳо ҷойгиршуда ва пайвасти чандирӣ сушт шудааст. Пайвастшавии чандирӣ дар шакли бастаи платаҳои рӯ ба рӯи ҷараёни муҳити атроф, дарозии тағйирёбанда, ки аз теғ дур ҷойгир аст ва бо қисми берунии он дар тамос аст, сурат мегирад. Дастгоҳ ба сӯи дарёи ҳамвор нигаронида шудааст. Мошинҳои тавлидкунандаи барқ метавонанд намудҳои синхронӣ ё асинхронӣ бошанд.

Дар дастгоҳҳои электрикии обӣ, ки дар расм нишон дода шудааст. 2, ҷараёни моеъ тавассути клапани назоратӣ 1 ба таври навбатӣ ба камераҳои 2 ва 3 ва қафо ҳаракат мекунад.

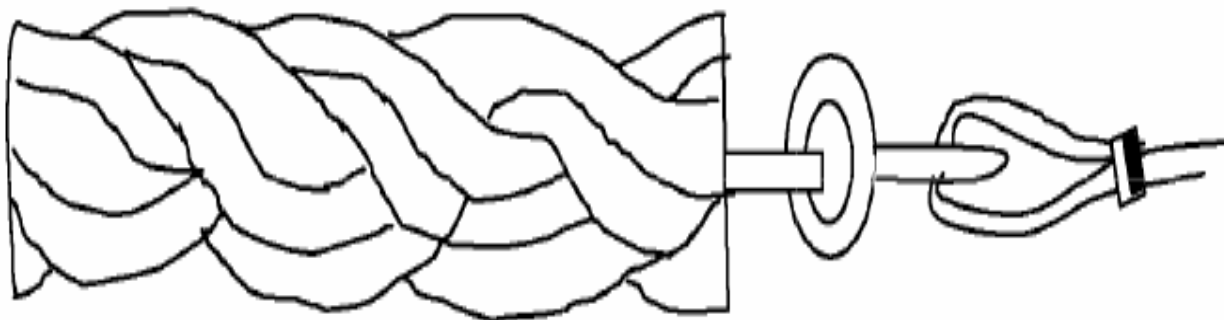


Расми 3 - Турбина дар роҳи ҷараёни сифон

Ҳаракати гардиши моеъ дар камераҳо боиси ларзиши ҳаво ва ҷараёни он ба воситаи кубурҳои 4 ва 6 мегардад, ки турбинаи 5 ва генератори бо он ҷуфтшударо ба ҳаракат мебарорад. Бо мақсади баланд бардоштани самарани кори тамоми дастгоҳ вай дар роҳи ҳаракати сифон гузошта шудааст. Шароити зарурии кори бе мушкилот моеи тозаи раван бидуни фраксияҳои калон мебошад. Барои ин насб экрани партов лозим аст.

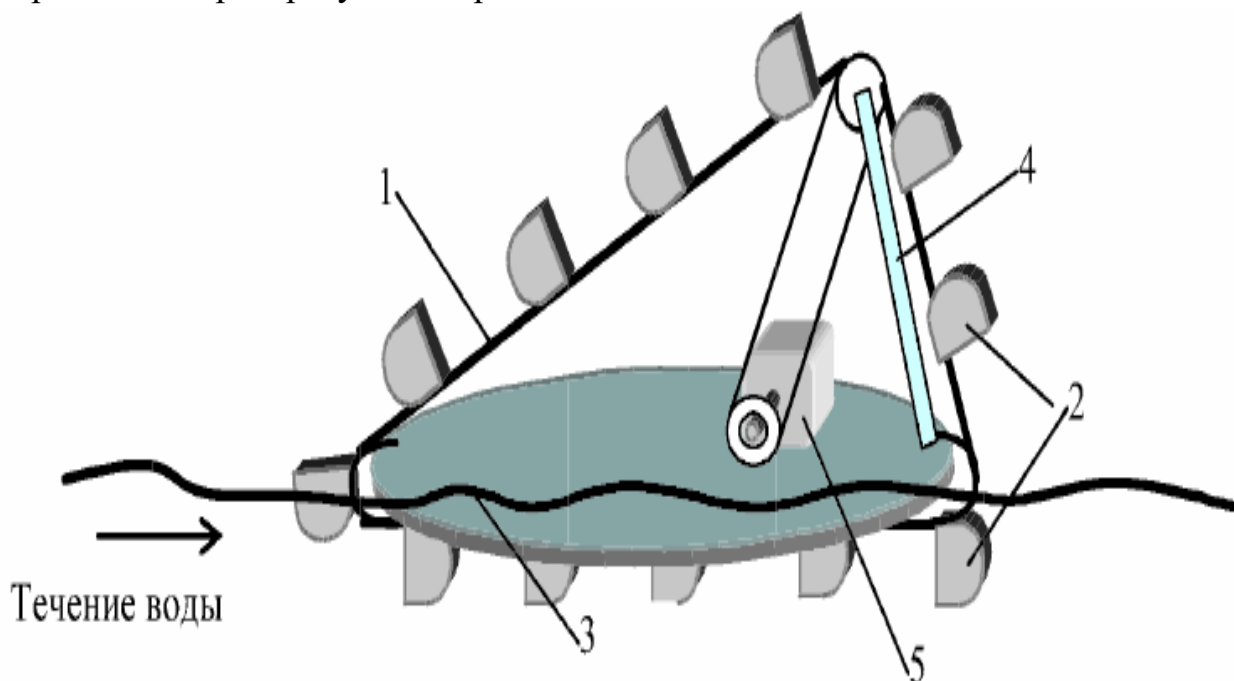
Турбинаи обии шинокунандаи иқтидораш 16 кВт (расми 3) барои табдил додани энергияи кинетикии ҷараён ба механикӣ ва баъд ба энергияи электрикӣ пешбинӣ шудааст. Турбина як унсур мудаваари дароз, ки аз маводи сабук (аз об сабуктар) сохта шудааст, ки дар рӯи он қанотҳои симпеч доранд. Элемент аз ҳар ду тараф бо ҷӯбҳое, ки моменти механикиро ба генератор интиқол медиҳанд, ҳалқа карда мешавад.





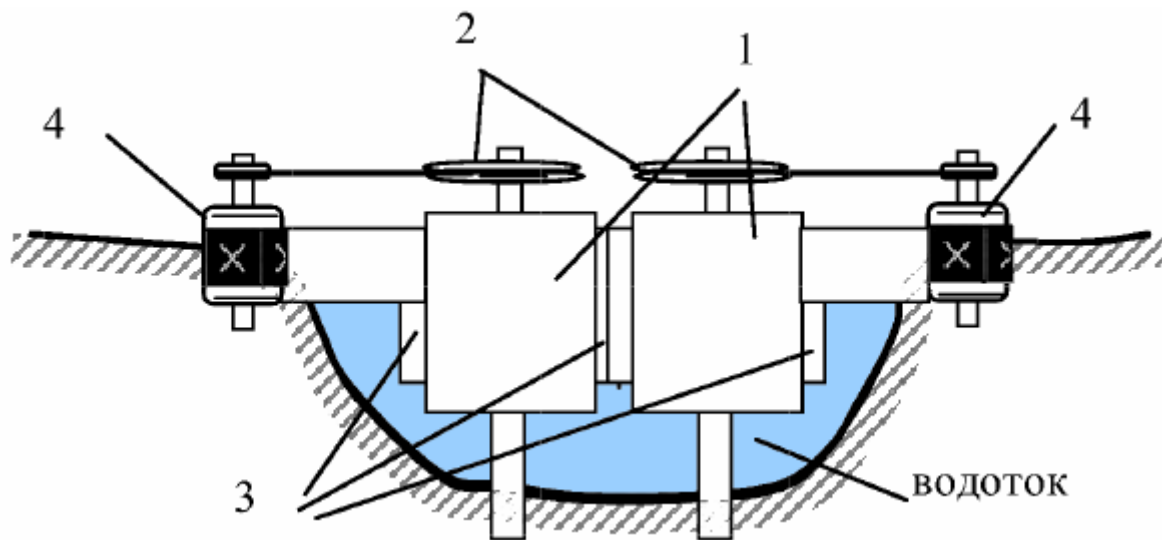
Расми 4 - Турбинаи оби шинокунанда

НБО и тасма кавлезӣ (расми 4) барои истехсоли нерӯи барқ тавассути минигенератор пешбинӣ шудааст, ки онро тасмаи беохири ҳаракаткунанда 1 бо кафлезҳои обӣ 2 дар он ҷойгир карда, тасмаи 1 бо кавлезҳои 2 дар ҷаҳорҷӯбаи 3 васл карда метавонад дар мавҷҳо шино мекунад. Ҷорҷӯбаи 3 ба тақягоҳи 4 часпонида шудааст, ки дар он генератор 5 воқеъ аст. Кавлезҳо дар беруни тасма ҷойгир буда, паҳлӯҳои кушода ба самти уфуқии ҷараёни об нигаронида шудаанд. Шумораи кавлезҳо аз рӯи шартҳои таъмини гардиши генератор муайян карда мешавад.



Расми 5 - Насби тасма-кафлезӣ

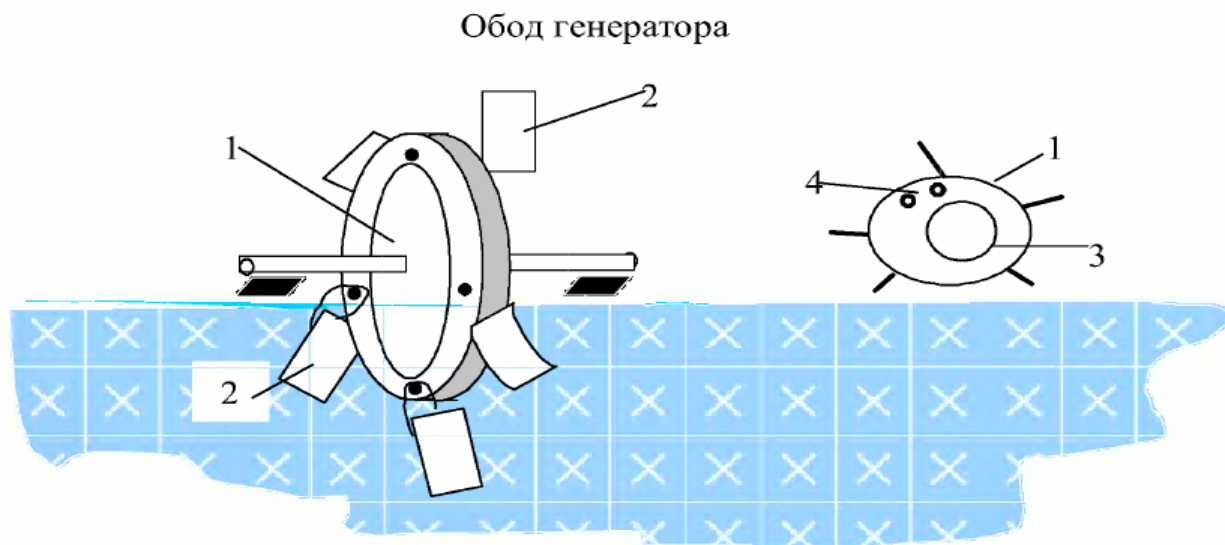
Асбоби истифодаи энергияи кинетикии ҷараёнҳо аз цилиндрҳои амуди дар об дар соҳилҳои муқобил ҷойгиранд, ки дар болои онҳо новачарх гузошта шудааст (расми 5).



Расми 6 - Насби микродарғот

Дар байни меҳварҳои болоӣ ва поёнии шкив чӯбҳо насб карда мешаванд. Аз сабаби кунҷи ҳамлаи байни теғҳо ва вектори суръат, оби равшан боиси гардиши цилиндриҳо ва тавассути шкив - генераторе мегардад, ки қувваи барқро тавлид мекунад.

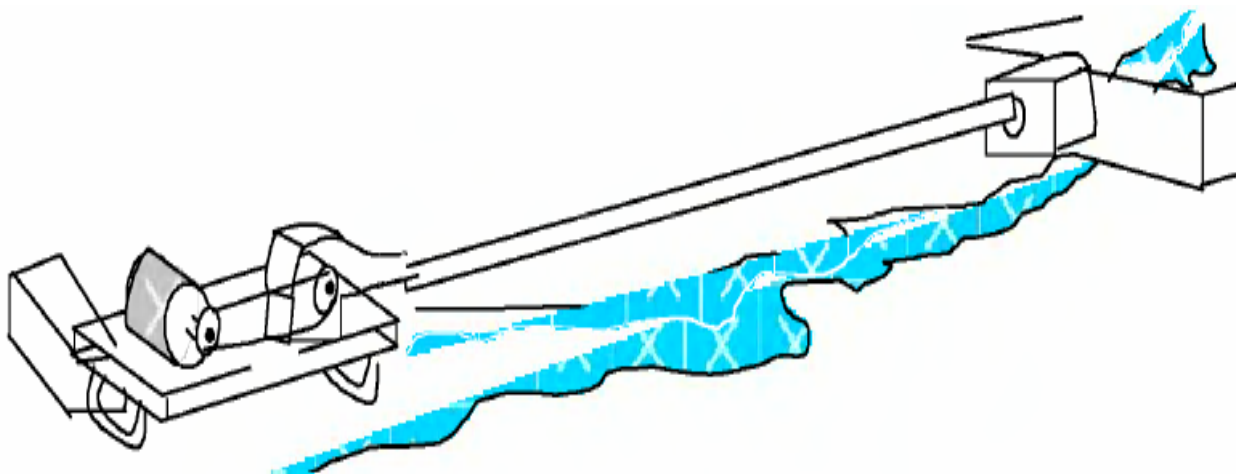
Асбоби истифодабарии энергияи ҷараёнҳо аз ҷархи 1 иборат аст, ки дар ҷараёни об амуди ҷойгир аст, ки парраҳои 2 дар болои 1 ва поёни 3 ҳалқадоранд (расми 6). Домани болоӣ 1 ба генератор 4 пайваст карда шудааст. Мавқеи теғҳо 2 аз ҷониби худӣ ҷараён идора мешавад: перпендикуляр ба ҷараён дар ҷараёни пеш ва параллел ба ҳаракати зидди ҷараён.



Расми 7 - Дастгоҳе, ки энергияи ҷараёни обро табдил медиҳад

Неругоҳҳои барқи обии микро (МНБО-1) аз турбина дар шакли ҷархи сутунча 1, пардаи рохнамо 2, қубури чандир 3 бо диаметри 150 мм, дастгоҳи

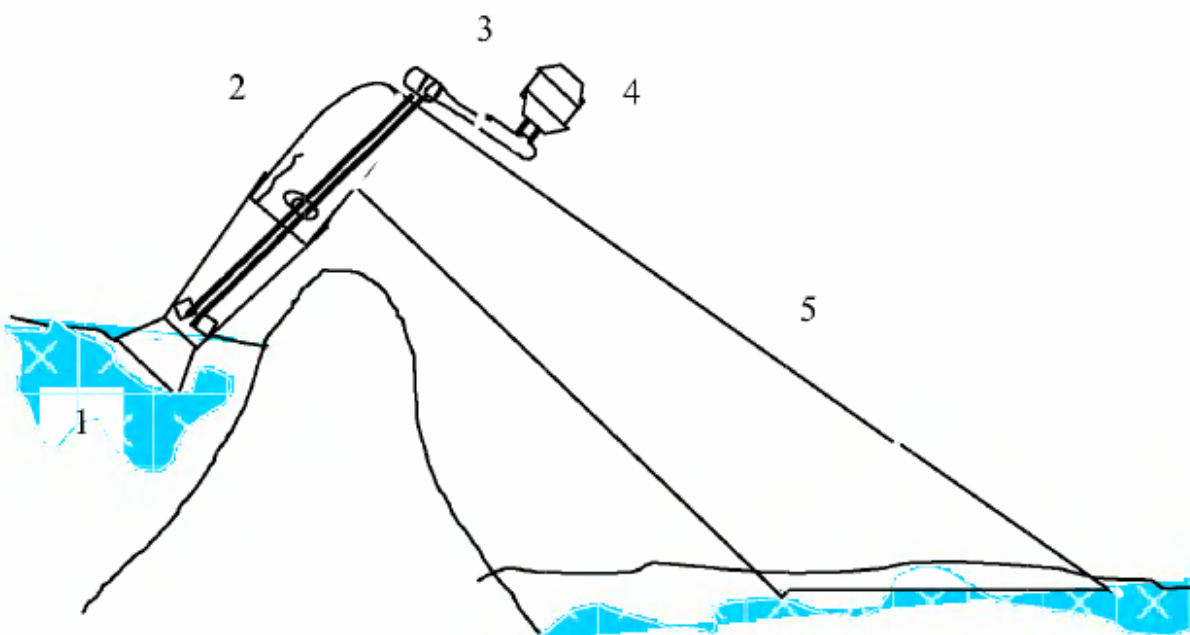
обгиранда 4, генератор 5 иборат аст, блоки идоракунӣ 6 ва чорчубаи 7 (расми 7).



Расми 8 - микронеругоҳи электрикии оби, 1 кВт

Кори неругоҳи электрикии оби мазкур ба таври зайл сурат мегирад: асбоби обгиранда 4 қувваи гидравликиро чамъ карда, ба воситаи кубури чандир 3 фарқи баландии байни сатҳи болоии об ва турбинаи кории 1, таъсири мутақобилаи тазъиқи муайяно таъмин мекунад аз моеъи гидравликӣ бо турбина, боиси гардиши охирин мегардад. Моменти гардиши турбинаи 1 ба генератори электрикӣ интиқол дода мешавад.

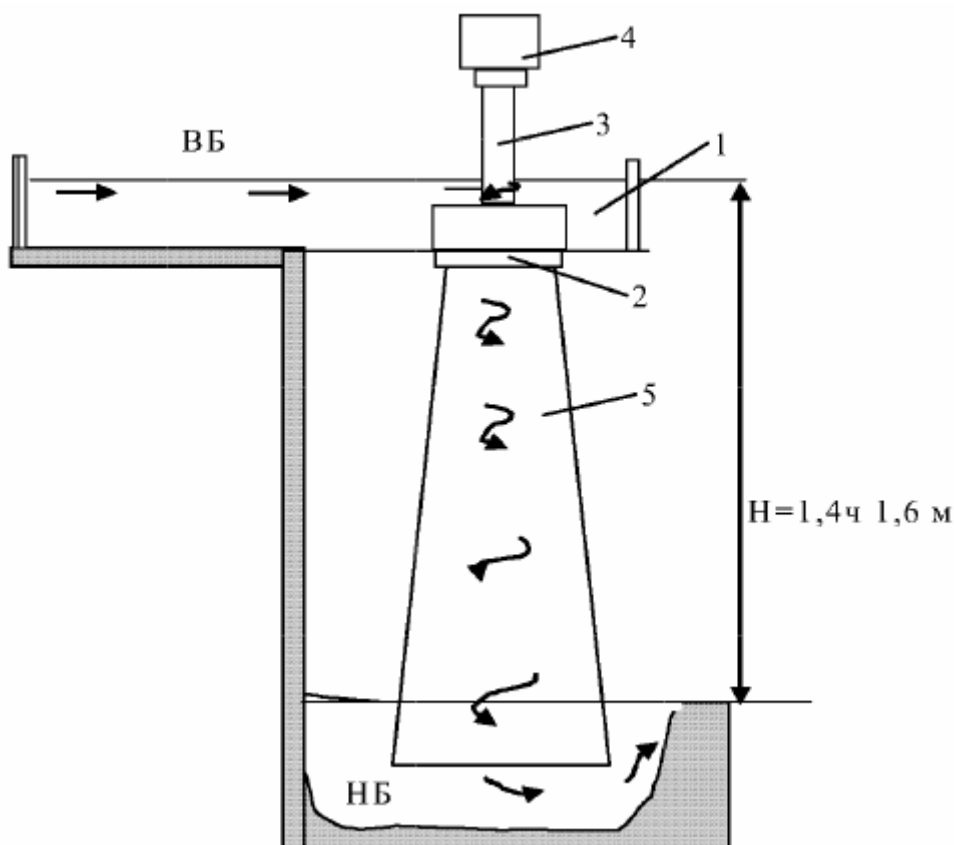
НБО-и сифони (расми 9) истифода мешавад, ки дар он чо фарқи моеи гидравликӣ дар баландии 1,75 м аз сарбанд ё дар натиҷаи шароити табиӣ ба амал меояд.



Расми 9 - Насби гидравликии сифон

Кори ин дастгоҳҳо ба таври зерин ба амал меояд: моеи гидравликие, ки аз турбинаи 1 мегузарад, аз қуллаи сарбанд мебарояд, Расми 9, моменти механики ба воситаи чархи 2 ва гардонандаи тасма 3 ба генератори электрикӣ 4 интиқол дода мешавад. Мухити моеи сарфшуда ба воситаи канали васеъкунӣ ба поёноб ворид мешавад.

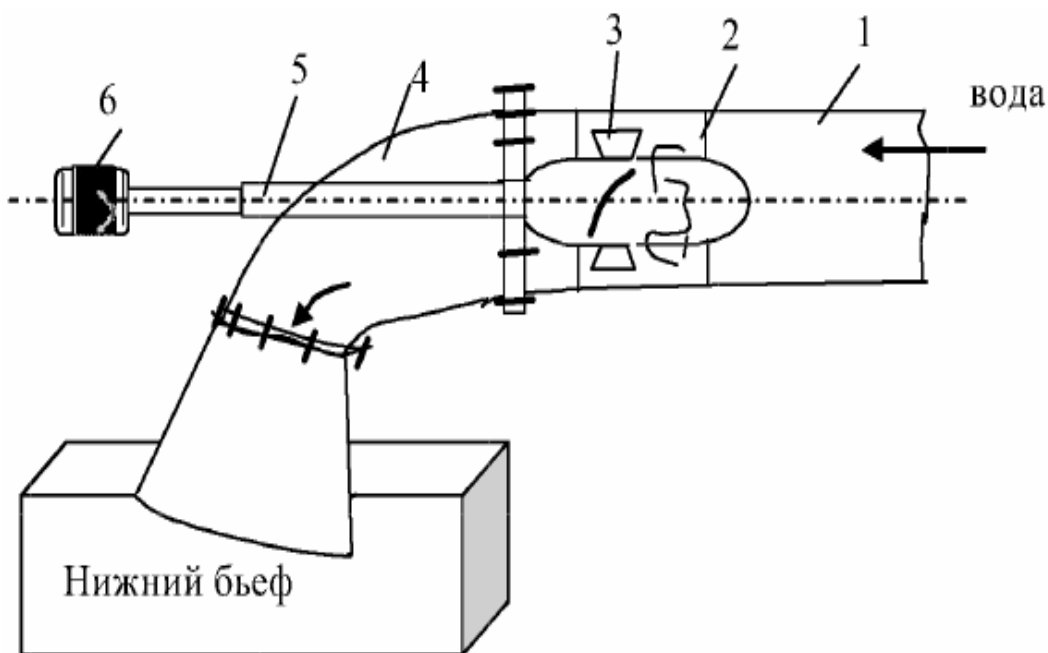
Насби микроНБО -таъзиқи паст (расми 10) бо таъзиқи номиналии сутуни моеъ камаш  $H = 1,5$  м кор мекунад. Вақте ки дифференциал коҳиш меёбад, қувваи баромад кам мешавад. Баландии тавсияшаванда 1,4-1,6 м аст.



Расми 10 - Неругоҳи электрикии обии таъзиқи паст

Принципи кор ба таъсири мутақобилаи моеи гидравликӣ асос ёфтааст, ки энергияи потенциалӣ дорад, ба гардиш ва сипас ба шакли электрикӣ табдил меёбад. Дар дастгоҳи қабули 1 моеъ ба турбинаи 2 ворид шуда, моеъ аввал чарх мезанад ва ба таври илова аз ҳисоби афтидани моеъ ба қубури баромад ворид шуда, бо парчаҳои турбина 2 мутақобила карда, энергияи кинетикии моеъро ба гардиш табдил медиҳад моменти механикӣ бо меҳвари 3 ба генератори электрикӣ дода мешавад.

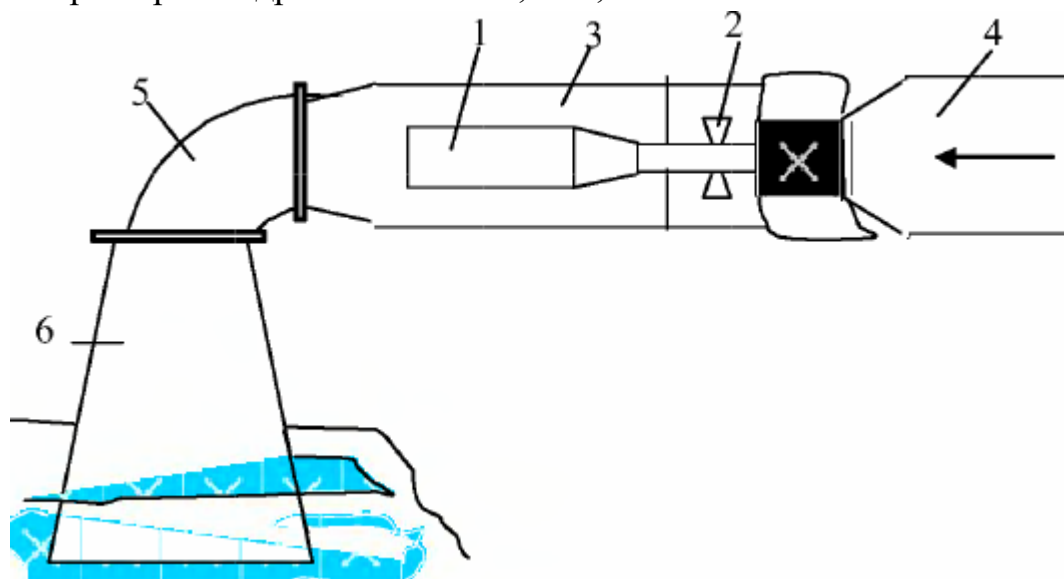
Вазни неругоҳи пасттаъзиқ 16 килограмм, қувваи  $P = 200$  Вт мебошад. Табдилдиҳандаи гидроэнергетикии нимчараёни бо винт идорашаванда аз канали таъзиқ 1, дастгоҳи танзимкунанда 2, турбинаи винтӣ 3, канали мудавваршудаи баромад 4, наварди интиқоли момент 5 ва генератори электрикӣ 6 иборат аст (расми 10).



Расми 11 - Табдилдихандаи чараёни ниммустақим

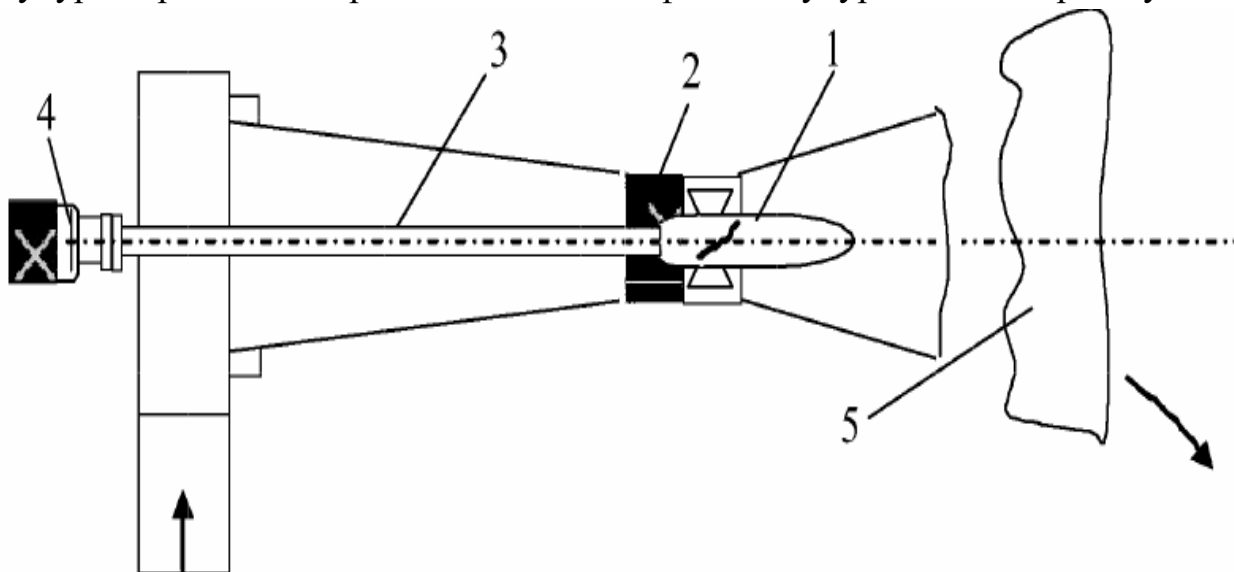
Кувваи барқи ин тарх дар худуди 1-10 кВт бо фарқияти баландии  $H_m = 2,2-5,7$  м чараёни об  $Q_n = 0,05-0,21$  м<sup>3</sup> м/с. Фарқи баландии  $H_m = 2,2-5,7$  м Суръати гардиши турбина  $W_n = 1000$  чар/сон чархзанӣ мешавад.

Конвертори гидравликии капсула дар асоси муҳаррики электрикии 2ПЕДВ-22-219 (расми 11) ба мисли неругоҳи электрикии гидравликии пештара бо таъзиқи  $H = 2,5-6,3$  м ва чараёни об  $Q = 0,005-0,14$  м<sup>3</sup>/с кор мекунад. Кувваи электрикиашон 1—5 кВт мебошад. Диаметри турбинаҳои обӣ аз 0,2 то 0,254 м диаметри чархи гидравликӣ  $D_k = 0,35-0,4$  м аст.



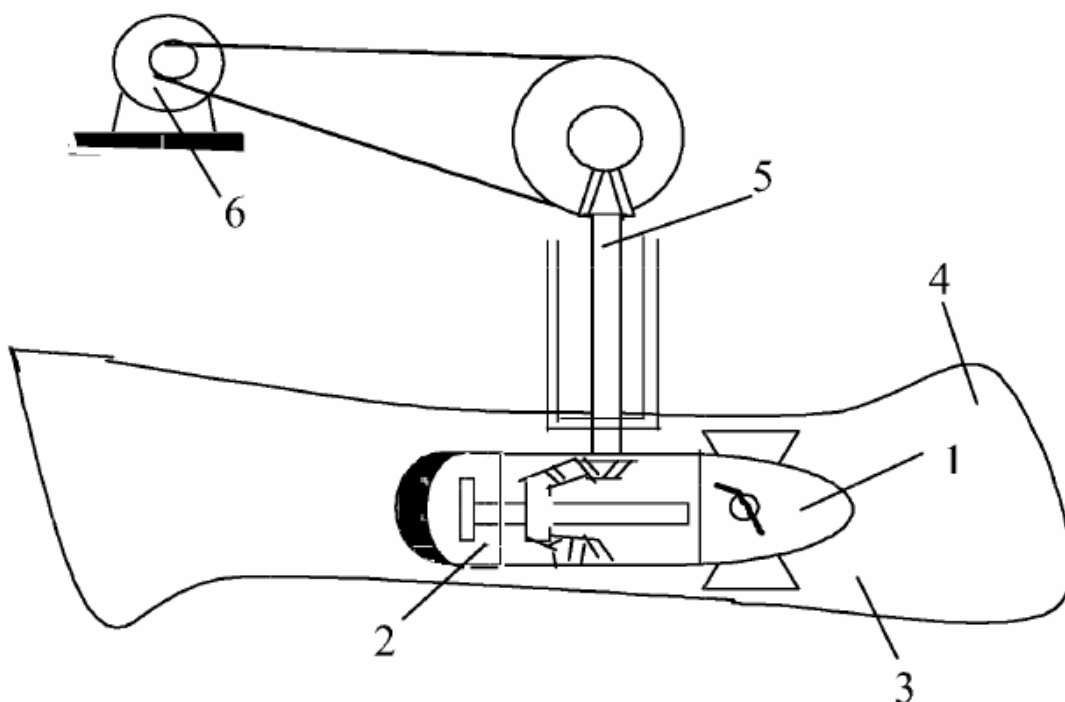
Расми 12 - Неругоҳи электрикии обии капсулӣ

Табдилдихандаи гидравликии мустақим (расми 12) аз турбинаи винти 1, сдастгоҳи роҳнамо 2, наварди интиқоли момент 3, генератори электрикӣ 4 ва кубури баромад 5 иборат аст. Он бо истифода аз кубури тазыиқ кор мекунад.



Расми 13 - Табдилдихандаи гидравликии мустақим

Асбоби гидравликии табдилдиханда (расми 13) барои ба энергияи электрики табдил додани энергияи муҳити моеъи тез ҳаракаткунанда таъин шудааст.



Расми 14 - Табдилдихандаи энергияи гидравликии ҷараёни об

Он аз турбинаи винти 1 иборат аст, ки дар капсула 2 ҷойгир аст ва дар рӯдҳои обӣ насб карда мешавад, ки онро «ҷӯйҳои тез» меноманд. Капсула дар қуттии роҳнамо 4 ҷойгир аст, ки дар дохили муҳити равшан насб шудааст. Моменти турбина ба вали 5 ва баъд ба генератори электрикӣ 6 дода мешавад.

### **Саволҳои санҷишӣ**

1. НБО – и хурд аз рӯйи кадом нишондод ва чигуна таснифот мешаванд?
2. Тазйиқ чи гуна ҳосил мегардад?
3. Қисми асосии иншооти гидротехникӣ кадом аст?
4. Микро НБО аз дигар намуди НБО – ҳо чи фарқият дорад?
5. НБО – хурд бо генератори капсули чи тавр истифода мешавад?

## ЛЕКСИЯИ 7

### ТУРБИНАҲОИ ОБӢ ВА ТАҶҶИЗОТИ ГИДРАВЛИКИИ НБО

*Турбинаи гидравликӣ муҳаррикест, ки энергияи оби ҳаракаткунандаро ба энергияи механикии гардиши чоҳи худ табдил медиҳад.* Кори турбинаҳои гидравликӣ ба падидаҳои таъсири мутақобилаи маҷрои об ва ҷисми саҳт асос ёфтааст. Ин таъсир метавонад ду намуд бошад: *фаъл ва реактивӣ.* Гидроэнергетика энергияи обро, ки дар фишори аз якчанд то 1600-2000 м чамъ шудааст, истифода мебаранд. Ҳамаи системаҳо аз нуқтаи назари фишор соҳаи татбиқи худро доранд.

Мувофиқи ин турбинаҳои гидравликӣ ба ду синфи асосӣ ҷудо мешаванд, ки аз ҷиҳати истифодаи ҷузъҳои алоҳидаи энергияи гидравликӣ фарқ мекунанд: ***турбинаҳои гидравликии фаъл ва реактивӣ.*** Турбинаҳои гидравликии фаъл танҳо энергияи баландсуръати (кинетикии) ҳаракати обро истифода мебаранд, турбинаҳои реактивӣ бошад, энергияи фишор ва суръатро истифода мебаранд.

Аз ҷиҳати хусусиятҳои беруна турбинаҳои гидравликӣ бо он фарқ мекунанд, ки дар турбинаҳои фаъл чархи ҳаракаткунанда ба маҷрои об фарқ намешавад, турбинаҳои реактивӣ бошад дар дохили маҷрои об ҷойгир аст. Илова бар ин, ҳар яке аз ин турбинаҳо асосан аз нуқтаи назари фишори худ, барои фишорҳои баландтар пешбинӣ шудаанд;

Турбинаҳо метавонанд меҳвари гардиши амудӣ, уфуқӣ ё моил доранд. Турбинаҳои реактивӣ, ки меҳвари амудии гардиш доранд, бисёр истифода мешаванд. Дар НБО хурд низ системаҳои дигар истифода мешаванд. Ба ғайр аз турбинаҳои нишондодашуда инчунин ба ***система, намуд ва силсила*** ҷудо мешаванд.

Илова бар ин, ҳама турбинаҳои гидравликӣ ба таври шартӣ ба фишори паст, миёна ва баланд ҷудо карда мешаванд. Турбинаҳои пастфишор дар  $H \leq 25$  м, турбинаҳои миёнафишор дар  $25 \text{ м} < H \leq 80$  м ва турбинаҳои баландфишор дар  $H > 80$  м истифода мешаванд.

#### Турбинаҳои гидравликии фаъл

**Турбинаи кафлезӣ** (турбинаи реактивӣ) як турбинаи фаъоли гидравликӣ мебошад, ки дар тазъиқҳои хеле баланд истифода мешавад. Инчунин маъмулан бо номи "турбинаи Пелтон" пас аз ихтироъкори амрикоӣ Лестер А.Пелтон маълум аст.

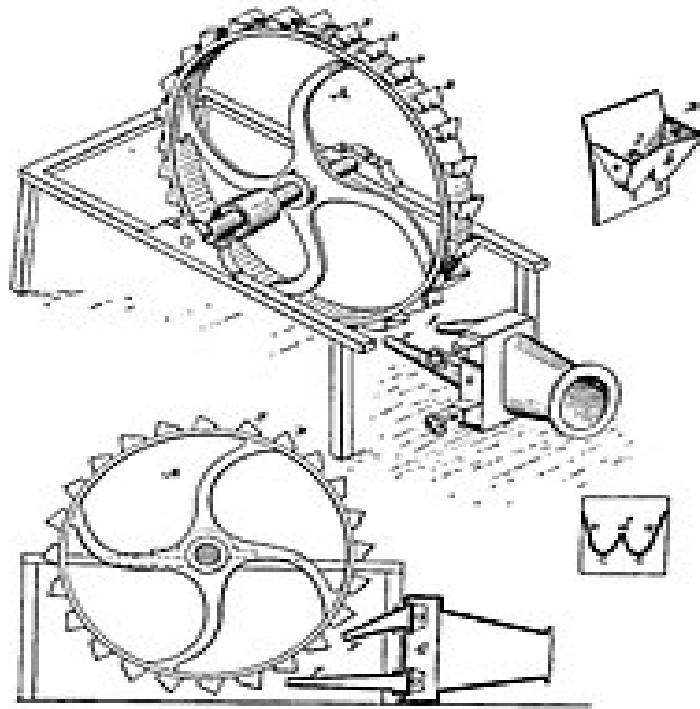
Турбинаҳои гидравликии фаъл, танҳо энергияи кинетикӣ, ки бо суръати баланд аз димоға мебарояд, истифода мебаранд. Турбинаҳои



гидравликии кафлезӣ (турбинаи фавра-кафлезӣ) турбинаи фаъоли гидравликӣ буда, теғаҳои кафлезшакли кори доранд. Турбинаҳои гидравликии кафлезӣ дар фишорҳои баланд (зиёда аз 200 м) ва нисбатан масрафи камтари об (то 100 м<sup>3</sup>/с) истифода мешаванд. Турбинаи гидравликии кафлезӣ ба шарафи ихтироъкори амрикоӣ Лестер А. Пелтон (Lester Allan Pelton), ки соли 1889 барои ихтирои турбинаи гидравликии кафлезӣ патент гирифтааст, бо номи “турбинаи Пелтон” низ маъруф аст.

Турбинаҳои кафлезӣ аз ҷиҳати сохторӣ аз турбинаҳои маъмултари реактиви гидравликӣ (радиал-меҳвар, чархзананда), ки дар онҳо чарх дар ҷараёни об ҷойгир аст, хеле фарқ мекунад. Дар турбинаҳои кафлезӣ об тавассути димоғакҳо ба таври тангенсӣ ба доирае дода мешавад, ки аз мобайни кафлез мегузарад. Дар ин маврид обе, ки аз сопло мегузарад, қувваи реактивиро ба вучуд меорад, ки бо суръати баланд, ба параи турбина бархурда, баъди он чарх зада, кор мекунад. Раванди истифодаи энергияи реактивӣ дар тазъи атмосфера ба амал меояд ва истеҳсоли энергия танҳо аз ҳисоби энергияи кинетикии об ба амал меояд. Параҳои турбина дуқонҷав буда, дар мобайн теғи тез дорад; Мақсади майса ҷудо кардани ҷараёни об бо мақсади беҳтар истифода бурдани энергия ва пешгирӣ кардани нобудшавии босуръати теғҳо мебошад. Дар турбина то 40 теға гузоштан мумкин аст.

Импеллер бо параҳо метавонад дар як ҷоҳи уфуқӣ ё амудӣ насб карда шавад. Бо ҷойгиркунии ҷоҳи уфуқӣ ба ҳар як чарх то ду сопло дода мешавад; Азбаски гузариши ҳар як сопло маҳдуд аст, дар суръати баланди ҷараёни об онҳо дар як ҷоҳ ду импеллерро истифода мебаранд ё турбинаи амудиро истифода мебаранд. Охири метавонад то шаш соплоро ҷойгир кунад. Суръати ҷараёни об аз соплоҳо аз тазъи вобаста аст ва метавонад ба арзишҳои назаррас, бо тартиби 500-600 км / соат расад. Суръати гардиши турбина низ хеле баланд, то 3000 чархзанӣ аст.

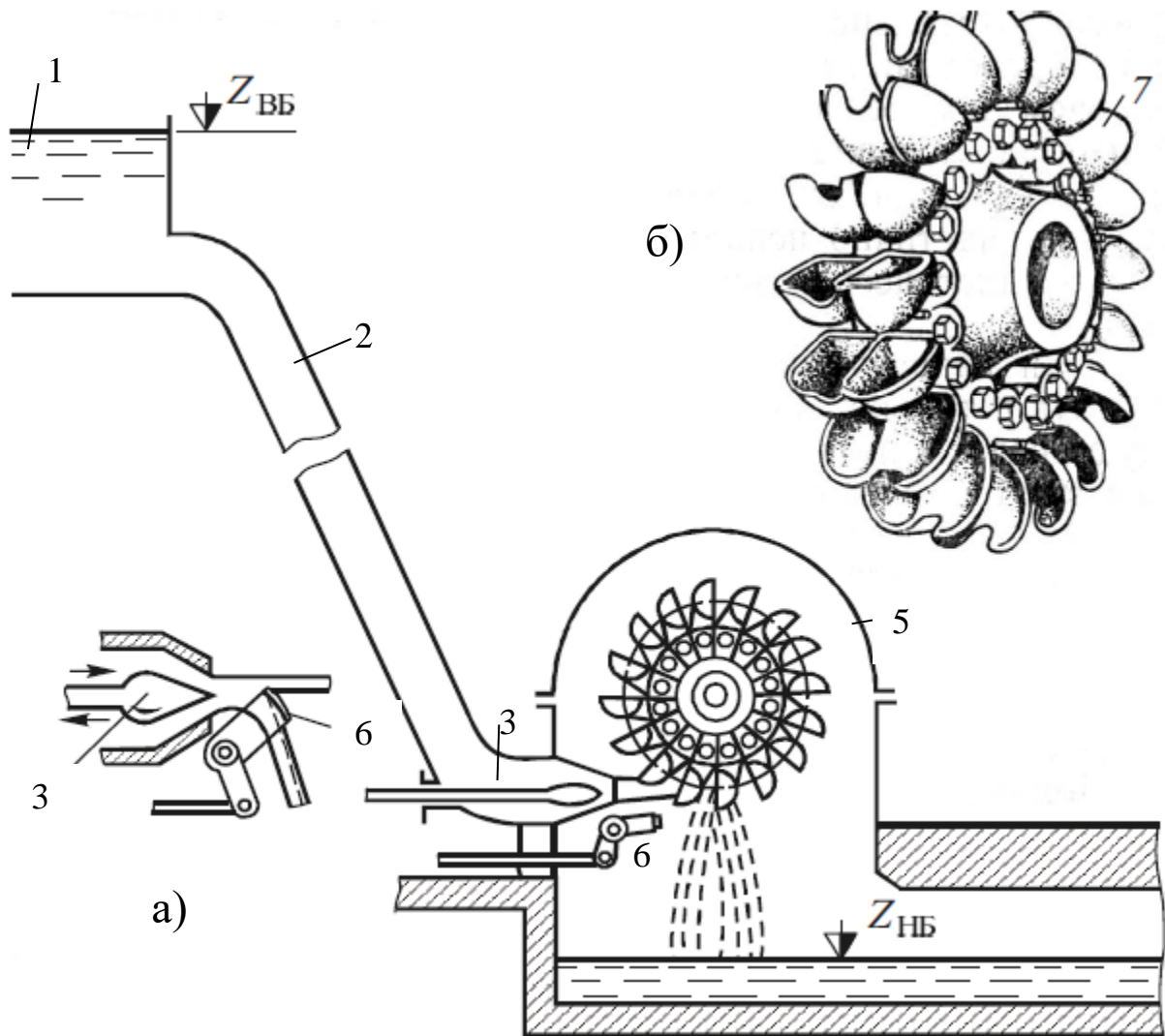


Яке аз патентҳои Пелтон, с 1880

Патент барои турбинаи кавлезӣ ба муҳандиси амрикоӣ А.Пелтон соли 1889 дода шуд.

Дар минтақаи меҳвари ҷавра даврзании чархи кори (расми 2.1, б) тегаи 7, ки шакли кафлезӣ дорад пай дар пай ҳаракат карда, то ки бо ҷаввораи бехтар таъсир расонад. Чархи корӣ дар корпуси 5 маҳкам карда шуда, бо ротори генератор давр мезанад, ки меҳварӣ амудӣ ё уфуқӣ дорад.

Об ба турбина аз барғоби болои 1 (расми 2,1, а) ба воситаи обгузаронҳои турбина 2, ки бо як ё якчанд димоға 3, анҷом меёбад. Маҷрои об аз димоға баромада, ба кафлез бархурда, ба самти муқобил партофта шуда, энергияи ҳосилшуда чархи кориро ба ҳаракат мебарорад. Оби партов ба канали обпарто ҷорӣ шуда, ба барғоби поён меравад.



Расми 1 - Турбинаи кафлезӣ: а – диаграммаи насби турбина; б – чархи корӣ

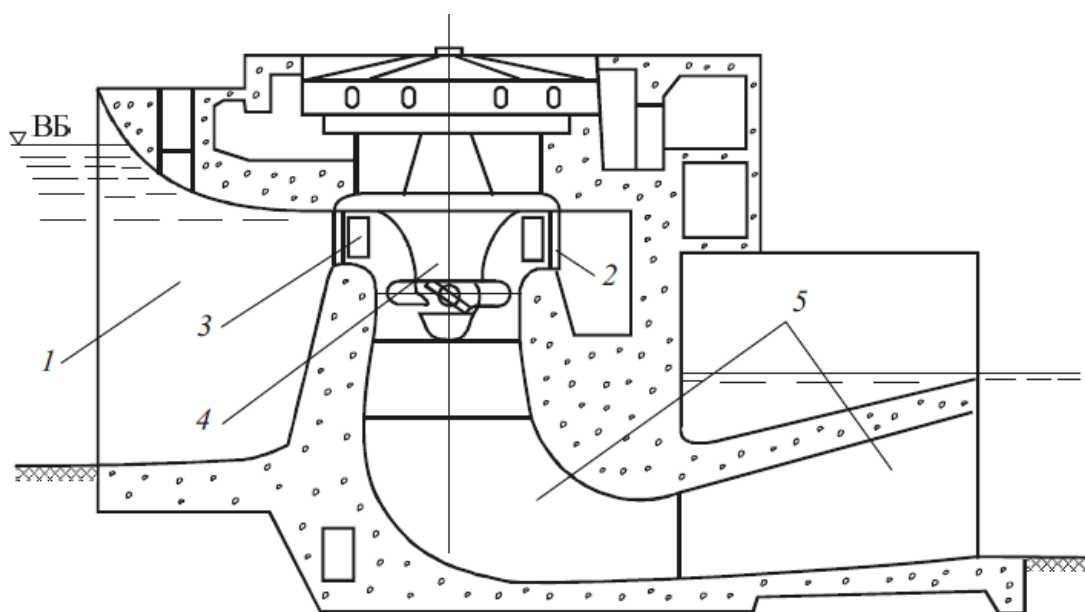
Биёед як ҳолати хеле муҳими зеринро таъкид кунем. Турбинаҳои кафлезӣ аз сабаби хусусиятҳои конструктивии худ нисбат ба турбинаҳои реактивӣ вазифаҳои мошинҳои гидравликии баргардондашаванд иҷро карда наметавонанд, яъне, дар речаи пойгоҳи обкашӣ кор намеkunанд.

Аз ҳама турбинаи кафлезии калонтарини ҷаҳон дар НБО-и Бедрони Швейтсария гузошта шудааст, ки тавоноии он 423 МВт-ро ташкил медиҳад. Ҳамин неругоҳи барқи обӣ рекорди ҷаҳонии фишор ба гидроагрегатҳо мебошад, ки 1869 м ташкил медиҳад, то ба истифода дода шудани ин нерӯгоҳ дар соли 1998 дар тӯли 40 сол дар ҷои яқум аз рӯи фишор 1773 м. НБО Рейсек (Reißeck), Австрия тааллуқ дошт.

### Турбинаҳои реактивӣ

Турбина қисмҳои даврзананда ва даврзанандаа дорад. Ба қисмҳои даврзананда (статор, қабати камера) ва як қисми механизмҳои корӣ

(аппарати самтдеҳ, сарпӯш, подшипник) дохил мешаванд. Қисмҳои даврзананда – чархи корӣ ва навард.



Расми 2 - Диаграммаи насби турбинаи гидравликӣ:

1 – дастгоҳҳои таъминкунандае, ки тавассути онҳо он ба қисмҳои кори турбина дода мешавад; 2 — статори турбина, ки барои ба таҳкурсии бинои НБО гузароштани вазни гидроагрегат хизмат мекунад; 3 – аппарати самтдеҳ, ки танзими маҷрои оби ба турбина воридшавандаро таъмин мекунад; 4 – чархи турбина ин чархи кори мебошад, ки бо барои табдил додани энергия гидравликии об ба энергияи механикӣ табдил медиҳад. Қисми асосии турбина ин чархи корӣ мебошад; 5 – канали обпарто (лулаи маканда)

Об аз барқоби болои обанбор бо фишори баланд аввал ба камераи турбина ворид шуда, баъд ба аппарати самтдеҳ, чархи корӣ ва тавассути лулаи маканда аз турбина гузашта ба барқоби поёни ворид мешавад.

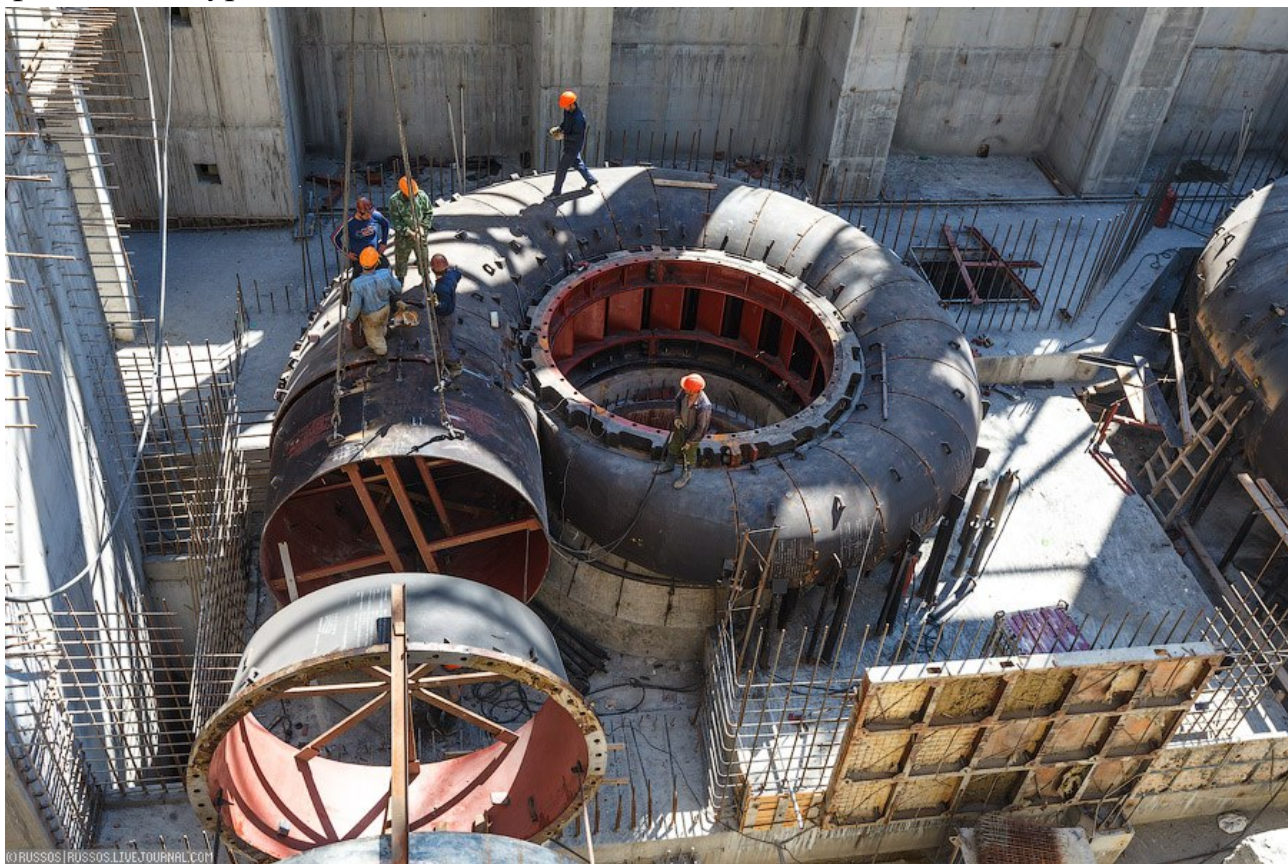
**Камераи турбина.** Камераи турбина барои таъмини об ба аппарати самтдеҳи хизмат мекунад. Камераи турбина таъминоти якхелаи обро дар атрофи периметри статор ва аппарати самтдеҳ таъмин мекунад. Турбинаҳои амудӣ аз як тараф бо об таъмин карда мешаванд ва камераи турбиноро истифода мебаранд, ки девори берунии дар хати спиралӣ сохташуда пурра ( $360^\circ$ ) ё қисман (то  $90^\circ$ ) статорро маҳкам мекунад.

Чунин камераҳои турбиноро *спиралӣ* меноманд ва барои фишорҳои миёна ва баланд истифода мешаванд. Барои турбинаҳои фишорпаст (9—10 м) камераҳои турбина кушодаа истифода мебаранд. Истифодаи камераҳои спиралӣ эҳтимолии таъсири умумии радиалӣ истифодаи энергияи маҷрои обро, ки дар теғии радиалӣ ҷойгиршударо бартараф намуда ва дар навбати

худ ларзиши наварди турбинаро хангоми гардиш ва фарсудашавии босуръати подшипникҳои турбина баргараф мекунад.

Барои нигоҳ доштани суръати доимии об дар спирал хангоми ворид шудани об ба аппарати самтдеҳ буриши арзӣ он кам мешавад, ки он ба гулӯ монанд мешавад (расми 3).

Қисмҳои радиалии камераҳои спиралӣ метавонанд шаклҳои гуногун дошта бошанд: байзавӣ ва мудаввари росткунча ва трапетсиямонанд. Паҳлуи камераҳои спиралӣ масофаи байни агрегатҳо ва ҳаҷми бинои НБО дар нақша муайян мекунад. Бинобар ин кушиш мекунад, ки андозаҳои камераи спиралиро то ҳадди имкон хурдтар созанд, вале коэффисиенти кори фойданоки турбина паст нашавад.

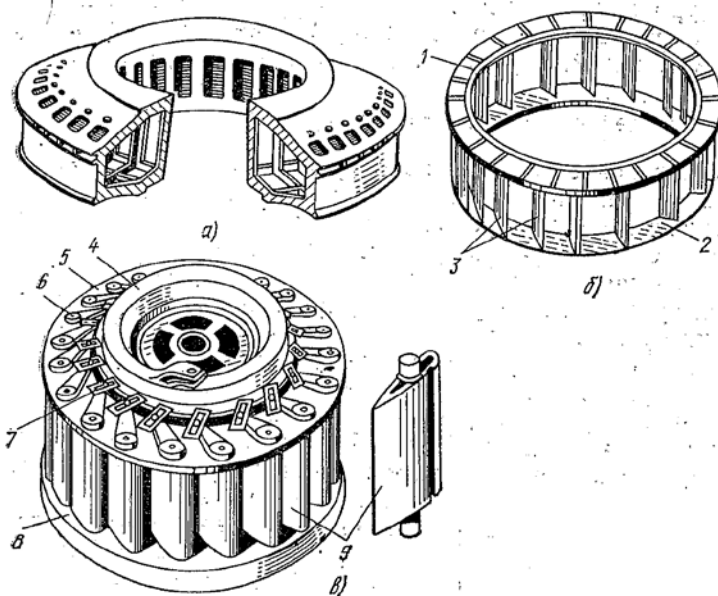


Расми 3 - Камераи спиралӣи металлӣ

Камераҳои спиралӣ метавонанд бетонӣ, оҳану бетонӣ, аз ҷумла онҳо бо қабатҳои металлӣ бошанд, инчунин метавонанд пӯлоди ё рехтагрии чуяӣ бошанд. Шаклҳои қисмҳои радиалии камераҳои спиралӣ, инчунин масолеҳи онҳо истифодашаванда аз фишори об вобастагӣ дорад.

**Аппарати самтдеҳ.** Дар турбинаҳои реактивӣ аппарати самтдеҳ барои танзими масрафи об дар турбина ва ба вуҷуд овардани гирдгашт пеш аз ҷархи корӣ мувофиқ ба борбасти агрегат; қатъи омади об ҷархи корӣ ва нигоҳдошти турбина; ҳимояи агрегат аз суръатфизои хангоми партофти бор.

Аппарати самтдеҳ (расми 4, в) иборат аст аз ҳалқаҳои поёнӣ 2 ва болоии 1 бо подшипникҳо барои гарданаи парраҳо 9, баробар тақсимшуда ба сатҳи пеш аз воридшави ба чархи корӣ ва механизми тобхурандаи теға. Гардиши теғаҳо бо ёрии сервомотори аппарати самтдеҳ, ки ҳалқаи танзимкунандаи 4, гӯшвораҳо 7 ва фишангҳо 6, ки дар меҳварҳои болоии теғаҳо васл карда шудаанд, давр мезананд, амалӣ карда мешавад.



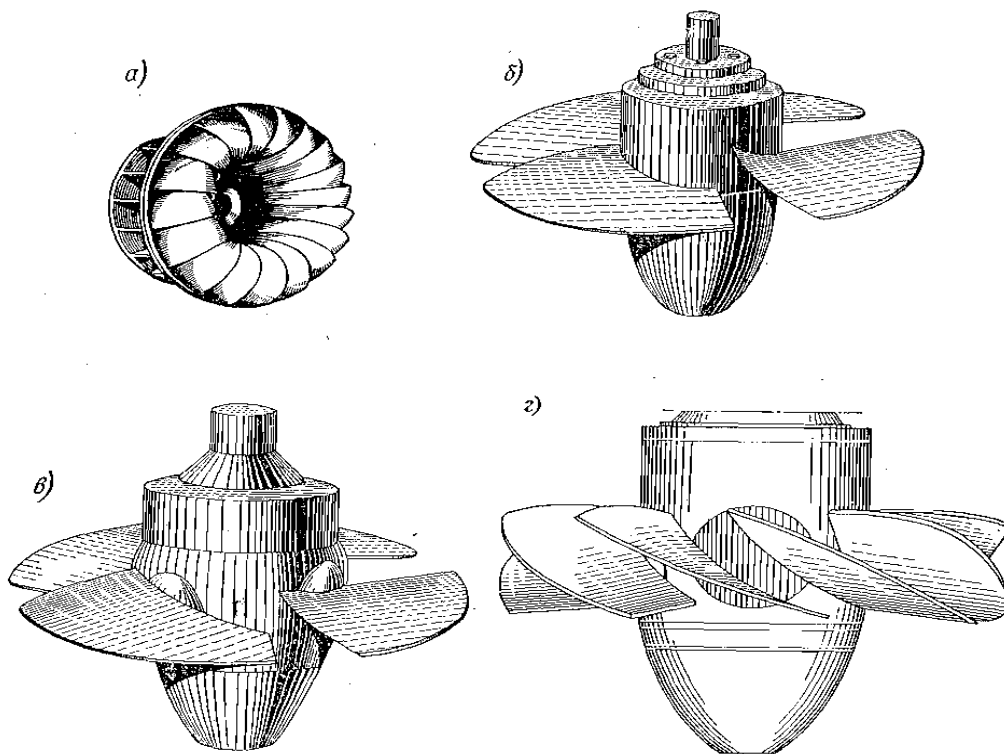
Расми 4 - Қисмҳои даврназанандаи турбина:

а – сарпӯш; б – статори турбина; в – аппарати самтдеҳ; 1 – ҳалқаи болоии статор; 2 – ҳалқаи поёнии статор; 3 - сутун; 4 – ҳалқаи танзимкунанда; 5 – ҳалқаи болоии аппарати самтдеҳ; 6 фишанг; 7 - гӯшвора; 8 – ҳалқаи поёнии аппарати самтдеҳ; 9 - теғаҳо.

Тарҳрезии аппарати самтдеҳ бояд кушодани ҳадди аксарро таъмин кунад барои бо суръат гузаштани об аз турбина ва тавоноии номиналиро ба даст орад, инчунин пурра маҳкам шудани турбинаро бо шартҳои ҳадди ақал ё бидуни ихроҷ аз холигоҳҳо таъмин кунад.

**Чархи корӣ.** Намуди турбина аз руи конструксияи чархи корӣ муайян карда мешавад. Об, ки аз байни теғаҳои чархи кории турбинаҳои реактивӣ мегузарад, самти ҳаракаташро тағйир медиҳад, ки дар натиҷаи ин байни чараёни об ва теғаҳои чархи корӣ таъсири мутақобила ба амал меояд. Ҳамин тавр, чархи кории турбина энергияи оби дар он ҳаракаткунандаро ба энергияи механикӣ гардиши наварди турбина табдил медиҳад, ки ба воситаи муфта ба вали (ротор) генератори синхронӣ пайваस्त карда шудааст.

Чархи кории ҳамаи турбинаҳои реактивӣ (расми 2.5) аз теғаҳои баробар дар гирди дар втулка ё ступитса ҷойгир мебошад.



Расми 5 - Намоиши умумии чархҳои турбинаи реактивӣ:

а – радиалӣ – меҳварӣ; б – пропеллерӣ; в – парраҳояш даврзананда; г – ду парра (двухперовая).

Мақсади асосии теғаҳои чархи корӣ дар ҳамаи речаҳои кориашон (бо талафи камтарин) барои беҳтар намудани таъсири чараёни обе, ки аз он мегузарад хизмат мекунад.

Чархи кории турбинаҳои меҳварӣ аз 3 то 8 теғаи шакли қачқардаи мураккаб, ки ба даҳантиқ фазошакл ё гардам бо обтикател ҷиҳозонидашуда иборат аст.

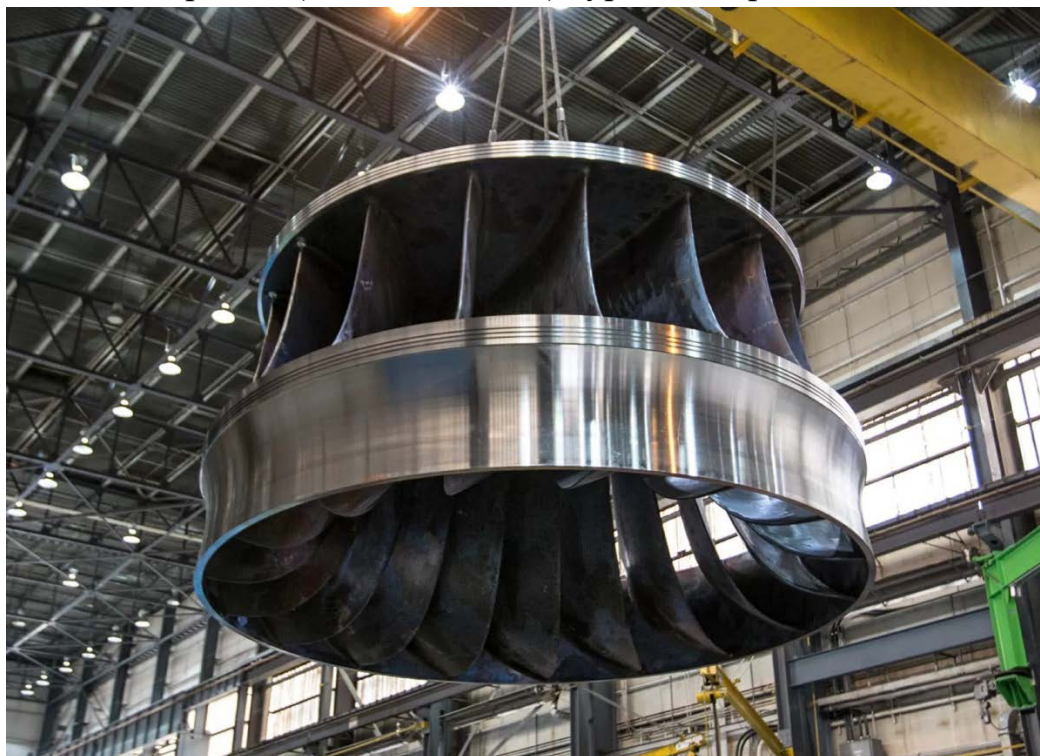
Дар турбинаҳои пропеллерӣ теғаҳо бо кунҷи доимии майл ба ҳамвории уфуқӣ саҳт мустаҳкам карда мешаванд. Чархи кории турбина аксар вақт аз маводи саҳти рехташуда сохта мешавад, яъне. теғаҳо бо втулкаҳои чархи корӣ якҷоя рехта мешаванд (расми 5, б).

Дар турбинаҳои теғаҳояш даврзананда бо мақсади ба даст овардани ККФ зиёд ҳангоми тағирёбии фишор ин кунҷро бо ёрии механизме, ки дар втулка ҷойгир аст, ба таври худкор иваз кардан мумкин аст (расми 5, в). Турбинаи теғаҳояш даврзананда соли 1920 муҳандиси австриягӣ Виктор Каплан патент ба даст оварда, ки ба шарофати он дар бисёр кишварҳои ҷаҳон ин турбина номи ихтироъкор - турбинаи Каплан ном мебаранд.

Танзими дукарата ККФ-и баланди турбиноро дар доираи васеи тағирёбии фишор ва сарборӣ таъмин мекунад. Теғаҳои чархи корӣ

метавонанд ба меҳварӣ ротор амудӣ бошанд ва турбина дар ин ҳолат меҳвай номида мешавад ё онҳо метавонанд кунчи тезро ташкил кунанд ва пас турбиноро диагоналӣ меноманд.

Дар турбинаи радиалӣ-меҳварӣ чархи корӣ аз болоии конусшакл ва ҳалқаи поёнии ҳалқашакл иборат аст, ки бо теғаҳои ба онҳо саҳт пайваस्तшуда маҳкам карда шудаанд. Теғаҳо дар як кунчи муайян ҳамвориҳои радиалӣ қар карда, дар поён ҳам мешаванд (расми 6). Турбинаҳои радиалии меҳвариро ба шарафи таҳиякунандаи ин турбина (1848), муҳандиси англо-америкой Чеймс Фрасис (Jates V. Francis) турбинаи Фрэнсис низ меноманд.



Расми 6 - Турбинаи радиалӣ-меҳварӣ

Турбинаҳои диагоналӣ ба таври гузаранда аз меҳвар ба радиалӣ-меҳварӣ мебошанд. Чархи корӣ турбина аз втулкаи конусшакл иборат буда, ки ба онҳо теғаҳои даврзананда пайваस्त карда шудаанд (расми 6).

Турбинаҳои гидравликии диагоналӣ одатан дар фишорҳои аз 30 то 200 метр истифода мешаванд. Онҳо дар фишорҳои паст бо турбинаҳои теғаҳояш даврзананда ва дар фишорҳои баланд бошад бо турбинаҳои радиалӣ - меҳварӣ рақобат мекунад.

Тамғагузори турбинаҳои гидравликӣ: масалан **РО 115/810 – ВМ – 750**, маънои зеринро дорад: РО - радиалӣ-меҳварӣ (ПЛ – теғаҳояш даврзананда; Р - пропеллерӣ; Д - диагоналӣ; К - кафлезӣ); 115 - фишори баланд, м; 810 – рақами силсилави хусусияти асосии универсалӣ; В – меҳварӣ амудӣ (Г – уфуқӣ); М – камераи спирали металлӣ (Б – бетонӣ); 750 - диаметри чархи корӣ.





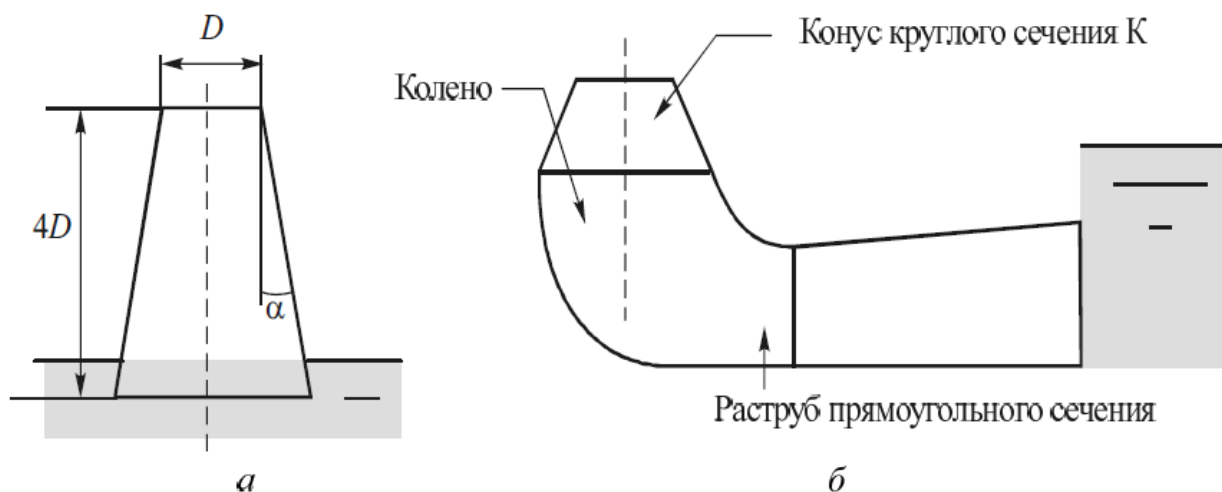
Расми 7 - Турбинаи диагоналі

### *Лулаи маканда*

Лулаи макандаи турбинаи гидравликӣ барои бо талафоти минималии энергияи кинетикӣ ва кам шудани суръати ҷараёни об аз ҷархи корӣ ба барғоби поёнӣ гузаронидани об пешбинӣ шудааст; истифода бурдани як қисми фишори геометрӣ, агар ҷархи кории турбина дар болои барғоби поёнӣ ҷойгир бошад; табдил додани энергияи кинетикӣ ба энергияи фишор хизмат мекунад.

Дар ҳолати набудани лулаи маканда энергияи ҷараёни об пас аз ҷархи корӣ талаф шуда ва ККФ турбина паст мешавад. Ҳангоми васл намудани лулаи маканда, энергияи кинетикӣ ба энергияи фишор табдил меёбад (расми 8).

Зери ҷархи корӣ вакууми иловагӣ ба вучуд меояд, ки дар натиҷаи ин фишори турбинаи истифодашаванда зиёд мегардад.



Расми 8 - Лулаи маканда: а – лулаи макандаи рост, б – лулаи макандаи кач

Вазифаи лулаи маканда асосан дар нуругоҳҳои барқии обии пастифшор бо турбинаҳои тездаврзананда махсусан калон мебошад. Андоза ва навъи лулаи маканда ба ҳаҷм ва арзиши қисмҳои зерини бинои НБО низ таъсир мерасонад.

### Саволҳои санҷишӣ

1. Турбинаи гидравликӣ чист?
2. Турбинаҳои гидравликӣ ба чанд намуд ҷудо мешаванд?
3. Намуди турбинаи фаъол?
4. Турбинаҳои ғайрифавол (реактивӣ)?
5. Қасмҳои турбинаи гидравликиро номбар намоед?
6. Камераи спиралӣ барои чи хизмат мекунад?
7. Намудҳои чархи корӣ (гидравликӣ)?
8. Намудҳои камераҳои спиралӣ номбар намоед.
9. Лулаи маканда чанд намуд мешавад?
10. Вазифаи лулаи маканда дар чист?

## ЛЕКСИЯИ 8

### САРБАНД ВА НАМУДҶОИ ОН

Сарбанд иншооти гидротехникиест, ки маҷрои обро барои баланд бардоштани сатҳи он (яъне ҳосили тазйик), инчунин барои мутамарказ кардани фишор дар минтақаи ҷойгиршавии иншоот ва бунёди обанбор хизмат мекунад.

Сарбандҳо аз рӯи таъиноти идоракунии об, баландии болоравии онҳо, усули аз барғоби болой ба барғоби поёнӣ гузаштани об ва маводе, ки аз он сохта шудаанд, гурӯҳбандӣ карда мешаванд.

Аз рӯи таъиноташон сарбандҳо ба оббардор ва обзахиракунанда ҷудо мешаванд. Сарбандҳои оббардор сатҳи обро ба баландии муайян мебардоранд, то сатҳи обро аз дарё мусоид гиранд ва ҳудуди интиқоли онро назорат кунанд. Сарбандҳои обзахиракунанда сатҳи дарёро дар байни соҳилҳои баста, обанборҳои пуриктидореро ташкил медиҳанд, ки маҷрои дарёҳоро танзим мекунанд. Сарбандҳои обзахиракунанда инчунин сарбандҳои хурддеро дар бар мегиранд, ки ҳавзҳо ба вучуд меоранд.

Аз рӯи сатҳи болоравии об сарбандҳо ба фишори паст бо умқи об дар сарбанди то 15 м, фишори миёна бо умқи 15-50 м ва фишори баланд бо умқи беш аз 50 м тақсим мешаванд.

*Таснифи сарбандҳо аз рӯи маводи сохташуда.* Дар асоси ин, сарбандҳоро ба намудҳои зерин ҷудо кардан мумкин аст:

- 1) *Сарбандҳои хокӣ* – ин яке аз маъмултарини сарбандҳо баҳисоб меравад. Дар навбати худ вобаста аз хоки танай сарбанд ҷудо мешавад:
  - *хокӣ* – масолеҳи асосии он замин аст, яъне хокҳои регдор, регдор ва ба ин монанд;
  - *замини-сангӣ* – дар он замин ва сангрза истифода мешавад;
  - *сарбандҳои сангӣ* – аз сангфарш бо маҳлул сохта шудааст, ки дар асри 19 ва ибтидои асри 20 паҳн шуда буд, дар айни замон бинобар сабаби имконнопазирии васеи раванди сангфаршкунӣ хеле кам сохта мешавад.
- 2) *Сарбандҳои бетонӣ* – ҳоло дар ҳамаи мамлакатҳо бештар истифода мешаванд.
- 3) *Сарбандҳои оҳану бетонӣ* – дар онҳо асосан оҳану бетон истифода мешавад, дар баъзе мавридҳо элементҳои бетонӣ ва ҳатто сангфаршкунӣ низ мавҷуданд.

4) *Сарбандҳои чӯбӣ* – одатан дорои санг ё гилин мебошанд; Онҳо одатан баландии хурд доранд, аммо сарбандҳои чӯбии баландии то 22 м вучуд доранд.

5) *Сарбандҳои пулодӣ* – ду намуд мешаванд:

а) бо қисмҳои металии беҳаракат устувор (вучуд дорад, то баландии 22 м);

б) бо қисмҳои металии ҳаракаткунанда ё дарвозаҳое, ки дар ҳақиқат тамоми таъсири обро мебардоранд (масалан, сарбандҳо бо фермаҳои даврзананда, чорчубаҳои даврзананда, роҳравҳо ва ғайра); Ин сарбандҳо васеъ паҳн шудаанд ва одатан тазйиқи паст доранд.

б) *Сарбандҳои аз маводи гуногун омехта сохташуда* – аз рӯи гузаштани об аз барғоби болоӣ ба барғоби поёнӣ ба сарбандҳои *обпарто, бе обпарто* ва *ҷевонӣ (щитовые)* ҷудо мешаванд

*Таснифи сарбандҳо аз рӯи хусусиятҳои конструктивӣ.* Аз руи шароити конструктивӣ, хусусияти таъсири қувва ва муқовимат ба ҷойивазкунӣ аз фишори об сарбандҳоро ба се гурӯҳи асосӣ ҷудо кардан мумкин аст:

1) Гравитатсионӣ, дорои вазни зиёд барои ба вучуд овардани қувваҳои соиш дар поя, барои муқовимат ба таъсири обе, ки дар сарбанд амал мекунад. Ба ин сарбандҳои гилин, сангӣ, бетонӣ, чубин ва дигар; ба маънои дигар сарбандҳои азими бетонӣ ва сангин зери номи гравитатсиониро дар назар дорем;

2) Равоқшакл, аз рӯи нақша қавқшакл, ки ҳамчун анбор бо меҳвари амудӣ қор қарда, фишори обро ба воситаи пошнаҳои худ ба соҳилҳои санглохи водии дарё мегузаронад; аз бетон, оҳану бетон, санг ва аз чӯб сохта мешаванд;

3) Тақадор ё пуштибондошта, ки дар он фишори об тавассути шифтҳои фишор дар шакли тахтача, арқон ва ғайра ба сутунҳои амудӣ (қабурға) мегузарад, аз ҳамин сабаб сутундор ё пуштибондошта ном гирифта шудааст; ин сарбандҳо аз бетон, оҳану бетон, металл, чӯбу тахта сохта мешаванд;

### **Сарбандҳои заминӣ ва татбиқи онҳо**

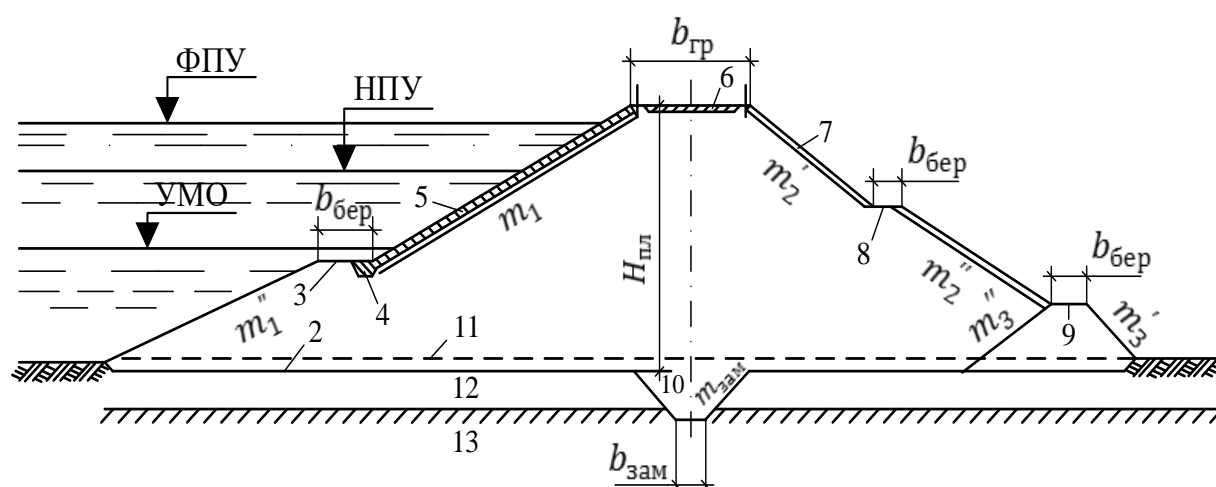
Сарбанди заминӣ, аниқтараш, сарбанди хокӣ як иншооти фишори обӣ мебошад, ки аз хокҳои таркиби механикии якхела ё гуногун сохта шудааст. Сарбанди гилин дар расми 1 нишон дода шудааст, ки дар он номи элементҳои алоҳидаи он низ оварда шудааст.

Сарбандҳои аз хок сохташуда дар амалия хело васеъ истифода мешаванд. Онҳо сохтори асосии иншооти асосӣ обанбор мебошанд ва инчунин як қисми иншооти обёрии дарё барои ҳама гуна мақсадҳо ҳангоми

ба вучуд омадани фарқияти сатҳи барғобҳо мебошанд. Иншоотҳои гилинӣ дар соҳаи хочагии об, махсусан барои обёрӣ, ҳангоми сохтани сарбандҳо, соҳилҳои каналҳо ва ғайра васеъ паҳн шудаанд.

Бартариҳои асосии сарбандҳои гилинӣ дар он аст, ки барои сохтани онҳо масолиҳи маҳаллии бинокорӣ — ҳок истифода мешавад. Гирифтани ин мавод танҳо, бо хароҷоти амалиёти канданиҳои фойданок дар конҳо алоқаманд аст, ки нисбат ба арзиши умумии иншоот ночиз мебошад.

Камбудихҳои сарбандҳои заминӣ аз инҳо иборат мебошанд: имконнопазирии раҳиҳои обҳезӣ тавассути онҳо, мавҷудияти ҷараёни полоишӣ дар бадани онҳо, эҳтимолан фароҳам овардани шароит барои деформатсияи бадани сарбанд ва талафоти зиёди полоиши об.



Расми 1 - Намуди арзии сарбандҳои заминӣ

1 – танаи сарбанд; 2 – пояи сарбанд; 3 – камари болоии поя; 4 – қатъи бастабандӣ; 5 – мустаҳкам кардани нишебии болоӣ; 6 – қуллаи сарбанд; 7 – мустаҳкам кардани нишебии поёнӣ; 8 – камари поёнии поя; 9 – дренаж; 10 – қулф; 11 – сатҳи табиӣ замин; 12 – хоки обгузар; 13 – обногузар.

Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон неругоҳҳои барқи обии калону миёна сарбандҳои заминӣ доранд. Масалан, сарбанди НБО Роғун, Норак, Бойғозӣ ва Сангтӯда - 1. Сарбанди баландтарин дар ҷаҳон сарбанди НБО Роғун мебошад, ки ҳоло сохтмони он идома дорад, баландии сарбанди НБО Норак дар баландтарин сарбанди заминӣ дар ҷаҳон ба ҳисоб меравад. (расми 2).



Расми 2 - Сарбанди замини - сангӣ НБО Норақ, ки баландиаш 300 метр аст

### **Сарбандҳои бетонӣ. Намудҳои асосии сарбандҳои бетонӣ**

*Сарбандҳои гравитатсионӣ бетонӣ.* Онҳо аз ҳисоби вазни худ ба таъсири қувваҳои асосӣ ба онҳо муқобилат мекунанд, ки қувваҳои муқовиматро ба ҳаракати онҳо дар баробари пойгоҳ ба вуҷуд меорад. Аз ҷиҳати сохт, сарбандҳои гравитатсионии обпарто ва бе обпарто мешаванд.

Навъи классикии сарбанди гравитатсионӣ аз таҳкурсии сангӣ деворҳои азим (сахт) бо буриши секунҷа мебошад, аммо барои баланд бардоштани самаранокии сарбандҳои сабук низ сохта мешаванд. Сарбандҳои гравитатсионӣ бетонӣ як қатор афзалиятҳо доранд: онҳо аз ҷиҳати тарҳрезӣ ва шароити сохтани нисбатан соддаанд, барои сарфи назар кардани хароҷоти назаррас ҳам ҳангоми сохтмон қулай мебошанд, инчунин дар ҳама гуна баландӣ ва шароити иқлим боэътимод мебошанд.

Сарбандҳои гравитатсионӣ бетонӣ дорои чунин камбудихо мебошанд: миқдори зиёди масолеҳ барои танаи сарбанд, аз ҷумла семент; пурра истифода набурдани масолеҳи истифодашаванда — бетон, махсусан дар сарбандҳои баландии нисбатан хурд (камтар аз 100 м); нокифоя мустаҳкам будани танаи сарбанд аз сабаби пайдо шудани деформатсияи харорат ва кашиш дар масолеҳи бетонӣ.

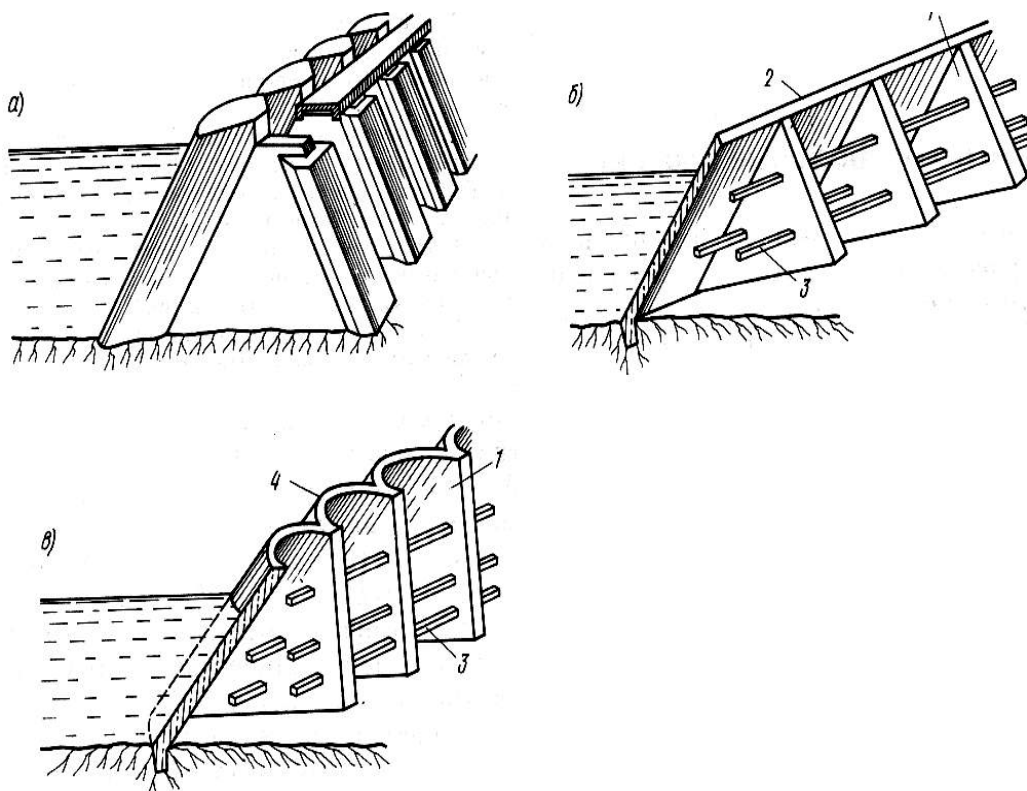
Ин камбудихо ба он оварда расонданд, ки роҳҳои беҳтар намудани сарбандҳои азими гравитатсиониро бо роҳи сабук ва арзон кардани онҳо ҷустуҷу кардан зарур аст. Ин тавассути тадбирҳои зерин ба даст оварда мешавад:

1. Бо паст намудани муқобилият ба фишори полоишӣ ба пояи сарбанд то камтарин боиси пайдо шудани сарбандҳо бо дарзҳои арзии васеъшуда ва сарбандҳо бо полостҳои дар асос ҷойгиршуда.
2. Бо паст намудани шиддатҳои кашанда дар битони сарбанд бо роҳи фишурдани сунъии гузоштани бетонӣ ва паҳш намудани он ба асос боиси шиддатнокии лангарҳои сарбандҳои баъди лангарӣ шуд, ки сарбандро дар тегаи фишорӣ паҳш менамояд.

### ***Сарбандҳои бетони такядор ё пуштибондошта***

Сарбандҳои такядор ё пуштибондошта (расми 3) аз сутунҳои озод (қабурға, девор) иборат аст, ки фосилаи байни онҳо бо конструкцияи фишорӣ дар шакли товаҳо, ғафсшавии рафаки сутунҳо, камонҳо пӯшида мешавад.

Сарбандҳои такядор, ба монанди сарбандҳои гравитатсионӣ, ба таъсири фишори уфуқии об муқовимат мекунанд. Аммо барои таъмини устувории онҳо нисбат ба массаи сарбанди гравитатсионӣ барои пурра аз байн бурдани фишори захиши дар пояи обанбор миқдори камтари сарбанд лозим мешавад.

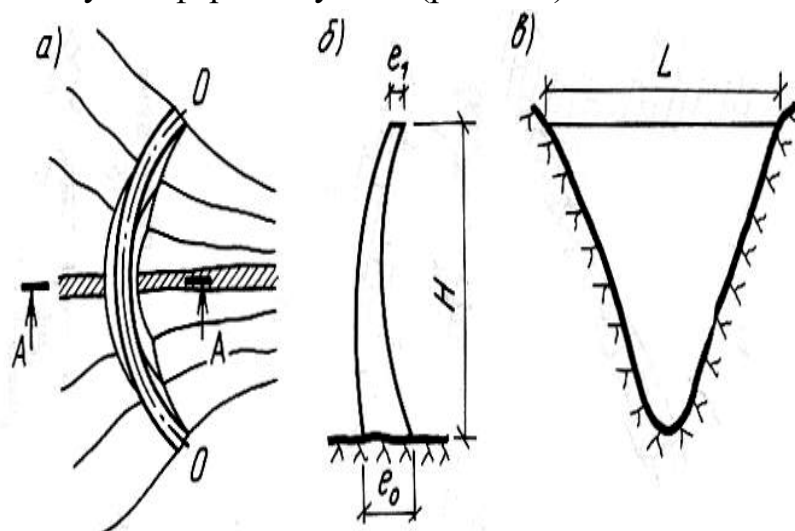


Расми 3 - Сарбандҳои такядор ё пуштибондошта

а – такягоҳи азим; б – бо шифтҳои ҳамвор; в – шифти камондор (бисёраркон);  
1 - такягоҳ; 2 – фаршҳои ҳамвор – товаҳо; 3 - ҷӯбҳои мустаҳкамкунанда; 4 – шифтҳои камондор.

### Сарбандҳои равоқшакл

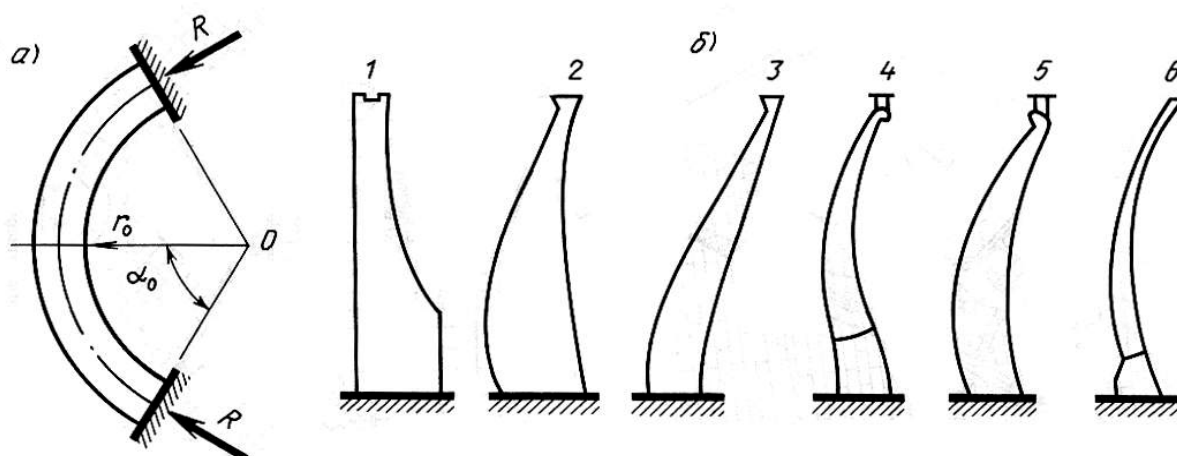
Сарбандҳои равоқшакл – ин иншооти қачи обнигоҳдоре мебошанд, ки ба сифати анбор, ки ба таъсири бори горизонталӣ асосан аз сабаби дар соҳилҳо воқеъ шуданашон муқовимат мекунанд. Сарбандҳо аз рӯи характери қори худ ҳангоми таъсири фишори горизонталии об, аз сарбандҳои гравитатсионӣ ба қулли фарқ мекунанд (расми 4).



Расми 4 - Сарбандҳои равоқшакл

*a* – план; *б* – буриш А-А; *в* – буриш бо меҳвари сарбанд 0-0.

Намуди паҳлуии сарбандҳои равоқшакл нисбат ба намуди сарбандҳои гравитатсионӣ хеле фишурда шудаанд ва бо коэффисиенти устуворӣ  $\beta$  - ғафсии нисбии сарбанд баробар ба  $\beta = e/H$  тавсиф мешаванд, ки дар он  $e$  - ғафсии сарбанд дар поя аст,  $H$  баландии сарбанд (расми 4.5).



Расми 5 - Намуди паҳлуии сарбандҳои равоқшакл

*a* – буриши уфуқӣ ; *б* – буриши амудӣ – намуди паҳлуии сарбанд; 1 – Тинь ( $H=180\text{м}$ ,  $e_0=44,5\text{м}$ ,  $L/H=1,63$ ); 2 – Мори ( $H=65\text{м}$ ,  $e_0=18\text{м}$ ,  $L/H=2,86$ ); 3 – Аншане ( $H=75\text{м}$ ,  $e_0=11\text{м}$ ,  $L/H=3,07$ ); 4 – Валь-Галина ( $H=92\text{м}$ ,  $e_0=11,2\text{м}$ ,  $L/H=2,48$ ); 5 – Озелъетта ( $H=77\text{м}$ ,  $e_0=10,8\text{м}$ ,  $L/H=2,91$ ); 5 – Абу-Шенейна ( $H=335\text{м}$ , проект).



Буриши уфуқии сарбандҳои равоқдор одатан контури давршакл доранд, ки аз панҷ равоқ ва одатан дар соҳилҳо қарор доранд. Намуди паҳлуии сарбандҳои равоқшакл аз ҷиҳати шакл хеле гуногун буда, дар баъзе мавридҳо амудии қачӣ иҷро карда мешаванд.

Намуди паҳлуии сарбандҳои равоқшакл нисбат ба таваҳҳои сарбандҳои заминӣ хеле бештар фишурда шудаанд ва бо коэффисиенти нармӣ хосанд. Сарфаи умумии бетон аз сабаби қач будани сарбандҳои равоқшакл дар нақша як андоза камтар ва барои сарбандҳои равоқшакл ҳозиразамон 35-65 фоизро ташкил медиҳад. Барои муайян кардани сарбанд аз ҷиҳати иқтисодӣ ба назар гирифтани сарфаи бетон дар сарбандҳои равоқшакл талабҳои баландтар гузошта мешаванд ва бинобар ин арзиши он назар ба сарбандҳои гравитатсионӣ зиёд аст. Баландтарин сарбанди равоқдор дар Руссия ин НБО Чиркей, ки дар дарёи Сулак бо баландии 232,5 м мебошад (расми 6).

### **Саволҳои санҷишӣ**

1. Сарбанд чист ва вазифаҳои он?
2. Аз рӯи маводи сохт сарбандҳо чигуна тасниф мешаванд?
3. Қадом намуди сарбандҳо дар Тоҷикистон истифода мешаванд?
4. Таснифи сарбандҳо аз рӯи хусусиятҳои конструктивӣ.
5. Сарбандҳои гравитатсионӣ бетонӣ аз дигар намуди сарбандҳо чи фарқият дорад?
6. Сарбандҳои равоқшакл аз дигар намуди сарбандҳо чи фарқият дорад?

## ЛЕКСИЯ 9

### КОР ВА ТАВСИФҶОИ АСОСИИ НЕРУГОҶИ БАРҶИ ОБЗАХИРАВӢ (НБОЗ)

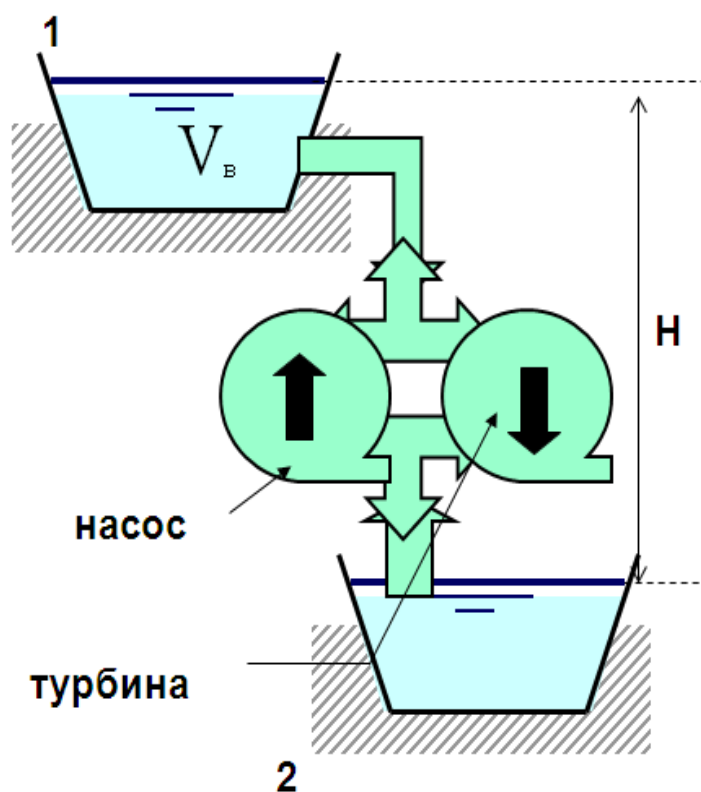
НБОЗ ду речаи корӣ дорад:

1. речаи обсарфкунӣ, ки дар он ҳамчун НБО кор мекунад;
2. речаи обзахиракунӣ, ки дар он ҳамчун пойгоҳи обкашӣ кор мекунад.

Дар речаи обсарфкунӣ НБОЗ энергияи электрикӣ истифода менамояд ва ин реча дар ҳолати зиёд шудани бори системаи энергетикӣ истифода бурда мешавад.

Дар речаи обзахиракунӣ НБОЗ обро аз барғоби поён (БП) чун насос кашида, ба барғоби боло дода, онро захира менамояд. Дар ин реча неругоҳ энергияи электрикӣ системаро истеъмол мекунад.

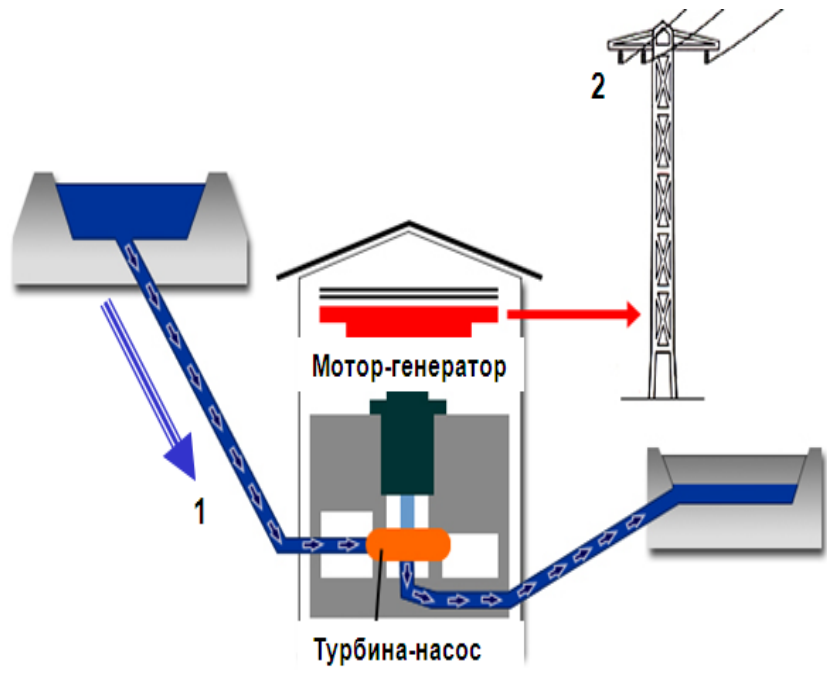
Самаранокии НБОЗ дар он аст, ки дар речаи зиёд шудани бори системаи энергетикӣ, барои истифодаи энергия истифода бурда мешавад.



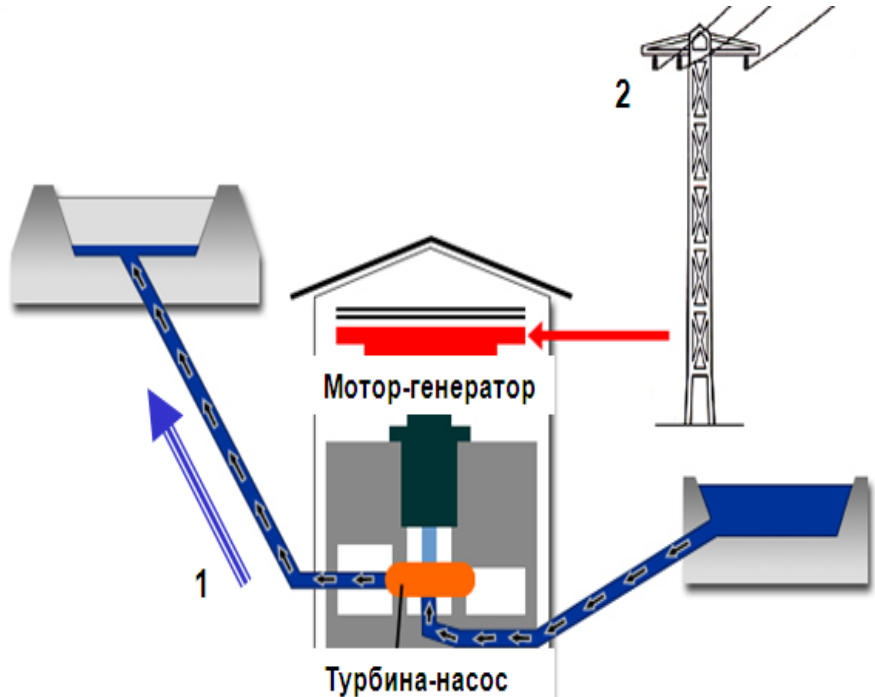
Расми 1 - Неругоҳи барқи обзахиравӣ

1- барғоби боло, 2- барғоби поён

$\eta_{\text{НБОЗ}} \approx 70\%$  -ро ташкил медиҳад.



Расми 2 - Реџаи обсарфкунӣ  
 1 –об, 2 – энергияи электрикӣ.



Расми 3 - Реџаи обзахиракуни  
 1 – об, 2 – энергияи электрикӣ.

Калонтарин НБОЗ-ҳои ҷаҳон

Мамлакат	Тавонии умумии НБОЗ, МВт	Калонтарин НБОЗ
ИМА	27000	Ладингтон (1872 МВт)
Ҷопон	16000	Такасегава (1280 МВт)
Олмон	6000	Маркерсбах (1050 МВт)
Италия	6000	Лаго Делио (1040 МВт)
Британияи Кабир	3500	Динорвик (1800 МВт)
Австрия	3000	
Россия	1500	Загорская (1500 МВт)

Дар Тоҷикистон потенциали энергияи бод тақрибан ба 25-150 миллиард кВт\*соат дар як сол баробар мебошад.

**Саволҳои санҷишӣ**

1. Неругоҳи барқии обзахиравӣ аз НБО чи фарқият дорад?
2. Речаҳои кори НБОЗ?
3. Калонтарин НБОЗ-ҳои ҷаҳонро номбар намоед.
4. Дар кадом ҳолатҳо аз НБОЗ истифода менамоянд?
5. Бо кадом мақсад НБОЗ бунёд ва ситифода карда мешавад.

## ЛЕКСИЯ 10

### ИСТИФОДАИ ЭНЕРГИЯИ ОФТОБ

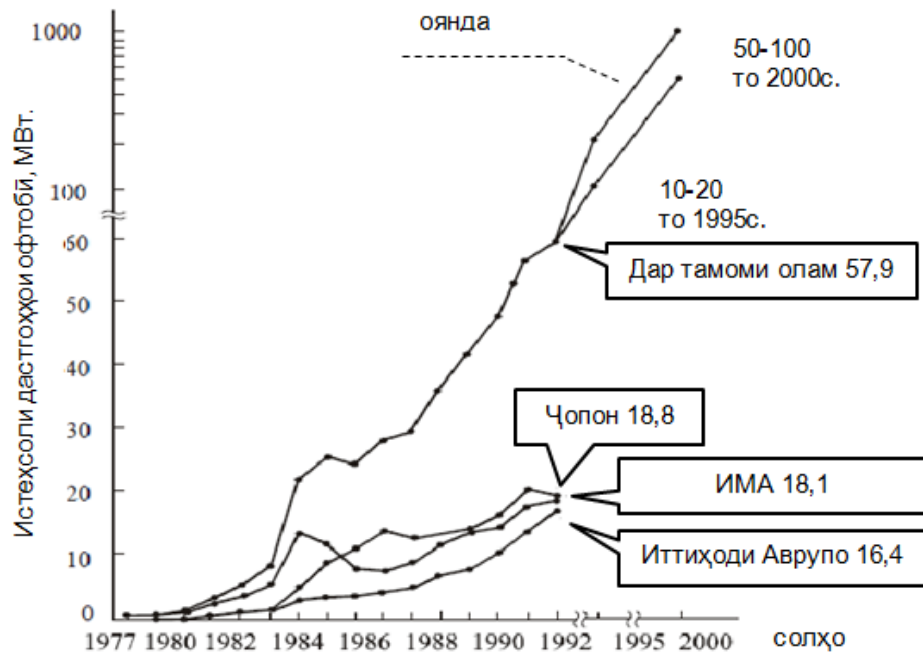
Энергияи офтобӣ як самти энергияи ғайрианъанавӣ (барқароршаванда) мебошад, ки дар асоси истифодаи бевоситаи радиатсияи офтоб барои ба даст овардани энергия дар ҳама гуна шакл (гармӣ, электрикӣ ва ғ.) нигаронида шудааст.

Офтоб манбаи нури азими дорои кутри (диаметри) 1392 ҳазор километр ва массаи  $2 \cdot 10^{30}$  кг, ки 333000 маротиба аз массаи Замин калон мебошад. Сохтори химиявии Офтобро 81,76 % ҳидроген (ҳидрогена), 18,14 % гелий ва 0,1 % азот иборат мебошад. Зичии миёнаи мавод дар Офтоб баробар аст ба 1400 кг/см<sup>3</sup>. Дар дохили Офтоб ҳар лаҳза реаксияҳои термоядроӣ ба амал меояд, ки ҳидрогенро ба гелий табдил медиҳад ва ҳар сония 4 млрд. кг материя ба энергия табдил гардида ба кайҳон ба намуди мавҷҳои электромагнитӣ паҳн мегардад.

Дар айни замон самтҳои гуногуни истифодабарии энергияи Офтоб маълум ва мавриди омӯзиш қарор дорад:

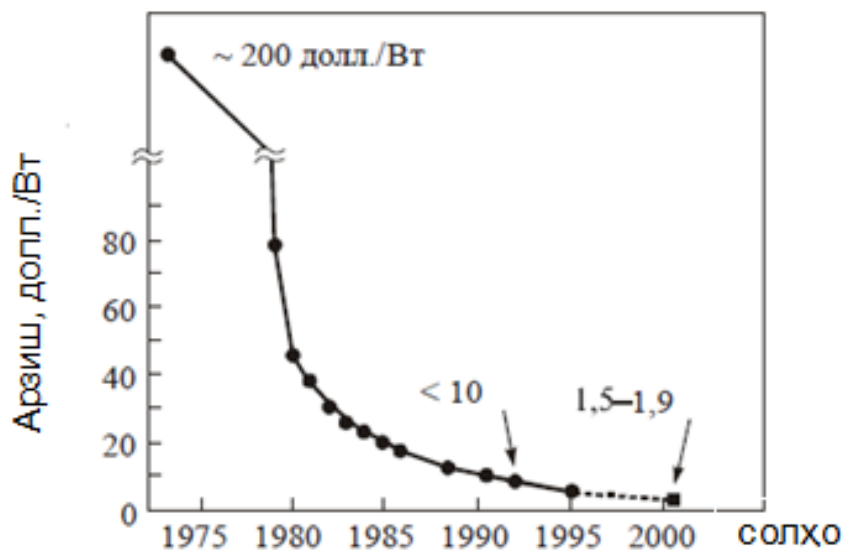
- таъминот бо оби гарм;
- гармитаъминкунии биноҳои саноатӣ ва маишӣ;
- дастгоҳҳои хунуккунӣ;
- конденсатсиякунии ҳаво;
- дастгоҳҳои гелио-хушкунӣ;
- истеҳсол/тавлиди нерӯи барқ.

Дар оянда, бо назардошти паст шудани арзиши гелиосистемаҳо ва элементҳои онҳо, аз он ҷумла, аккумуляторҳои гармидиҳии мавсимӣ имконияти васеъ истифода намудани системаҳои марказонидашудаи гармидиҳии офтобӣ бо хароҷоти ками нерӯи барқ ва гармӣ имконпазир мегардад. Дар расми зеровардашуда тамоюли болоравии истеҳсоли дастгоҳҳои офтобӣ нишон дода шудааст. Сол аз сол мунтазам болоравии он мушоҳида карда мешавад, масалан, ҳаҷми истеҳсоли умумии дастгоҳҳо дар ҷаҳон дар соли 1992 зиёда аз 58 МВт-ро ташкил дод. Ин нишондод нисбат ба соли 1986, яъне дар зарфи шаш сол истеҳсол думаротиба афзоиш ёфтааст. Зиёда аз 95% дастгоҳҳои истеҳсол шуда ба Ҷопон, ИМА ва давлатҳои ғарбии Аврупо рост меояд, ки дар ин самт пешсаф мебошанд.



Расми 1 - Афзоиши истеҳсоли дастгоҳҳои офтобӣ то соли 2000

Такмилдиҳии технологияи истеҳсолоти дастгоҳҳои офтобӣ имконият дод, ки арзиши як ватт тавоноии насбгардидаро то ба 5 доллар дар соли 1995 поин кард, ки ин дар расми поёни овардашуда дарҷ гардидааст. Ҳамин тариқ дар зарфи даҳ сол арзиши як ватт тавоноии насбгардида чор маротиба паст карда шуд, ки дар соли 2000 он ба 2,5 Вт/доллар арзиш дошт.



Расми 2 - Қадвали тағйироти арзиши як ватт тавоноии насбгардидаи дастгоҳҳои офтобӣ то соли 2000

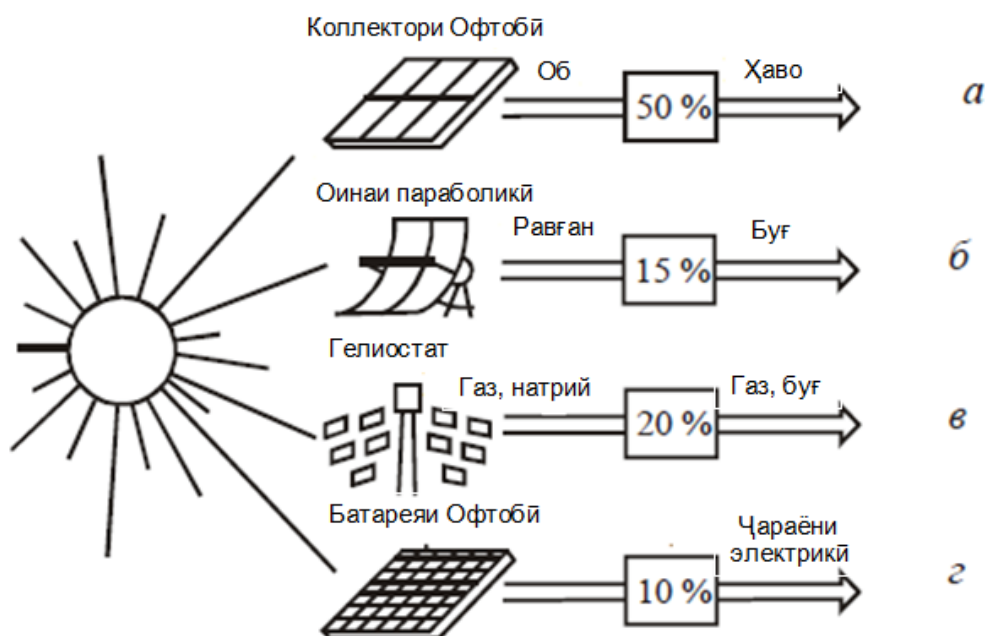
Дар минтақаҳое, ки афтиши солонаи нурафкании офтобӣ на кам аз 1200 кВт\*соат/м<sup>2</sup> мебошад, ҳангоми самаранок истифодабарии ин энергия имконияти таъминоти то 25% таъминоти гармӣ дар системаҳои

гармитаъминкунӣ, то 50% дар системаҳои оби гарм таъминкунӣ ва то 75% дар системаи ҳавотаъминкуниро ба даст овард.

Барои рушди додани самти истифодабарии энергияи Офтоб дар Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки дорои имкониятҳои хуби захиравӣ (дар сол 300 рӯзи офтобӣ ба қайд гирифта мешавад) ва манбаҳои табиӣ моддаҳои зарурии барои ба роҳ мондани истеҳсоли дастгоҳҳои офтобиро доро мебошад. Ҳангоми дуруст ба роҳ мондани чораҳои амалии рушди соҳа ва имконоти мавҷудбуда, Ҷумҳури метавонад, баъд аз 15-20 сол ба яке аз кишварҳои пешсафи истеҳсолкунандаи дастгоҳҳои офтобӣ мубаддал гардад.

### Роҳҳо/усулҳои табдилдиҳии энергияи офтобӣ

Офтоб ба сатҳи болои замин 10 000 маротиба зиёд энергия медиҳад, ки имрӯз дар рӯи олам истифода бурда мешавад. Дар расми зер усулҳои гуногуни табдилдиҳии энергияи офтобӣ нишон дода шудааст.



Расми 3 - Усулҳои табдилдиҳии энергияи офтоб: дар дастгоҳҳои пастҳарорат (а), миёнаҳарорати (б), баландҳарорат (в) ва электроэнергетикӣ

1. Дастгоҳҳои пастҳарорат имрӯз имкон медиҳанд, ки дар як сол ба миқдори  $1250 \text{ кВт*соат/м}^2$  энергия гармӣ ҳосил намуд, ки барои таъминот бо оби гарм, гармкунии бино, ҳосили гарми барои саноат, хушккунии маводҳо ва ғайра истифода кард.
2. Дастгоҳҳои ҳарораташон миёна имконияти ҳосил намудани  $375 \text{ кВт*соат/м}^2$  дар яксол энергияи электрикӣ ва барои таъмини энергияи гармию электрикӣ истифода шавад.

3. Дастгоҳҳои ҳарораташон баланд имконияти ҳосил намудани  $500 \text{ кВт} \cdot \text{соат}/\text{м}^2$  дар як сол энергияи электрикиро барои таъминоти гарми ва барқ истифода кард.

4. Дастгоҳҳои электроэнергетикӣ имконияти ҳосили энергияи электрикии тавонии  $250 \text{ кВт} \cdot \text{соат}/\text{м}^2$  дар як солро медиҳад, ки барои барқтаъминкунии системаҳои обёри, маякҳо, дастгоҳҳои равшанидиҳи, олотҳои мавҷқабулкунӣ ва мавҷпахнкунанда, аппаратҳои соҳаи қайҳоннаварди, аломатҳои сарироҳи ва ғайраҳо истифода бурда мешавад.

Дар амал бошад қисми асосии энергияи самаранок истифодашавандаи Офтоб тавассути дастгоҳҳои табдилдиҳандаи гарми амали карда мешавад, ки арзиши энергияи дар чунин дастгоҳҳо тавлидгардида ба энергияи дастгоҳҳои бо истифода аз сӯзишворӣ қариб баробар аст.

### **Саволҳои санҷишӣ**

1. Энергияи Офтоб ба кадом гуруҳи манбаъҳо дохил карда мешавад?
2. Аз энергияи Офтоб бо кадом шакл энергия ба даст оварда мешавад?
3. Дар айни замон кадом самтҳои истифодабарии энергияи Офтоб маълум ва мавриди омӯзиш қарор дорад?
4. Роҳҳо ё усулҳои табдилдиҳии энергияи офтобӣ кадомҳоянд?
5. Дастгоҳҳои табдилдиҳандаи гармии офтобӣ аз рӯйи ҳарорат ба кадом намудҳо ҷудо мегарданд?
6. Дастгоҳҳои пастҳарорат дар як сол бо кадом миқдор  $\text{кВт} \cdot \text{соат}/\text{м}^2$  энергия гармӣ ҳосил намудро имкон мидаҳанд?
7. Дастгоҳҳои электроэнергетикӣ ҳосили энергияи электрикии бо кадом тавониро  $250 \text{ кВт} \cdot \text{соат}/\text{м}^2$  дар як солро имконият медиҳад.



## ЛЕКСИЯИ 11

### МАЪЛУМОТҲО ОИД БА ЭНЕРГИЯИ ОФТОБ ДАР ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

Яке аз роҳҳои ҳалли камчини энергияи электрикиро бо истифода аз энергияи офтоб метавон ҳал намуд.

Ҷумҳурии Тоҷикистон дар байни 37 ва 41 –ум дараҷавии арзи шимолӣ ҷойгир аст ва ба пуррагӣ ба қутби офтобӣ дохил аст. Шумораи рӯзҳои офтобӣ дар ҷумҳурӣ аз 250 то 330 рӯзро дар як сол ташкил медиҳанд, ки дурахш (чилои) офтоб аз 2100 то 3170 соатро дар як сол дар бар мегирад. Дар ҷадвали зер миқдори рӯзҳои офтобӣ оварда шудааст. Истифодаи самараноки энергияи офтоб дар тамоми ҳудуди кишвар имконпазир аст, баҳасус дар шароити имрӯза, ки болоравии нархи захираҳои энергетикӣ мушоҳида мешавад истифодаи энергияи офтоб дар кишвари сари вақт аст. Коршиносон баҳо додаанд, ки 60 - 80 % аҳолии кишвар дар давоми 10 моҳ метавонанд бо энергияи офтоб таъмин бошанд, ки ин ба ҳисоби миёна тахминан ба 400 ҳазор тонна сӯзишвории шартӣ ё эквиваленти 460 млн.м<sup>3</sup> газ ё или 528 ҳазор тонна мазут баробар аст.

Ҷадвали 1 - Миқдори рӯзҳои абрнок

Истгоҳи бодухавосанҷӣ	Моҳ												Сол
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Обанбори Қайроқум	6	4	4	1	0	0	0	0	0	1	5	11	32
Хучанд, майдон	8	5	5	0	0	0	0	0	0	2	4	12	36
Уро-Тепша	6	7	7	4	1	0	0	0	0	2	5	16	38
Панҷакент (Дупулӣ)	8	6	5	2	1	0	0	0	0	2	4	10	38

Тоҷикистон дорои зиёда аз 300 рӯзи офтобӣ буда, захираҳои энергетикӣ офтоб баъди захираҳои обӣ ҷойи дуюмро ишғол мекунад.

Ҷадвали 2 - Ҷамъи радиатсияи офтоб ба сатҳи уфуқии рӯи замин ва ҳосили ҷамъи радиатсияи офтоб дар рӯзҳои софи беабр ( $\text{мДж/м}^2$ )

Истгоҳи бодуҳаво-санчи		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	сол
Қайроқум	$S^1$	217	296	491	598	746	726	700	622	475	363	251	193	5678
	Q	316	409	634	770	923	917	905	813	649	508	348	282	7474

Ҷадвали 3 - Мунаввари энергетикӣ радиатсияи офтоб ( $\text{кВт/м}^2$ ) дар соати 12 -у 30 дақиқа.

Истгоҳи бодуҳаво-санчи	Осмони соф					Абрнок				
	S	$S^1$	D	Q	B	S	$S^1$	D	Q	B
<b>ЯНВАР</b>										
Қайроқум	0,78	0,37	0,13	0,50	0,27	0,39	0,18	0,18	0,36	0,19
<b>АПРЕЛ</b>										
Қайроқум	0,86	0,75	0,16	0,91	0,54	0,46	0,39	0,29	0,68	0,42
<b>ИЮЛ</b>										
Қайроқум	0,85	0,80	0,16	0,96	0,55	0,79	0,74	0,19	0,93	0,53
<b>ОКТАБР</b>										
Қайроқум	0,80	0,53	0,14	0,67	0,36	0,57	0,36	0,20	0,56	0,31

Эзоҳ: S – радиатсияи нури офтобии бо хати амудии рост нисбат ба ҳамвори рӯи замин,  $S^1$  – радиатсияи офтобии ба рӯи ҳамвори уфуқӣ дохилшуда, D- парокандашавии радиатсияи ба ҳамвори уфуқӣ дохил шаванда, Q – ҳосили ҷамъи радиатсияи ба ҳамвори уфуқӣ дохилшаванда, B- тавозуни радиатсионӣ.

Ҷадвали 4 - Ҳосили ҷамъи радиатсияи офтобӣ дар як моҳ барои минтақаҳои аҳолинишини Тоҷикистон,  $\text{Вт/м}^2$

Минтақаҳои аҳолинишин	Моҳ											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Хучанд	87	114	164	229	290	330	322	290	243	164	100	65
Конибодом	87	114	164	229	290	330	322	290	243	164	100	65
Уро-Теппа	87	122	156	209	275	327	330	294	244	168	112	77
Панҷакент	87	122	156	209	275	327	330	294	244	168	122	77
Спитамен	87	114	164	229	290	330	322	290	243	164	100	65
Исфара	87	122	156	209	275	327	330	294	244	168	112	77

Офтоб манбаи ҳама намудҳои энергия дар сайёраи мо мебошад. Ин нерӯгоҳҳо энергияи Офтобро барои мубаддал кардан ба энергияи электрикӣ

истифода мебаранд. Онҳо аз миқдори зиёди ҷузъҳои офтобӣ, ки дар баъзе калкуляторҳо дида мешаванд, иборат мебошанд.

Онҳо муҳити атрофро бо моддаҳои зарарнок олуда намекунанд, аммо тавоноияшон кам мебошад, чунки фақат 10-20 % энергияи шуои офтобро ба энергияи электрикӣ мубаддал мекунанд ва самаранокии корашон аз боду ҳаво вобаста мебошад. Норасогии асосии неругоҳҳои барқи офтобӣ маводғунҷоишашон (талаботи зиёд ба маводу масолах) мебошад. Барои мисол, сохтани дастгоҳ бо системаи оинаҳо ва генератори буғӣ нисбат ба сохтмони нерӯгоҳи барқи аловӣ даҳҳо маротиба зиёдтар пӯлоду семент металабад, ки истеҳсоли ин маводҳо бошад, барои муҳити атроф бетаъсир намемонад.

Афканишоти офтоб манбаи энергияи тоза ва барқароршаванда мебошад. Захираҳои энергияи офтобӣ бузург буда, қисми дар як сол ба Замин воридшавандаи он қариб  $1 \cdot 10^{18}$  кВт\*соатро ташкил медиҳад, ки аз он тахминан  $2 \cdot 10^{17}$  кВт\*-аш ба хушкӣ рост меояд. Аз ин миқдори энергия  $1,62 \cdot 10^{16}$  кВт\*соат бе зарар ба муҳити атроф истифода шуда метавонад, ки он ба сухтани  $2 \cdot 10^{12}$  тонна ангиштсанг дар ҷаҳон дар як сол баробар мебошад. Рақами охирин нисбат ба истеҳсоли пешбинишудаи ангишт дар ҷаҳон ба соли 2020 – 34,2 млрд.т 60 маротиба зиёдтар мебошад. Аммо истифодаи энергияи офтоб барои истеҳсоли энергияи электрикӣ дар ҳаҷмиҳои бузург бо мушкилиҳои хело калон, ба монанди зичии пасти радиатсияи офтоб ба сатҳи замин ва хусусияти қатъшавандагии воридоти он мебошад. Роҳҳои бартараф намудани ин мамониатҳо барпо кардани аккумуляторҳои энергия, системаҳои энергетикӣ якҷояи (пайвасти) офтобиву сӯзишворӣ, офтобиву атомӣ, ҳамчунон истифодаи олотҳои энергияи офтобро якҷо карда зичкунанда мебошад. Аммо ин усулҳо, махсусан дар мамлакатҳои, ки дар арзҳои баланд ҷойгиранд истифодаи васеъ наёфтанд, чунки бо неругоҳҳои анъанавӣ қобили рақобат нестанд.

Табдили энергияи офтоб ба намудҳои барои истифода дастрас бо ду тарз амалӣ карда мешавад, ки якеаш усули фотометрӣ ва дигараш фотоэлектрикӣ мебошад. Бо усули фотометрӣ энергияи равшанӣ ба энергияи гармӣ ва баъд дар сурати зарурӣ ба энергияи электрикӣ табдил дода мешавад. Усули фотометрӣ усули оддитарин мебошад, ки дар он нурҳои офтобро ба воситаи оинаҳо ба деги об равон карда, буғ ҳосил мекунанд ва онро ба турбина дода, он ба ҳаракат мебарояд. Генератори ҷараёни тағйирёбанда, ки аз ҷониби турбина ҷарх занонида мешавад ҷараёни электрикӣ ҳосил мекунад.

Барои кор дар кайҳон низ онҳо шояманд, аммо дар ин ҳолат гармиивазкунак – нурафкани (теплообменник - излучатель) махсус зарур аст, ки

нақши конденсатори буғро иҷро мекунад. Агар дар дастгоҳи турбинаи буғии рӯи заминӣ гармии конденсатсия тавассути оби гирдгашт бароварда шавад, дар шароити кайҳон бароварди гармии буғ ё гази дар турбина коркарда фақат бо роҳи нурафканӣ имкон дорад. Барои ҳамин ҳам дастгоҳи энергетикӣ, бояд сарбаста бошад. Дастгоҳҳои энергетикӣ, ки бо усули фототермикӣ кор мекунанд қариб 11 % ККФ доранд ва қобили онанд, ки басомади чархзании номиналии турбинаро дар тули камтар аз як дақиқа баъди рост кардани нури офтоб ба дег доро шаванд.

Дар усули фотоэлектрикӣ энергияи равшанӣ ба энергияи электрикӣ мубаддал мешавад. Ду навъи генератори фотоэлектрикӣ мавҷуд аст: термоэлектрикӣ ва батареяҳои офтобӣ.

Генераторҳои термоэлектрикӣ дар асоси кашфиётҳои дар соли 1821 намудаи физики немис Т.И. Зеебек (самараи термоэлектрикӣ) амалӣ шудаанд. Маънои ин кашфиёт дар пайдо шудани ҚЭХ-и термикӣ дар охириҳои ду нокили гуногунҷинса мебошад, агар ки охири ин нокилҳо дар ҳарорати гуногун бошанд.

Самараи кашфшуда дар аввал дар термометрия барои чен намудани ҳарорат истифода мешуд. КАФ – и энергетикӣ чунин олотҳо, ки нисбати тавоноии электрикӣ дар бори электрикӣ чудошударо ба гармии расонидашуда мефаҳмонад, ҳамагӣ ҳиссае аз ғоизро ташкил медед. Фақат баъди он, ки академики ленинградӣ А.Ф. Иоффе барои тайёр кардани термоэлементҳо ба ҷои металлҳо нимнокилҳоро пешниҳод намуд, истифодаи энергетикӣ самараи термоэлектрикӣ барои истеҳсоли энергияи электрикӣ имконпазир шуда, дар солҳои 1940-1941 дар институти Физика-техникӣ ш. Ленинград бори аввал дар ҷаҳон генератори термоэлектрикӣ нимнокилӣ сохта шуд.

Ҷузъҳои алоҳидаи термоэлектрикӣ бо ҳам пайваста тавоноҳои хело зиёдро ба даст овардан мумкин аст. Аммо дастгоҳи 50 ватта қариб 1 кг шуда, пас барои ба дастовардани 100 МВт массаи батареяи офтобӣ 2 млн.кг мешавад.

Батареяи офтобӣ ин пайвасти якҷанд генератори фотоэлектрикӣ мебошад. Қори генератори фотоэлектрикӣ аз рӯи фотосамара (фотоэффект) асос ёфтааст. Генераторҳои аввалини фотоэлектрикӣ бо КАФ амалан қобили қабули қариб 6 % аз ҷониби олимони амрикоӣ дар соли 1953-1954 коркард шуда буданд. Фотосамараи дохилӣ гуфта, ҳодисаи тағйир ёфтани тақсмоти электронҳоро аз рӯи ҳолатҳои энергетикӣ дар муҳити конденсатсионӣ меғўянд, ки ҳангоми фуру бурдани афканишоти электромагнитӣ ва пайдо шудани ҷараёни электрикӣ дар занҷир ба вучуд меояд. Дар ҷисмҳои ғайриметаллӣ фотоэффект дар тағйирёбии гузаронандагии (ноқилияти)

электрикӣ, нуфузпазирии диэлектрикии муҳит ё дар сарҳадҳои он пайдо шудани қувваи электроҳаракатдиханда зоҳир мешавад. Дар металлҳо аз барои гузаронандагии электрикии зиёдашон ин самара амалан ба назар намерасад.

Одатан батареяи офтобиро дар намуди тахтаи (панели) тунуки аз фотоҷузьҳои алоҳида ҷамъшуда иҷро мекунанд, ки ғавсии нимноқил аз 0,2-0,3 мм зиёдтар нест. ККФ генераторҳои фотоэлектрикии сериявӣ истеҳсолшаванда 10-12 % ва аз намунаҳои хубтарин 15-19%-ро ташкил медиҳад. Генераторҳои фотоэлектрикӣ қобили табдил додани энергияи афканишоти зичиаш ғавқулбаланд то якчанд  $\text{kВт/см}^2$  мебошанд. Ҷузьҳои алоҳидаи генератори фотоэлектрикӣ байни ҳам метавонанд, ки пайдарпай ё параллел пайваस्त шаванд ва аз ин рӯ аз генератор мувофиқан қувваи ҷараёни хурд бо шиддати зиёд ё қувваи зиёди ҷараён бо шиддати хурдро гирифтани мумкин аст. Батареяҳои офтобӣ нисбат ба генераторҳои термоэлектрикӣ массаи камтар доранд. Массаи батареяи офтобии 200 Вт 1 кг мебошад, ки нисбат ба генераторҳои термоэлектрикӣ 4 маротиба камтар аст.

Хусусияти батареяҳои офтобӣ он мебошад, ки фақат ҷараёни доимӣ истеҳсол мекунанд. Барои табдили ин ҷараён ба ҷараёни тағйирёбанда инвертор зарур аст. Инвертор асбоби нимноқилӣ буда, ба ду намуд ҷудо мешаванд: инверторҳо барои системаи автономӣ (мустақил) ва барои истифода дар шабака.

Шиддати баромади инверторҳои мустақил аксаран 220 В буда, дар инверторҳои тавононашон 10-100 кВт шиддати сефазаи 380 В ба даст овардан мумкин аст. Ҳамаи инверторҳои мустақил ҷараёни доимии батареяҳои аккумулятори табдил медиҳанд ва барои ҳамин ҳам шиддати даромад аз қатори 12, 24, 48 ва 120 В интихоб мешавад. Шиддати даромад ҳар чӣ қадаре, ки калонтар бошад, инвертор ҳамон қадар оддитар ва ККФ – аш зиёдтар мешавад. Дар шиддатҳои баландтар талаф барои интиқоли энергия аз генератори офтобӣ ба батареяи аккумуляторӣ, танзимаи (регулятор) заряднокуниву инвертор хело кам мебошад, аммо дар ин ҳолат конструксияи генератори офтобӣ ва истифодаи он бо шиддатҳои хатарнок (зиёда аз 40 В) мураккабтар мешавад.

Тавсифоти (характеристикаи) энергетикӣ батареяҳои офтобӣ аз масолеҳи нимноқилӣ ва хусусиятҳои конструктивӣ он вобаста аст. Маводҳои асосие, ки барои батареяҳои офтобӣ истифода мешаванд ин силитсий Si ва арсениди галлий GaAs мебошанд. Баъдан, сулфиди кадмий CdS ва теллуриди кадмийро CdTe истифода мебаранд. КАФ-и аз ҳама баланд дар батареяҳои офтобӣ аз Si бо сохтори гузориши электронӣ – сурохӣ ба даст

оварда шудааст, ки 15 % дар равшаноии шароитҳои заминӣ буда, 18 % дар батареяҳои офтобии GaAs бо гетерогузариши нимноқилӣ мебошад.

Бартариҳои генератори фотоэлектрикӣ ин ихчаму сафарӣ (портативность) будан, муддати истифодаю нигоҳдошти номаҳдуд, мавҷуд набудани қисмҳои даврзананда, оддигии хизматрасонӣ ва мавҷуд набудани ихроҷҳои барои муҳити зист зараровар мебошад. Норасоиашон ин қимати нисбатан баланд мебошад. Генераторҳои фотоэлектрикиро ба сифати манбаи мустақили таъминоти энергия барои аппаратҳои парвозии кайҳонӣ, радиоқабулкунакҳо ва радионуктаҳои қабулу – таҳвил, миноҳо (маякҳо) ва нишонаҳои навигатсионӣ (дарёнавардӣ), олотҳои муҳофизаи лулаҳои нафтӯ газгузар аз зангзанӣ ва ғ. истифода мебаранд. Лоихаҳои барпо кардани нерӯгоҳҳои барқи офтобии тавоноии зиёд дар асоси генераторҳои фотоэлектрикии дорои зичкунакҳои (контсентратор) афканишоти офтоб таҳия шудаанд.

Дар охир ба чунин хулоса меоем, ки омилҳои бартариати нерӯгоҳҳои барқи офтобӣ ин тамомнашавандагии захираи истифодашаванда, ихчаму сафарӣ будан, ояндаи инкишофи васеъ дар саноати кайҳонӣ ва мӯҳлати хело зиёди истифодаи дастгоҳ буда, омилҳои норасоиашон бошад ин қимати хело баланд, зичии ками энергияи воридшавандаи офтоб, доимӣ набудан ва тағйирёбандагии энергияи воридшаванда мебошад.

### **Саволҳои санҷишӣ**

1. Рӯзҳои офтобӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон чанд рӯзро ташкил медиҳад?
2. Аз энергияи Офтоб бо кадом шакл энергия ба даст оварда мешавад?
3. Афтиши рости нур ва парокандагии он чиро мефаҳмонад?
4. Усули фотоэлектрикӣ аз фотометрӣ чи фарқият дорад?
5. ККФ усули фотоэлектрикӣ чанд фоизро ташкил медиҳад?
6. Барои батарея (панелҳо) – и офтобӣ кадом намуди маводҳо истифода мешаванд?

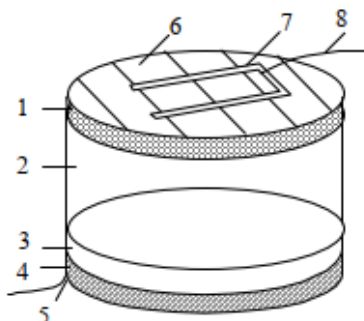
## ЛЕКСИЯИ 12

### ПАНЕЛҲОИ ОФТОБӢ

**Дастгоҳҳои офтобӣ:** Аввалин фотодиодҳо соли 1954 сохта шуда буданд. Технологияи омодакунии онҳо рӯз аз рӯз тақвият ва рушд ёфта истодааст. Имрӯзҳо истифодабарии панелҳои офтобӣ на танҳо дар соҳаи кайҳоннаварди ва «иншоотҳои кайҳонӣ» (моҳвора ва стансияи кайҳонӣ) балки дар саноат ва хоҷагӣ барои барқтаъминкуни ба таври васеъ ҷой дорад.

Арзиши умумии батареяи офтобӣ аз солҳои 1974 то 2015 аз 100 то 2,5 доллари ИМА барои 1 Вт тавоноии насбшуда поин рафтааст ва ин раванди арзоншавӣ идома дорад. Вале, ҳангоми арзиши элемент баробари 2,5 доллар барои 1 Вт ҳангоми равшаннокии нурафкани  $20 \text{ МЧ/м}^2$  ва пойдории наздики 20 сол арзиши нерӯи барқ тақрибан 12 сент (ИМА) барои 1 кВт\*соатро ташкил медиҳад. Бо чунин арзиши нерӯи барқ панелҳои офтоб ибто дастгоҳҳои дизел-генераторҳо рақобат карда метавонанд. Зеро, дар аксар маврид дастгоҳҳои дизел-генератори дар минтақаҳои аз хатҳои системаи энергетика дур ҷойгир карда мешаванд, ки хизматрасонии дастгоҳҳо ва расонидани маводи сӯخت то он минтақаҳо арзиши нерӯи барқиро гарон мекунад.

Конструксияи соддаи элементҳои офтобӣ дар асоси кремнии монокристаллӣ мебошад, ки дар расми 3.1. сохтори маъмули элемент бо p-n гузариш оварда шудааст. Элементи офтобӣ аз қисмҳои зерин таркиб ёфтааст: 1 – қабати нимноқил (бо ғафсии 0,2-1,0 мкм) бо p-гузариш; 2 - қабати нимноқил (бо ғафсии 250-400 микрометр (мкм)) бо p-гузариш; 3 – садди потенциалии иловагӣ (бо ғафсии 0,2 мкм); 4 - тамоси металлӣ аз тарафи пушт (аз оқиб); 5 – ноқили павайсткунӣ бо дигар элемент аз тарафи рӯи (болои) элемент; 6 – рӯйпуши зиддиинъикосӣ; 7 – тамоси болоӣ; 8 – ноқили пайваст бо элементҳои баъдӣ (аз оқиб). Андозаи маъмули элементҳои офтобӣ 10см.



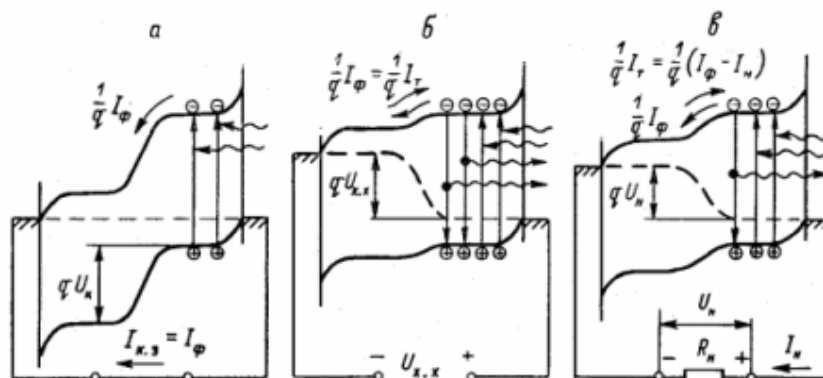
Расми 1 - Сохтори элементҳои офтобӣ

Бигзор p-n –гузариш дар наздикии сатҳи равшанишаванда ҷойгир бошад. Ҳангоми истифодабарии элементҳои офтобӣ ба ҳайси манбаи

электроэнергия ба баромадҳои он бояд муқовимати бор  $R_n$  – пайваст бошад. Дар аввал ду ҳолати канории речаҳо баррасӣ менамоем: речаи гашти холӣ ва речаи расиши кӯтоҳ.  $R_n = 0$  речаи расиши кӯтоҳ ва  $R_n = \infty$  речаи гашти холӣ.

Диаграммаҳои ҳудудии ин речаҳо дар расми 2 (а) ва (б) оварда шудаанд. Дар ҳолати аввал минтақаи диаграммаи равшаннокии p–n –гузариш аз минтақаи (ҳудуди) диаграммаи баробарии термодинамикӣ фарқ мекунад (бе равшанӣ ва бе шиддати гузошташуда). Аммо тавассути p–n –гузариш ва ноқили беруна чараён чорӣ мешавад, вобаста ба фотогенератсияи ҷуфти электронӣ – суроҳӣ дар p–тараф.

Фотоэлектронҳое, ки дар наздикии минтақаи заряди ба вучуд омадаанд, аз ҷониби майдони электрикии p – n гузариш бурда шуда, ба минтақаи n дохил мешаванд. Қисми боқимондаи электронҳо кушиш менамоёнд, ки ҷойҳои холишударо ҷуброн намоянд ва бо ҳамин тарз давр такрор меёбад. Дар n –тараф ҳаракати ботартибонаи электронҳо ба вучуд меояд, ки ба самти занҷири беруна ва p–тараф равона мебошад. Дар сарҳади тамоси p–тараф рекомбинатсияи электронҳои расида бо суроҳи (дырка) – ҳои фотогенератсия ба амал меояд.



Расми 2 – Диаграммаҳои энергетикӣ минтақавии p–n –гузариш ҳангоми равшанидихӣ: а – дар речаи расиши кӯтоҳ; б – гашти холӣ; в – пайваст бо муқовимат (бор).

Ҳангоми кушода будани занҷири берунаи p–n –гузариш (расми 3.2.б) фотоэлектронҳо ба n –тараф афтада, дар он ҷамъ шуда (захирашуда), n –тарафро манфӣ заряд медиҳанд. Дар ин маврид фарқи баамаломадаи потенциалҳо шиддати гашти холӣ мебошад  $U_{x,x}$ .

Қутбнокӣ  $U_{x,x}$  бо кӯчиши рости p–n –гузариш мувофиқ меафтад. Сели рушноӣ фотоҷараён  $I_{ph}$ –ро тавлид менамоёнд.

Қимати  $I_{ph}$ – нишондоди ададии барандаҳои фотогенератсияшудаи аз p–n –гузариш дар воҳиди вақт гузаранда мебошад, ки баробар аст:



$$I_{\phi} = q \frac{P_u}{h\nu} \quad (1)$$

дар ин чо:  $q$ – қимати заряди электрикӣ;

$P_u$ – тавоноии фурӯбурдаи инъикоскунандаи монохромӣ.

Дар ин чо дар назар дошта шудааст, ки дар нимноқил ҳар як фотони фурӯбурдашудаи дорой энергияи  $h\nu \geq E_g$  як чуфти электрону – холигӣ (сурохи) –ро ба вучуд меорад. Ҳангоми талафҳои омили сифрӣ дар элементи офтобӣ бо речаи расиши кӯтоҳ (расми 2. а), ки эквиваленти шиддати сифрии кӯчиши p–n –гузариш мебошад.

$$I_{\phi} = I_{к.з.} \quad (2)$$

Дар речаи гашти холӣ (расми 2.б) фоточараён бо чараёни  $I_m$  – (тираранг)– чараёни рости тавассути p–n –гузариши ҳангоми шиддати  $U_{xx}$  пайдошаванда баробар мешавад.

Қимати қатъии чараёни тира

$$I_m = I_0 \exp\left[\left(\frac{qU_{xx}}{AkT} - 1\right)\right] = I_{\phi}, \quad (3)$$

ки аз он ҳангоми  $I_{\phi} \gg I_0$

$$U_{xx} = \frac{AkT}{q} \ln\left(\frac{I_{\phi}}{I_0} + 1\right) \approx \frac{AkT}{q} \ln\frac{I_{\phi}}{I_0}, \quad (4)$$

ки дар ин чо  $k$ – доимии Болсман.  $1,38 \cdot 10^{-23}$  Ҷ/к =  $0,86 \cdot 10^{-4}$ ;

$T$ – ҳарорати мутлақ, К;

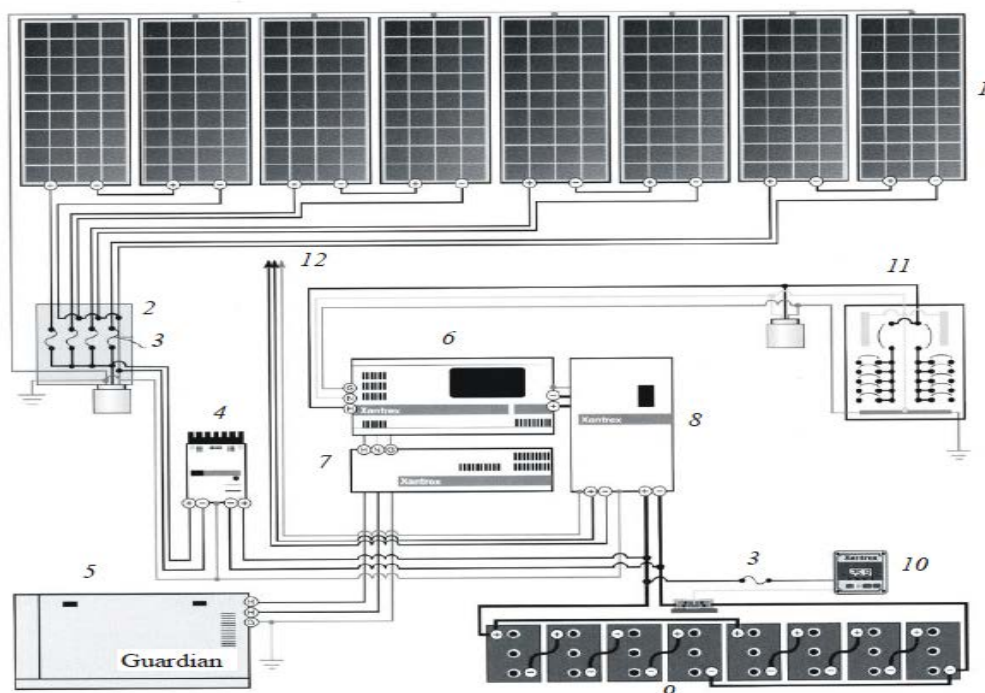
$I_0$  – чараёни сершавӣ (насышения);

$A$ – параметри волтампери p–n –гузариш, ки дар қисматҳои гуногуни порчаҳои график аз 1 то 2 аз рӯи қонуни зерин тағйир меёбад.

$$A = 0,434 \frac{q}{kT} \cdot \Delta U, \quad (3.5)$$

ки дар ин чо  $\Delta U$  – афзоиши шиддат ҳангоми афзоиши зичии чараён бо хати расанда ба як воҳид.

Имрӯзҳо истифодабарии панелҳои офтобиро дар самтҳои гуногун (равшанидихии кучаҳо, аломатҳои сари роҳи, таъминоти нерӯ дар истгоҳҳои алоқа, телевизион, радион ва ғ.) мушоҳида намудан мумкин аст.



Расми 3 - Нақшаи омехтаи барқтаъминкунии манзил:

1 –панели офтобӣ; 2 – қутти барои пайваस्तкунии батареяҳои офтобӣ; 3 – муҳофизак; 4 – контроллер; 5 – генератори гази (пропан); 6 – инвертор; 7 – автотрансформатор; 8 – васлаки худкор; 9 – батареяҳои аккумуляторӣ; 10 – асбоби ченкунандаи назарти заряди батарея; 11 – қуттии тақсимоти; 12 – эҳтиёҷоти худӣ

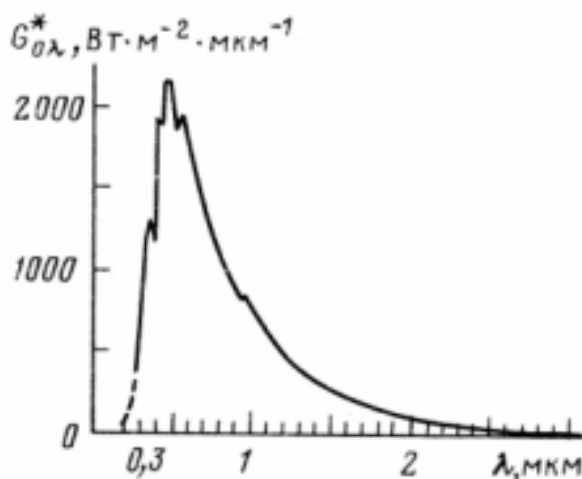
### Саволҳои санҷишӣ

1. Бо кадом вобастагӣ тавсифи гашти холии модули офтобӣ нишон дода мешавад?
2. Бо кадом вобастагӣ тавсифи расиши кӯтоҳи модули офтобӣ нишон дода мешавад?
3. Шиддати гашти холӣ вобаста аз кунҷи гузошташудаи модул чӣ тавр тағйир меёбад?
4. Ҳарорати гармшавии модули офтобӣ ба нишондиҳандаҳои он чӣ гуна таъсир мерасонад?
5. Кадом чараёнро фотоҷараён меноманд?
6. Ҷараёни расиши кӯтоҳ ба чӣ баробар аст?
7. Кадом чараёнро чараёни “тира” меноманд?
8. Речаи гашти холии элемент ба кадом реча эквивалент мебошад?
9. Намудҳои панелҳои офтобиро номбар намоед.
10. Тавсифи асосии модули озмоишшавандаро нависед.
11. Модули офтобӣ аз кадом қисмҳо иборат аст?
12. Раванди табдилдиҳии нури офтобиро ба энергияи электрикӣ фаҳмонед?

## ЛЕКСИЯИ 13

### КОЛЛЕКТОРИ ОФТОБИИ ҲАМВОР

Сабаби пайдоиши энергияи офтобӣ дар равандҳои термоядроии дохили ядроии Офтоб мебошад, ки дар натиҷаи он ҳарорат наздик ба 107 К баробар аст. Сели гармӣ аз ядроии Офтоб ба сатҳи болоиаш расида, дар қабатҳои болоӣ фуру бурда мешавад. Сатҳи болоии Офтоб то ҳарорати 5800 К гарм шуда, дорои афканишоти (нурпошии) доимии спекториалии мебошад.



Расми 1 – Тақсимшавии спекториалии афканишоти Офтобӣ берун аз атмосфераи Замин

Майдони маҳдудияти ин қабата ба доимии Офтобӣ  $G_S = 1353 \text{ Вт/м}^2$  баробар аст. Доимии офтобӣ ин нишондиҳандаи зичии сели афканишоти (нурпошии) офтобӣ (ё шадидияти нурпошии офтобӣ) дар болои атмосфераи Замин дар масофаи  $1,496 \cdot 10^8 \text{ км}$  аз Офтобро нишон медиҳад.

Маълум аст, ки доимии Офтобӣ дар асл вобаста ба мадори эллиптикӣ доштани Замин дар атрофи Офтоб  $\pm 1,5\%$  тағйир меёбад. Спектори нурафкании офтобӣ бо спектори нурафкании баданаи мутлақ сиёҳ бо ҳарорати наздик ба 5800 К баробар аст, ки онро мумкин аст ба се қисми асосӣ тақсим намуд:

- нурафкании ултрабунафш ( $\lambda = 0,4 \text{ мкм}$ ) - 9%;
- нурафкании дидашаванда ( $0,4 \text{ мкм} < \lambda < 0,7 \text{ мкм}$ ) – 45%;
- нурафкании инфрасурх ( $\lambda > 0,7 \text{ мкм}$ ) – 46%.

Аз атмосфера гузашта, нурафкании офтобӣ қисман инъикос ва фурубурдашуда ва дар сатҳи Замин шадидияти камтар дорад. Шадидияти нурафкании офтобӣ дорои характери мавсимӣ буда дар давоми шабонарӯз тағйир меёбад. Нишондодҳои нурафкании офтобӣ, ки ба сатҳи рӯи замин мерасанд бо ёрии пойгоҳҳои обу ҳавосанҷи ба қайд гирифта мешаванд. Вале

маълумотҳои пойгоҳҳои обухавосанҷӣ аз афканишоти миёна фарқ доранд пахшо онҳо ба ҳисоби миёна қайд мешаванд.

Нишондиҳандаҳои ҷории нурафкании офтобӣ вобаста аз давомнокии таъсирашон аз арзи маҳал, минтақаи иқлимӣ, фасли сол ва вақти шабонарӯзӣ тағйир ёфта дорои характери тасодуфӣ мебошанд.

Коллекторҳои офтоби яке аз қисмҳои асоси системаҳои энергетикӣ офтобӣ ба ҳисоб меравад. Дар он энергия нурафкании офтоб ба гармӣ табдил дода мешавад. Масалан, моеи қории хунукро ба моеи гарми нисбат ба ҳолати аввала дорои ҳарорати баланд табдил медаҳад. Нишондиҳандаи асосии фарқкунандаи коллекторҳои офтобӣ – ё инки *гелиоколлекторҳо* аз дигар манбаҳои гармиҳосилкунӣ дар он аст, ки қори онҳо даври буда аз нурафкании Офтоб вобастаги дорад.

Ҳосили гармӣ дар гелиоколлекторҳо аз омилҳои гуногун вобастагӣ дошта омили асосӣ мавҷудияти нурафкании Офтоб мебошад.

Имрӯзҳо дар амалия намудҳои гуногуни гелиоколлекторҳо мавриди истифодабари қарор доранд, ки шартан онҳоро ба ду гуруҳ ҷудо намудан мумкин аст:

- Ҳамвор;
- Лӯлашакл.

Дар расми 2 намудҳои дар боло зикршуда оварда шудааст.



Коллектори ҳамвори панелшакл



Коллектори лӯлашакл (вакуумӣ)

Расми 2 – Намудҳои коллекторҳои офтобӣ (гелиоколлекторҳо)

Яке аз намудҳои паҳншудаи коллекторҳои офтобӣ, коллекторҳои ҳамвор ба ҳисоб рафта, аз қисмҳои (компонентҳои) зерин иборат аст:

– *пластинаи фурубаранда*, ки энергия офтобиро ба гармӣ мубадал карда аз ҳисоби гармигузарони баланди моеи қори энергияи захирашударо ба намуди гармӣ таъмин мекунад;

- *руйпуши шаффоф*, ки функцияи таҳвилкунандаи диапазони рушавандаи нури офтобӣ ва ҳамзамон нақши сатҳи ҳарорат ниғаҳдорандаи гарми дар дохили коллекторро мебошад;
- *гарминигаҳдоранда (герметик)* барои кам намудани талафи гармӣ дар пушти коллектори офтобӣ пешбинӣ шудааст;
- *даромад ва баромад*, ки барои ворид шудани оби хунук ва хориҷ шудани оби гарм пешбини гардидааст;
- *лӯлаи мормонанди мисин*, ки дар дохили он гармибаранда (об ё дилхоҳ моеъи дигар) гардиш мекунад;
- *бадани металлӣ*, ҳамаи қисмҳои дигар дар он ҷойгир шудаанд ва устувории коллекторро таъмин менамояд.



Расми 3 – Коллектори офтобии ҳамвор

Тамоми қисмҳои коллектори обгармкунанда дар дохили чорҷубаи гарминигаҳдоранда (баданаи металлӣ) ҷойгир карда шудааст. Мутобиқи мавқеи чуғрофӣ коллектори офтобӣ таҳти кунҷи муайян дар болопуши бино ё дигар иншооти махсус гардонидашуда ҷойгир карда мешавад.

Нури фурубурдаи фурубаранда ба энергия гармӣ табдил додашуда қисман ба воситаи лӯлаҳои мормонанди мисини дар пластинаҳо насбгардида ба моеъ (гармибар) дода мешавад. Чунин сохт (конструкция) нисбатан самаранок буда бо ҳамин тарз энергия офтобӣ ба энергия гармӣ табдил дода мешавад. Як қисми энергия нурафкании офтобӣ, ки ба болои пластина меафтад, аз ҳисоби инъикос ва парокандашавӣ талаф мегардад. Ба талафи энергия дохил мешавад:

- талафи энергия дар конвексия;
- талафи энергия аз ҳисоби инъикос ва парокандашавӣ аз сатҳи болои руйпуши шаффоф;
- талафи энергия аз равшан нагардондани қисмҳои алоҳида;
- талафи энергия аз ҳисоби набудани фурубарандаи мутлақ сиёҳ.

Принципи кори системаи гармихосилкунӣ аз нури офтобӣ дар асоси 4 унсури хусусиятҳои оптикии маводҳо асос ёфтааст, ба он дохил мешаванд:

- гузаштани нурҳои офтобӣ аз маводи шаффоф;
- инъикос аз сатҳи маводи шаффоф ва фурубаранда;
- фурубарии нурҳои офтоби дар сатҳи фурубаранда;
- эмисияи гармӣ дар сатҳ.

Тақсимои энергия дар сатҳи бадана ё ҳароратро мумкин аст аз рӯи 3-зариб тавсиф намуд:

$\alpha$ -зариби фурубарии равшанӣ (нур);

$$\alpha = \frac{\text{(энергия аз тарафи бадана фурубурда)}}{\text{(энергия ба бадана афтанда)}},$$

$\rho$ -зариби инъикоси равшанӣ (нур);

$$\rho = \frac{\text{(энергияи инъикосшудаи аз бадана)}}{\text{(энергияи ба бадана афтанда)}},$$

$\tau$ -зариби гузаронидани равшанӣ (нур);

$$\tau = \frac{\text{(энергияи тавассути бадана додасуда)}}{\text{(энергия ба бадана афтанда)}},$$

Суммаи қимати зарибҳо бояд баробарии зеринро қонеъ гардонад;

$$\alpha + \rho + \tau = 1$$

Ҳангоми ҳисоб намудани энергияи нурафкании офтобии ба сатҳи ношаффоф, доштани маълумот оид ба ду қимати зерин зарур аст:

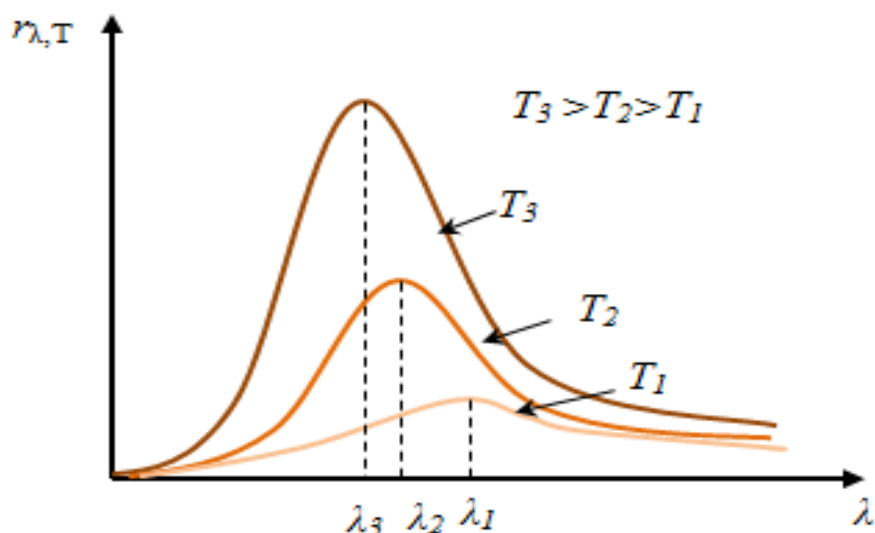
- 1) қобилияти фурубарандагӣ ( $\alpha$ );
- 2) қобилияти инъикоскунӣ ( $\rho$ ).

Ҳангоми гарм намудани баданаҳои ношаффоф ҳарорати сатҳ ба 100 °C намерасад. Спектри нурафканӣ аз бадана бошад дар ин диапазони ҳарорат одатан мавҷҳои электромагнитии ультрабунафшро ташкил медиҳанд.

Қобилияти фурубарандагии баданаи ношаффоф а дарозии ва кунчи аштиши нурҳои офтобӣ вобастаги дорад.

Қобилияти нурафкании бадана ( $\epsilon$ ) ҳамчун таносуби шадидияти нурафкании сатҳ нисбат ба шадидияти нурафкани сатҳи мутлақи сиёҳ дар ҳамин диапазони ҳарорат муайян мешавад.

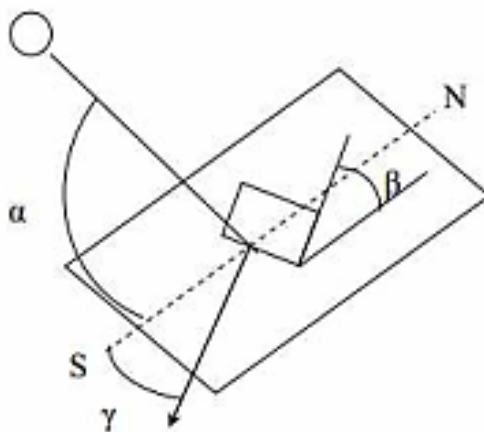
Зариби инъикоси ( $\rho$ ) сатҳи ношаффоф натавонад аз ҳарорат ва хосиятҳои сатҳӣ вобаста аст, балки аз дарозии мавҷи афтандаи нурафканӣ низ вобаста мебошад (нигаред ба расми 4).



Расми 4 – Тасвири схематикии спектри нурафкании офтобӣ ва спектри ҳарорати баданаи мутлақ сиёҳ ҳангоми ҳарорати 100 °С.

Ҳангоми омода намудани коллекторҳои офтоби ташкил диҳандаи асоси ранги сатҳи фурубаранда мебошад, ки бояд дорои қобилияти пасти инъикоси ( $\epsilon_k$ )-бошад. Ҳамин тавр, ККФ-и коллекторҳоро аз ҳисоби интихоби дурусти маводҳои дорои хусусияти оптималии оптикӣ баланд кардан мумкин аст.

Таъсири оптималии нурафкании офтоб ба коллектор аз дуруст интихоб намудани кунҷ, арз ва самти коллектор вобаста аст (расми 5).

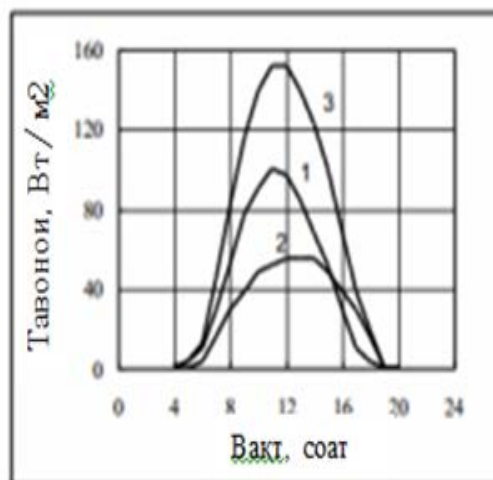
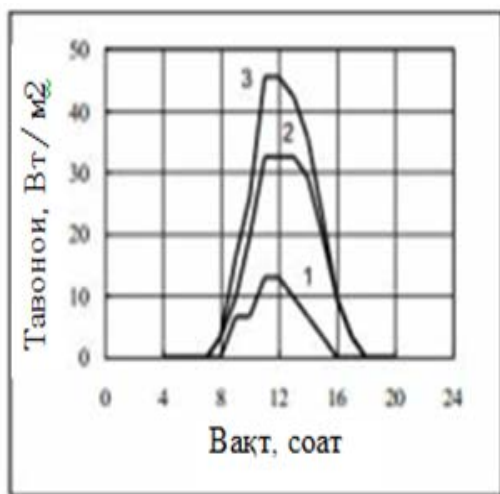


Расми 5 - Нишондодҳои раванасозии коллектори офтобӣ дар нимдоираи шимолии Замин:

- $\alpha$  – кунҷи нурафкании Офтоб (мавқеъ);
- $\beta$  – кунҷи гузариши (ҳамии) коллектор;
- $\gamma$  – кунҷи арзии коллектор;
- $\gamma_c$  – кунҷи арзии Офтоб.

Дар расми 6 ба ҳайси намуна графикҳои миёнаи статистикуи нурафкании офтобӣ барои арзи 52° сатҳи болоии Замин оварда шудааст.

Барои муайян намудани параметрҳои системаҳои гармкунии офтобӣ ва нуругоҳҳои офтобӣ доштани графикаи шадидияти нурафкании офтобии кафолатдодашударо доштан лозим.

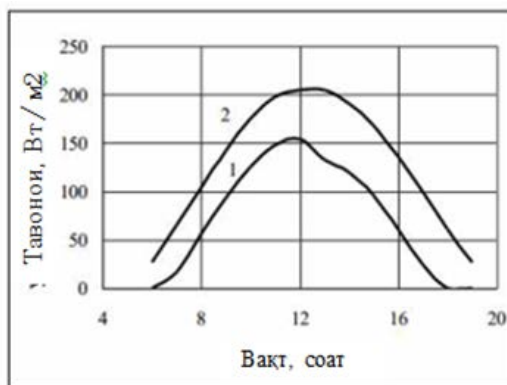


Расми 6 - Сели нурафкании офтобӣ дар моҳи январ

1 – нурафкании рост; 2 – нурафкании паҳншуда; 3 – нурафкании умумӣ.

Бинобар сабаби он, ки нурафкании офтобӣ характери тасодуфӣ дорад, аз ин рӯ муайян намудани нурафкании кафолатӣ дар интервали додашуда ҳисоб карда мешавад.

Дар расми 7 ба ҳайси намуна графикҳои кафолатии шадидияти нурафкании офтобӣ, ки барои арзи  $50^0$  дар асоси маълумотҳои пойгоҳи обу-ҳавосанҷӣ ба даст омадааст, нишон дода шудааст.



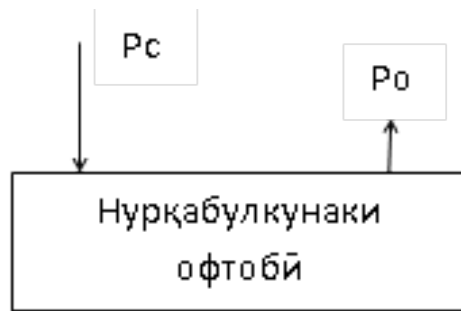
Расми 7 – Графики нурафкании офтобии кафолатӣ

Чунин маълумотҳоро барои моҳҳои дигари минтақаҳои гуногуни Тоҷикистон ҳисоб кардан мумкин аст.

Усули ба даст овардани гармӣ хело содда буда – энергияи нурафкании офтобӣ дар моеъи фурубаранда ба энергияи кинетикии атомҳои мавод гузашта, бо баланд гардидани лаппиш ҳарораташон низ баланд мегардад. Гармии қисми моеъ бо роҳҳои гуногун ба дигар қисмҳо интиқол дода мешавад.

Раванди гармшавӣ дар расми 8. нишон дода шудааст.





Расми 8 – Раванди гармшавӣ

Сели энергияи дурахшоние  $P_c$ , ки дилхоҳ қабулқунаки офтобӣ фуру мебарад, баробар аст ба, Вт:

$$P_c = \alpha_{\text{пр}} \cdot F_{\text{пр}} \cdot I_{\text{пр}}, \quad (1)$$

ки дар ин ҷо  $\alpha_{\text{пр}}$  – зариви фурубарандагии сатҳи болоии қабулқунаки нурафкании офтобӣ;

$F_{\text{пр}}$  – майдони сатҳи равшанишаванда,  $\text{м}^2$ ;

$I_{\text{пр}}$  – шаддидияти афканишоти офтобӣ ба қабулқунак  $\text{Вт}/\text{м}^2$ .

Қабулқунаки нурафкании (афканишоти) офтобӣ то ҳарорати аз ҳарорати муҳит баланд гармшуда худаш ба атроф гармӣ медиҳад. Сели гармидиҳӣ аз рӯи формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$P_0 = (T_{\text{пр}} - T_{\text{ос}}) F_{\text{пр}} \beta_{\text{пр}} = \frac{T_{\text{пр}} - T_{\text{ос}}}{R_t}, \quad (2)$$

ки дар ин ҷо:

$T_{\text{пр}}$  – ҳарорати сатҳи болои қабулқунак, К;

$T_{\text{ос}}$  – ҳарорати муҳити атроф, К;

$\beta_{\text{пр}}$  – зариви гармидиҳӣ,  $\text{Вт}/\text{К} \cdot \text{м}^2$ ;

$R_t$  – муқовимати термикӣ,  $\text{К} \cdot \text{с}/\text{Вт}$ .

Натиҷаи сели гармӣ ба суммаи геометрии сели нурафкании энергия аз офтоб ва сели гармидиҳӣ ба муҳити атроф баробар аст ба:

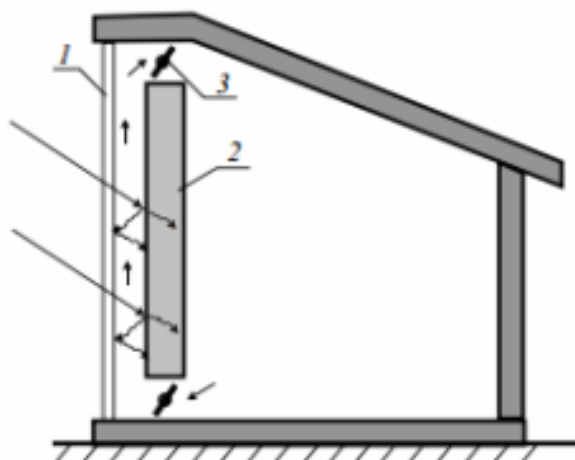
$$P_c = \alpha_{\text{пр}} \cdot F_{\text{пр}} \cdot N_{\text{пр}} - \frac{T_{\text{пр}} - T_{\text{ос}}}{R_t} = \eta_{\text{си}} \cdot F_{\text{пр}} \cdot N_{\text{пр}}, \quad (3)$$

ки дар он:  $\eta_{\text{си}}$  – зариви ишғоли нурафкании офтобӣ.

Чи хеле, ки аз формулаи (2) бармеояд, чиҳати боз ҳам пурра истифода намудани энергияи нурафкании офтобӣ барои гарм намудани “қабулқунак” зиёд намудани зариви ишғолкунии нури офтобӣ зарур аст. Яъне зариви фурубарии қабулқунак ва муқовимати термикии онро зиёд намуд. Муқовимати термикии қабулқунак бо камшавии зариви гармидиҳӣ эквивалент мебошад. Ин шартҳо ҳангоми сохтани коллекторҳои офтобӣ – дастгоҳҳои гармкунӣ – ба инбат гирифта мешаванд.

Системаҳои гармитаъминкунии офтобӣ метавонанд фаъол ва гайриффаъол бошанд.

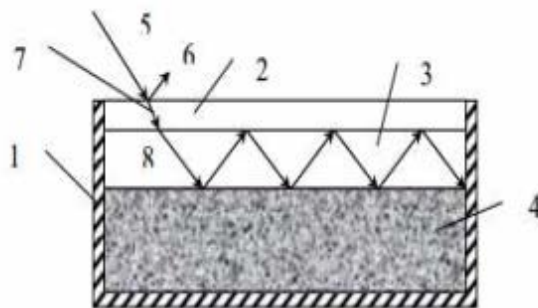
Системаҳои гармитаъминкунии ғайрифабол – системаҳоеро меноманд, ки ба ҳайси элементи қабулқунандаи радиатсияи офтобӣ барои ҳосили гармии худи бино ё қисми алоҳидаи он (бино – коллектор, девор – коллектор, болопуш – коллектор ва ғайра) хизмат мерасонанд (расми 9).



Расми 9 – Системаи пастҳарорати гармкунии офтобии ғайрифаболи “девор–коллектор”: 1 – экрани шаффофи нургузарон; 2 – сатҳи сиёҳи девори нурқабулқунак (аккумулятор); 3 – сарпӯши ҳавоӣ.

Системаҳои фаболи офтобӣ дорои гармкунаки қабулқунандаи энергияи нурафкании офтобӣ буда, гармиро ба элементҳои гармкунӣ медиҳад. Ба ҳайси гармкунак дилхоҳ маводи истифодашуда ва сатҳи гармкунак низ метавонад гуногун бошад.

Коллектори офтобӣ аз панели қабулқунандаи сели нурҳои офтобӣ иборат буда, гармиро ба қисми гармибар (моеъ ё газ) ва шабакаҳои ёрирасон (лулаҳо, насосҳо ва ғайра) медиҳад. Барои баланд бардоштани самаранокии коллектор панели қабулқунанда аз ҳама тарафҳо изолятсия карда шуда, қисми ба Офтоб нигаронидашудааш шишабандӣ карда шудааст (шишаи махсус) расми 10.



Расми 10 – Нақшаи коллектори офтобӣ бо руйпӯши селективӣ: 1 – баданаи (корпус) гармиизолятсияшуда; 2 – руйпӯши селективӣ; 3 – фосолаи ҳавоӣ; 4 – панели қабулқунанда; 5 – нури (равшани) афтанда; 6 – нури

инъикосшаванда; 7 – нури шикаста; 8 – гашти нур байни панели қабулқунанда ва руйпӯши селективӣ.

Руйпӯши селективӣ қисми зиёди спектори нурро мегузаронад ва нурҳои инфрасурхро инъикос мекунад. Нури аз руйпӯши селективӣ гузашта аз қисми болои гармифурӯбаранда ба намуди нурҳои инфрасурх инъикос мешавад, вале аз қисми дохилии руйпӯши селективӣ инъикос мешавад ва дуҷумбора гармифурӯбаранда фурӯбурда мешавад. Бо ҳамин тарз талафи гармӣ тадричан кам карда мешавад.

Тавоноии самараноки  $N_k$  – аз қисми болои коллектор гирифташуда (ҳосилшуда) чунин муайян карда мешавад, Вт/м<sup>2</sup>:

$$N_k = N_{\text{пр}} \cdot k_{\text{опт}} \cdot k_T - \Delta N, \quad (4)$$

ки дар ин ҷо:  $N_{\text{пр}}$  – тавоноии ҳоси самаранок, Вт/м<sup>2</sup>;

$k_{\text{опт}}$  – коэффитсиенти кори ғоиданоки оптикӣи коллектор;

$k_T$  – зариви самаранокии панели қабулқунанда, ки баробари таносуби гармии додашудаи гармибар нисбат ба гармифурӯбурдашуда;

$\Delta N$  – зичии талафи гармии коллектори офтобӣ, Вт/м<sup>2</sup>.

Коэффитсиенти кори ғоиданоки оптикӣ баробар аст ба:

$$k_{\text{опт}} = \mu_{\text{сп}} \cdot \alpha_{\text{пр}}, \quad (5)$$

ки дар ин ҷо:  $\mu_{\text{сп}}$  – қобилияти гузаронандагии руйпӯши селективӣ.

Дар коллекторҳои офтобии муосир ККФ – и оптикӣ ба як наздик мебошад. Дар айни замон зариви самаранокии панели қабулқунак аз 0,9 зиёд мебошад.

Чихеле, ки қайд карда шуд, ҳангоми гармшавии коллектори офтобӣ ҳарорати сатҳи он аз ҳарорати муҳити атроф баландтар шуда, дар натиҷа коллектор ба муҳит гармӣ медиҳад. Сели гармидиҳии воҳиди сатҳи коллектор бо назардошти руйпӯши селективӣ аз рӯи формула чунин ҳисоб мешавад:

$$\Delta N = k_T \cdot k_{\text{сп}} \cdot (T_{\text{пр}} - T_{\text{ос}}), \quad (6)$$

дар ин ҷо:  $k_T$  – сумаи зариви талафҳои гармӣ, Вт/м<sup>2</sup>·град.

Формулаи (6) –ро таҳлил намуда, ба чунин хулоса омадан мумкин аст, ки барои кам намудани талаф зариви мубодилаи конвективӣ ба муҳити атрофро ва сиёҳтобӣ (тирагии) сатҳро паст намудан зарур мебошад. Ин ҳолат бо роҳи шишабандии дуқабата ва ҷойгир кардани коллектор дар минтақаҳои, ки вазиши бод камтар таъсир дошта бошад, амалӣ мешавад.

Ба ғайр аз ин, аз формула (6) бармеояд, ки бо зиёд гардидани фарқи ҳарорати коллектор ба муҳити атроф талафи гармӣ афзуда, мутаносибан ККФ паст мегардад.

Тавоноӣ барои гарм намудани ҷисми (моеъи) гармибар аз рӯи гармиғунҷоишаш ва ҳарорати барои гармкунӣ зарур бо формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$N_{\text{п}} = g \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1), \quad (7)$$

ки дар ин ҷо  $N_{\text{п}}$  – тавоноии самараноки гармкунӣ, Вт/м<sup>2</sup>;

$g$  – расонидани гармибар, кг/м<sup>2</sup>·с;

$c_p$  – гармиғунҷоиши хоси моеъ ҳангоми фишори доимӣ, Ҷ/кг·град;

$T_2$  – ҳарорати моеъ дар баромад, К;

$T_1$  – ҳарорати моеъ дар даромад, К.

Чихеле, ки аз баробарии тавозуни тавоноӣ маълум аст, ККФ – и коллектори офтобиро чунин ҳисоб кардан мумкин аст:

$$\eta_{\text{п}} = \frac{g \cdot c_p \Delta T}{N_c} = k_{\text{опп}} k_{\text{т}} - \frac{\Delta P}{N_c}, \quad (8)$$

дар ин ҷо  $\Delta T$  – фарқи ҳарорат байни гармигузарон (гармибар) ва муҳити атроф, градус. Ё аз рӯи функсияи хаттии талафи гармӣ (6)

$$\eta_{\text{к}} = k_{\text{т}} \left( \mu_{\text{сп}} \alpha_{\text{сп}} - k_{\text{сп}} - \frac{\Delta N}{N_c} \right) \quad (9)$$

Самаранокии коллектори офтобӣ аз намудаиш вобастагӣ дорад. Дар расми 11 намудҳои коллекторҳои офтобӣ вобаста аз нишондоди баланди самаранокиашон оварда шудаанд.

Ба ҳайси гармибаранда дар коллекторҳои офтобии ғайр маводҳои гуногун истифода бурда мешаванд.

Ҳаво дар ҳама доираи (диапазон) ҳарорати кори мавод (ҷисм) яхнакунанда мебошад. Вале аз ҳисоби гармиғунҷоиши кам доштаниш, ки ҳарҷоти металлро зиёд мекунад, кам истифода мешаванд.

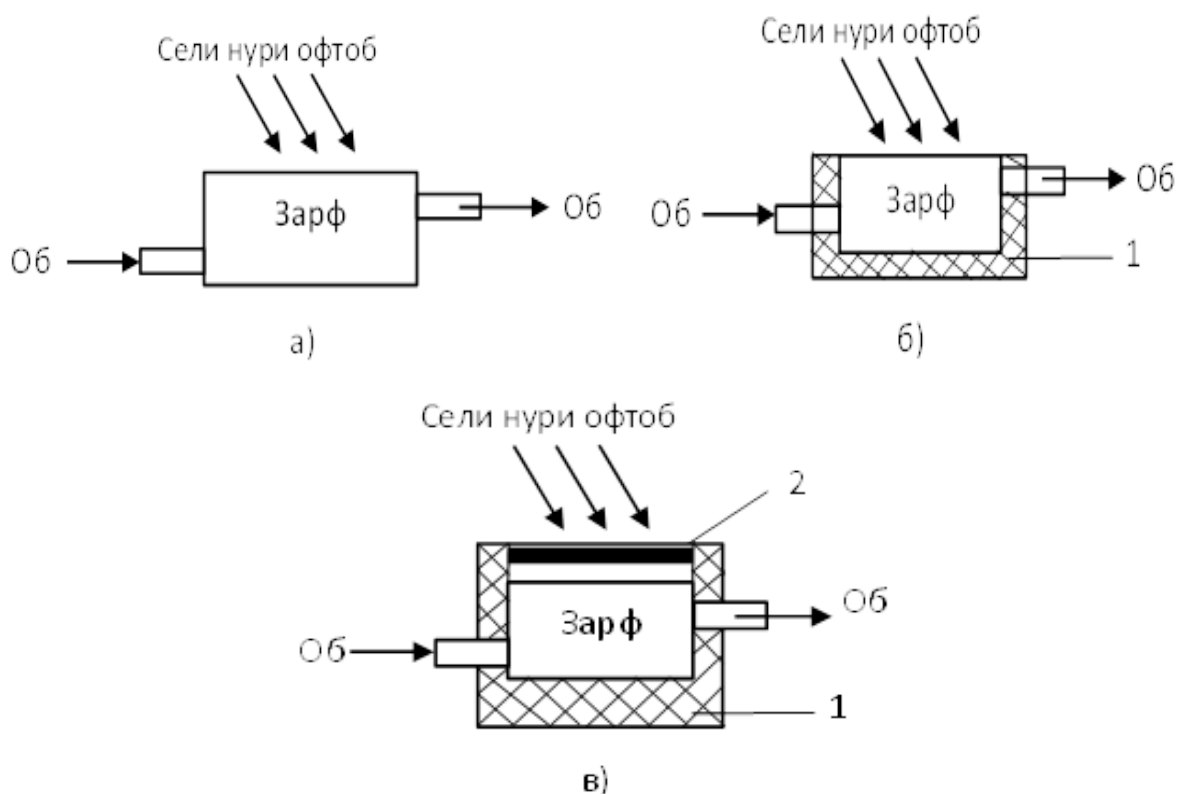
Об гармигузарони дорои ғунҷоиши зиёд ва аз ҳама дастрас мебошад. Вале ҳангоми паст шудани ҳарорат аз 0<sup>0</sup> поён ба он моеи яхнакунанда ҳамроҳ намудан лозим аст. Ба ғайр аз ин дар назар бояд дошт, ки бинобар аз оксиген сер будани об кубурҳо ва дастгоҳҳо ба зангзани дучор мегарданд. Сарфи металл барои коллекторҳои об истифодашаванда камтар мебошад.

Дастгоҳҳои гармкунии офтобӣ бо оқи (изолятсия) гармӣ ва рӯйпуши селективӣ имконият медиҳад, ки ҳарорати гармибарро (одатан об) наздики 80–100 °С бе истифодаи концентраторҳо баланд бардорем, ки ин барои гармкунии бино басанда аст.

Таҷриба нишон медиҳад, ки осмон дар нимаи аввали рӯз беғубору соф аст ва дар нимаи дуюм бошад абрҳо пайдо мешаванд. Аз ин рӯ зарур аст, ки коллекторҳо таҳти кунҷи муайян ба самти ҷануб дошта бошанд:

- а) зарфи металлӣ бе оқи гарминигоҳдоранда;
- б) зарфи металлӣ бо оқи гарминигоҳдоранда;

в) зарфи металлӣ бо оиқ ва рӯйпуши селективӣ.



Расми 11 - Намудҳои коллектори офтобӣ: 1 – оиқи гарминигохдоранда, 2 – рӯйпуши селективӣ.

Кунҷи оптималии коллектори офтобӣ нисбат ба уфуқ аз кунҷи азимуталии он  $\gamma_{\text{опт}}$  – вобастааст.

Дар ҷадвали 1. намунаи нишондодҳои ҳисобию тавсиявии барои нигаронидани табдилдиҳандаҳои офтобӣ барои арзи  $50^\circ$  оварда шудааст.

Ҷадвали 1 – Нишондодҳои самти табдилдиҳандаҳои фотоэлектрикӣ

Моҳ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Кунҷи азимутӣ, градус	-0.3	-0.3	-1.3	-18.5	-16.4	-11.7	-14.3	-15.6	-20.7	-5.6	-8.5	-17.6
Кунҷи моилӣ нисбат ба уфуқ, градус	70,4	62,9	51,8	40,6	31,1	27,2	28,4	35,7	47,3	57,8	67,5	71,8

Захиракунии энергияи гармӣ дар гарм намудани ҷисми дилхоҳи дорои гармиғунҷоиши хос асос ёфтааст. Агар ҷисм то ҳарорати муайян гарм шуда бошад, ҳангоми бо дигар ҷисмҳои, ки ҳарорати пасттар доранд як қисми ҳароратро медиҳанд (мубодила мегарданд).

Барои баланд бардоштани самаранокии аккумулятори гармӣ аз ҷисмҳои (об, равшан ва ғ.) дорои гармиғунҷоиши зиёд истифода намудан зарур аст.

Вақти сардшавии аккумулятор гармӣ экспоненсиалӣ тағйир ёфта, ҳангоми зиёд кардани  $\Delta T$  – зиёда аз  $100^\circ\text{C}$  тағйирот начандон мебошад. Аз

ин бармеояд, ки чунин “аккумуляторҳоро” дар системаҳои пастҳарорат ё таъминкунӣ бо оби гарм истифода намудан тавсия мешаванд.

### **Саволҳои санҷишӣ**

1. Доимии офтобӣ ба чӣ баробар аст?
2. Спектори нурафкании офтобиро ба кадом минтақаҳо чудо кардан мумкин аст?
3. Нурафкании офтобӣ кафолатӣ чист?
4. Коллектори офтобӣ гуфта чиро дар назар доранд?
5. Системаи гармидиҳии офтобии ғайрифавол аз фавол чӣ фарқият дорад?
6. Бо кадом роҳҳо баландшавии самаранокии коллектори офтобӣ ба даст оварда мешавад?
7. Аз рӯи кадом меъёр беҳсозии (оптимизатсия) самтдиҳии коллектори офтобӣ амалӣ мешавад?
8. Тағйирёбии ҳарорат дар зарф – аккумулятор баъди қатъ гардидани гармкунӣ чӣ гуна аст?
9. Кадом намуди моеъҳо ҳамчун моеъи корӣ дар коллекторҳои офтобӣ истифода бурда мешавад?
10. Намудҳои коллекторҳои офтобӣ?
11. Сатҳи болои коллектор аз кадом қисмҳо иборат аст?
12. Кадом намуди фурубараандаҳо дар озмоиш истифода мешаванд?
13. Бадакаи мутлақ сиёҳ чигуна хусусиятҳо дорад?
14. Зариби фурубари равшани ба чи баробар аст?
15. Зариби инъикоси равшани чигуна муаян карда мешавад?
16. Зариби гузаронидани равшани чиро мефаҳмонад ва чи тавр муаян мешавад?
17. Хронометр чист.
18. Талафи энергия дар конвексия.
19. Эмиссияи гармӣ дар сатҳ чист?

## ЛЕКСИЯИ 14

### ДАСТГОҶИ БАҶИИ БОДӢ (ДББ)

Дастгоҳи барқи бодӣ (ДББ) – дастгоҳе мебошанд, ки дар он энергияи бодӣ идоранашавада ба энергияи механикӣ табдил дода мешавад.

Чархи бодӣ (корӣ) – қисми асосӣ ва қорӣи ДББ буда, бевосита энергияи бодро ба худ қабул намуда, онро ба энергияи кинетикии даврзанӣ табдил медиҳад.

Нерӯгоҳҳои барқи бодиро аз рӯи тавоноӣ (расми 1), макони ҷойгиршавӣ (дар замин - дар соҳил) ва дар минтақаҳои шелфҳои ҳавзаҳои обӣ (офшорӣ) (расми 7), инчунин аз рӯи тарҳи турбина (турбинаҳои бодии бо меҳвари уфуқӣ ва амудӣ) гурӯҳбандӣ кардан мумкин аст.



Расми 1 - Гуруҳбандии ДББ аз рӯи тавоноӣ



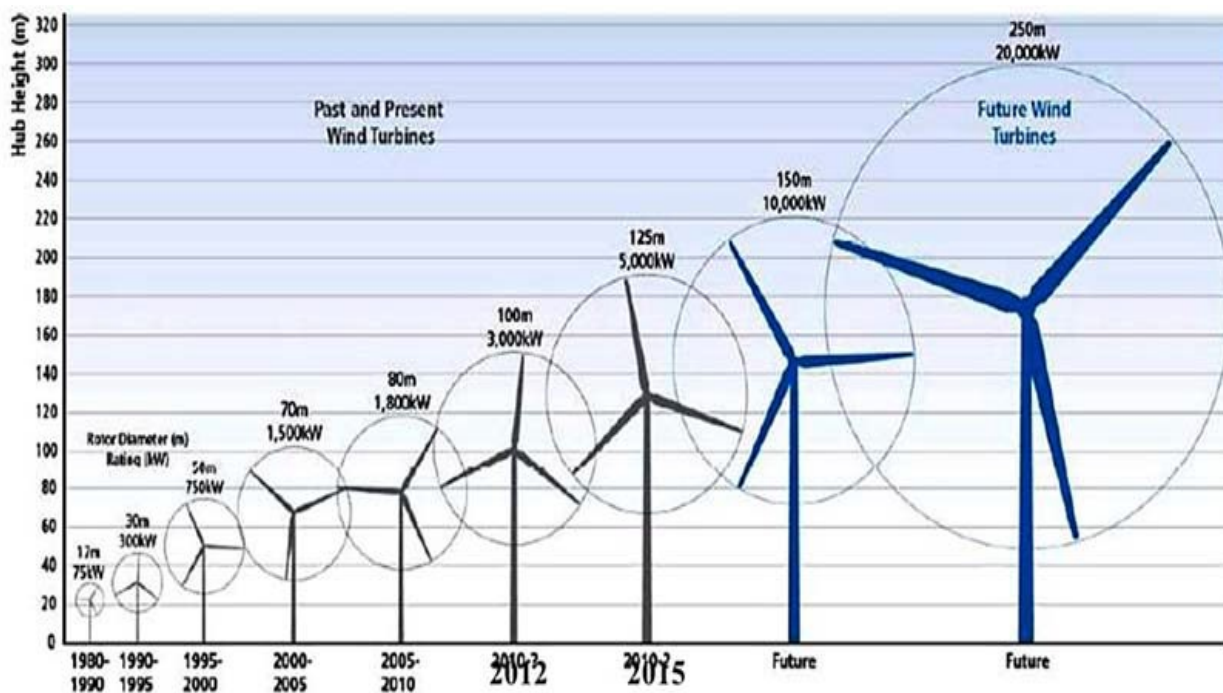
а



б

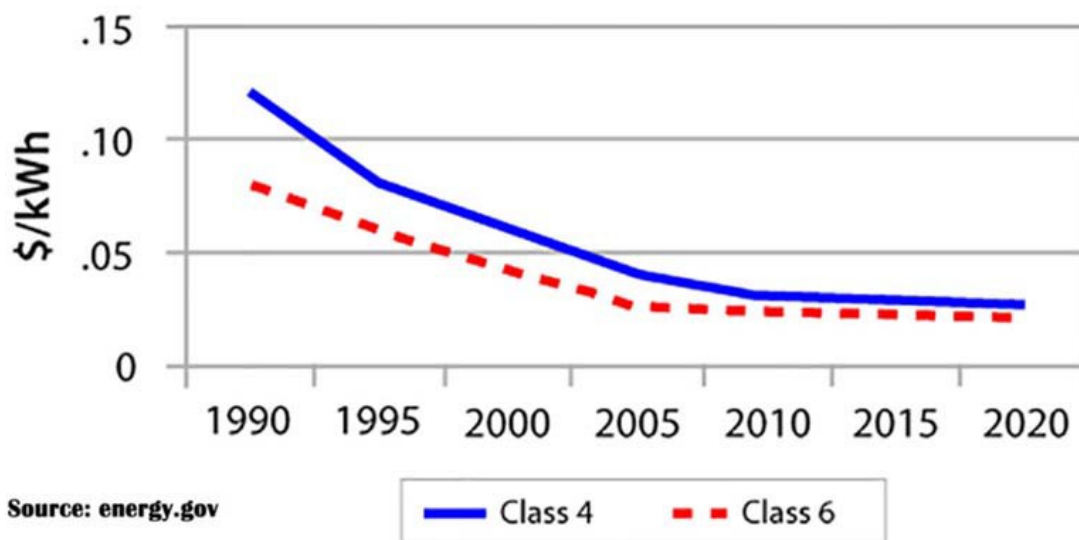
Расми 2 - Ҷойгиркунии ДББ: а – дар хушкӣ, б – дар об (наздики соҳил, офшорӣ)

Таҳлилҳо нишон медиҳанд, ки дар тамоми давраи рушди дастгоҳҳои барқи бодӣ аз тарафи муҳақиқону олимон ва истеҳсолот самаранокии дастгоҳҳо баланд бардошта шуда, арзиши неруи барқи ҳосилшаванда сол аз сол арзон гардидааст (расмҳои 3 ва 4).



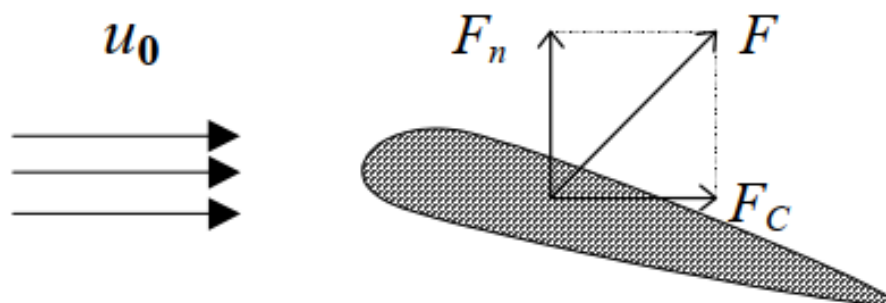
Расми 3 - Рушди энергетикаи бодӣ дар солҳои 1990 то 2020





Расми 4 - Раванди пастшавии арзиши неруи барқи тавассути ДББ истеҳсолшаванда дар солҳои 1990 то 2020

Даврзании чархи бодӣ зери таъсири бод чунин шарҳ дода мешавад, ки сели газ дорoi суръати  $u_0$  аз баданаи (ҷисми)  $r\bar{u}$  ба  $r\bar{u}$  қарор дошта шорида, бо қувваи  $F$  таъсир мерасонад. Қувваи  $F$  ба ташкилдихандаҳои зерин чудо мешавад: яқум –қувваи муқовимати  $r\bar{u}$  ба  $r\bar{u}$   $F_c$ , ки бо суръати сели бод ҳамсамт аст, ва дуюм – қувваи болобардоранда  $F_n$ , ки бо самти суръати сели бод амудӣ (перпендикуляр) мебошад (расми 5).



Расми 5 - Қувваҳои ба бадана таъсиркунанда ҳангоме, ки сели бод шорида мегузарад

Қимати ин қувваҳо аз намуди ҷисм (парра), кунҷи гузориши он дар сели газ ва аз суръати газ вобаста мебошад.

ДББ аз  $r\bar{u}$ и ду нишондоди асоси гуруҳбандӣ карда мешаванд – геометрияи чархи бодӣ ва ҷойгиршавии он нисбат ба самти бод.

Агар меҳвари чархи бодӣ бо сели бод ҳамсамт (параллел) бошад – дастгоҳ уфуқӣ-меҳварӣ номида мешавад. Агар бо сели бод перпендикуляр (амудӣ) бошад – дастгоҳи амудӣ-меҳвар номида мешавад.

Чархи бодӣ бо меҳвари уфукӣ дар асоси истифодаи қувваи болобаранда давр зада намудҳои як, ду, се ва бисёрпаррадор мешаванд (расми б а, в, д, ё, з).

Чархҳои бодӣ бо меҳвари амудӣ – аз парраҳои амудӣ насбшуда иборат мебошанд, ки шаклҳои гуногун дошта, қувваи таладиҳиро истифода менамоянд (расми б б, г, е, ж, и).

Дар расми б в чархи бодии дар асоси самараи Магнус ҳаракаткунанда нишондода шудааст (эфекти пайдогардии қувваи болобарандаи нисбати самти бод перпендикуляр ҳангоми даврзании цилиндр ё конус ҳосил мегардад).

Дастгоҳҳои истифодабарандаи қувваи  $r_{\text{у}}$  ба  $r_{\text{ў}}$  одатан бо суръати ҳатӣ давр зада, аз суръати боди ба он таъсиркунанда пасттар мебошад. Дастгоҳҳои бодие, ки дар онҳо қувваи болобаранда бештар таъсир мекунад суръати даврзаниашон нисбат ба суръати боди ба он таъсиркунанда баланд мебошад.

Ҳар як чархи бодӣ аз  $r_{\text{ў}}$  нишондодҳои зерин тавсиф мешавад:

1) буриши майдон  $S$  (барои дастгоҳҳои уфукӣ-меҳварӣ), яъне майдоне, ки ҳангоми даврзании парраҳо чархи бодӣ онро фаро мегирад баробар ба

$$S = \pi D^2 / 4, \text{ м}^2,$$

ки дар инҷо  $D$  – диаметри чархи бодӣ.

Майдони муқовимати  $r_{\text{ў}}$  ба  $r_{\text{ў}}$  чархи бодӣ (барои дастгоҳҳои амудӣ - меҳварӣ)

$$S = h \cdot b, \text{ м}^2,$$

ки дар инҷо  $h$  ва  $b$  – мутаносибан баландии ротор (чархи бодӣ) ва диаметри миёнаи он;

2) пуркунии геометрӣ, ки баробари таносуби проексияи парраҳо дар ҳамвории бо сели бод перпендикуляр нисбат ба буриши майдон (мисол, чархи бодии чорпаррадор аз чархи бодии дупаррадор дида ду маротиба зиёд пуркунии геометрӣ дорад);

3) зариби тавонои  $\xi$  ( $C_p$ ), ки аз  $r_{\text{ў}}$  самаранокии истифодабарии энергияи сели бод дар чархи корӣ муайян гардида, аз конструксияи он вобаста мебошад;

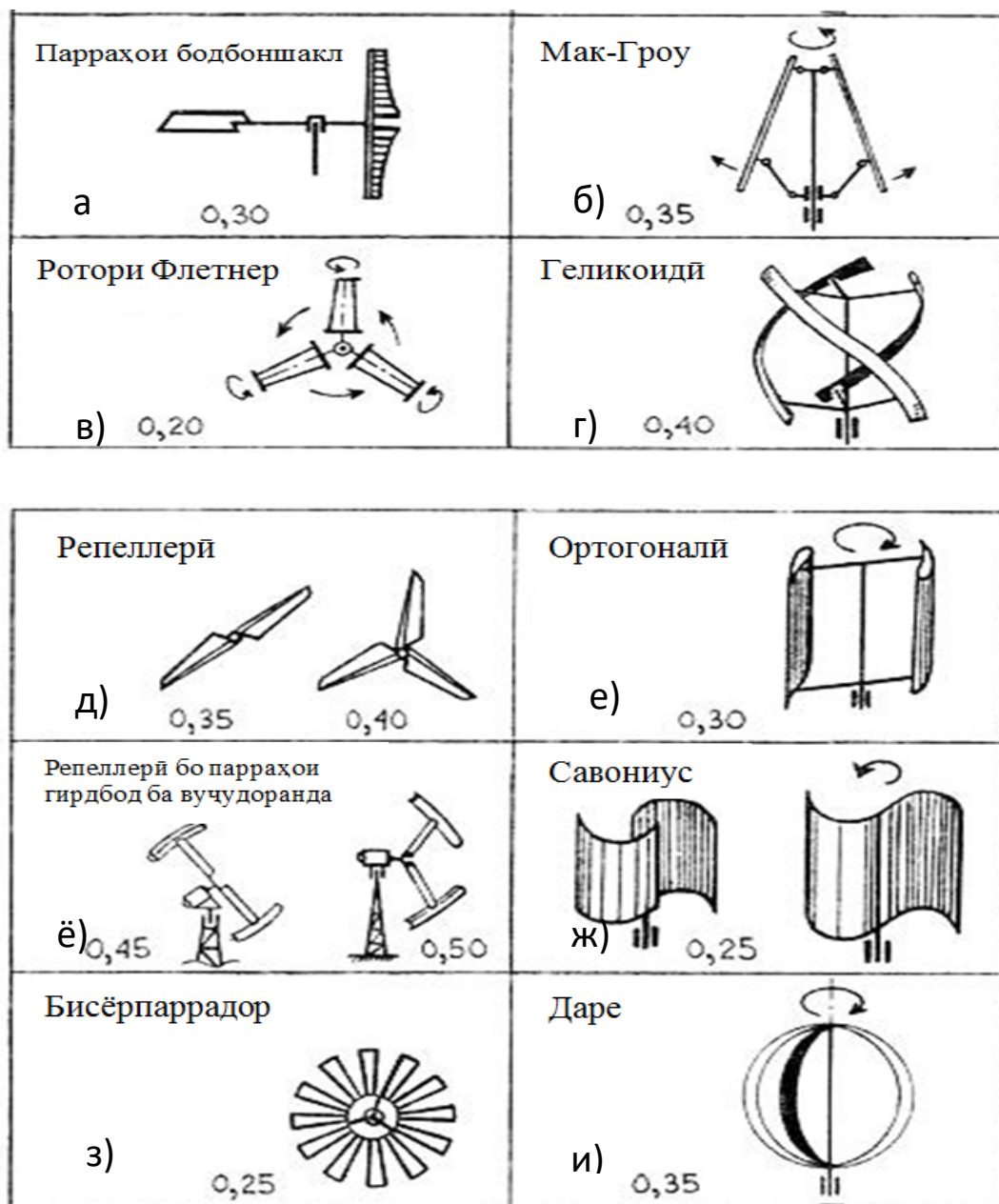
4) зариби тезгардӣ (тезҳаракатӣ)  $Z$ , ки таносуби суръати кунҷии охири парраро нисбат ба суръати бодро нишон медиҳад.

Ҳангоми суръати бод баробари  $v_0$  ва зичии ҳаво  $\rho$ , ки ба чархи бодӣ бо буриши майдони  $S$  таъсир мекунад, тавонои аз  $r_{\text{ў}}$  формулаи зерин ҳисоб

карда мешавад:

$$P = \frac{\xi(C_p) \cdot S \cdot \rho \cdot v_0^3}{2}, \text{ кВт}$$

Аз формулаи мазкур дида мешавад, ки тавоноӣ мутаносиби роста нисбат ба суръати бод дар куб мебошад  $v_0^3$ .



Расми 6 - Намудҳои чархи бодӣ

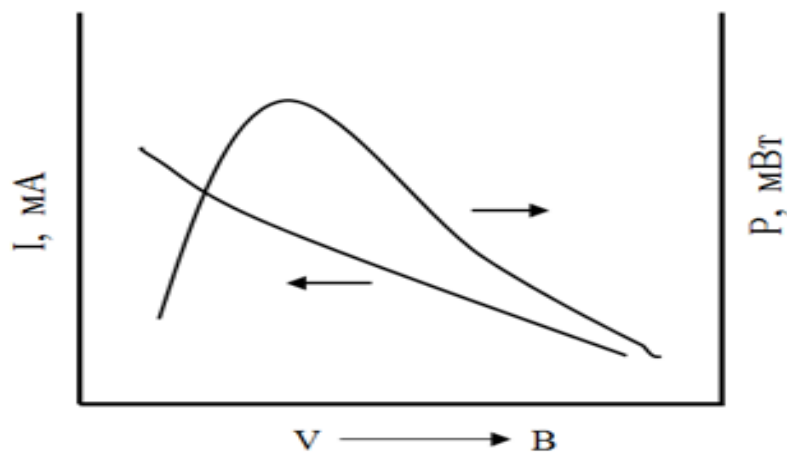
Аз рӯи назарияи Н. Жуковский қимати максималии зарифи истифодабарии энергия бод  $\xi = 0,593$  мебошад.

ДББ бо нишондоди калони пуркунии геометрии чархи бодӣ тавоноии калонро ҳангоми суръати пасти бод ҳосил мекунад. Тавоноии максималӣ дар суръати начандон баланд ба даст оварда мешавад.

ДББ бо нишондоди ками пуркунии геометрии чархи бодӣ тавоноии максималиро ҳангоми суръати баланди даврзанӣ ҳосил мекунад. Бинобар ин

дастгоҳҳои намуди аввал барои насосҳои обкашӣ ва намуди дувум бошад барои генераторҳои электрикӣ истифода мешаванд.

Мақсади асосии кори озмоишии мазкур таҳқиқоти қисми электрикии генератори бодӣ мебошад. Дар кори озмоишӣ генератори ҷараёни доимӣ истифода шуда, таҳқиқоти электрикии он бо муайянкунии вобастагии тавоноии додасуда аз муқовимати бор анҷом меёбад. Дар расми 6 тавсифи волтампери генератори бодӣ ҳангоми доимӣ будани суръати даврзанӣ нишон дода шудааст.



Расми 7 - Тавсифи волтампери дастгоҳи бодӣ ҳангоми доимӣ будани суръати даврзании парраҳо

Парраи дастгоҳи барқи бодӣ (ДББ) яке аз қисмҳои асосии ҷархи кории он буда, аз намуд ва сохти он тавоноӣ ва суръати даврзании дастгоҳ вобастагӣ дорад. Имрузҳо намуд ва сохти гуногуни парраҳои ДББ-ро дидан мумкин аст, ки ҳар як кадоми он вобаста аз намуди (ДББ) дастгоҳ ва тавоноии онҳо андозаҳои гуногун доранд. (расми 8).



Расми 8 - Намудҳои парраҳои ДББ: а) болмонанд (крылчатые); б) росткунча (рост); в) кач (моҳмонанд); г) геликоиди; д) нимсилиндри.

Албатта вобаста аз мавқеъи ҷуғрофӣ ва шароити иқлим маводи истифодашаванда барои парра низ гуногун мебошад. Имрӯзҳо мушоҳида кардан мумкин аст, ки технологияи истеҳсоли парраҳо хело рушд намудааст. Андозаи парраҳо барои ДББ бо меҳвари уфуқӣ дар имрузҳо ба як самти алоҳидаи саноат ҷудо шудааст, ки хело мураккаб ва босифат мебошад.

Барои ДББ бо меҳвари амудӣ бошад бинобар сабаби гуногунии тарҳу сохташон баъзе мушкилиҳо ҷойдошта ба монанди истеҳсоли парраҳо барои дастгоҳи уфуқӣ меҳвар (суст) рушд накардааст.

Зери мафҳуми зудҳаракатии генератори бодӣ (ДББ) таносуби суръати кунҷии охири парра нисбат ба суръати бод фаҳмида мешавад.

$$\frac{\omega \cdot R}{v}$$

ки дар ин ҷо:  $\omega = 2 \cdot \pi \cdot R$ -суръати кунҷии парра;  $R$ -радиус;  $v$  – суръати бод.

Барои ДББ-и бо диаметри гуногун зудҳаракатиро баробари 7-қабул карда дар натиҷа ҳангоми як суръати бод даврзаниҳои гуногун барои онҳо ба даст меорем. Суръати аз ҳама баландро чархи бодии дорои диаметри хурд доро мегардад. Умуман суръати чархҳои бодӣ бо зудҳаракатии баробар нисбат ба диаметри яқдигар мутаносиби чапа мебошанд:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

Ин маънои онро дорад, ки чархи бодии  $D_1$ -даврзаниаш нисбат ба чархи бодии  $D_2$ -баробари фарқи  $D_1$  ба  $D_2$  диаметраш зиёд мебошад. Яъне  $D_1$  чанд маротибае, ки аз  $D_2$  хурд бошад суръаташ ҳамон қадар зиёд мегардад.

Бо мақсади осон намудани ҳисоби андозаҳои парраи чархи бодӣ барои ДББ тавоноиашон хурд ҳамчун намуна дастгоҳи бодии дупаррадорро бо нишондодҳои зерин қабул менамоем:  $D=1$  м – диаметри чархи бодӣ;

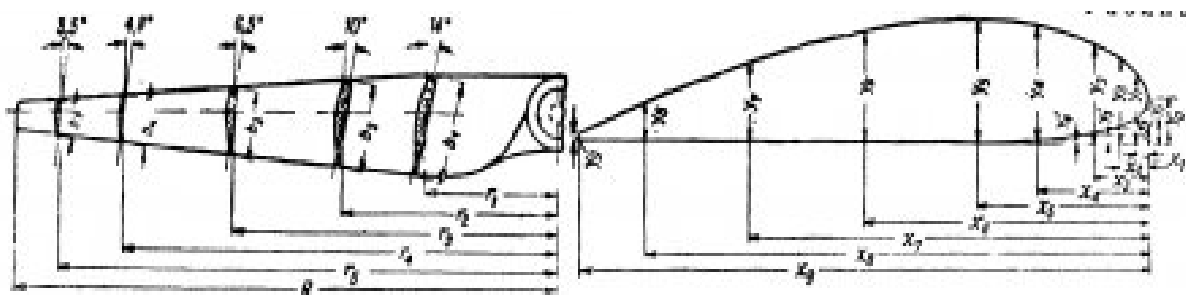
$n=2$  адад – миқдори парраҳо;

$Z=7$  – зудҳаракатии ДББ;

$\xi(C_p) = 0,35$  – зарби истифодабарии энергияи бод.

Дар ҷадвали 1. андозаҳои чархи бодӣ оварда шудааст. Дар қисмати болоии ҷадвал расми парра бо ишораҳои ҳарфӣ нишон дода шудааст, ки дар ҷадвал қимати онҳо дарҷ шудааст.

Чадвали 1 – Натиҷаҳои ҳисоби андозаҳои чархи бодӣ



№ буриши парра	Кунҷи маҷмаи парра φ	Масофаи буриши парра аз маркази чархи бодӣ г ва R	Паҳноии парра дар буриши мазкур, мм	Гафели парра дар буриши мазкур, мм	Ишоран координатаҳои профил	Координатаҳои профилҳо, мм									
						X0	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
1	14°	162			X	0	2,71	5,42	10,73	21,43	32,02	53,10	74,80	96,0	107
		0,25	107,00	19,50	Y	7,93	11,70	13,50	15,60	18,44	19,50	17,75	12,78	5,9в	0,65
					Y1	—	4,45	3,25	2,16	1,08	0,43	—	—	—	—
2.	10°	260			X	0	2,38	4,55	9,22	18,33	27,60	45,50	64,00	82,40	91,7
		0,4	91,70	15,82	Y	6,37	9,75	10,92	12,53	14,96	15,80	15,14	10,30	4,76	0,53
					Y1	—	3,58	2,71	1,62	0,65	0,27	—	—	—	—
3	6,5°	390			X	0	1,73	3,58	7,15	14,30	21,45	35,75	43,40	61,10	71,50
		0,6	71,50	11,45	Y	4,50	7,05	7,80	9,10	10,83	11,43	10,61	7,15	3,25	0,43
					Y1	—	2,38	1,73	1,08	0,53	—	—	—	—	—
4.	4,8°	520			X	0	1,30	2,60	5,20	10,40	15,60	26,00	36,40	46,50	52,50
		0,8	52,00	7,05	Y	2,06	4,11	4,76	5,75	6,64	7,05	6,07	4,29	2,16	0,32
					Y1	—	1,30	0,87	0,54	—	—	—	—	—	—
5.	3,5°	620			X	0	0,87	1,75	3,51	7,02	10,53	17,55	24,60	31,60	35,01
		0,95	35,00	3,88	Y	1,30	2,25	2,71	3,20	3,50	3,88	3,07	2,18	0,87	0,22
					Y1	—	0,70	0,52	0,17	—	—	—	—	—	—

Аз тарафи чап дар 4 сутун андозаҳои парраи дар тарафи чап нишондодашуда оварда шудааст; аз тарафи рост бошад дар 10 сутун андозаҳои барои 5 – профили ҳамин парра оварда шудааст. Бо кадом тарз гузоштани андозаҳои дар расми қисмати рости чадвал нишон дода шудааст.

Бо мақсади нигоҳ доштани нишондодҳои ДББ ҳангоми баррасӣ намудани андозаи дигари D – зарур аст ҳамаи қиматҳоро мутаносибан ба ҳамин нишондод тағйир дод. Дар ин маврид мо шабеҳии геометрии нигоҳ медорем, ки барои тағйир наёфтани тавсифи ДББ зарур мебошад.

Бинобар сабаби он, ки дар чадвали 1 андозаи  $D_m = 1$  м қабул шудааст, дар ин ҳолат таносуби диаметри D дигар дастгоҳ чунин мебошад.

$$\frac{D_m}{1m} = D$$

Масалан барои ДББ бо диаметри чархи бодии баробар ба  $D=1,2$  м ҳамаи андозаҳои дар чадвали 1 овардашударо бо ин қимат зарб занем.

Масофаи буриши якуми парра аз маркази чархи бодӣ:

$$r_1 = 125 \cdot 1,2 = 150 \text{ мм}$$

Масофаи буриши дуёми парра аз маркази чархи бодӣ:

$$r_2 = 200 \cdot 1,2 = 240 \text{ мм ва ғайра.}$$

Паҳноии парра дар буриши якум

$$b_1 = 82,2 \cdot 1,2 = 98,5 \text{ мм}$$

Паҳноии парра дар буриши дуём

$$b_2 = 70,5 \cdot 1,2 = 84,5 \text{ мм ва ғайра.}$$

Масофаи ординатаи якум  $Y_1$  аз нуғи профил

$$x_1 = 2,08 \cdot 1,2 = 2,5 \text{ мм}$$

Масофаи ординатаи дуём  $Y_2$  аз нуғи профил

$$x_2 = 4,16 \cdot 1,2 = 5 \text{ мм ва ғайра.}$$

Баландии нуғи профили якуми буриши парра

$$Y_0 = 6,10 \cdot 1,2 = 7,3 \text{ мм}$$

Ординатаи якуми дугаи (камони) болоии профил

$$Y_1 = 9 \cdot 1,2 = 10,8 \text{ мм}$$

Ординатаи дуёми дугаи болоии профил

$$Y_2 = 10,4 \cdot 1,2 = 12,5 \text{ мм ва ғайра.}$$

Ординатаи якуми дугаи (камони) поёнии профил

$$Y_1^1 = 3,42 \cdot 1,2 = 4,1 \text{ мм ва ғайра.}$$

Бо ҳамин тартиб ҳамаи дигар қиматҳоро тағйир медиҳем ва дар ҷадвал ба қайд мегирем.

1. Аз рӯи вариантҳои дар ҷадвали 1.2 овардашуда ҳар як донишҷӯро зарур аст бо истифода аз қиматҳои ҷадвали 1.1 барои варианти худ онҳоро аз нав ҳисоб намояд.

2. Баъд ҳисоби андозаҳоро дар қоғази миллиметрӣ бо гирифтани масштаб (агар зарур бошад) буришҳои профили парраи чархи бодиро нишон диҳед.

3. Бо истифода аз қиматҳои дар ҷадвали 15.4 (тавоноӣ ва суръати даврзании ДББ бо диаметри гуногун вобаста аз суръати бод) ба кадом (диаметр) тавоноӣ мувофиқ будани қиматҳои худро санҷед.

4. Санҷед, ки барои васл (пайванд) кардани чархи бодӣ бо генератор суръат ва тавоноии он басанда аст.

5. Тавоноии чархи бодӣ бо назардошти васл будан чӣ қадар тавоноии самаранокро медиҳад, агар ККФ-и генератор  $\eta_{\text{ген}} = 0,5$  1 қувваи асп=0,736 кВт бошад.

$$N = (N_{\text{ч.б}} \cdot 0,736) \cdot \eta_{\text{ген}}$$

6. Бо назардошти тағйирёбии суръати бод вобастагии тавоноӣ ва даврзании чархи бодиро барои вариантҳои додашуда созед.

$$\vartheta = f(N_{\text{ч.б}}, n)$$

7. Тартиби интихоби редукторҳоро аз адабиёти тавсиявӣ истифода намуда шарҳ диҳед.

8. Оид ба натиҷаҳои бадастомада хулосаҳои худро нависед.

### Саволҳои санҷишӣ

1. Тағйир додани муқовимат дар занҷири генератор ба чӣ оварда мерасонад?
2. Таъсири суръати бод ба тавоноии истифодашаванда чӣ гуна аст?
3. Вобаста аз тағйирёбии бор шиддат дар генератор чӣ гуна тағйир меёбад?
4. Ҳангоми кадом бор тавоноӣ қимати максималиро мегирад?
5. Кадом суръати бод - суръати базавӣ ном дорад?
6. Аз рӯи кадом ифода (формула) тавоноии ДББ ҳисоб карда мешавад?
7. Ба ККФ кадом намуди талаф таъсир мерасонад?
8. Намудҳои чархи бодиро номбар намоед.
9. Зариби тезгардӣ (тезҳаракатӣ)  $Z$  – чиро нишон медиҳад?
10. Масоҳати буриш чигуна муайян карда мешавад?
11. Қисмҳои асосии ДББ – ро номбар кунед.
12. Барои генераторҳои электрикӣ кадом намуди чархи кории ДББ истифода мешавад?



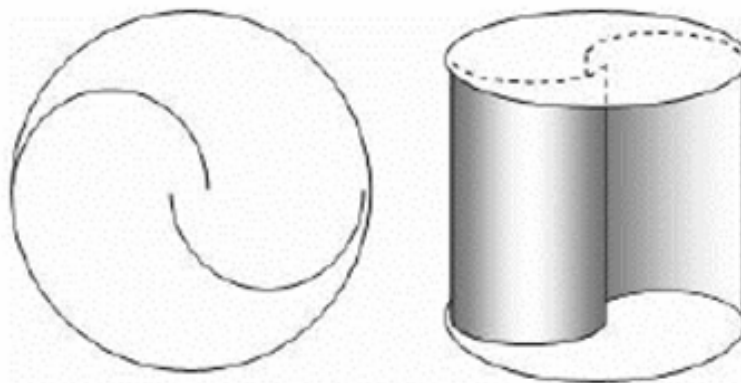
## ЛЕКСИЯИ 15

### ДАСТГОҲҶОИ БАҶҶИИ БОДӢ БО МЕҶВАРИ АМУДӢ

Дар айни замон намудҳои гуногуни чархи бодии (ротор) ДББ бо меҳвари амудӣ истифода мешаванд: ротори Савониус; конструксияи спиралии Савониус; ротори Даре; ротори гиромила; ротори геликоидӣ ва ғайра.

Ротори Савониус аз тарафи муҳандиси финлянди Савониус дар соли 1922 ихтиро шудааст (рис. 16.1). Усули кории он чунин мебошад. Ҳангоми таъсири массаи ҳаво ба диафрагмаҳои кушодаи нимдоирашакли ротори Савониус фарқи муқовиматҳои онҳо ба сели бод пайдо мегардад. Ҳангоми шоридани сели бод аз нимдоираи фурухамидаи диафрагма, муқовимат ба сели бод баробари 1,3 мегардад. Ҳангоми шоридан ба самти муқобил ин фарқият баробари 0,35 аст. Фарқи муқовиматҳо ба ҳосил шудани қувваи давранӣ дар чархи корӣ (дар атрофи меҳвари худ) сабаб мегардад.

Дар айни замон якчанд намуди конструктивии ДББ дар асоси чархи бодии Савониус истиҳсол мешаванд, ки инҳо аз рӯи тарзи ҷойгиршави маводи истифодашаванда ва миқдори онҳо дар як дастгоҳ фарқ мекунанд.



Расми 1 - Вариантҳои конструктивии ДББ дар асоси чархи бодии (ротори) Савониус

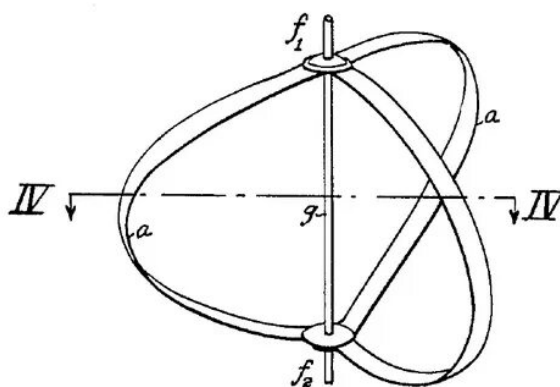
Хароҷоти баланди масолах (мавод) ва мушкилии мувозӣ кардани чарх ба истиҳсоли саноатии роторҳои бузурги Савониус монеагӣ мекунанд. ДББ дар асоси чунин чархи бодӣ, одатан барои иншооти мухтор бо тавоноии начандон зиёд ва талаботҳои суст нисбат ба сифати энергияи электрикӣ истифода мешаванд.

Дар айни замон диафрагмаҳои роторҳо аз пластмасса омода мешаванд, ки арзиши онҳоро ба маротиб арзон намуда, мувозӣ кардани онҳоро содда мекунад.

Бартариҳои дастгоҳҳои барқӣ - бодии ин навъ чунон аст: сатҳи пасти овоз, ихотаи майдонҳои хурд ва қор ҳангоми суръати пасти бод (3–5 м/с).

Азбаски ин ротор бо меҳвари амудӣ давр мезанад, истифодаи олоти назорати самти вазиши бод лозим намебошад. Ин ба он меоварад, ки сохти дастгоҳ хело содда ва хизматрасонии он осон мегардонад. Аммо ин ДББ хело сустдаврзананда буда, зариви истифодабарии энергияи бод дар он баробари 0,18–0,24 ва зариви тавоноӣ бошад 17–18 % – ро ташкил медиҳад.

Ротори (чархи бодӣ) Дарье (авиамуҳандиси фаронсавӣ) дар соли 1931 ихтироъ шуда, сохти симметрии дорой ду ва зиёда парраҳои аэродинамикии дар болорҳои радиалӣ насбгардида мебошад (расми 2).



Расми 2 - Намуди умумии ДББ дар асоси ротори Дарье

Маълум аст, ки дастгоҳҳои барқӣ - бодии бо меҳвари амудӣ даврзананда назар ба генераторҳои меҳварашон уфуқӣ ҷойгирбуда бартариат доранд. Барои онҳо зарурати истифодаи дастгоҳи муайянкунии самти бод аз байн рафта, сохти он содда мегардад ва дар натиҷа борҳои гироскопӣ, фишорҳои иловагӣ дар чархи бодӣ, системаи интиқол ва дигар элементҳо коҳиш меёбад.

Ба ин намуди дастгоҳҳо элементҳои таҷҳизот бо лавҳаҳо, элементҳои турбина ё косашакл, инчунин ротори Савониус бо парраҳои S-шакл, ки ба онҳо ҳамчунин қувваи болоравӣ таъсир мерасонад, нисбат доранд.

Дастгоҳҳои бодӣ бо чархи бодии косашакл, ки нисбатан самараноканд, вучуд дошта мавриди истифода қарор доранд.

### Саволҳои санҷишӣ

1. Тарзи кори генератори бодиро бо меҳвари амудӣ фаҳмонед?
2. Тарзи кори генератори бодиро бо меҳвари уфуқӣ ва амудӣ муқоиса намуда, камбудӣ ва бартариҳои онҳоро номбар намоед.

3. Ба истеҳсоли саноатии роторҳои бузурги Савониус чӣ монеагӣ мекунад?
4. Дар айни замон диафрагмаҳои роторҳо аз чӣ гуна мавод омода мешаванд?
5. Намудҳои ДББ бо меҳвари амудиро номбар кунед.
6. Зариби тезгардӣ (тезҳаракатӣ)  $Z$  – чиро нишон медиҳад?
7. Масоҳати буриш чӣ гуна муайян карда мешавад?
8. Қисмҳои асосии ДББ – ро номбар кунед.

## ЛЕКСИЯИ 16

### БИОМАССА ВА БИОГАЗ

Мафҳуми калимаи «Биомасса» аз калимаи юнонӣ био –ҳаёт, орағнизи зинда, масса – вазн, миқдори он мебошад. Мафҳуми биомасса дар энергетика ҳамчун манбаи энергияи маводи органикӣ фаҳмида мешавад. Яъне он боқимондаҳои маишӣ ва саноатии органикӣ, зироаткорӣ, чорводорӣ ва паррандапарварӣ ҳамчун ашёи хом – биомасса барои ҳосили энергия истифода мешавад. Мақсади асосии коркарди биомасса ба даст овардани намудҳои гуногуни энергия буда, аз ҳама намуди беҳтарини он биосӯзишворӣ мебошад.

Биосӯзишвориро дар навбати худ ба намуди гармӣ ва ё ба намуди электрикӣ дар дастгоҳҳои махсус табдил додан мумкин аст. Яке аз намудҳои биосӯзишворӣ ин биогаз мебошад, ки онро дар натиҷаи туршкунии партовҳои (саргини) ҳайвонот ва парранда ҳосил кардан мумкин аст. Дар таркиби биогаз то 70% (аз рӯйи ҳаҷм) метан мавҷуд аст, ки ҳарорати сӯзиши он дар шароити муътадил ба  $Q_{нр} = 28 \text{ МҶ/м}^3$  баробар мебошад.

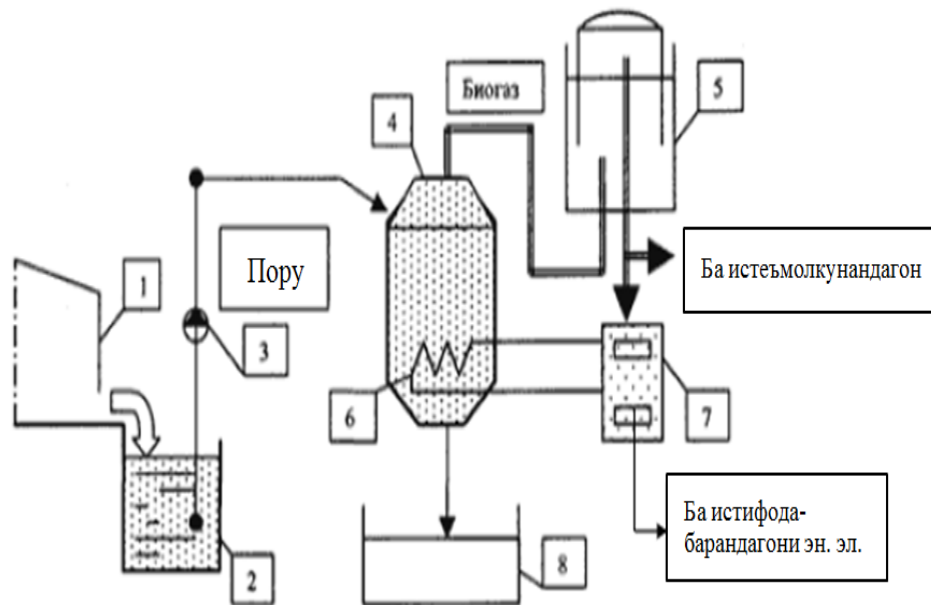
Мӯҳлати пурра туршшавии мавод (иборат аз саргини чорво ва ферментҳо) вобаста аз ҳарорат, аз 8-то 30 шабонарӯзро ташкил медиҳад.

Зичии маводи хушк дар саргини ба хушк  $\approx 50 \text{ кг/м}^3$  баробар мебошад. Ҳосилшавии газ аз 1кг маводи хушк дар як шабонарӯз  $v_{г} = 0,2 \div 0,4 \text{ м}^3/\text{кг}$  – ро ташкил медиҳад. Суръати чамъшавии мавод ба газогенератор (метантенк)  $W$  аз намуд ва шумораи чорво вобастагӣ дорад.

Бо ин мақсад маҷмӯи таҷҳизоти гуногуни технологӣ пешниҳод карда мешавад:

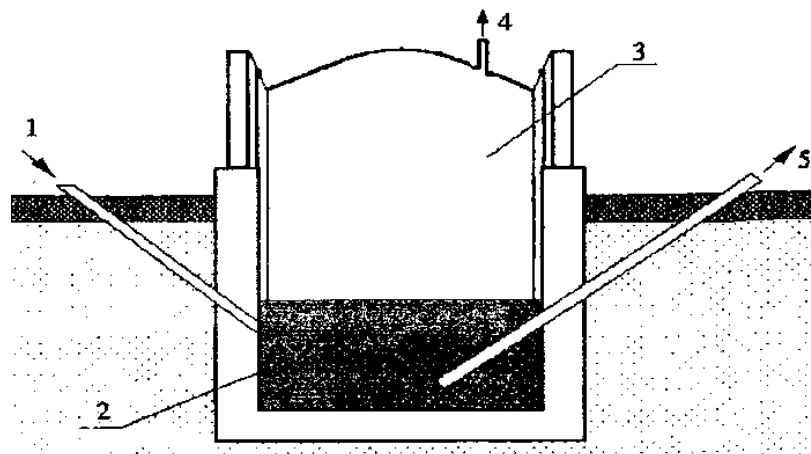
- зарфи нигоҳдорӣ ё лагуна барои чамъоварии биомасса;
- ферментатори метатенк, ки дар он раванди анаэробӣ сурат мегирад ферментатсия (метаногенез);
- системаҳои тозакунии ва чамъкунии биогаз (биометан) (дорандаи газ-қабулкунанда) фишори паст;
- системаи истифодаи биогаз, ки метавонад дорои он бошад муҳаррики дизелӣ, ки ба генератори ҷараёнҳои барқ ва гармкунаки партов пайваस्त карда шудааст).

Дар расми 1 схемаи умумикардаи дастгоҳи биогазӣ оварда шудааст.



Расми 1 - Схекаи умумикардаи дастгоҳи биогазӣ:

1 – ферма; 2 – поруқабулкунак; 3 – насос; 4 – метантенк; 5 – газголдер; 6 – гармидеҳ (гармӣ ивазкунак); 7 – генератори газию–поршневӣ; 8 – амбори порунигоҳдорӣ.



Расми 2 - Схекаи принсипиалии дастгоҳи соддаи биогазӣ барои истифодаи як ҳоҷагӣ: 1 – олоти (дастгоҳи) қабулкунӣ; 2 - метантенк; 3 – ковокӣ ғундоштан ва нигоҳдории биогаз; 4 – ғулбача (патрубок), ки метантенкро бо газголдер мепайвандад; 5 – олоти дамкашии пасмондаи пору аз метантенк.

Ҷадвали 1 - Маълумот оид ба дастгоҳҳои биогазие, ки дар рафти ҳисоб ҳамчун намуна истифода мегардад (истехсоли Россия).

Нишондодҳои техникӣ	Дастгоҳи биогазӣ	
	ИБГУ-1	БИОЭН-1
Ашёи хом	Поруи ЧКШ, чорвои хурди шохдор, асп, шутур, парранда: мурғ, мурғобӣ ғоз, мурғи марҷон; пасмондаҳои майшӣ, растаниҳо ва	
Намнокии ҷоиз	На кам аз 85%	
Миқдори ашёи хоми	200 кг/шабонарӯз	1000 кг/шабонарӯз
Таркиби сӯзишворӣ	Метан 60% CO <sub>2</sub>	Метан 60% CO <sub>2</sub> 40%
Ҳарорати сӯзиш	21000-25100 кҶ/м <sup>3</sup> (дар шароитҳои нормалӣ)	
Миқдори сӯзишвории ҳосилшаванда (энергия)	10 м <sup>3</sup> /шабонарӯз	40 м <sup>3</sup> /шабонарӯз, 80 кВт*соат (эн. эл.) 230 кВт ч (тепл. эн.)
Тавоноии генератори		4 кВт
Тавоноии генератори ҳароратӣ		23,2 кВт
Сарфи сӯзишворӣ (энергия) барои эҳтиёҷоти худӣ	15 кВт*соат/шабонарӯз	30% аз биогази ҳосилшаванда
Речаи корӣ	Аз барқ вобаста, ТЭН 2 кВт	Худкор (автономӣ)
Ҳарорати раванд	52-55°C	
Масоҳати гармшаванда		120-140 м <sup>2</sup>
Маҳсулоти иловагии	Аз ҷиҳати экологӣ поруи (моеъ, хушк) тоза	
Меъёри истифодаи пору	1-3 т барои 1 га/сол	
Ширкатҳои истеҳсолкунанда	АО ТСентр "ЭкоРос", АО "Стройтехника - Тульский завод", АО "Юргинский	

## 2 Методикаи ҳисоб

Барои ҳисоби параметрҳои асосии дастгоҳи биогазӣ нишондодҳои зеринро муайян намудан зарур аст:

1. Ҳосилшавии шабонарӯзии поруи тар, кг:

$$m_{\text{шабонарӯз}} = N_{\text{чорво}} \cdot m_{\text{хос}},$$

ки дар инҷо  $N_{\text{чорво}}$  - шумораи чорво, сар;

$m_{\text{хос}}$  - ҳосилшавии хоси шабонарӯзии поруи тар.

Агар поруи тар бо пасмондаҳои хасу хошок ғундошта шавад, дар ин ҳолат аз зариби ислоҳдари К истифода намудан зарур мебошад. Дар ин ҳолат

$$m'_{\text{шабонарӯз}} = m_{\text{шабонарӯз}} \cdot K$$

2. Ҳаҷми маводи (пору) хушк дар ашёи боркардашуда:

$$m_{\text{хушк}} = m_{\text{шабонарӯз}} \cdot \left(1 - \frac{W_{\text{эк}}\%}{100}\right),$$

ки дар инҷо  $W_{\text{эк}}\%$  - намнокии массаи поруи тар, %.

Дар ҳисобҳо метавонем намнокии миёнаи поруи тари чорвои калони шохдорро (ЧКШ) 85...90%, поруи мурғро 73...76% қабул намоем.

3. Ҳиссаи маводи хушки органикиро дар пору аз рӯи формулаи зерин муайян мекунанд:

$$m_{\text{х.орг.}} = m_{\text{хушк}} \cdot \frac{P_{\text{х.орг.}}\%}{100},$$

ки дар инҷо  $P_{\text{х.орг.}}\%$  - ҳиссаи маводи хушки органикӣ дар пору.

4. Ҳосилшавии биогазро ҳангоми пурра таҷзияшавии (пусидани) ҳиссаи маводи хушки органикӣ дар пору чунин ҳисоб мекунанд,  $\text{м}^3$ :

$$V_{\text{пурра}} = n_{\text{эк}} \cdot m_{\text{х.орг.}},$$

ки дар инҷо  $n_{\text{эк}}$  - ҳосилшавии биогаз аз 1 кг ҳиссаи маводи хушки органикӣ дар пору,  $\text{м}^3/\text{кг}$ . Мисол, барои поруи буқа ҳосилшавии газ, нисбат ба массаи овардашуда 0,315  $\text{м}^3/\text{кг}$  ташкил медиҳад.

5. Ҳаҷми биогази ҳосилшударо ҳангоми интихоби давомнокии туршқунии метанӣ чунин муайян мекунанд,  $\text{м}^3$ :

$$V_{\text{б}} = V_{\text{пурра}} \cdot \frac{n_{\text{т}}\%}{100},$$

ки дар инҷо  $n_{\text{т}}\%$  - ҳиссаи ҳосилшавии биогаз аз маводи истифодашаванда вобаста аз давомнокии раванд, % (ҷадвали 5.4).

6. Агар ҳаҷми метантенк пешаки муайян намбошад, он гоҳ ҳисоб бо чунин тарз амалӣ мегардад.

Ҳаҷми метантенкро муайян мекунанд,  $\text{м}^3$ :

$$V_{\text{м}} = \frac{m_{\text{хушк}}}{n_{\text{v}}},$$

ки дар инҷо  $n_{\text{v}}$  - ҳаҷми тавсияшудаи борқунии (пурқунии) мавод дар як шабонарӯз,  $\text{кг}/\text{м}^3$  (нигаред ба ҷадвали 5.4)

Ҳаҷми метантенк  $V_{\text{м}}$  бо ҳаҷми тавсияшудаи пурқуний бояд мувофиқа шавад:

$$V_{\text{самаранок}} = \frac{m'_{\text{шабонарӯз}} \cdot t_{\text{шабонарӯз}}}{\rho_{\text{н}}},$$

ки дар инҷо  $m'_{\text{шабонарӯз}}$  - пурқунии шабонарӯзии метантенк,  $\text{кг}/\text{шабонарӯз}$ ;

$t_{\text{шабонарӯз}}$  - тулкашии раванди туршқуний, шабонарӯз;

$\rho_{\text{н}}$  — зичии хоси массаи туршшаванда,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Зичии хоси поруи тарро баробари зичии об гирифтани мумкин аст, зеро намнокии он одатан аз 90% боло мебошад.

Агар  $V_{\text{самаранок}} \ll V_{\text{м}}$  бошад, он гоҳ қисми зиёди метантенк истифода намегардад. *Метантенк* – элементи аз ҳама гарони дастгоҳи биогазӣ ба ҳисоб меравад, ки маҳз бо ҳамин сабаб аз ҷиҳати иқтисодӣ чунин интиҳоб нодуруст мебошад.

Ҳангоми  $V_{\text{самаранок}} = V_{\text{м}}$  будан метавонад мушкилоти ғундоштани биогаз пеш биёяд зеро, ки ҳангоми туршкунӣ ва омехта кардан кафки ҳосилшуда метавонад лулаҳоро (каналҳоро) маҳкам намояд. Беҳтар аст таносуби  $V_{\text{самаранок}}/V_{\text{м}}$  қимати 0,7...0,9 – ро ташкил диҳад.

Агар аз метантенки стандартӣ истифода карданӣ бошанд, он гоҳ ҳаҷми он аз қимати ҳосилшуда бояд калон бошад; барои метантенкҳои алоҳида аз тартиби ҳисоби пешниҳодшуда истифода менамоянд. Ҳангоми интиҳоб - интиҳоби метантенки цилиндршакл тавсия дода мешавад. Барои қулай гардидани коркарди пору ва газғундори қисматҳои болоӣ ва поёнии метантенкро шакли конуси сарбурида интиҳоб менамоянд. Усули омехтакунии маводи дохили метантенк муайян ва интиҳоб карда мешавад (омехтакунии механикӣ, барботаж (ҳубобкунӣ)).

Баъдан ҳисботи гармии метантенк гузаронида мешавад.

7. Миқдори гармии барои гарм кардани массаи пуркардашуда то ҳарорати барои туршавӣ мувофиқ дар шабонарӯз, МДж:

$$Q_{\text{самаранок}} = m_{\text{хушк}} \cdot C_c \cdot (T_{\text{турш.}} - T_{\text{пур.}}) \cdot \frac{1}{\eta},$$

ки дар инҷо  $C_c$  – гармиғунҷоиши миёнаи мавод, МДж/кг $^{\circ}$ К;

$T_{\text{турш.}}$  - ҳарорати раванди туршкунӣ (туршшавӣ),  $^{\circ}$ К;

$T_{\text{пур.}}$  - ҳарорати массаи (маводи) пуркардашуда,  $^{\circ}$ К;

$\eta$  - зарифи кори ғоиданоки раванд;

Ҳарорати маводи пуршаванда аз усули боркунӣ ба метантенк вобаста мебошад: агар масса аз бинои нигоҳдории чорво гирифта пур карда шавад, он гоҳ ҳарорати он ба ҳарорати дохили бинои мазкур баробар мебошад; агар массаро аз амбори порунигоҳдорӣ пур кунанд, дар ин ҳолат ҳарорати он аз ҳарорати берун вобаста мебошад. Барои ҳисобҳо мумкин аст  $T_{\text{пур.}}=288^{\circ}$ К, гармиғунҷоиши миёнаи поруи тар  $4,18 \cdot 10^{-3}$  МҶ/кг $^{\circ}$ К, зарифи кори ғоиданоки раванд – 0,7 қабул намоем.

8. Миқдори талафи гармӣ, ки мавод дар раванди мубодилаи гармӣ тавассути девораи реактор ба муҳити атроф медиҳад дар як соат, Вт:

$$Q_{\text{талаф}} = k \cdot F \cdot (T_{\text{турш.}} - T_{\text{миёна}}),$$

ки дар инҷо  $k$  – зарифи гармидиҳӣ, Вт/м $^2 \cdot ^{\circ}$ К;

$T_{\text{миёна}}$  - ҳарорати муҳити атроф,  $^{\circ}$ К;

$F$  – майдони сатҳи гармиивазшавӣ (гармидиҳии) метантенк, м $^2$ ;



$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}},$$

ки дар инҷо  $1/\alpha_1$   $1/\alpha_2$  – муқовимати гармидиҳӣ аз мавод ба қисми дохилии девораи метантенк ва аз сатҳи берунаи изолятсияи гармидиҳӣ ба муҳити атроф;

$\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}$  - сумаи муқовимати ҳароратии гармигузаронии девораҳои метантенк  $\delta_{cm} / \lambda_{cm}$  ва изолятсияи гармидиҳӣ  $\delta_{из} / \lambda_{из}$ . Агар изолятсияи гармидиҳӣ бисёрқабата бошад, муқовимати ҳар як қабат ба инобат гирифта мешавад.

Талафи ҳарорат тавассути девораи реактор барои рузҳои аз ҳама хунук ва гарми сол ҳисоб карда мешавад (мисол  $T_{миёна} = -15^\circ\text{C}$  ва  $T_{миёна} = +20^\circ\text{C}$ ), дар ҳисобҳои минбаъда мумкин аст, ки талафи миёнаи ҳароратӣ дар як шабонарӯз баробари қимати миёнаи арифметикии ин қиматҳо аст.

9. Сарфи энергияро барои омехта кардани биомасса муайян мекунанд  $Q_{мех}$ . Дар асоси маълумотҳои таҷрибавӣ сарфи энергияро барои омехта намудан бо роҳи механикӣ баробари  $30...60 \text{ Вт/м}^3$  дар речаи 4 соати корӣ ва 7 соати танаффус қабул кардан мумкин аст.

10. Сарфи умумии энергия барои нигоҳдории раванд дар як шабонарӯз:

$$Q_{миёна} = Q_{самаранок} + Q_{талаф} + Q_{мех},$$

ки дар инҷо  $t_{раб}$  - вақти кории омехтакунаки механикӣ дар як шабонарӯз мебошад.

11. Захираҳои потенциалии энергияи биогаз, ки дар як шабонарӯз ҳосил мегардад:

$$Q_{истех.} = V_б \cdot C_б,$$

ки дар инҷо  $C_б$  - қобилияти гармиҳосилкунии биогаз,  $\text{МЧ/м}^3$ .

12. Самараи (эффект) энергетикӣ дастгоҳ:

$$\mathcal{E}_б = Q_{истех.} - Q_{миёна}$$

13. Зариби молияти (кэффитсиент товарности) дастгоҳи биогазӣ:

$$K_{молият} = \frac{Q_{истех.} - Q_{миёна}}{Q_{истех.}} \cdot 100\%$$

## Нишондодҳои маълумотномавӣ

Чадвали 2 - Ҳосилшавии шабонарӯзии поруи тар аз чорвои калони шохдор (ЧКШ), кг

Намуди чорво	Миқдори поруи тар, кг
Буқа	40
Модагов	35-55
Гусола:	
то 6 моҳа	7,5-15
барои гушт омодашаванда 6-12 моҳа	14-26
то 12-18 моҳа	27
барои гушт омодашаванда 18 моҳа	35

Чадвали 3 - Таркиби маҳсулоти иловагӣ бо % дар маводи хушк

Компонентҳо	ЧКШ	Говҳои ширдеҳ	Мурғ
Массаи органикӣ	77,0-85,0	77,0-85,0	76,0-77,0
Азот	2,3-4,0	1,9-6,5	2,3-5,7
Фосфор	0,4-1,1	0,2-0,7	1,0-2,7
Калий	1,0-2,0	2,4	1,0-2,9
Калсий	0,6-1,4	2,3-4,9	5,6-11,9
Нахи хом	27,6-50,6	27,6-50,6	13,0-17,8
Лигнин	13,0-30,0	16,0-30,0	9,6-14,3

### Супориш барои иҷрои корҳои мустақилона

Параметрҳои конструктивӣ ва технологияи дастгоҳи биогазӣ, ки барои истифода дар ҳоҷагӣ пешбинӣ шудааст муайян карда шавад. Агар ҳоҷагӣ дорои  $X$  гов,  $Y$  гусола,  $Z$  гусолаи то 18 моҳа, ки дар инҷо  $Z$ ,  $Y$  ва  $X$  – мувофиқи супориши устои дарс баранда аз рӯи чадвали вариантҳо интихоб мегардад. Шароити кори дастгоҳ: туршқунии *мезофилӣ* бо ҳарорати раванд  $32^{\circ}\text{C}$ , давомнокии раванд 15 шабонарӯз, пурқунии поруи тар мунтазам бо ивазқунии ҳаррӯзаи  $1/15$  массаи туршшаванда. Метантенк бетонӣ буда, дорои девораҳои ғафсияшон 0,15 м, ва цилиндршакл мебошад. Изолятсияи намуди – шлаку бетон (0,3 м), хокпӯш аз шлак (0,5 м) ва хок (1 м). Массаи туршшаванда то ҳарорати раванди газҳосилшавӣ бо ёрии гармкунакҳои обӣ амалӣ мешавад. Олоти омехтақунии механикӣ, ки бо ҳаракатовари электрикӣ ба кор дароварда мешавад.

## Тавсияҳои методӣ ҳангоми ҳалли супориш

Зариби ислоҳдарории  $K$ , ки массаи хасу хошокро ба инобат мегирад, баробари 1,5 қабул карда шавад; муқовимати ҳароратии гармигузаронӣ аз мавод ба сатҳи дохилии девораи метантенк  $1/\alpha_1$  ва аз сатҳи берунаи изолятсия гармӣ ба муҳити атроф  $1/\alpha_2 = 0,05$ . Зарибҳои гармигузаронии шлаку бетон – 0,6, хокпӯш аз шлак – 0,25, замин – 2,0 Вт/м·К. Қобилияти гармиҳосилкунии биогаз  $C_g = 22$  МДж/м<sup>3</sup>.

Қадвали 4 - Вобастагии дараҷаи таҷзияшавии биомасса аз пуркунии реактор ва давомнокии туршкунӣ (ҳарорати наздики 33 °С)

Поруи тар	Пуркунии мавод, кг, ба 1м ҳаҷми реактор дар шабонарӯз	Вақти нигоҳдорӣ, шабонарӯз	Дараҷаи таҷзияшавӣ, %
Говҳои ширдеҳ	6,0	15	40
Буқаҳои барои гушт пешбинишуда	4,5	10	40
Мурғ	1,5	50	55

### Саволҳои санҷишӣ

1. Биогаз бо кадом усулҳо ҳосил мешавад?
2. Биомасса чист?
3. Метантенк дар дастгоҳи биогазӣ чӣ нақш дорад?
4. Газголдер чист ва вазифаҳои он?
5. Чанд роҳи ҳосил намудани газ мавҷуд аст?
6. Намудҳои дастгоҳҳои биогазӣ.
7. Гармиҳосилкунӣ аз гармигузаронӣ чи фарқ дорад?
8. Муқовимати гармигузаронӣ чист?
9. Усулҳои омехта намудани массаи дохили биореактор.
10. Нақшаи сохтори дастгоҳи биогазиро тасвир намуда шарҳ диҳед.

## ЛЕКСИЯИ 17

### НЕРУГОҲҶОИ БАҶИ БИОГАЗӢ. ЗАРҶОИ НИГОҲДОРАНДАИ ГАЗ (ГАЗГОЛДЕРҶО)

Газголдер – зарҶои махсус мебошанд, ки вазифаи онҳо нигоҳдории газҳои захирашаванда аст. Газголдер аз калимаи англисии ( gasholder, аз gas - газ ва holder –нигоҳдоранда) гирифта шуда, маънояш нигоҳдорӣ аст.

Аввалин газголдер соли 1775 аз тарафи олими Латвия Нерет ба истифода дода шуда буд. Он ба газголдери хушк ва ҳаҷми тағиребанда мансуб буд.

Аз соли 1781 олими химиявии Фаронсаи - Лавуазе аввалин газголдери тарро ки ҳаҷмаш 100 литр буд барои кор дар лаборатория пешниҳод намуд. Ин газголдер чоркунҷашакл буд, вале пас аз чандин сол тахминан солҳои 1789 Лавуазе онро беҳтару хубтар намуда, ба он шакли силиндриро додааст.

Аввалин газголдери шакли чоркунҷагии истехсолӣ аз тарафи олими англис химик Мордохон 1816 пешниҳод шудааст, ки барои нигоҳдории мувозинати газголдер занҷири вазндорро истифода бурдааст. Соли 1820 олими англис химик Клетт газголдери шакли силиндриро пешниҳод намудааст.

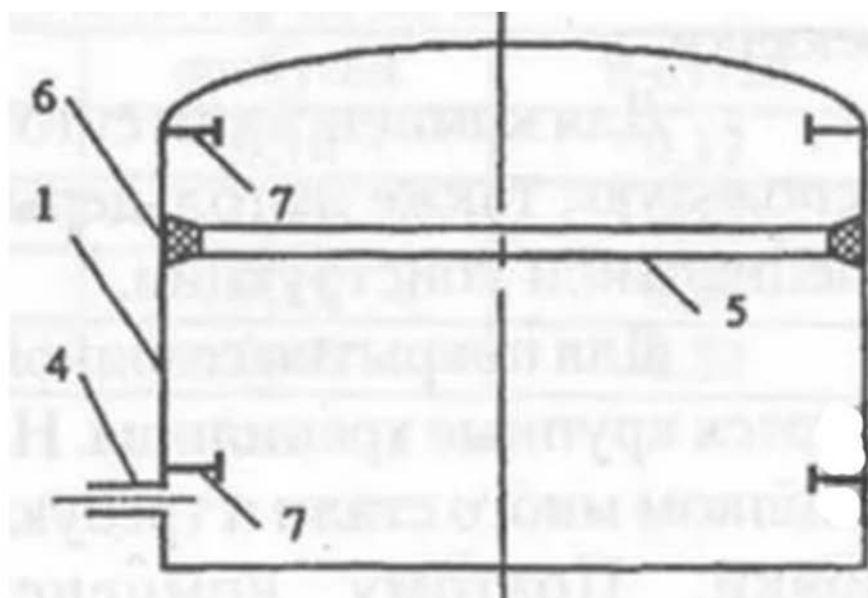
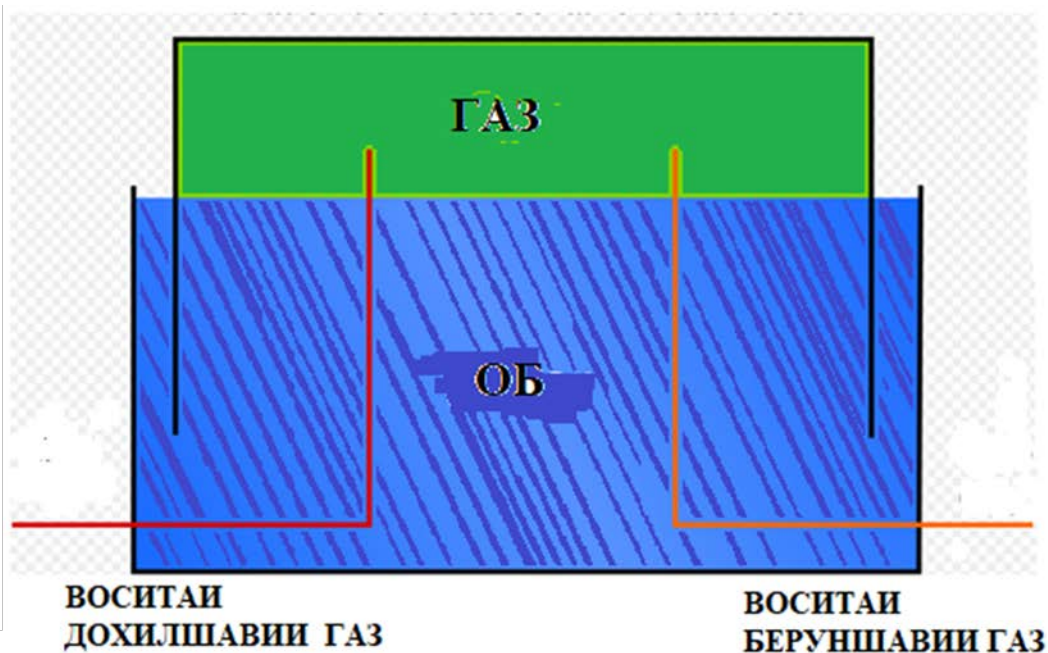


Расми 1 – Намуди умумии газголдерҳо

#### Намудҳои газголдерҳо

Газголдерҳои тар герметизатсияшон ба воситаи об (гидрозатвор) ва газголдерҳои хушк ба воситаи салникҳо иҷро карда шудаанд.

Герметизатсия гуфта ҳолати аз дохили таҷҳизот ва ё зарф нагузаштани газҳо ва ё моеъро ба муҳити атрофро меноманд.



Расми 2 – Намуди умумии газголдери тар

1 – Зарфи нигоҳдорандаи газҳо; 4 – найчаи газдаро; 5 – тасмаи махсуси нигоҳдории сатҳи газ ; 6 – мустаҳкамкунанда; 7 – маҳдудкунандаи ҳаракат;

Газголдери аз рӯи ҳаҷм доимӣ ва тағирёбанда мешаванд. Дар газголдери тағирёбанда газҳо таҳти фишори наздик ба атмосферӣ ва наздик ба ҳарорати муҳити атроф нигоҳ медоранд. Ҳаҷми газголдери бо тағирёбии миқдори гази нигоҳдоранда тағир меебад. Барои газголдери калонҳаҷм метавонад то 50000 м<sup>3</sup> газро бо диаметри то 60 метр нигоҳдоранд.

Газголдери аз маводҳои пӯлод, оҳану бетон ва резина сохтан мумкин аст. Газголдери пӯлодин ва оҳану бетони тар аз ҳавзи силиндрии вертикалӣ, ки бо об пур карда шудааст ва зангулаи аз қисми поёни кушода, ки бо зиёд шудани миқдори газ калон мешавад иборат аст.

Дар газголдeрҳои хушк ҳавзхоро истифода намебаранд ва ҳаҷми он ба воситаи поршенҳо назорат карда мешаванд. Газголдeрҳои ҳаҷмашон тағирёбанда на танҳо барои нигоҳдории газҳо, балки барои нигоҳдории фишори беҳатари мавриди истифодабарӣ мебошанд.

Газголдeрҳои ҳаҷмашон доимӣ шакли курагӣ ва ё цилиндрий доранд. Онҳо аз пӯлод сохта мешаванд ва газхоро таҳти фишори то 1,8 МПа нигоҳ медоранд.

Камбудии ин намуди газголдeр – элементи гермитизасияш нисбатан суст аст.

Истифодабарӣ - захираи газҳо барои истифода дар ҳолати садамавӣ, захираи ҳавои хушк барои системаи автоматикунонӣ, гази нитроген – барои системаи оташқомушкунӣ, ҳаво ва нитроген барои тоза намудани дастгоҳҳои технологӣ ва ғайра истифода мебаранд.

Газголдeрҳои курагӣ барои нигоҳдории газҳо дар ҳаҷми калон аз 600 м<sup>3</sup> то 2000 м<sup>3</sup> ба нақша гирифта шудаанд.

Бартарии газголдeрҳои курагӣ – ин аз ҷиҳати иқтисодӣ мебошад, чунки сарфаи металл ҳангоми соختани онҳо 20%-ро ташкил медиҳад.

Диаметри газголдeри кураги 18 метр мебошад.



Расми 3 – Намуди газголдeрҳои курагӣ

Газголдери цилиндри – ин таҷҳизоти нигоҳдории газ мебошад, ки танай беҳаракат дошта сарпӯш ва тағдон дорад.

Ҳаҷми ин газголдерҳо аз 10000 то 100000м<sup>3</sup> – ро ташкил медиҳанд. Ҳангоми дохилшавии газ аз қисми поёнии он, поршени дохилии онро зери фишор вертикалӣ боло мебарорад.

Ҳангоми истифодабарии газ поршени дохилӣ зери вазни худ газро таҳти фишор поён мефарорад.

**Газголдерҳои тар** - иборат аз иншооти нигоҳдории об, як зангула ва телескопҳо барои нигоҳдории газ, ки ҳаракаткунанда мебошанд, лӯлаи даромад ва баромади газ, клапанҳои бехатарӣ барои озод кардани газ ҳангоми боло рафтани фишор, манометрҳо барои чен кардани фишори газ, индикаторҳо ва нишондиҳандаҳои сатҳ, термометрҳо барои муайян кардани ҳарорат, клапанҳои ҳомӯшкунанда, люкҳои технологӣ барои корҳои оперативӣ ва вентилатсия, таҷҳизот барои тоза кардани такшонҳо ва пасмондаҳои вазнин ва гармкунии ҳавз мавсими зимистон дар назар гирифта шудааст.

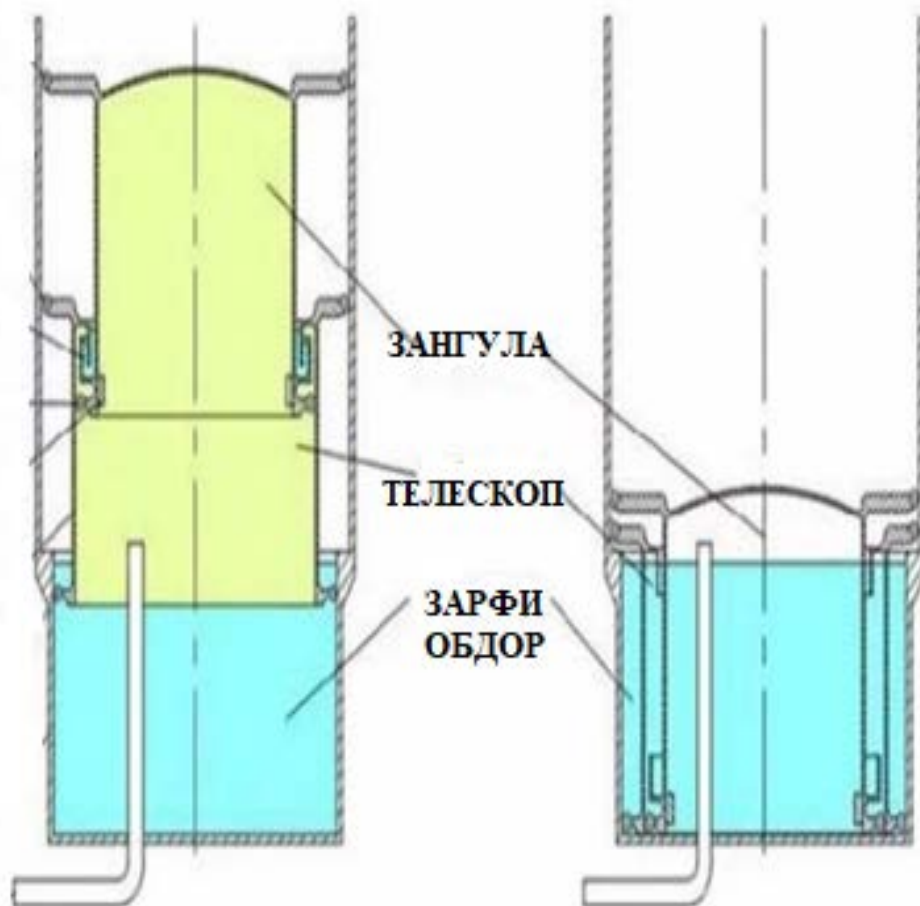
Зангула ва телескоп зарфҳои вертикалӣ мебошанд. Ин зарфҳо дохили якдигар ҷойгир карда шудаанд, ки зангула сарпӯш дорад вале таги зарф надорад, вале телескоп сарпӯш ва таги зарф надорад. Онҳо дохили зарфи диаметраш калон, ки бо об пур карда шудааст ва оли герметизатсияро мебозад, кори газголдер таъмин менамояд.

### **Равандҳои асосӣ дар газголдери тар**

1. Равона намудани гази нигоҳдоранда ба воситаи кубур аз байни об (клапани гидравликӣ), ки дохили камераи обӣ аст ба таги зангула ва телескоп.
2. Истифодаи газ барои истеҳсолот бо таъмини равиши баръакс амалӣ мегардад. Клапани гидравликӣ (Об) барои берун намудани конденсати газӣ ва ҳомӯш намудани газголдер дар вақти таъмир ва боздошти истеҳсолот мавриди истифода қарор дорад.
3. Дар вақти пур намудани зангула бо газ, он ба воситаи роҳнамо вертикалӣ боло меравад ва бо телескоп пайваست шуда онро низ сӯи боло вертикалӣ таҳти фишори гази воридшаванда мебарорад. Ҳангоми ҳолати мувозинатӣ гирифтани фишори газ бо вазни зангула ва телескоп, болоравии онҳо катъ мегардад.

**ГАЗГОЛДЕР ДАР ҲОЛАТИ ПУР  
БУДАН БО ГАЗ**

**ГАЗГОЛДЕР ДАР ҲОЛАТИ  
ХОЛИГӢ**



Расми 4 – Намуди газголдери тар бо зангула

### **Бартарӣ ва норасогиҳо дар кори газголдери тар**

Бартариин ин намуди газголдерҳо – таъмини пурраи стандартии нигоҳдории омехтаи газӣ, истифодабарии оддӣ.

Норасогиин ин намуди газголдерҳо – гармкунӣ дар мавсими зимистон, харҷи баланди металлоконструксия.

Қисми дохилии зангула дар газголдери тар автоматӣ бо тарзи пошдиҳии лаки тамғаи №177 дар 2 қабат ва ранги тамғаи АЛ-177 дар ду қабат. Ин намуди руйпушкунӣ барои ҳамагуна газҳо қобили қабул мебошад, ғайр аз гази оксиген.

Қисми дохилии сатҳи зангула ва телескоп бо  $Pb3O4$  дар асоси лаки алиф дар ду қабат руйпуш мешавад. Қисми дохилаи тамоми газголдер бо лаки этинол дар асоси оксиди сурб руйпуш мешавад. Қисми берунаи газголдер бо лаки перхлорвинил ҳамаги 8 қабат руйпуш мешавад.



### **Саволҳои санҷишӣ**

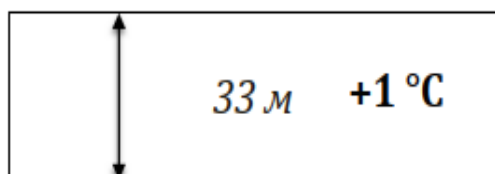
1. Газголдeр чист ва вазифаи он?
2. Аввалин газголдeр дар кадом сол истифода гардид?
3. Намудҳои газголдeрҳоро номбар намоед.
4. Газголдeри тар чигуна сохт дорад?
5. Газголдeрҳо аз руи ҳаҷм чигуна мешаванд?
6. Газголдeрҳои ҳаҷмашон доимӣ чигуна шакл доранд?
7. Равандҳои асосӣ дар газголдeри тар гузарандаро шарҳ диҳед.
8. Бартари ва норасии газголдeрҳо дар чист?

## ЛЕКСИЯИ 18

### НЕРУГОҶИ БАҶҚИИ ГЕОТЕРМАЛӢ

Зери мафҳуми геотермалӣ (аз калимаи юнонӣ “гео” – замин ва “термо” – гармӣ) илм дар бораи омӯзиши ҳолати гармии қаъри замин ва сохти геологии қабатҳо, равандҳои магматикӣ ва якқатор омилҳои дигар мебошад.

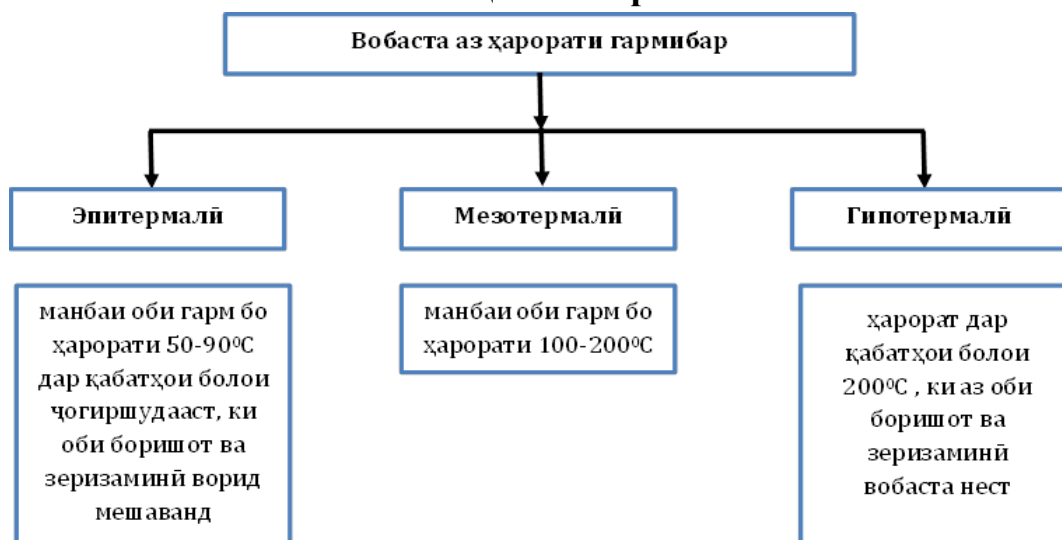
Зинаи геотермӣ – гуфта қабати бо метр ченшавандаи заминро дар назар доранд, ки ҳарорат ба  $1^{\circ}\text{C}$  тағйир меёбад. Ин зина бо назардошти тағйирёбии шабонарӯзи ва бисёрсолаи миёна 1,5 – 40 метрро ташкил медиҳад.



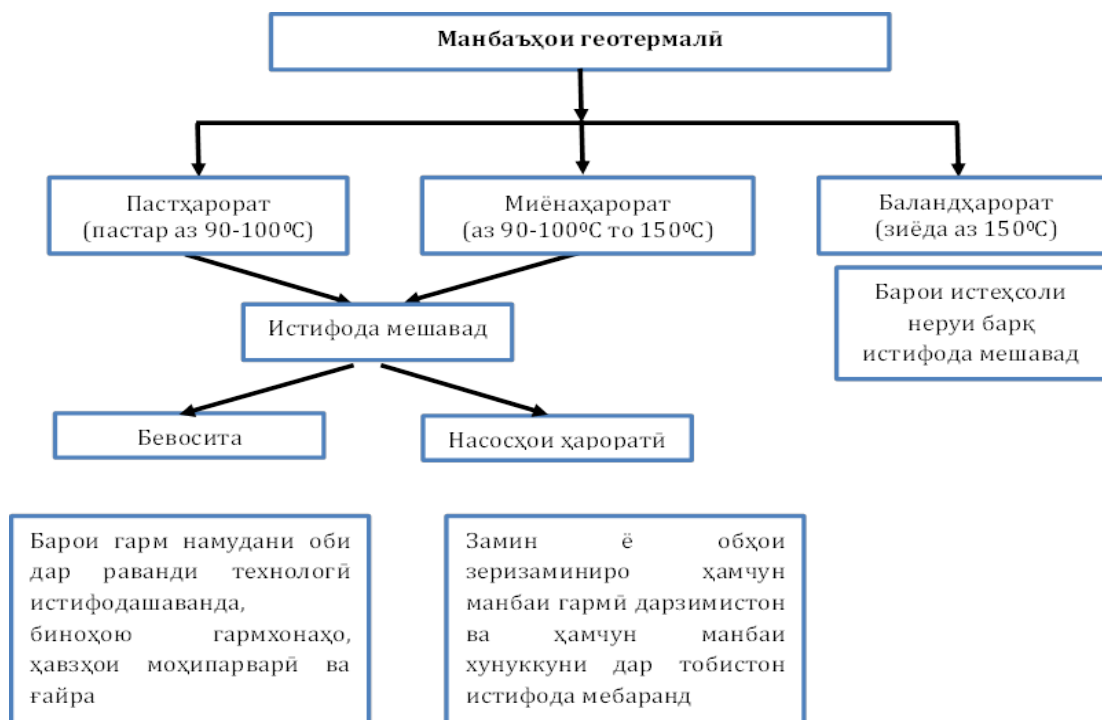
Ба ҳисоби миёна зинаи геотермӣ баробар аст ба 33 м

Дар минтақаҳои вулқонӣ аномалияи ҳарорат мушоҳида мегардад, ки дар умқи 2 – 3 м ҳарорат  $1^{\circ}\text{C}$  баланд мегардад.

#### Манбаҳои геотермалӣ



Расми 1 - Гуруҳбандии манбаҳои геотермалӣ вобаста аз ҳарораташон



Расми 2 - Сохтори истифодаи манбаъҳои геотермалӣ вобаста аз ҳарораташон

Дар Ҷумҳурии Тоҷикистон обҳои термалӣ мавҷуд буда асосан бо мақсади таъбиқати истифода мешаванд. Аз ҳама чашмаҳои маъмули ҷумҳурии Хоча – Обигарм, Обигарм, Гармчашма ва ғайраҳо мебошад. Дар айни замон дар ҳудуди Ҷумҳурии Тоҷикистон зиёда аз 120 чашмаҳои дорои оби гарм маълум мебошад, ки истифодабарии 15 он ба роҳ монда шудааст.

Мувофиқи таҳлилҳои олимони аксарияти ин чашмаҳо дар минтақаҳои кӯҳистон ҷойгир мебошанд, ки барои истифодаи онҳо ҳамчун манбаи гармӣ қулай мебошад. Чуноне, ки аз маълумотҳо бармеояд, дебити умумии 33 чашма 174,25 л/сонияро ташкил дода, аз он 60,63 л/сония ба минтақаи Бадахшон рост меояд. Обҳои термалии Тоҷикистон ҳарорати ихроҷшавиашон аз замин аз +38 то +93°C дараҷаи тақрибан миёна (+50°C) мебошад.

### Эҳтимолияти таъсири экологии нуругоҳҳои геотермалӣ

Таъсири асосиро нуругоҳҳои геотермалӣ дар давраи коркарди манбаъ, сохтмони лӯлаҳои буғ ва бинои нуругоҳ мерасонад, ки одатан масоҳаташ маҳдуд мебошад.

Буғ ва гази табиӣ одатан бо буридани чоҳ бо чуқурии аз 300 м то 2700 м., ба даст оварда мешавад. Дар зери таъсири фишори дохили буғ ба рӯи замин баромада тавассути лӯлаҳои рӯйпушкардашуда ба тарафи турбинаҳо равона карда мешавад. Масалан дар водии гейзерҳо (ИМА) маҳсулнокии ҳар як чоҳ ба ҳисоби миёна 7МВт – ро ташкил медиҳад. Барои кори нуругоҳи дорои

тавоноии 1000МВт 150 адад чоҳ зарур мебошад, ки дар масоҳати зиёда аз 19 км квадратӣ ҷойгир мегардад.

Пайомади потенциалии коркард ва истифодабарии манбаъҳои геотермалӣ дар фуруравии замин ва омилҳои заминларза мебошад.

Таъсири манфии экологии неругоҳҳои геотермалӣ инҳоянд:

ҷудо гардидани қитъаи замин;

тағйирёбии сатҳи обҳои зеризаминӣ, фуруравӣ ва ботлоқгардии замин;

ҳаракати қишри замин, баландгардидани ҳолатҳои зилзилавӣ;

ихроҷи газҳо (метан, водород, азот, аммиак ва ғ.);

ихроҷи гармӣ ба ҳаво ё қабати рӯйи замин;

партов гардиани обҳои захролудшуда ва конденсатҳо, ифлосшавии ҳаҷми хурд бо симоб, аммиак ва ғ.;

ифлосшавии обҳои зеризаминӣ, қабатҳои оби зеризамин ва шуршавии хок;

ҳангоми раҳнашавии лӯлаҳо ба муҳит партофта шудани ҳаҷми калони маводҳои зараррасон.

### **Саволҳои санҷишӣ**

1. Мафҳуми “геотермалӣ” чи маъно дорад?
2. Зинаи геотермалӣ гуфта чи дар назар дошта мешавад?
3. Қабати зинаи геотермалӣ чанд метрро ташкил медиҳад?
4. Гуруҳбандии манбаъҳои геотермалӣ вобаста аз ҳарораташон чигуна сурат мегирад?
5. Чашмаҳои геотермалӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистонро номбар намоед.
6. Таъсири манфии экологии неругоҳҳои геотермалӣ кадомҳоянд.

## ЛЕКСИЯИ 19

### НАСОСҶОИ ҶАРОРАТИ

Насоси ҳароратӣ – дастгоҳ барои гузаронидани энергияи гармӣ аз манбаи пастҳарорат ба истифодабарандагон бо ҳарорати нисбатан баланд. Насоси ҳароратии термодинамикӣ дар умум дастгоҳ – яхдони оддиро менамояд. Агар дар яхдон мақсади асосӣ ҳосили хуноки бо роҳи гирифтани гармӣ тавассути бухоркунак ва бо ёрии конденсатор бошад “партофти” гармиро ба муҳит амалӣ мешавад, ки дар насосҳои ҳарорати ин раванд баракс амалӣ мегардад. Конденсатор аппарати гармимубодилакунаке мебошад, ки барои истифодабаранда гармиро ҷудо карда ва бухоркунак бошад аппарати гармиивазкуни мебошад, ки гармии пастҳароратро (потенциалаш паст) аз ҳавз, обҳои қорезӣ ва ба он монандро мегирад.

Агар ба таърихи насосҳои ҳарорати назар кунем аввалин маротиба соли 1852 аз тарафи физик ва муҳандиси маъруфи бритониёи Уилям Томпсон (Лорд Келвин) концепсияи он пешниҳод гардида, аз тарафи муҳандиси австриягӣ Петер Риттер фон Риттингер баъдан мукаммал ва тафсир карда шудааст. Петер Риттер фон Риттингерро кашфкунандаи насоси ҳароратӣ мешуморанд, зеро маҳз ӯ дар соли 1855 аввалин насоси ҳароратиро тарҳрези намуда, мавриди истифода қарор додааст. Вале истифодабарии амалиро насосҳои ҳарорати баъдан солҳои 40 –уми асри XX аз тарафи ихтироъкори ҳаваскор Роберт Вебер (Robert C. Webber) бо камераи хунокуни таҷриба гузаронд.

Як рӯз Вебер нохост ба лӯлаи гарми аз камера бароянда даст расонд ва дарк намуд, ки гармӣ беҳуда ба берун “партофта” мешавад. Ихтирок дар фикри он шуд, ки чигуна ин гармиро истифода кард, бо ин мақсад лӯларо дар дохили бойлер бо мақсади гарм кардани об ҷойгир намуд. Дар натиҷа Вебер оилаи худро бо он миқдор гармӣ таъмин кард, ки аз хароҷоти як рӯзаи онҳо зиёдатӣ мекард ва ҳато як қисми гарми аз об дар хона бухор мешуд. Ин ҳолат ихтирокоро ба фикре талқин намуд, ки аз як манбаъ метавон ҳам об ва ҳам ҳаворо гарм кард. Бинобар ин Вебер ихтирои худро мукаммал гардонида обро тавасути лӯлаи морпеч равона карда бо ёрии боддиҳаки начандон калон ҳаворо аз дохили он бо мақсади гарм намудани хона равона кард. Бо мурури замон маҳз дар фикри Вебер идеяи “кашида баровардани” гармӣ аз замин омад, ки ҳарорати он дар давоми сол қариб бетағйир мебошад. Ӯ дар зери замин лӯлаҳои мисини морпечро хобонид, ки аз дохили он фреон мегузашт ва гармии заминро “меғундошт”. Газ конденсатсияшуда гармии худро ба ҳама ҷойҳо дода боз ба тарафи лӯлаҳои морпеч равона карда мешуд. Ҳама бошад

дар дохили хона бо ёрии боддихаки начандон калон ба ҳаракат дароварда мешуд.

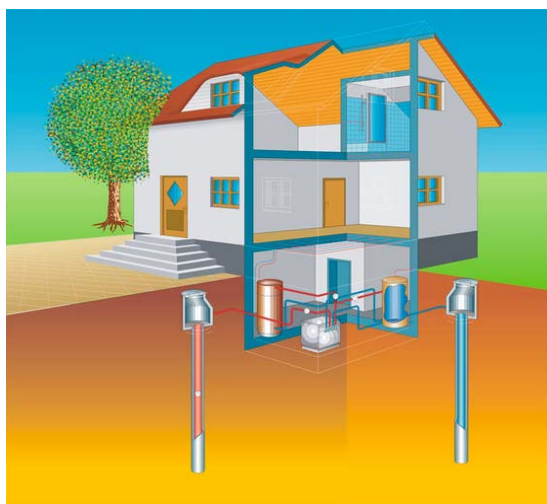
Дар соли 1940 насосҳои ҳароратӣ бинобар сабаби самаранокиашон алақай маълум буданд, вале талаботи асосӣ баъд аз солҳои 1970 ба онҳо зиёд шуд.

Вобаста аз принципи кори насосҳои ҳароратӣ ба компрессорӣ ва абсорбсионӣ чундо мешаванд. Насосҳои ҳароратии компресссионӣ ҳамеша бо ёрии муҳаррики электрикӣ ба кор дароварда мешаванд. Насосҳои ҳароратии абсорбсионӣ метавонанд гармиро ҳамчун манбаи энергия истифода намоянд.

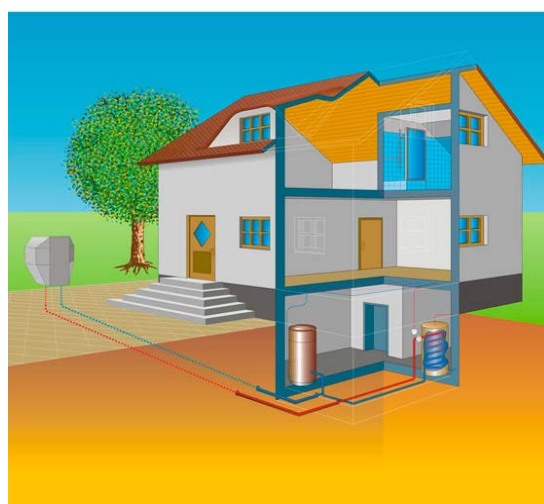
Барои компрессор низ манбаи гармии паст потенциал зарур мебошад. Дар раванди кори компрессор неруи барқро истифода мебарад.

Таносуби гармии ҳосилшуда ва неруи барқи истифодашударо зарифи трансформатсия (ё зарифи табдилдиҳии гармӣ) меноманд, ки ҳамчун нишондоди самаранокии насоси ҳароратӣ истифода мешавад. Ин нишондод аз фарқи ҳарорат дар бухоркунак ва конденсатор вобастааст. Ҳарчи қадар фарқият калон бошад, ҳамон қадар ин нишондод кам мешавад.

Аз рӯйи намуди гармибар дар контури дароянда ва бароянда насосҳоро ба шаш намуд чундо менамоянд: “замин - об”, “об - об”, “ҳаво - об”, “замин - ҳаво”, “об - ҳаво”, “ҳаво - ҳаво” (расми 1). Ҳангоми истифодабурдани энергияи замин ҳамчун манбаи гармӣ, ки дар он моё давр мезанад дар масофаи 30-50см поёнтар аз қабати яхбанди замин ҷойгир карда мешавад. Мисол барои насоси ҳароратии тавоноияш 10кВт контури заминии дарозияш 350 – 450 м лозим мебошад, ки масоҳати тақрибан 400 м<sup>2</sup> (20x20м) зарур мебошад.



Насосҳои оби



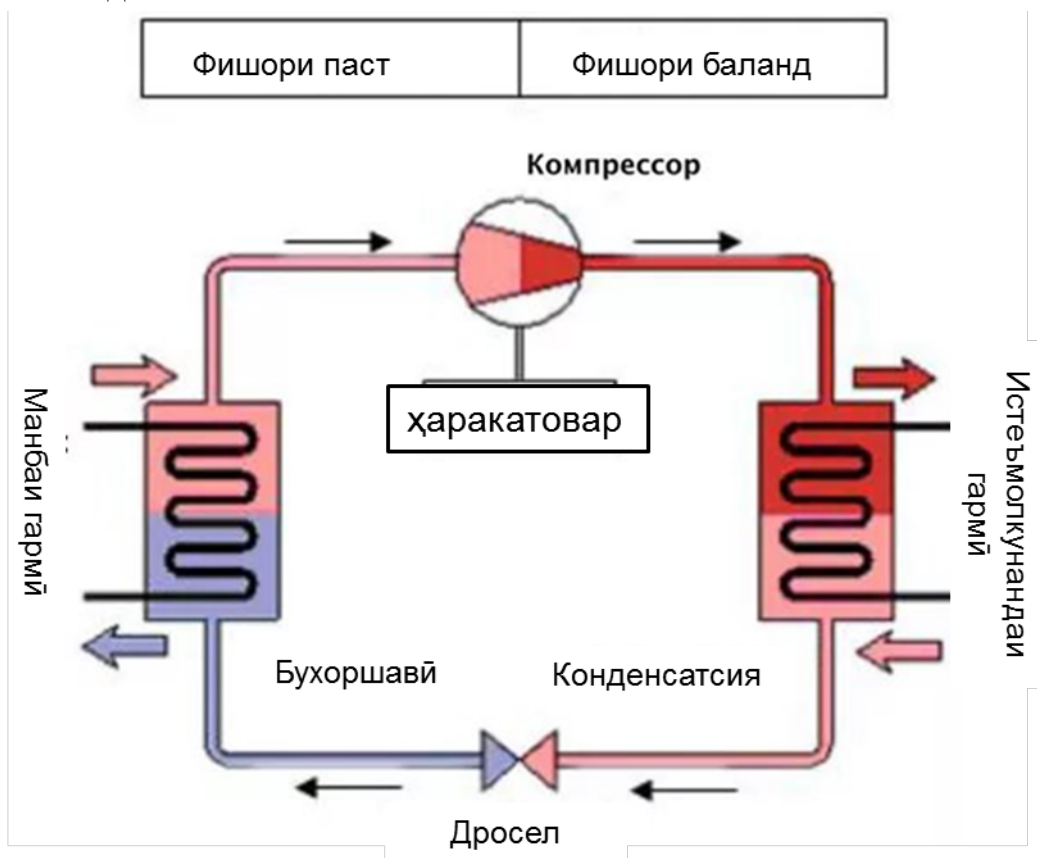
Насосҳои ҳавои

Расми 1. Намунаҳои насоси ҳароратӣ

Ба ҳайси бартариятҳои насосҳои ҳарорати пеш аз ҳама сарфанокии онро қайд намудан зарур аст: барои таҳвил додани 1 кВт\*соат энергияи гармӣ ба системаи гармидиҳӣ дар насоси ҳарорати 0,2-0,35 кВт\*соат неруи

барқ сарф мегардад. Ҳамаи системаҳо бо контурҳои сарбаст фаъолият мекунад ва қариб, ки хароҷотҳои истеҳсолиро (истифодабариро) талаб намекунад, ба ғайр аз пардохти маблағи нури барқи истифодашуда. Ҳангоми мавҷуд будани шароит ва дастраси ба дигар намуди манбаҳои барқароршавандаи энергия (оғтоб, бод ва ғ.) нури барқи заруриро метавон аз ин манбаҳо таълид ва насосҳои ҳароратиро таъмин кард. Мӯҳлати баргардонидани маблағ барои насосҳои ҳароратӣ 4-9 солро дар бар мегирад, ки мӯҳлати истифодабарии онҳо то таъмири асосӣ 15 – 20 сол мебошад.

Дар расми 2 нақшаи сохтории насоси ҳароратӣ оварда шудааст, ки аз рӯи принципи яхдон кор мекунад. Контури асосии насос шартан ба воситаи дросел ва компрессор ба ду қисм ҷудо карда шудааст, ки як қисми он дорои фишори паст одатан манбаи ҳароратӣ, қисми дигар бошад дорои фишори баланд мебошад. Чи тавре, ки дар боло қайд намудем қимати зарифи трансформатсия аз фарқи ҳароратҳо байни бухоркунак ва конденсатор вобаста мебошад.



Расми 2. Нақшаи сохтории насоси ҳароратӣ

### Даври кории насоси ҳароратӣ

Насоси ҳароратиро метавонем ба намуди системаи иборат аз се контур тасавур намоем. Дар контури якум гармибар ҷойгир аст, ки энергияи гармиро аз манбаи пастпотенциал мегирад. Дар контури дуюм “хладогент”

сиркулятсия мешавад, ки бухор шуда гармиро ба худ мегирад ва дар қисмати дигар конденсатсия шуда, гармиро ба контури сеюм медиҳад. Дар контури сеюм бошад гармибар (масалан об) давр мезанад, ки гармиро дар системаи гармидиҳӣ давр мезаноад.

Хладагенти моеъ ба бухоркунак воридшуда ба ҳолати гази мегузарад. Барои амалӣ шудани ин раванд энергияи зарурӣ аз гармибари дар контури якум даврзананда гирифта мешавад. Баъдан хладагенти газмонанди ба якчанд дараҷа гармшуда бо компрессор кашида мешавад, ки фишурдашавии газ амалӣ мегардад. Фишори газ якчанд маротиба баланд гардида, дар ин ҳангом ҳарораташ низ баланд мегардад: агардар даромад ҳарорат баробари 6-10°C бошад, дар баромад ҳарорат наздики 60°C ташкил медиҳад. Дар зинаи дигар гази гармкарда шуда ба конденсатор равона шуда энергияи гармиро ба системаи гармитаминкунӣ медиҳад, ки дар натиҷа худи он конденсатсия шуда ба моеъ табдил мегардад. Фишори зиёдати бо ёрии дросел партофта (яъне кам кардашуда) давр аз нав такрор мегардад.

Насосҳои ҳароратӣ ба замми самаранок буданашон боз бе хатар низ мебошанд, зеро, дар онҳо сӯзишворӣ ва оташ ва газҳои захрнок истифода намешаванд.

Норасоии асосии насосҳои ҳароратӣ гаронарзишии онҳоро гуфтан мумкин аст. Бинобар ин сабаб ҳангоми интиҳоби насосҳои ҳарорати тавсия дода мешавад, ки тавоноии онҳо аз тавоноии максималии муайяншуда 60-80% ташкил диҳад басанда мебошад. Дар ҳолатҳои зарури бошад метованем аз манбаи иловагии барқӣ истифода кард.

### **Саволҳои санҷишӣ**

1. Насосҳои ҳарорати чи вазифа доранд?
2. Насоси ҳароратии термодинамикӣ ба чи монанд аст?
3. Насосҳои ҳароратии абсорбсионӣ чиро метавонанд ҳамчун манбаи энергия истифода намоянд?
4. Насосҳои ҳароратии компрессионӣ ҳамеша бо ёрии кадом дастгоҳ ба кор дароварда мешаванд?
5. Аз рӯи намуди гармибар дар контури дароянда ва бароянда насосҳо ба чанд намуд ҷудо менамоянд?



## ЛЕКСИЯИ 20

### ЗАХИРАКУНИИ ЭНЕРГИЯИ ЭЛЕКТРИКӢ

Имрӯзҳо соҳаҳои гуногуни хоҷагии халқ ва нақлиёт ҷиҳати кам намудани партовҳои гулхонаи ва истифодаи неруи барқ ҳаракат мекунанд, ки дар натиҷа, эҳтиёҷ ба захираи боэътимод, самаранок ва камхарчи энергия босуръат меафзояд. Мавзӯи мазкур маълумоти умумиро оид ба ҷамъоварӣ ва нигоҳдории энергия дар ҳама гуна шаклро дар бар мегирад. Амалан имрӯзҳо энергия бо роҳу воситаҳои (технологияҳои) гуногун иҷро мегардад, аз ҷумла: бо истифодаи батареяҳо, конденсаторҳо, энергияи кинетикӣ, захира кардани энергия дар шакли моеъи тафсон ё хунукшуда, инчунин дар шакли ҳидроген - ҳамаи онҳо аллакай дастрас ва дар истифода мебошанд, ки имкониятҳои васеъ фароҳам меоранд. Аммо, чунон ки одатан дар ҳаёти мо рӯй медиҳад, усули идеалӣ вучуд надорад ва ҳар як технологияи номбаршуда вобаста ба истифодаи минбаъдаи энергияи ҷамъшуда бартарию норасоии худро дорад.

Технологияҳои нигоҳдории энергия дар рушди системаҳои муосири энергетикӣ ҷамъияти нақши рӯзафзун мебозанд. Масалан, иқтидори умумии нигоҳдории энергия дар ИМА аллакай аз 2 ГВт/соат зиёд мебошад.

#### Системаҳои захираи энергия

Имрӯзҳо восита ва технологияҳои гуногун барои дар як муддати кӯтоҳ захира намудани энергияи истехсолшуда - бо мақсади истифодаи минбаъдаи он мавҷуд мебошад. Системаҳои нигоҳдории энергияи барқӣ ва гармӣ маъмултарин мебошанд, аз ин рӯ, ҳангоми тарҳрезии иншоот ва системаҳои муҳандисии замонавӣ онҳо аз ҷониби муассисаҳои коммуналӣ истифода мешаванд.

Таҷҳизоти нигоҳдории энергия дастгоҳест барои энергияро қабул, захира ва озод намудан, ки онро бе табдил додан истифода баранд.

Дар айни замон манбаъҳои энергияи зиёди гуногуни вучуд дорад: офтоб, бод (шамол), дарёҳо ва ба монанди инҳо. Вале ин манбаъҳои энергия як норасоии ҷашмрас доранд, ки он ҳам бошад доимӣ намудани онҳо мебошад. Бинобар ин ҳангоми зиёд будани он аз дастгоҳҳои захиракунии энергия истифода мебаранд, ки дорой тавсифҳои зерин мебошанд:

1. Арзиши омодаасозӣ.
2. Ҳаҷми энергияи захирашаванда.
3. Ҳаҷми хароҷот барои хизматрасонӣ.

4. Ётимоднокӣ.
5. Суръати захиракунии энергия.
6. Мӯҳлати нигоҳдории энергия.
7. Зичии хос.
8. Суръати озод намудани (баргардонидани) энергия.

Гуруҳбандии дастгоҳҳои захиракунии энергия гуногун ва зиёд мебошад, аз ҳама роҳи қулай гуруҳбандии онҳо аз рӯйи намуди энергияи захирашаванда мебошад. Аз рӯйи намуди энергияи захирашаванда дастгоҳҳои захиракунии энергия чунин гуруҳбандӣ карда мешаванд:

1. Кимиёвӣ.
2. Механикӣ.
3. Ҳароратӣ.
4. Электрикӣ.

Принсипи кори дастгоҳи захиракунии энергияи потенциали хело содда мебошад. Ҳангоми ба боло бардоштани бор захирашавии энергия потенциали амалӣ мегардад ва ҳангоми ба поин овардани он қор иҷро мегардад. Хусусиятҳои хоси чунин конструксияҳо аз намуди бор вобаста мебошад. Бор метавонад маводи майдадона (рег, шағал ва ғ.), моеъ ва ҷисми сахт бошад. Бинобар сабаби содда будани сохти конструксия чунин дастгоҳҳо дорои ётимоднокии баланд ва муҳлати тулонии истифодабари доранд. Дар соҳаи электроэнергетика чунин дастгоҳҳои хело қам ва маҳдуд истифода мешаванд.

### **Системаҳои кимиёвӣ**

Илова ба батареяҳо, ки маъмулан аз раванди электрохимиявӣ асос ёфтаанд, дигар системаҳои нигоҳдории энергияи кимиёвӣ низ мавҷуданд: ба монанди тавлид ва нигоҳдории ҳидроген. Энергияи электрикӣ барои тавлиди ҳидроген аз об тавассути электролиз истифода мешавад.

Пас аз он ҳидроген фишурда мешавад ва барои истифодаи оянда дар генераторҳои ҳидрогенӣ ё ҳамчун сӯзишворӣ (ба намуди газ) нигоҳ дошта мешавад ва дубора ба об табдил меёбад. Ин раванд имкон медиҳад, ки миқдори зиёди энергия захира карда шавад, аммо ин технология самараноктарин нест. Мушкилот дар он аст, ки он худ аз худ энергияталаб аст. Зеро барои истихроҷи ҳидроген аз об, гази табиӣ ё биомасса, захира кардани газ тавассути фишурдан ё моеъ ва интиқоли он ба истифодабаранда энергияи зиёдро талаб мекунад. Инчунин, ҳангоми табдил додани неруи барқ ба табдили сӯзишворӣ як қисми энергия талаф мешавад.

## Системаҳои механикӣ

Системаҳои нигоҳдории энергияи механикӣ – энергияи барқро ба энергияи потенциалӣ ё кинетикӣ табдил медиҳанд ва онро дар он шакл нигоҳ дошта, ҳангоми зарурат дубора ба энергияи барқ табдил медиҳанд. Системаҳои маъмулие, ки дар асоси ин раванд асос ёфтаанд инҳоянд: нуругоҳҳои барқии обзахиравӣ, маховикҳои механикӣ ва дастгоҳҳои нигоҳдории ҳавои фишурда.

## Системаҳои ҳароратӣ

Захираи энергияи гармӣ ба мо имкон медиҳад, ки энергияи “ҳароратиро” (гарм ё хунук) захира намоем ва баъдтар онро барои таъмини мувозинати талаботи энергия байни истеъмоли шабонарӯзӣ ва ҳатто дар фаслҳои гуногуни иқлим истифода барем. Татбиқи маъмултарини чунин система дар шакли зарфҳои нигоҳдорӣ барои хунук кардани об ё гарм кардани об (расми 3) мебошад, ки мумкин аст дар давраҳои кам шудани талабот ба энергия тавлид ва сипас ҳангоми баланд гардидани талабот бароварда шавад, ки барои рӯйпушкунии қуллаи графика бор хизмат мекунад. Дигар системаҳои нигоҳдории энергияи гармӣ намакҳои гудохта, нигоҳдории ях ва криоген мебошад.



Расми 3 – Нигоҳдорандаи ҳарорати аз  $+100^{\circ}\text{C}$  то  $-30^{\circ}\text{C}$

## Энергияи электрикӣ

Яке аз пешравиҳои бузургтарин дар соҳаи энергетика ин системаҳои нигоҳдории нерӯи барқ ба монанди батареяҳо ва конденсаторҳо мебошанд, ки даҳсолаи охир хело бо суръат рушд мекунад. Батареяҳои литий-ионӣ зуд ба як қувваи корӣ табдил ёфтанд, ки одатан дар системаҳои энергетикӣ бузург барои нигоҳдории энергияи истифода мешаванд. Ғайр аз ин, чунин

аккумуляторҳо қисми асосии парки бо суръати тез афзудаистодаи электромобилҳо мебошанд.

Илова бар ин, батареяҳои ба ном чараёнӣ ё буферӣ насб карда мешаванд, ки метавонанд дар робита ба иқтидори қуллаи зарурӣ ва давомнокӣ барои чуброни энергияи камшуда истифода шаванд.

Нақши онҳоро конденсаторҳо - дастгоҳҳои иҷро карда метавонанд, ки энергияи электрикиро дар шакли заряди электростатикӣ дар пластинаҳои металли ноқилшон бе табилди кимиёвӣ чамъ мекунанд.

Энергияи дар конденсатор чамъшуда бо формулаи аз курси мактаб маълум буда тавсиф карда мешавад:

$$W = 1/2 Q^2 / C = 1/2 C \times V^2,$$

ки дар он  $Q$  - миқдори заряди дар конденсатор захирашуда,  $C$  - иқтидори конденсатор ва  $V$  - шиддат дар конденсатор.

Тавре ки шумо аз муодилаи боло мебинед, миқдори максималии энергияе, ки дар конденсатор нигоҳ дошта мешавад, аз зарфият ва инчунин дараҷаи максималии шиддати конденсатор вобаста аст. Энергияи захирашударо аз конденсатор зуд озод кардан мумкин аст, зеро конденсаторҳо муқовимати дохилӣ хеле паст доранд.

Чунин дастгоҳҳо аксар вақт дар системаҳои истифода мешавад, ки дорои бори қалон бо речаи дар мудати кӯтоҳ баландшавӣ мебошанд. Вақте ки конденсатор ба манбаи барқ пайваस्त карда мешавад, он энергияро захира мекунад (бе талаб кардани пуркунандаи махсус барқ пур карда мешавад).

Вақте ки як қисми энергияи иловагӣ лозим аст, конденсатор энергияи чамъшударо хориҷ мекунад (разряд карда мешавад), дар ин маврид ба батарея монанд аст. Фарқият дар он аст, ки батарея, тавре ки аллақай зикр гардид, барои нигоҳ доштани энергия равандҳои электрохимиявиро истифода мебарад, дар ҳоле ки конденсатор танҳо заряди барқро нигоҳ медорад. Ҳамин тариқ, конденсаторҳо метавонанд энергияи захирашударо нисбат ба батареяҳо бо суръати хеле тезтар озод кунанд, зеро равандҳои кимиёвӣ барои табилд додани энергия ва тарк кардан аз батарея тӯл мекашанд. Бо вучуди ин, конденсаторҳо барои чуброни нерӯи реактивӣ бештар истифода мешаванд, ки он боиси талафот дар шабакаҳои барқӣ мегардад.

Аккумуляторҳои энергияи электрикӣ ҳамчун манбаи захиравӣ ва мухтор қариб, ки дар тамоми соҳаҳои хоҷагӣ, асбобу дастгоҳҳо истифода мешаванд.

Аккумуляторҳо манбаи мустақилест, ки дорои ҷараёни доимӣ бе басомад мебошад.

Дар дастгоҳҳои электрикӣ одатан аккумуляторҳои ишқорӣ, гелий, литий - ион ва кадмию – никелӣ истифода мешаванд. Нишондоди асосии аккумулятор ғунҷоиши он мебошад. Ғунҷоиши аккумулятор аз рӯи миқдори энергияи электрикӣ ҳангоми разряди он то нишондоди минималии ҷоизи шиддат муайян карда мешвад. Ғунҷоишро аз рӯи ифодаи зерин муайян мекунанд:

$$C = I \cdot t, A \cdot \text{соат}$$

ки дар инҷо:  $I$  — қимати ҷараёни зарядгирӣ;  $t$  — вақти заряддиҳӣ то шиддати минималӣ дар як соат.

Ғунҷоиши аккумуляторҳо аз нишондодҳои зерин вобаста мебошад: намуди пластинаҳо, миқдори массаи ғабол, ҳолат ва ғафсии қабат, шумора, зичӣ ва ҳарорати электролит, қимати ҷараёни зарядгирӣ.

Батарейи аккумуляторӣ наметавонад ҳангоми разряддиҳӣ ҳамаи энергияи дар вақти зарядгирӣ қабулшударо баргардонад, зеро як қисми энергия дар гармшавии электролит, худзаряддиҳӣ ва таҷзияшавии об сарф мешавад. Аккумуляторҳо аз рӯи самараи ғунҷоиш ва энергия фарқ мекунанд.

Самаранокӣ аз рӯи ғунҷоиш  $\eta_e$  чун нисбати миқдори неруи электрикӣ дошудаи аккумулятор бар миқдори неруи электрикӣ гирифташудаи он муайян карда мешвад:

$$\eta_e = \frac{C_P}{C_3} = \frac{I_P t_P}{I_3 t_3} \cdot 100\%$$

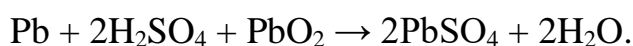
Самаранокӣ аз рӯи энергия  $\eta_{\varepsilon}$  - таносуби энергияи электрикӣ аккумуляторро ҳангоми заряддиҳӣ нисбат ба энергия қабулнамудаи он ҳангоми зарядгирӣ нишон медиҳад:

$$\eta_{\varepsilon} = \frac{C_P U_P}{C_3 U_3} = \eta_e \frac{U_P}{U_3} \cdot 100\%$$

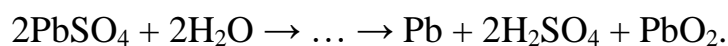
ки дар инҷо  $C_P, I_P, t_P, U_P$  — мутаносибан ғунҷоиш, ҷараён, вақт ва шиддати миёна ҳангоми заряддиҳӣ мебошанд;  $C_3, I_3, t_3, U_3$  — мутаносибан ғунҷоиш, ҷараён, вақт ва шиддати миёна ҳангоми зарядгирӣ мебошанд.

Дар речаи нормалӣ «зарядгирӣ/заряддихӣ» самаранокии аккумуляторҳои ишқорӣ мутаносибан аз рӯи ғунҷоиш 85 – 90%, энергияи он бошад 65 – 70% - ро ташкил медиҳад.

Аккумулятори электрикии сурбӣ манбаи химиявии энергияи электрикии мебошад, ки бо фарқ аз элементҳои галваникӣ реаксияҳои дар онҳо гузаранда барқароршаванда буда, ҳангоми таъсири ҷараёни доимии зарядгирӣ пурра барқарор карда мешавад. Дар вақти заряддиҳии аккумулятор пластинаҳои мусбӣ сурбӣ тоза ва пластинаҳои манфӣ ба сульфати сурб мубаддал мегарданд:



Ин раванд ба он оварда мерасонад, ки зичии электролит дар аккумулятор бинобар пайдошавии сульфати сурбӣ ва ҷудошавии об паст мегардад. Ҳангоми зарядгирии аккумулятор бошад ин раванд чаппа мегузарад:



Концентратсия ё зичии электролит дар аккумуляторҳои кислотагӣ омили асосии муайянкунандаи ҳолати он дар вақти (речаи) корӣ мебошад. Тағйирёбии зичии электролит ба тағйирёбии ҚЭҲ ва мутаносибан ба шиддати аккумулятор дар вақти заряддиҳӣ ва разряддиҳӣ таъсир мерасонад. Дар асоси таҳқиқот вобастагии ҚЭҲ – и аккумулятор аз зичии электролит муайян карда шудааст:  $E = 0,84 + d$ ,

ки дар инҷо  $E$  — ҚЭҲ – и аккумулятор;  $d$  — зичии электролит; 0,84 — ҷамъшавандаи доимӣ.

Шиддат ҳангоми зарядгирӣ ва заряддиҳӣ аз рӯи ифодаҳои зерин муайян карда мешавад:

$$U_P = 0,84 + d - I_P R_B;$$

$$U_3 = 0,84 + d + I_3 R_B,$$

ки дар инҷо  $I_P, I_3$  — ҷараёни зарядгирӣ ва заряддиҳӣ;  $R_B$  — муқовимати дохилӣ тақрибан баробари 0,05 Ом.

Муқовимати дохилии аккумуляторҳо аз рӯи формула чунин ҳисоб карда мешавад:

$$R_B = \frac{U_a - E_a}{I_3},$$

ки дар инҷо  $U_a$  — шиддати аккумуляторҳо;

$E_a$  — ҚЭҲ - и аккумулятор;

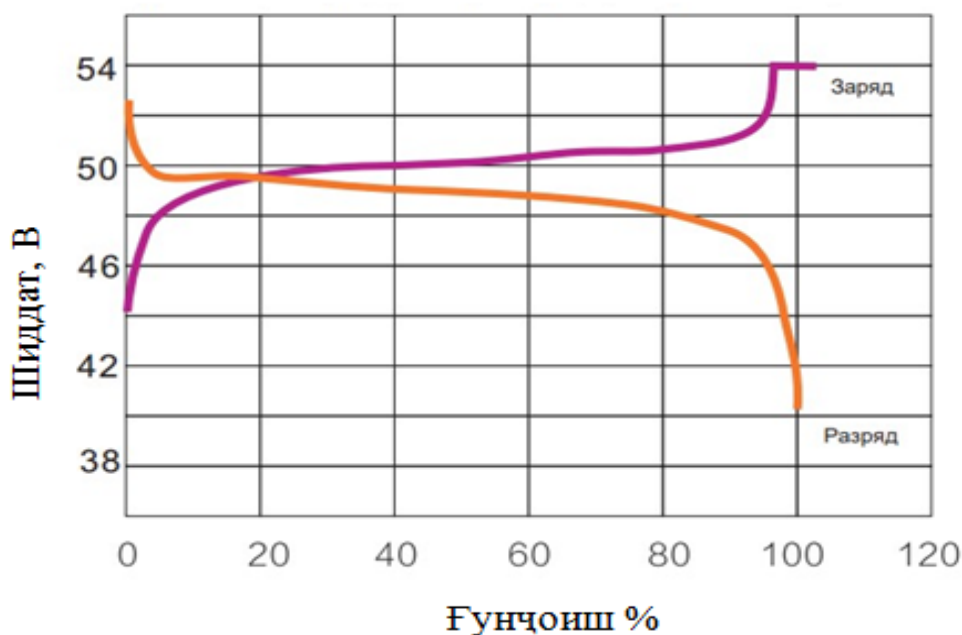
$I_3$  — ҷараёни зарядгирӣ.

Аз ифодаи аввал дида мешавад, ки тағйирёбии шиддат  $U_p$  ҳангоми разряд аз тағйирёбии зичии электролит вобастагӣ дошта, афтиши шиддат қимати начандон дорад.

Қаҷхатаи разрядиро ба се қисм (порча) ҷудо намудан мумкин аст (расми 8.1). Дар қисми аввали қаҷхата пастшавии аёнро дида мумкин аст, ки вобаста аз пастшавии зичии электролит ба амал меояд. Қисми дуюм аз ҳама қисми давомдор дар тули вақт мебошад, ки хати ростии моил ба пастшавандаи вобаста аз зичии умумии электролит дар аккумуляторро ташкил медиҳад. Қисми охири он бошад, нисбат ба қисми аввала пастшавии ботадричи шиддатро нишон медиҳад. Разряд он даме ба охир мерасад, ки шиддат дар аккумулятор то ба 1,8 В кам шавад.

Қаҷхатаи заряддиҳии аккумуляторро ба чор қисми ҷудо кардан мумкин аст (расми 2). Дар қисми аввал баландшавии шиддат вобаста аз реаксияи барқароршавӣ (ё зиёдшавии зичӣ) мушоҳида карда мешавад. Қисми дуюм вобаста ба зиёдшавии зичии умумии аккумулятор баландшавии сусти шиддатро нишон медиҳад. Дар қисми сеюм баландшавии якбораи шиддат мушоҳида карда мешавад, ки аз зиёдшавии зичии электролит вобаста мебошад. Дар қисми чорум бошад қаҷхата вобаста ба доимии зичии электролит бо тирӣ вақт параллел мегардад.

## Қаҷхатаи заряд ва разрядиҳои АБ ҳангоми 25°C



Расми 2. Қаҷхатаи пуршавӣ/ҳолишавии батареяи аккумулятории намуди кислотагӣ

Баъди ҳомушкунии аккумулятор аз зарядгирӣ пастшавии шиддат ба мушоҳида мерасад, ки ба гум шудани афтиши шиддати дохилӣ вобаста аст.

Вобаста аз ҳолати аккумуляторҳои кислотагӣ намудҳои зерини заряддиҳиро истифода менамоянд: а) заряддиҳии муқаррарӣ (нормалӣ); б) заряддиҳии аввалия.

Заряддиҳии муқаррарӣ – речаи асосии заряддиҳии аккумуляторҳо ҳисоб шуда, аз руи чараёни дар шиноснома нишондодашуда амалӣ карда мешавад. Аккумуляторҳои кислотагӣ бояд дар ду зина заряд дода шаванд. Қимати чараёни заряддиҳӣ дар зинаи якум баробари  $I_{3I} = 0,1C_H$ , яъне даҳяки нишондоди ғунҷоиши шиносномавӣ гирифта мешавад. Бо ин қимати чараён ба аккумулятор то оғози газхрочшавӣ заряд дода мешавад. Баъдан қимати чараён то  $I_{3II} = 0,4I_{3I}$  паст карда мешавад.

Анҷоми заряддиҳӣ бо баланд шудани шиддат то 2,6÷2,8В дар ҳар як элемент, баландшавии зичии электролит то 1,26÷1,27 ва газ ихрочшавии зиёд тавсиф мегардад.

Заряддиҳии аввалия – речаи асосии заряддиҳии аккумуляторҳо ба ҳисоб рафта, чараёни заряддиҳӣ аз рӯи шиносномаи он муайян карда мешавад.



Вобаста аз давомнокии нигоҳдори аккумуляторҳои бо «пластинаҳои қисман камзарядшуда» то ба истифодадиҳияшон давомнокии заряддиҳии аввалия метавонад аз 25 то 50 соат тул кашад.

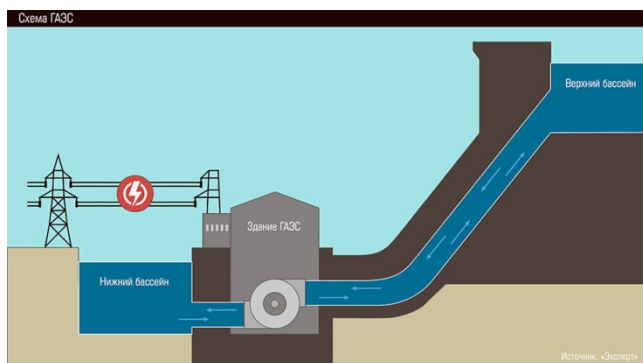
Дар вақти заряддиҳии аввалия ва баъдина назорати ҳарорати аккумуляторҳо зарур буда, ҳарорат набояд аз 40°C баланд гардад.

### **Захиракунии гидравликӣ (гидроаккумуляторҳо)**

Гидроаккумуляторҳо яке аз технологияҳои аввалини захира кардани миқдори зиёди энергия мебошанд. Принсипи аккумулятори гидравликӣ ба стансияи электрикии обии муқаррарӣ монанд аст, ки дар он турбинаҳо бо чараёни оби воридшаванда аз ҳисоби фарқи сатҳи обанборҳои боло ва поён ҷарх мезананд, яъне энергияи потенциалии об. ба энергияи механикӣ ва электрӣ табдил дода мешавад. Аз ин рӯ, нерӯгоҳҳои барқи обӣ одатан дар дарёҳои сохта мешаванд, ки фарқи баландии қофӣ дорад.

Фарқи баландӣ асосан қувваи тавлидро муайян мекунад. Маневрҳои баланди стансияҳои электрикии обиро ҳам кайд кардан лозим аст, зеро фишори обро дар назди турбогенератор ба таври механикӣ, аз руи васеии қулф танзим кардан мумкин аст. Дар мавриди гидроаккумулятор системаи дар боло зикршуда бо насосҳо пурра карда мешавад, ки онҳо дар соатҳои набудани энергияи электр обро ба зарфи боло мекашанд. Дар вақтҳои охир системаҳои омехта — гидроаккумуляторҳои сохта шудаанд ва дар речаи стансияи электрикии обии муқаррарӣ қор карда метавонанд, васеъ паҳн шудаанд. Ин ҳароҷоти асосиро қоҳиш медиҳад ва ҷандирии системаро зиёд мекунад. Бартари иловагӣ имқоияти дарозмуддати ба қор андохтани иншоотҳои серталаб, масалан, сарбанд мебошад. Вале бояд гуфт, ки омилҳои асосие, ки имқоияти сохтани гидроаккумулятор, иқтисодии максималии он ва арзиши асосии онро муайян мекунанд, хусусиятҳои рельеф, инчунин зарурати обҳезии территорияҳо мебошанд. Аз ин рӯ, дар Аврупо ва Ҷопон дар айни замон диққати асосӣ на ба сохтмони нав, балки ба навсозии системаҳои қўхнаи ин намуд дар шакли гидроаккумуляторҳо бар болои нерӯгоҳҳои барқи обии мавҷуда дода мешавад. Истифодаи аккумуляторҳои гидравликӣ метавонад самаранок бошад, вақте ки қори системаи бузурги энергетикӣ дар асоси технологияҳои анъанавӣ ё манбаҳои барқароршавандаи энергия, тавре ки дар [3] тавсиф шудааст, танзим карда нашавад.

Зарари НБО - ро ба муҳити зист ва зарари иқтисодии онро низ қайд кардан лозим аст — ҳангоми бунёди обанбори НБО - ҳои калон бояд майдони муайяноро об зер кард, ки ин боиси тағйир ёфтани таркиб мегардад.



Расми 2. Схекаи неругоҳи электрикии насосии классики (аз чап) ва неругоҳи электрикии обии гибридии насосӣ—стантсияи электрикии обӣ (аз рост).

Энергияи дар НБОЗ захирашударо метавон аз рӯйи нишондоди  $h$  тазйиқи байни обанборҳо (болои ва поёнӣ) ва массаи  $M$  оби дар обанбори боло нигоҳ доштасуда (ба истилоҳ "ҳачми мурда" - ҳачми обе, ки дар обанбори боло аз сатҳи қулф поёнтар аст):  $W_1 = M \cdot g \cdot h \cdot \eta$ , ки дар он  $g$  шитоби афтиши озод ва  $\eta$  самаранокии генераторҳо ва конвертерҳо мебошад, муайян намуд.

Энергияи  $W_2$ , ки барои ба обанбори боло кашидани об сарф мешавад:  $W_2 = N \cdot t$ , ки дар ин ҷо  $N$  иқтидори умумии насосҳо,  $t$  вақти бо об пур кардани обанбори боло сарфшуда мебошад.

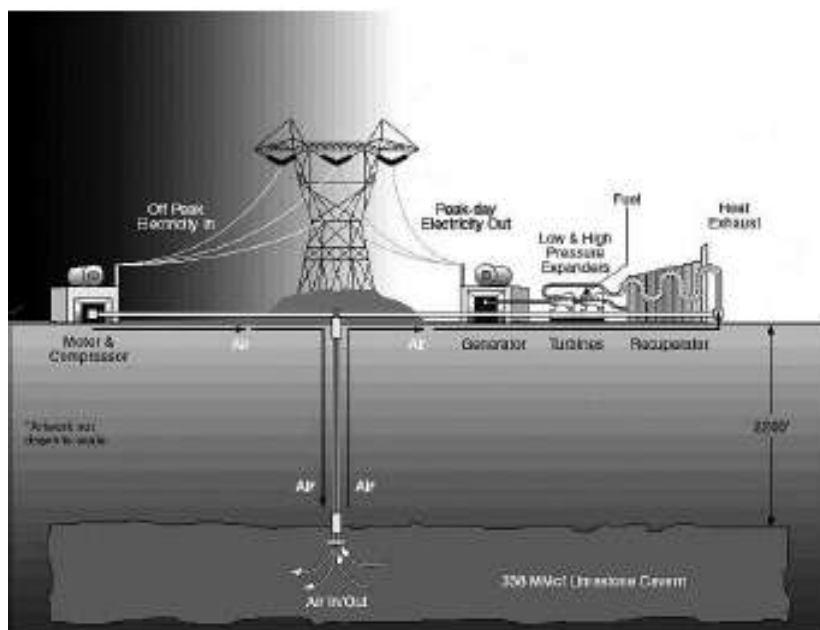
Дар ҷаҳон зиёда аз 100 сол аст, ки нерӯгоҳҳои барқии обзахиравӣ сохта шудаанд. Аввалин НБОЗ — Леттем (Швейтсария), ки иқтидораш тақрибан 100 киловатт мебошад, соли 1882 ба қор андохта шуд. Ҳоло дар ҷаҳон зиёда аз 460 НБОЗ мавҷуд аст, ки иқтидори умумии онҳо қариб 300 миллион киловатт. Каскадҳои бузурги нерӯгоҳҳои барқии обзахиравӣ дар минтақаҳои кӯҳистонии Аврупо воситаи хубе барои танзими ҷараёни энергия дар шабақаҳои барқӣ мебошанд, бахусус дар шароити афзоиши ҳиссаи манбаҳои барқароршавандаи ноустувор, аз қабали офтоб ва шамол дар омехтаи энергетикӣ Иттиҳоди Аврупо.

### **Захиракунии энергия дар асоси ҳавои таҳти фишор**

Барои системаҳои энергетикӣ калон, аз дастгоҳҳои нигоҳдорӣ дар асоси ҳавои фишурда истифода мебаранд, ки ин як роҳи захиракунии энергияи

зиёдати дар система мавҷуд буда мебошад. Энергияи зиёдати неруи барқ, ки аз энергияи барқароршаванда тавлид мешавад барои ба кор даровардани компрессорҳои пуриктидор, ки ҳаворо зерини об ё ба зарфҳои фишорӣ мекашанд, истифода мешавад. Барои нигоҳдории ҳаво зерини фишори баланд аз зарфҳои “табӣӣ” истифода мебаранд. Яъне холигоҳҳои зеризаминӣ (ғорҳои намак) ҳамчун обанбор истифода мешавад. Табиӣ, ки чунин ковокӣ ва тарқишҳо набояд дошта бошад, ки тавассути онҳо ҳаво зарфро тарқ карда тавонад. Чунин ихроҷҳо ба самаранокии зарф таъсири манфӣ мерасонад.

Чӣ қадаре ки фишори ҳаво зиёд бошад, ҳамон қадар энергияи зиёдро метавон захира кард.



Расми 3. Чунин истгоҳҳои тахти фишор диабатикӣ номида мешаванд, зеро раванди истифода мебарад

Баргари ин гуна неругоҳҳо аз имконияти истифодаи зарфҳои табиӣ мебошанд, ки қобилияти нигоҳдории ҳавои тахти фишорро ба мудатҳои муайян доранд ва хароҷотҳои истеҳсоли аз ҳисоби истифодаи таҷҳизоти маъмул кам мегардад.

Камбудихо низ маълуманд — барои гарм кардан ҳаво газҳои табиӣ истифода бурдан лозим аст, ки моҳияти идеяи энергияи тозаро то андозае паст мекунад.



Расми 4. Аккумулятори адиабатӣ, ки аз ҷониби LightSail (ИМА) истеҳсол шудааст. Қувваи 250 кВт, шиддатнокии энергия 1 МВт-соат, фишори кори аккумулятор 200 атм.

Роҳи дигари оптимизатсияи сохтор ва арзиши нерӯгоҳ аст комбинатсияи як агрегати генератор ва гардонандаи компрессор (схемаи «мотор-генератор»). Чунин дастгоҳ вобаста ба тағирёбии марҳилаи таъминоти барқ метавонад ҳам барои фишурдани ҳаво ва ҳам дар речаи генератор, барои тавлиди энергия дар шабака.

Калонтарин НБ бо истифодаи ҳавои таҳти фишор дар ҷаҳон истгоҳҳои Макинтош (Алабама, ИМА) ва Ханторф (Олмон, Иттиҳоди Аврупо). Дар мисоли истгоҳи адиабатии Макинтош, дар [7] баланси энергетика — барои истеҳсоли 1 киловатт-соат қувваи электр бо турбинаҳои завод 0,67 киловатт-соат қувваи электр сарф карда, 1,17 кВт-соат қувваи электр сарф карда мешавад (ба ҳисоби камтарин кВт/соат гази табиӣ [8]).



Расми 5. Истгоҳи Ханторф (Саарланд, Олмон) аз соли 1978 кор мекунад. Ҳокимият дар речаи компрессорӣ 60 МВт (то 12 соат), дар речаи генератор — 290 МВт (то 3 соат). Фишори кори - 70 атм.

### Саволҳои санҷишӣ

1. Тамға ва маълумоти батареяҳои аккумуляторҳо ва дигар асбобҳои стандарти нишон диҳед.
2. Ҳолати техникӣ ва маълумоти аввалияи батареяҳои аккумуляториро нависед (нишон диҳед).
3. Речаи интихобшударо шарҳ диҳед.
4. Самаранокии аккумулятор аз рӯи ғунҷоиш ва энергия – гуфта кадом речаҳо дар назар дошта мешавад?
5. Нишондиҳандаи анҷомёбии заряддиҳии аккумулятор кадом аст?
6. Муқовимати дохилии аккумулятор аз рӯи кадом формула муайян мешавад?
7. Қимати ҷараёни заряддиҳиро чигуна муайян мекунанд?
8. Заряддиҳии муқарарӣ чист?
9. Качхатаи разряддиҳиро ба чанд қисм ҷудо кардан мумкин?
10. Качхатаи заряддиҳиро ба чанд қисм ҷудо кардан мумкин?
11. Намудҳои батареяҳои аккумуляториро номбар намоед?
12. Вобастагии ҚЭҲ – и аккумулятор аз зичии электролитро нависед.

## ЛЕКСИЯИ 21

### МУҲАРРИКИ СТИРЛИНГ

Муҳаррики Стирлинг — мошини ҳароратие мебошад, ки дар он қисми қорӣ ба намуди газ ё моеъ дар ҳаҷми сарбаста ҳаракат мекунад. Дар асоси гармкунӣ ва хунуккунии даврии қисми қорӣ, ки дар натиҷа тағйирёбии ҳаҷм ба амал меояд, энергия ба даст оварда мешавад.

Барои ба ҳаракат даровардани мошин на танҳо истифодаи сӯзишворӣ, ҳамчунин дилхоҳ манбаи гармиро истифода намудан мумкин аст.

Яке аз намудҳои самараноки мошинҳои ҳароратӣ муҳаррики Стирлинг ба ҳисоб меравад, ки дар асоси дилхоҳ қимати фарқи ҳароратҳо кор мекунад. Чӣ хеле, ки дар боло қайд намудем, речаи қорӣ муҳаррики Стирлинг дар асоси даврӣ гарм ва хунуккунии қисми қорӣ, ки ба тағйирёбии ҳаҷм оварда механизро (поршен) ба ҳаракат мебарорад, ба даст оварда мешавад. Одатан ба ҳайси қисми қорӣ дар муҳаррикҳои Стирлинг “ҳаво”, ҳамчунин дигар намуди газҳо истифода мешаванд: ҳидроген, гелий, фреон(ҳо), дуоксиди азот ва ғайра. Ба ғайр аз газҳо ба ҳайси қисми қорӣ моеъҳо низ истифода мешаванд, ки паҳншудатарини он об мебошад. Хусусияти муҳаррики Стирлинг бо қисми қорӣ моеъгӣ дар он мебошад, ки он дорои андозаҳои хурд ва фишори қорӣ баланду тавоноии зиёди хос мебошад.

Дар термодинамика маълум аст, ки фишор, ҳарорат ва ҳаҷми гази идеалӣ аз рӯи қонуни зерин алоқамандӣ доранд:

$$PV = \nu \cdot R \cdot T, \quad (1)$$

ки дар инҷо  $P$  — фишори газ;

$V$  — ҳаҷми газ;

$\nu$  — миқдори моддаҳои газӣ;

$R$  — доимии универсалии газӣ;

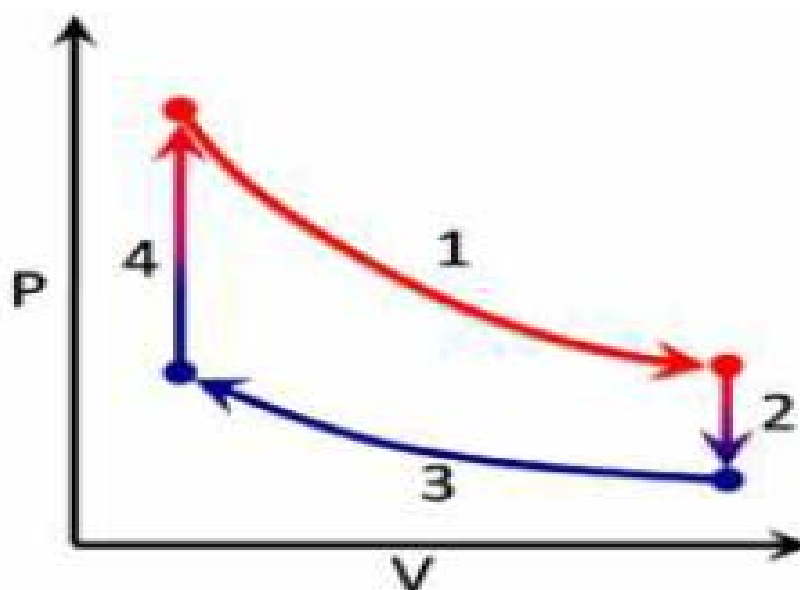
$T$  — ҳарорати газ бо  $K$  (келвин).

Ин маънои онро дорад, ки ҳангоми гармшавии газ ҳаҷми он зиёд гардида, ҳангоми хунукунӣ бошад – кам мешавад. Ин хусусияти газҳо асоси қорӣ муҳаррики Стирлингро ташкил медиҳад.

Муҳаррики Стирлинг даври Стирлингро истифода мекунад, ки аз рӯи самаранокии термодинамикӣ аз даври Карно ягон монданӣ надорад ва ҳатто дорои бартарият мебошад. Гап сари он, ки даври Карно ба изотерма ва

адиабатаи аз ҳам хело кам фарқкунанда асос ёфтааст (расми 1). Дар амал татбиқ намудани даври Карно аз нигоҳи самаранокӣ ғайриэҳтимолӣ аст. Даври Стирлинг бошад, имкони онро дод, ки дар амалия муҳаррики фаъолияткунандаро дар ҳаҷми муайян ҳосил кард.

Даври Стирлинг аз чор фаза ташкил ёфта, ба ду фазаи гузаранда ҷудо шудааст: 1-гармшавӣ, 2-гузариш ба манбаи хунукӣ, 3-хунукшавӣ, фишурдашавӣ ва 4- гузариш ба манбаи гармӣ. Ҳамин тавр ҳангоми гузариш аз манбаи гармӣ ба манбаи хунукӣ васеъшавию фишурдашавии газӣ дар цилиндрбуда ба амал меояд, ки дар натиҷа фишор тағйир ёфта, қори ғоиданок анҷом меёбад.



Расми 1- Диаграммаи «фишор-ҳаҷм»-и даври идеалии Стирлинг

Дар асл миқдори гармии додашаванда ва гирифташаванда баробар мебошанд. Қори ғоиданок танҳо аз ҳисоби изотерма иҷро мегардад, яъне аз фарқи ҳарорати гармкунак ва хунуккунак дар даври Карно вобаста мебошад:

1. Манбаи берунаи гарми газро аз қисми поини цилиндри гармимубодилак таъсир мерасонад. Фишори ҳосилшуда поршени кориро ба боло тела медиҳад (диқат диҳед, ки поршени тангкунанда бо бадана ҷафс нест);
2. Маховик поршени тангкунандаро ба поён тела дода, бо ҳамин ҳавои гармро ба тарафи камераи хунуккунӣ тела медиҳад;
3. Ҳаво хунук шуда, фишурда мешавад ва поршени қорӣ ба поён мефарояд;

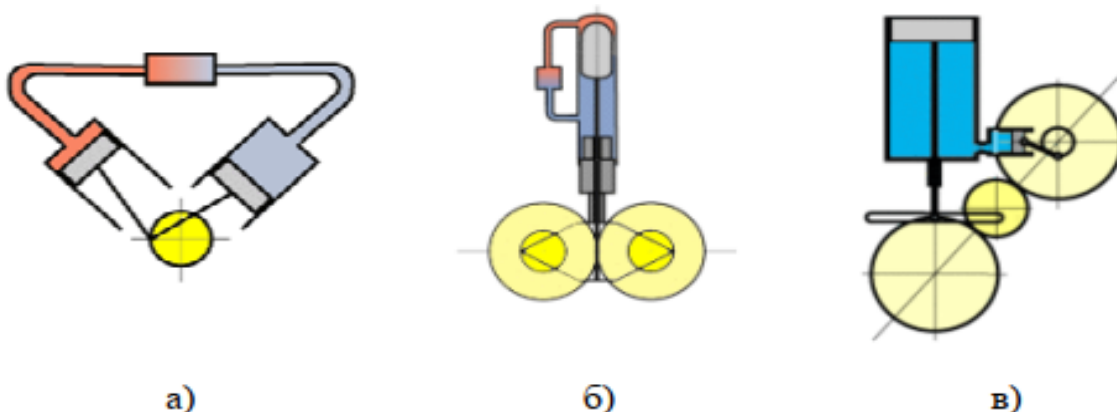
4. Поршени тангкунанда боло мебарояд ва ҳавои хунуккардашуда ба қисми поён равона шуда, давр аз нав такрор мегардад.

Дар мошини Стирлинг ҳаракати поршени корӣ тахти кунҷи  $90^\circ$  нисбат ба ҳаракати поршени тангкунанда ғеҷонида шудааст. Вобаста аз аломати ин лағжиш мошин метавонад муҳаррик ё насоси ҳароратӣ бошад. Ҳангоми лағжиши баробари  $0^\circ$  мошин ягон кор ба ғайр аз талаф дар соиш анҷом намедиҳад.

Муҳаррикҳои Стирлингро ба се намуди гуногун ҷудо мекунанд (расми 2):

1. Алфа-Стирлинг — дорои ду поршени қуввагии алоҳида бо цилиндрҳо ҷудокардашуда мебошад, ки яке – гарм, дигар – хунук мебошад. Силиндр бо поршени гарм дар гармомубодилаки дорои ҳарорати нисбатан баланд ҷойгир буда, поршени хунук бошад дар гармомубодилаки нисбатан хунук ҷойгир мебошад. Дар ин намуди муҳаррик таносуби тавоноӣ бо ҳаҷм нисбатан калон аст, вале ҳарорати баланди поршени гарм як қатор мушкилиҳоро пеш меорад.

Регенератор дар мобайни қисми гарм ва хуноки найча ҷойгир мебошад.



Расми 2 Муҳаррики Стирлинг: а) - Алфа-Стирлинг; б) - Бета-Стирлинг бо механизми ромбӣ ва регенератор; в) - Гамма-Стирлинг бе регенератор.

2. Бета-Стирлинг — ҳамагӣ як цилиндр дорад, ки аз як тараф гарм ва аз дигар тараф хунук мебошад. Дар дохили цилиндр поршен ҳаракат мекунад (қувваи самаранок ҳосил мегардад) ва поршени тангкунак ҳаракат карда, ки ҳаҷми ковокии қисмати гарми цилиндри тағйир медиҳад. Газ аз қисми хуноки цилиндр ба қисми гарм тавассути регенератор равона карда мешавад.



Регенератор метавонад беруна ҳамчун як қисми гармимубодилакунак ё якҷоя бо поршени тангкунак бошад.

3. Гамма-Стирлинг — аз поршени тангкунак иборат буда, аз ду цилиндр яке хунук (дар он поршен ҳаракат карда энергия “гирифта” мешавад) ва дигар цилиндр бошад аз як тараф гарм ва тарафи дигараш хунук мебошад, ки дар он тангкунак ҳаракат мекунад. Регенератор метавонад беруна бошад, ки дар ин ҳолат қисми гарми цилиндрро бо қисми хунук пайваст мекунад. Регенератори дохила бошад як қисми тангкунак мебошад.

4. Ба ғайр аз намудҳои қайдшуда намудҳои дигари муҳарриқи Стирлинг мавҷуд мебошанд, ки ба синфҳои номбаршуда ворид намешаванд: муҳарриқи Стирлинги – роторӣ (роторшакл).

Норасоихо:

- Бузургҳаҷмӣ ва сарфи зиёди мавод – норасоии асосии муҳарриқҳои намуди поршени мебошад. Барои чунин муҳарриқҳо хунук кардани қисми корӣ ҳатмӣ мебошад ва ин ба бузург шудани массаю андозаҳои аз ҳисоби зиёд гардиани андозаи радиаторҳо оварда мерасонад.

- Барои ҳосили тавсифҳои ба муҳарриқҳои дарунсӯз монанд, истифодаи фишори баланд (зиёда аз 100 атм) зарур аст, ки қисми кории махсус – ҳидроген (ҳидроген), гелий истифода мешавад.

- Гармӣ бевосита ба қисми корӣ равона карда нашуда, тавассути баданҳои гармигузарон амалӣ карда мешавад. Гармигузаронии бадана маҳдуд буда, ККФ нисбатан паст мебошад. Гармигузарон дар шароити ҳело мураккаби гармидиҳӣ ва фишори баланд кор мекунад, ки истифодаи маводҳои баландсифат ва гаронарзишро талаб менамояд.

Бинобар сабаби он, ки манбаи гармӣ аз берун таъсир мекунад, муҳарриқ аз тағйир ёфтани ҳарорати он вобаста буда, на ҳамавақт тавоноии заруриро ҳангоми бақордорӣ дода метавонад.

Бартариҳо:

Ба ҳамаи камбудию норасоии ҷойдошта нигоҳ накарда, муҳарриқи Стирлинг дорои бартариҳои зерин мебошанд.

• Муҳарриқи “озод” – яъне ба монанди дигар муҳарриқҳои берунсӯз (аниқтараш истифодаи манбаи берунаи гармӣ) метавонад аз фарқи ҳарорати

дилхохи манбаъ истифода намояд: масалан байни қабатҳои гуногуни оби уқёнусҳо (бахрҳо), гармии офтобӣ, ядрои ва ғайра.

- Соддагии сохт – таркиби муҳаррик хело содда буда, сиситемаҳои иловагиро талаб намекунад: масалан системаи газтақсимкунӣ. Метавонад мустақилона ба кор дорояд ва аз механизми ҳарактиҳанда истифода накунад.

- Истифодабарии тулонӣ – соддагии таркиб, ки қисмҳои нозук надошта, эҳтимолияти истифодаи онро ба садҳо ва ҳазорҳо соат дароз мекунад.

- Сарфанокӣ — барои истифодаи манбаҳое, ки фарқи начандон калони ҳароратӣ доранд, муҳаррики Стирлинг яке аз намудҳои пурсамар шумурда мешавад. Мисол, ҳангоми табдилдиҳии энергияи офтоб ба энергияи электрӣ муҳаррики Стирлинг баъзан ККФ баланд (то 31,25%) – ро нишон медиҳад, ки ин нишондод аз нишондоди муҳаррикҳои бугӣ зиёд аст. [12]

- Аз ҷиҳати экологӣ муҳаррики Стирлинг тоза буда, газ ихроҷ намекунад ва сатҳи овоз ҳангоми кор нисбат ба муҳаррикҳои поршенӣ пасттар мебошад. Муҳаррики Стирлинг қисми кориро сарф намекунад.

Истифода:

Муҳаррики Стирлинг дар ҳолатҳои истифода мешаванд, ки табдилдиҳандаи на он қадар калон ва содда лозим аст, ё самаранокии дигар табдилдиҳандаҳо паст мебошад: мисол, фарқи ҳароратҳо барои истифодаи турбинаи бугӣ ё газӣ басанда нест.

1. Манбаи электроэнергияи универсалӣ. Муҳаррики Стирлинг метавонад барои ба энергияи электрикӣ табдил додани гармии дилхоҳ истифода шавад. Дар асоси онҳо дастгоҳҳои барқӣ - офтобӣ ба нақша гирифта шудааст. Онҳоро ҳамчун манбаи муҳтор барои сайёҳон истифода мебаранд.

2. Насосҳо. Самаранокии насосҳо дар асоси муҳаррикҳои электрикӣ нисбат ба насосҳо дар асоси муҳаррики Стирлинг пасттар мебошад.

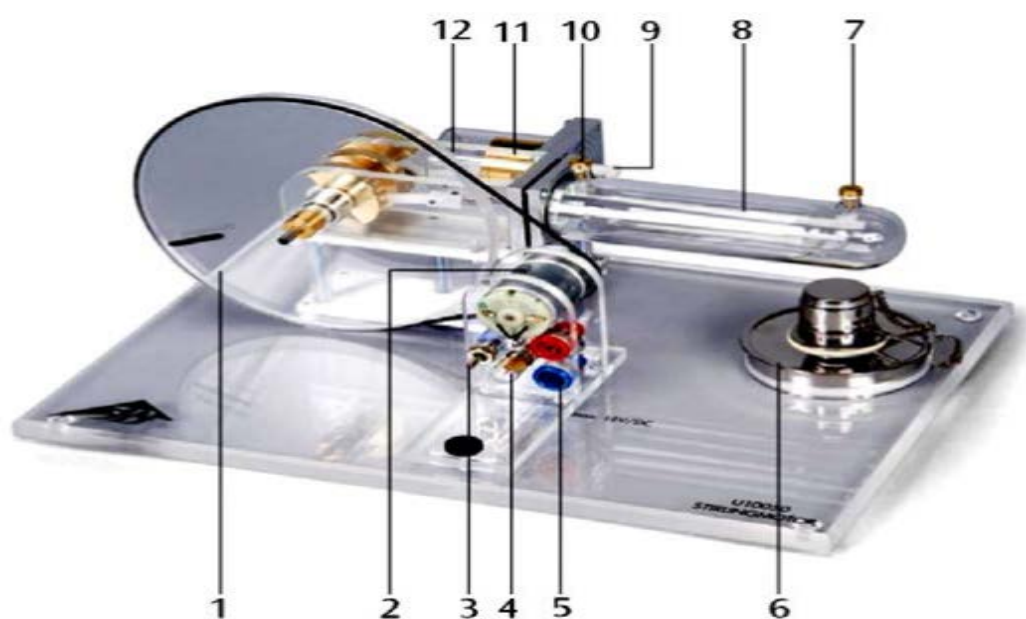
Стирлинг барои кашидани моеъ нисбат ба “муҳаррик-насос” хело содда мебошад. Дар муҳаррики Стирлинг ба ҷои поршени корӣ метавонад моеи кашандашаванда истифода шавад, ки ҳамзамон ҳамчун қисми хунуккунанда хизмат мекунад.

Насос дар асоси муҳаррики «Стирлинг» барои кашидани оби системаи обёрӣ ва таъмини оби гарм аз коллекторҳои офтобӣ ба бинои истиқоматӣ истифода мешавад.

Стирлинг-насос барои реагентҳои химиявӣ истифода бурда мешавад, зеро маҳкам пӯшида мебошад.

3. Аккумуляторҳои энергия. Бо ёрии муҳаррик мумкин аст энергияро захира намуд. Барои ин бо истифода аз тағйирдиҳии кунҷи фазавии байни поршенҳо мумкин аст энергияи механикиро захира намуд. Дар ин ҳолат муҳаррик ба насоси ҳароратӣ табдил мегардад.

4. Неругоҳҳои барқӣ - офтобӣ. Муҳаррики Стирлинг метавонад ҳамчун табдилдиҳандаи энергияи офтобӣ ба энергияи электрикӣ истифода гардад. Бо ин мақсад муҳаррики Стирлинг дар фокуси параболоикии оинаҳо тарзе насб мешавад, ки ба минтақаи гармшавӣ доимо нурҳои офтобӣ расад. Барои назорати ҳаракати офтобӣ инъикоскунандаи параболӣ дар ду тир (самт) идора мешавад. Энергияи офтоб ба майдони на он қадар калон инъикос карда мешавад. Оинаҳо наздики 92 % нурҳои ба сатҳи онҳо афтандаро инъикос менамоянд ва ба ҳайси қисми корӣ ҳидроген ё гелийро истифода мебаранд.



Расми 3 – Намуди умумии модели озмоишӣ: 1 – маховик, 2 – мотор-генератор, 3 – калид, 4 – чароғ, 5 – клеммаҳо, 6 – фонуси спиртӣ, 7 – нуқтаи ченкунии ҳарорати поршен, 8 – поршени-тангкунанда, 9 – штутсер барои пайвасти қосидаки фишор, 10 – нуқтаи ченкунии ҳарорати сатҳи хунук, 11 – поршени корӣ, 12 – нуқтаи пайвасти қосидаки ҳаракати поршен.

Агар меҳвари маховикро бо меҳвари генератор пайваст намоем, дар ин ҳолат энергияи электрикиро ҳосил кардан мумкин аст.

Тавоноии энергияи электрикии ҳосилшавандаро чунин муайян мекунамд:

$$P = M\omega = \frac{2\pi \cdot M \cdot n}{60}, \text{ Вт.} \quad (1)$$

дар инҷо  $M$  – моменти қувва, Нм;

$n$  – суръати даврзании муҳаррик, давр/дақиқа;

Момент дар меҳвари генератор:

$$M = F \cdot l = S \cdot p \cdot l, \text{ Нм} \quad (2)$$

дар инҷо  $F$ - қувваи фишори поршен, Н, аз рӯи ҳосили зарби масоҳати поршен ( $S = \pi \cdot r^2$ , м<sup>2</sup>) ва фишор дар камера  $p$  муайян карда мешавад;

$l$  – дарозии меҳвар, м.

Фишор дар камера аз ҳаҷми гази дар камера буда ва ҳарорати он вобаста мебошад. Ҳангоми ҳарорати аввалия ҳаҷми газ  $V_1$  чунин муайян карда мешавад:

$$V_1 = \pi \cdot r^2 \cdot h, \text{ м}^3 \quad (3)$$

дар инҷо  $r$  – радиуси камера, м<sup>2</sup>;

$h$  - баландии камера, м.

Ҳангоми гарм кардани газ ба 1 градус, ҳаҷми он ба 1/273 аз ҳаҷми аввалия васеъ мегардад. Дар ин ҳолат фишор дар камера чунин муайян карда мешавад:

$$\rho = p = \frac{V_1 + V_2}{273} \cdot t, \text{ Па} \quad (4)$$

ки дар инҷо  $V_2$  – ҳаҷми газ ҳангоми ҳарорати гармкунии  $t$ , м<sup>3</sup>.

### Саволҳои санҷишӣ

1. Сохт ва принсипи кори муҳаррики Стирлинг.
2. Муҳаррики Стирлинг бо қисми моеи қорӣ кадом хусусиятҳои хосро дорад.
3. Дар муҳаррики Стирлинг ҳамчун қисми қорӣ кадом модаҳо истифода карда мешавад.
4. Кадом давр дар муҳаррики Стирлинг истифода мешавад.
5. Даври Стирлинг чанд фаза дорад?
6. Кадом намудҳои муҳаррики Стирлинг мавҷуд аст?
7. Нормасохиҳои муҳаррики Стирлингро номбар намоед.
8. Бартариҳои муҳаррики Стирлинг кадомҳоянд?
9. ККФ муҳаррики Стирлинг аз  $r_{\text{ӯ}}$  кадом формула муайян карда мешавад?
10. Бо кадом роҳ ККФ муҳаррики Стирлинг баланд карда мешавад?
11. Фишори камера (поршен) аз  $r_{\text{ӯ}}$  кадом формула ҳисоб карда мешавад?
12. Тартиби муайян намудани моменти меҳвар чигуна аст (бо кадом формула муайян карда мешавад)?

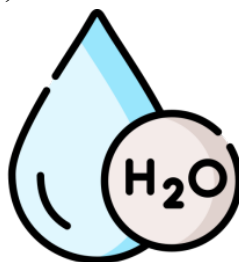
## ЛЕКСИЯИ 22

### ЭНЕРГЕТИКАИ ҲИДРОГЕНӢ

Идеяи истифодаи васеи ҳидроген ҳамчун сӯзишвории сунъӣ, ки дар натиҷаи электролизи об ҳосил мешавад, дар романи фантастикии Чул Верн «Ҷазираи пурасрор» (1874) пайдо шудааст. Аввалин кушишҳои ба амал баровардани он ба солҳои 1920—1930 рост меояд, ки дар Канада истеҳсоли саноатии электролизерҳои ҳидрогенӣ-ишқорӣ азхуд карда шуда буд ва аввалин программа дар соҳаи ба вучуд овардани системаҳои энергетикӣ ҳидрогенӣ дар асоси қувваи аввалини электрикӣ дар неругоҳҳои барқӣ обӣ ҳосилшаванда қабул карда шуд. Ин барнома то соли 1936 амалӣ карда шуд, ки пас аз он бо сабаби тағйир додани афзалияти бозори системаи энергетикӣ Канада ба истеъмоли гази табиӣ арзон маҳдуд карда шуд. Дар солҳои 20–40-уми асри 20 фаъолияти асосии олимон ва муҳандисони аврупоӣ дар соҳаи ҳидроген ба мутобиқсозии муҳаррикҳои гармидиҳӣ, пеш аз ҳама муҳаррикҳои дарунсӯзӣ (МДС) барои кор бо сӯзишвории ғайрианъанавӣ, аз ҷумла ҳидроген нигаронида шуда буд. Натиҷаҳо асосан дар Олмон ва Британияи Кабир ба даст оварда шудаанд. Натиҷаҳо нишон медиҳанд, ки истифодаи ҳидроген бо тағйир додани мувофиқи системаи сӯзишворӣ (гузаштан ба ташаккули омехтаи дохилӣ) ба шумо имкон медиҳад, ки қувваи муҳаррикро 10 фоиз ва бештар аз он зиёд менамояд.

#### Ҳидроген ва хосиятҳои он

**Ҳидроген** – аввалин элементи “Системаи даврии” элементҳои химиявии Д.И.Менделеев мебошад. Массаяи нисбии атомӣ 1.0079. Ду изотопи устувори ҳидроген мавҷуд аст - 1Н (протий) ва 2Н (дейтерий), инчунин як изотопи радиоактивӣ - 3Н (третий).



Дар ҳолати озод ва дар шароити муқаррарӣ ҳидроген як гази беранг, бе бӯй ва мазза мебошад. Одатан дар якҷоягӣ бо дигар элементҳо, ба монанди оксиген дар об, карбон дар метан ва дар пайвастиҳои органикӣ мавҷуд аст. Азбаски ҳидроген аз ҷиҳати кимиёвӣ хеле реактивӣ аст, он хеле кам ҳамчун унсури пайваस्तшуда мавҷуд аст.

Ҳидрогене, ки ба ҳолати моеъ хунук шудааст, 1/700 ҳаҷми ҳолати газро ишғол мекунад. Ҳидроген ҳангоми пайвастан бо оксиген дорои миқдори баландтарини энергия дар як воҳиди масса аст: 120,7 ГҶ/т. Яке аз сабабҳои

он аст, ки ҳидрогени моеъ ҳамчун сузишворӣ барои ракетаҳо ва барандаҳои киштиҳои кайҳонӣ истифода мешавад, ки барои онҳо вазни пасти молекулавӣ ва энергияи хоси баланди ҳидроген аҳамияти якуминдараҷа доранд. Вақте ки дар оксигени пок сӯхта мешавад, танҳо маҳсулот гармии ҳарорати баланд ва об мебошанд. Ҳамин тариқ, ҳангоми истифодаи ҳидроген газҳои гармхонаӣ ба вучуд намеоянд ва ҷараёни даври гардиши карда об дар табиат вайрон намешавад.

Ҳидроген аз ҷама фаровонтарин элемент дар коинот аст (92%). Он асосан материяҳои байниситоравӣ ва ва қисми асосии ситораҳо ро ташкил медиҳад. Офтоби мо ҳадди аққал нисфаш аз ҳидроген аст. Дар ҳақиқат, ситораҳо аз сабаби дар қаъри худ «сухтани»-и доимии термоядроии ҳидроген ва ба гелии инертӣ табдил ёфтани он медурахшад.

Мо мавҷудияти ҳудро аз энергияи сӯхтани ҳидроген дар Офтоб қарздорем. Ва ҳангоме ки захираи ҳидрогени офтобӣ тамом мешавад, зиндагӣ дар рӯи замин ғайриимкон мешавад - ҳам аз сабаби хомӯш шудани ситораи мо ва ҳам аз сабаби он ки об вучуд надорад. Дуруст аст, ки онҳо, ба гуфтаи олимон, танҳо пас аз 30 миллиард сол хушк мешаванд.

Ҳидроген, сарфи назар аз он, ки онро асоси асосҳо гуфтан мумкин аст, нисбатан ба наздикӣ кашф карда шуд. Хеле дертар аз оҳан ё карбон. Ин корро химик англис Г.Кавендиш соли 1766. Соли 1787 А.Лавуазье исбот кард, ки ҳидроген элементи химиявӣ мебошад.

Дар табиат ҳидроген асосан дар шакли пайвастагӣ (об, маъдан, ангишт, нафт, мавҷудоти зинда, моддаҳои органикӣ) мавҷуд аст. Баъзан дар шакли озод микдори ками ҳидроген аз вулқон дар натиҷаи диффузия дар атмосфера пароканда мешавад. Ва азбаски суръати миёнаи ҳаракати гармии молекулаҳои ҳидроген аз сабаби кам будани массашон ба суръати дуйуми кайҳонӣ наздик аст, ин молекулаҳо аз кабатҳои атмосфера дур шуда дар фазой кайҳон гудохта мешаванд.

Дар шароити муқаррарӣ, ҳидроген гази бе ранг ва бӯй буда, аз ҳаво қариб 15 маротиба сабуктар аст. Он дорои гармии хеле баланд аст, ки онро бо гармии металлҳо муқоиса кардан мумкин аст. Ин аз сабаби сабукии молекулаҳои ҳидроген ва аз ин рӯ, суръати баланди ҳаракати онҳо ба амал меояд. Ҳидроген дар баъзе металлҳо хуб об мешавад: дар як ҳаҷми палладий, масалан, то 900 ҳаҷм ҳидрогенро маҳлул мекунад. Дар таносуби 2:1 бо оксиген он гази таркандаро ба вучуд меорад. Ҳарорати сӯзиши ҳидроген хеле баланд аст - 2800 ° С. Ҳидроген як агенти аълои коҳишдиҳанда аст.

Соҳаҳои дар саноати ҳозиразамон ва хоҷагии халқ ба қор бурдани ҳидроген гуногунанд: аз истеҳсоли аммиак, мочевина ва метанол то ҳамчун сузишвории хеле самарабахш барои муҳаррик - барандаҳои ракета истифода

бурда мешаванд. Дар баробари тараққӣ кардани техника ва истехсолоти саноатӣ соҳаҳои нави истифодаи амалии ҳидроген ба вуҷуд омада, талабот ба он хеле меафзояд. Ҳар сол он дар саросари ҷаҳон 8-10% меафзояд.

Афзоиши босуръати истехсоли ҳидроген асосан бо азхуд кардани ҷунин соҳаҳои калони истеъмоли он, монанди истехсоли аммиак, мочевина ва метанол, инчунин дар саноати нафтӣ химия дар протсессҳои гидрокрекинг, гидротозакунӣ маҳсулоти нафт васеъ ба кор бурда шудани ҳидроген шарҳ дода мешавад.

Дар саноати хӯроқворӣ барои табдил додани равшанҳои моеъ ба равшанҳои сахт (ҳидрогенизатсияи онҳо) истифода мешавад.

Дар табиат ҳидроген асосан дар шакли пайваст (об, маъданҳо, ангишт, нафт, мавҷудоти зинда, моддаҳои органикӣ) мавҷуд аст. Баъзан дар шакли озод миқдори ками ҳидроген аз сӯзишворӣ хориҷ мешавад.

Ба сабаби кам шудани захираҳои нафт ба равшанҳои коркарди чуқури фраксияҳои вазнини маҳсулоти нафтӣ бо мақсади зиёд кардани ҳосили сузишворӣ ва маҳсулоти нафтӣ химия диққати махсус дода мешавад. Аз ҳамин сабаб ҳам инкишофи равшанҳои коркарди ангишт ва сланес эҳтимол дорад, ки барои ин миқдори зиёди ҳидроген талаб карда мешавад.

Таваҷҷӯҳ ба ҳидроген ҳамчун сӯзишвории муҳаррик бо ҳолатҳои зерин вобаста аст:

— хангоми дар муҳаррик сухтани ҳидроген қариб танҳо об ҳосил мешавад ва дар ин бобат муҳаррики сузишвории ҳидрогенӣ аз ҷиҳати экологӣ аз ҳама тоза аст;

- ҳосиятҳои баланди энергетикӣ ҳидроген - калориянокии пасти ҳидроген 120 МДҷ/кг аст, ки нисбат ба бензин (тақрибан 25 МДж/кг) зиёда аз 4 маротиба зиёд аст, яъне 1 кг ҳидроген ба қариб 4,5 кг бензин баробар аст;

— баъзан ашёи хоми амалан номаҳдуд, ба шарте ки ҳидроген аз об гирифта шавад.

Истифодаи ҳидрогенро ҳамчун сӯзишвории муҳаррик барои мошинҳо бо яқчанд роҳ амалӣ кардан мумкин аст:

— истифодаи ҳуди ҳидроген;

— истифодаи ҳидрогенӣ дар яқҷоягӣ бо сузишвории анъанавии нафтӣ;

— ба сифати сузишворӣ дар ячейкаҳои сузишворӣ истифода бурдани ҳидроген.

Дар айни замон иқтидори истехсоли ҳидрогени ҷаҳон дар як сол 40 миллион тонна ҳисоб карда мешавад, ки зиёда аз 90 фоизи ҳидрогени дар равшанҳои реформинг ва дигар равшанҳои коркарди нафт ва нафтӣ химия ҳосил карда мешавад. Ҳангоми табдил додани гази табиӣ ба гази синтезӣ ҳидроген низ ҳосил мешавад. Истехсоли ҳидроген бо роҳи электролизи об



дар айни замон аз ҷиҳати сарфи энергия раванди ниҳоят гаронбаҳо мебошад, ки вай қариб ба миқдори энергияе, ки дар муҳаррик сухтани ҳидроген ба даст меояд, баробар аст.

Ғайр аз ин усули ба даст овардани қувваи электрро, ки барои электролизи об зарур аст, ба назар гирифтани лозим аст. Агар дар нерӯгоҳҳои барқӣ бо истифода аз гази табиӣ (зарарнокии ҳадди ақали газҳои гулхонаи) ё ангишт (максималии захролудшавии газҳои гулхонаи) ҳамчун сӯзишворӣ тавлид шавад, пас аз ҷиҳати экологӣ тоза будани ҳидроген ҳамчун сӯзишвории муҳаррик афзалиятҳои худро асосан аз даст медиҳад. Ҳиссаи нургоҳҳои электрикӣ, ки энергияи об, нерӯгоҳҳои барқӣ атомӣ, панелҳои офтобиро истифода мебаранд, дар аксар мамлакатҳои ҷаҳон чандон калон нест.

Хусусияти дигари муҳими истифодаи ҳидроген бо имкони бевосита ба қувваи барқ табдил додани энергияи реаксияи химиявӣ ҳангоми пайвасти кардани оксиген дар генератори электрохимиявӣ (ЭКГ) бо самаранокии баланд алоқаманд аст.

Ҳидрогенро инчунин дар системаҳои хунуқкунии генераторҳои пуриктидори электрикӣ, дар истеҳсоли гавҳарҳои сунӣ ва квартсҳои оптикӣ, металлҳои камёб, хӯлаҳои саҳт, дар металлургияи хока ва дар бисёр дигар соҳаҳои хоҷагии халқ ҳамчун яхдон истифода мебаранд.

### **Саволҳои санҷишӣ**

1. Аввалин кушишҳои истифодаи энергияи ҳидроген ба кадом солҳо рост меояд?
2. Дар ҳолати озод ва дар шароити муқарарӣ ҳидроген чигунааст?
3. Ҳидроген ҳангоми пайвастан бо кадом элементи кимёвӣ дорои баландтарин энергия дар як воҳиди масса мегардад?
4. Ҳидроген дар чанд ҳолати агрегати қарордошта метавонад?
5. Дар коинот ҳидроген чанд фоизро ташкил медиҳад?
6. Дар табиат ҳидроген асосан дар шакли пайвастагии кадом маводҳо мавҷуд аст?
7. Ҳидроген аз ҳаво чанд маротиба сабуктар аст?

## ЛЕКСИЯИ 23

### АСОСНОКУНИИ НИШОНДОДҲОИ ИҚТИСОДИЮ – ТЕХНИКИИ МБЭ

**Самаранокии энергия** – истифодаи самараноки захираҳои энергетикӣ бо дарназардошти дараҷаи инкишофи техника ва технологияи мавҷуда ва риояи талаботҳои ҳифзи муҳити зист, ноил шудан ба истифодаи самараноки захираҳои сӯзишворию энергетикӣ, ки аз ҷиҳати иқтисодӣ асоснок карда шудааст;

**Нишондиҳандаи самаранокии энергия** – муайян намудани фарқи мутлақ ё нисбии андозаи истеъмоли воқеӣ ё талафоти захираҳои сӯзишворию энергетикӣ барои маҳсулоти (кор ва хизматрасониҳо) таъиноти гуногун дар муқоиса бо меъёри муқаррарнамудаи стандартҳои давлатӣ;

Ба тавозуни энергетикӣ минтақа ворид намудани манбаъҳои барқароршавандаи энергия мубрамияти масъалаи самаранокии дастгоҳҳои дар асоси манбаъҳои барқароршавандаи энергияро ба миён мегузорад. Ҳуҷатҳои асосии меъёрию – ҳуқуқии танзимкунандаи самаранокии истифодаи МБЭ инҳоянд:

- Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон “Дар бораи энергетика”.
- Қонунни Ҷумҳурии Тоҷикистон “Дар бораи ҳифзи ҳуқуқҳои истеъмолкунандагон”
- Қонунни Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи сарфаҷӯӣ ва самаранокии энергия»

Дар ҳуҷатҳои меъёрию – ҳуқуқии амалкунанда ва базаи методӣ нопуррагӣ ё ин ки умуман дарҷ нагардидани талаботҳо оид ба энергетикаю “хурд”, системаҳои автономии дар асоси МБЭ дида мешавад, ки ин ба рушди ин самт таъсири манфӣ дорад.

Бинобар сабаби нобаробарии дастрасии МБЭ ва гаронии арзиши неруи барқ дар асоси истифодабарии манбаъҳои барқароршаванда тавлид гардида, дар айни замон наметавонанд бо системаи марказонидашудаи барқтаъминкуни рақобат карда наметавонанд.

Барои истифодаи босамари манбаъҳои барқароршавандаи энергия дар шавақаҳои барқтаъминкунии автономӣ баррасии масъалаҳои зерин зарур мебошад:

- баҳодихии ҳаҷм ва шартҳои барқтаъминкунии истеъмолкунандагони ба шабақаҳои марказонидашудаи электроэнергетикӣ пайваست набуда;

- баҳодиҳии потенциали МБЭ дар минтақаи ҷойгиркунии дастгоҳ ва шабакаҳои барқтаъминкунӣ бо интиҳоби намуди манбаи нисбатан самаранок (ё дастрасии зиёд дошта);
- коркарди методика ва таҳлили техникую-иқтисодии характеристикаҳои вариантҳои бунёди системаи барқтаъминкунӣ;
- коркарди меъёрҳои самаранокии иқтисодии истифодаи шабакаҳои автономии барқтаъминкунӣ;

Баҳодиҳии самаранокии истифодабарии МБЭ барои барқтаъминкунии иншоотҳои дурдасте, ки бо шабакаҳои марказонидашуда пайваст нестанд дар асоси таҳлили техникую – иқтисодӣ амалӣ карда мешавад. Ба ҳайси нишондодҳои баҳодиҳӣ се гуруҳи нишондодҳоро истифода менамоянд:

- техникӣ;
- иқтисодӣ;
- иҷтимоию-экологӣ.

Ба гуруҳи нишондодҳои техникӣ фақат як омил – иҷрошавандагии техникий лоиҳа ворид мегардад. Маълумотҳои ибтидоӣ барои муайян кардани омил ё нишондиҳандаи зерин маълумотҳо оид ба нишондодҳои техникий манбаи истифодашавандаи энергия мебошад. Барои НБО-и хурд нишондодҳои техникӣ маълумот оид ба сруъати минималии маҷро  $V_{\min}$  (м/с) ва сарми минималии об  $Q_{\min}$  (л/с) мебошад; барои дастгоҳи бодӣ бошад нишондод суръати миёнаи солонаи бод  $V_{\text{миёна}}$  (м/с); барои дастгоҳҳои офтобӣ бошад – равшаннокии миёнамоҳии рузона  $E$  (кВт\*соат/м<sup>2</sup>), ҳамчун маълумотҳои техникӣ истифода мешавад.

Нишондоди асосии асоснокунии самаранокии иқтисодӣ хароҷоти солона барои 1 кВт тавоноии гузошташуда мебошад, барои барқтаъминкунӣ пешбини гардидааст, аз рӯйи ифодаи зерин муайян мегардад:

$$Z = \frac{p_n K + C}{P},$$

$P$  – тавоноии гузошташудаи иншооти барқтаъминкунӣ (кВт);

$K$  – маблағгузори умумӣ (сомонӣ):

$$K = K_{\text{гузошта}} + K_{\text{лоиҳа}} + K_{\text{сохтмон}},$$

ки дар инҷо  $K_{\text{гузошта}}$  – арзиши комплекси таҷҳизот (сомонӣ);  $K_{\text{лоиҳа}}$  – арзиши корҳои лоиҳавӣ, ки аз рӯйи минтақаи ҷойгиршавӣ муайян мегардад (сомонӣ);  $K_{\text{сохтмон}}$  – арзиши корҳои сохтмони неругоҳ (зернеругоҳ) (сомонӣ).

$p_n = \frac{1}{T}$  – зарби меъёрии ғайданоки (даромадноки), ки  $T$  – муҳлати иқтисодии истифодабарии таҷҳизот (лет).

$C$  – хароҷотҳои умумии солона (сомонӣ):

$$C = C_{\text{истиф.}} + C_{\text{таъмир}} + C_{\text{сӯзишворӣ}} + C_{\text{тавили сӯзишв.}}$$

ки дар инҷо  $C_{\text{истиф.}}$  – хароҷотҳои солона барои истифодабарии системаи барқтаъминкунӣ (сомонӣ);  $C_{\text{таъмир}}$  – хароҷотҳои солона барои таъмир (сомонӣ);  $C_{\text{сӯзишворӣ}}$  – хароҷоти солона барои сӯзишворӣ (сомонӣ);  $C_{\text{тавили сӯзишв.}}$  – хароҷоти солона барои интиқоли сӯзишворӣ (сомонӣ).

Арзиши аслии 1 кВт\*соат электроэнергия:

$$C_{\text{эл.эн.}} = \frac{p_{\text{нК+С}}}{W}, \text{ сомонӣ/кВт*соат,}$$

ки дар инҷо  $W$  – миқдори умумии электроэнергияи истехсолшуда дар давоми сол.

Ба ҳайси нишондодҳои самаранокии иҷтимоию – экологии истифодабарии вариантҳои гуногуни барқтаъминкунӣ аз рӯйи масъалаҳои зерин баррасӣ мегардад:

- хатари потенциали ба ҳайёти одамон;
- мавҷудияти ташкилкунандаи сӯзишворӣ;
- ҷудокунии қитъаи замин;
- таъсирот ба парандагон ва ҳайвонот;
- таъсири аустикӣ ва ларзиш;
- нурафкании электромагнитӣ.

Зарур аст қайд намоем, ки истифодаи бо самари МБЭ аз бисёр ҷиҳат аз интихоби дурусти минтақаи ҷойгиршавии неругоҳ вобаста мебошад. Мисол, энергия маҷрои бод аз релефи минтақа ва мавҷудияти иншоот вобаста мебошад. Дарёҳо бошад дорои минтақаҳои тазйиқи баланд мебошанд, ки барои бунёди неругоҳ мувофиқанд. Аз ин рӯ интихоби минтақаи насби таҷҳизоти истифодакунандаи МБЭ бояд, ки дар асоси лоиҳаи бо мавқеи ҷойгиршавӣ мутобиқгардонидани амалӣ карда шавад.

### Саволҳои санҷишӣ

1. Самаранокии энергия чист?
2. Нишондиҳандаи самаранокии энергия чиро муаян мекунад?
3. Дар шабақаҳои автономии барқтаъминкуни баррасии кадом масъалаҳо зарур аст?
4. Ба ҳайси нишондодҳои баҳодихи чанд ғуруҳи нишондодҳоро истифода менамоянд?
5. Ба ғуруҳи нишондодҳои техникӣ чанд омил ворид мегардад?
6. Ба ҳайси нишондодҳои самаранокии иҷтимоию – экологии истифодабарии МБЭ кадом масъалаҳо баррасӣ мегардад?
7. Истифодаи бо самари МБЭ аз кадом омилҳои асосӣ вобастагии калон дорад?

## ЛЕКСИЯИ 24

### МУШКИЛОТИ ЭКОЛОГИИ ИСТИФОДАБАРИИ МБЭ

Манбаъҳои барқароршавандаи энергия (МБЭ) ҳангоми истифодабари бо мушкилоти захиракунии энергия ё ин ки тавоноии нигоҳдорандаи речаи муътадил рӯ ба рӯ мегардад, ки ҳангоми набудани МБЭ (бод, нури офтоб ва ғайра) норасоии нури барқро таъмин намояд. Дастгоҳҳои МБЭ наметавонанд бе ёрии манбаъҳои анъанавии энергия эътимоднокии барқтаъминкуниро кафолат диҳанд. Аз ин рӯ масъалаи даст кашидан аз истифодаи манбаъҳои анъанавӣ дар 30 – 50 соли наздик амалинашаванда боқӣ мемонад.

Рушди манбаъҳои барқароршаванда барои истифодабарандагон як қатор хавфҳоро ба миён меорад, аз он ҷумла барои истифодабарандагони тавоноияшон қалон. Яке аз ин хавфҳо вобастааст ба доимӣ набудани МБЭ мебошад, ки дар солҳои охир ин ба таври васеъ истифода шудани манбаъҳои офтоб ва бод таалуқ дорад. Ба ғайр аз ин барои истеҳсоли панелҳои офтобӣ, дастгоҳҳои бодӣ ва аккумуляторҳо маводҳои зиёд ва металлҳои қиматбаҳо зарур мегардад. Истеҳсоли ҷунин металлҳо ва умуман истеҳсолоти дастгоҳҳои барқии барои истифодаи МБЭ барои экология зараровар мебошад. Ҷунин истеҳсолот харчи зиёди об ва нури барқро талаб менамояд. Бинобар ин масъалаи таъсири МБЭ ба экология масъалаи мубрам боқӣ мемонад.



Расми 1 – Истифодаи металлҳои қиматбаҳо барои сохтани дастгоҳҳои МБЭ

#### Таъсири экологӣ аз рушди энергетикаи офтобӣ

Нуруҳои офтобӣ як аз иншоотҳои то охир наомӯхта буда, аз ин рӯ онҳоро ба манбаъҳои аз нигоҳи экологӣ пурра тоза ворид намудан ғайри имкон аст. Метавон фақат қисмати охири онро – яъне танҳо истифодабарии нуруҳои офтобиро ба технологияи аз ҷиҳати экологӣ тоза ворид кардан мумкин аст. Нуруҳои барқии Офтобӣ, ки аз панелҳои фотоэлектрикии алоҳида иборат мебошанд ҳангоми тавоноии қалон будан онҳо масоҳати хело қалонро ишғол менамоянд. Масоҳати зери панелҳои офтобӣ монда аз ҳисоби

соя сохторашон тағир меёбад (яъне ҳамаи растаниҳо нобуд мешаванд ва аз пайи онҳо ҳашарот низ куч мебандад).

Бар замми ин дар минтақаи ҷойгиркунии нуругоҳи офтобӣ аз ҳисоби инъикоси нури рушноии офтоб баландшавии ҳарорат низ ба қайд гирифта мешавад. Баландшавии ҳарорат ба тағйирёбии тавозуни ҳарорат, намнокӣ, сати вазиши бод, дар баъзе ҳолатҳо гармшавии аз ҳад зиёд ба сӯхтор мерасонад, ки вобастааст аз истифодаи концентраторҳои офтобӣ. Истифодаи моеъҳои пастҳарорат ҳангоми истифодабарии тулонӣ ноилоҷ ба захиш ва рехтани онҳо дар рӯи замин ба ифлосгардии обҳои зеризаминӣ сабаб мегардад. Аз ҳама хатарнок истифодаи моеъҳои дорои хромат ва нитритӣ мебошад, ки моддаҳои захролудкунанда ба ҳисоб мераванд.



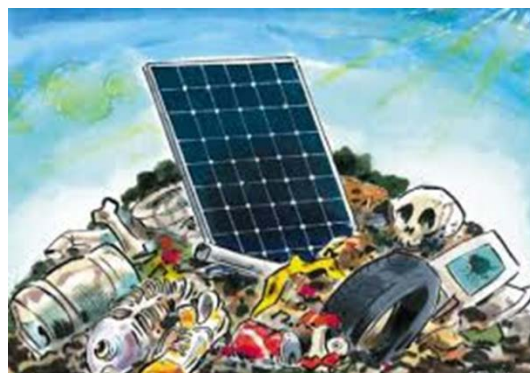
а)



б)



в)



г)

Расми 2 - Намудҳои таъсироти манфии нуругоҳҳои офтобиро ба муҳити атроф: а - забти қитъаҳои қалон барои бунёди нуругоҳҳо; б – хатари сӯхтор; в ва г – панелҳои корношоёмгардида коркард намешаванд.

Таъсироти манфии нуругоҳҳои Офтобӣ ба намудҳои зерин ҷудо кардан мумкин аст:

- ҷудо намудани қитъаҳои қалони замин бо эҳтимолияти вайроншавии микрофлора ва фаунаи он;
- харчи зиёди маводу масолеҳи сохтмонӣ;
- эҳтимолияти рехтани моеъҳои захрнок ба замин ва ифлос гардидани обҳои зеризаминӣ;

- хатари гармшавии аз ҳад зиёд ва сӯхтор, захролудгардидани ҳосил ҳангоми истифодаи он дар самти хоҷагидорӣ;
- тағйирёбии тавозуни ҳарорат, намнокӣ, самти вазиши бод дар минтақаи ҷойгиршавии нуругоҳ;
- сояфкании дар масоҳатҳои калон бинобар истифодаи панел ва консентарторҳо ва вайроншавии микроиқлими минтақа;
- пайдогардидани ҳалал дар кори телевизион ва радио;
- ҳангоми истифодаи нуругоҳҳои кайҳонӣ таъсир ба иқлим аз ҳисоби паҳнгардидани микромавҷҳо.

### Таъсири энергетикаи бодӣ ба муҳити атроф

Омилҳои таъсиркунандаи ДББ ба муҳити зист ва пайомадҳои он бо ҷорабиниҳои кам намудани таъсири он дар ҷадвали 1 оварда шудааст. Баъзеи онҳоро муфасалтар дида мебароем.

Ҷадвали 1 – Методҳои бартароф намудани таъсири манфии ДББ ба муҳити зист

№ р/т	Омилҳои таъсир	Методҳои бартарофкуни
1	Забти қитъаҳои замин, тағйирёбии ҳосиятҳои қабатҳои болои замин	Насби ДББ дар қитъаҳои заминҳое, ки истифода намешаванд. Оптимальи кардани ҷойгиркунии дастгоҳҳо барои сарфаи қитъаи замин. Бақайдгирии нақшавии тағйирёбии қабатҳои болои замин. Ҳисоббаробаркуниҳои ҷубронӣ ба истифодабарандагони замин.
2	Таъсири акустикӣ (таъсири овоз)	Тағйир додани шумораи даврзании ҷархи бодӣ. Тағйирдиҳии соҳти парраи дастгоҳи бодӣ. Аз иншоотҳои инфрасохтори дар масофаҳои беҳатар (безарар) ҷойгир намудани ДББ Ивази маводҳои парраҳо.
3	Таъсир ба ландшафт ва қабули онҳо	Ба инобат гирифтани ландшафт ҳангоми ҷойгиркунии ДББ. Ҷустуҷӯи намудҳои гуногуни манора ва рангҳо.
4	Нурафкании электромагнитӣ, теле- ва радиоалоқа	Бунёди ретрансляторҳо. Ивази маводҳои парраҳо. Муҷаҳазгардонии асбобҳои махсус дар ДББ.

		Аз наздикии иншоотҳои коммуникатсионӣ дур ҷойгир кардан.
5	Таъсир ба орнитофауна, парандаҳои муҳоҷир, фаунаи баҳрӣ ҳангоми ҷойгиркунии ДББ дар баҳрҳо	Таҳлили талафгардии паррандаҳо ва моҳиҳои муҳоҷир, ки дар сари роҳи муҳоҷираташон ДББ насб мегардад. Ҳисоб намудани эҳтимоляти бархурии паррандаҳо ва моҳиён бо ДББ.
6	Ҳолатҳои садамавӣ, хатари шикаста рафтани қисмҳои зарардидаи ДББ	Ҳисоб намудани эҳтимоляти шикастани ҷархи бодӣ, траектория ва масофаи паридани он. Баҳоидиҳои эътимоднокии қори бесадмавии онҳо. Худудбандии истеҳсоли дар атрофи ДББ
7	Омилҳои беҳтаргардонандаи ҳолати экологӣ	Паст гардидани қувваи бод. Паст гардидани эрозияи замин аз ҳисоби бод. Кам гардидани таъсири бод дар наздикии соҳилҳои баҳр ва обанборҳо



а)



б)



в)



г)

Расми 3 – Таъсири манфии Дастгоҳҳои барқии бодӣ ба муҳити атроф  
Таъсири манфии ДББ ба муҳит:

- таъсири овозӣ, ҳалали электромагнитӣ, теле- радиой;
- ҷудо намудани майдон зери сохтмони ДББ;
- тағйирёбии локалии иқлим;
- хатар барои парандаҳои муҳоҷир ва ҳашарот;
- тағйирот дар манзараи атроф, ноҷури ва вайрон шудани комфорт;



- хангоми истифода дар бахрҳо таъсир ва тарзи зисти ҳайвоноти баҳрӣ ва халал ба кори нақлети баҳрӣ.

### **Эҳтимолияти таъсири экологии неругоҳҳои геотермалӣ**

Таъсири асосиро неругоҳҳои геотермалӣ дар давраи коркарди манбаъ, сохтмони лӯлаҳои буғ ва бинои неругоҳ мерасонад, ки одатан масоҳаташ маҳдуд мебошад.

Буғ ва гази табиӣ одатан бо буридани чоҳ бо чуқурии аз 300 м то 2700 м., ба даст оварда мешавад. Дар зери таъсири фишори дохили буғ ба рӯйи замин баромада тавассути лӯлаҳои рӯйпушкардашуда ба тарафи турбинаҳо равона карда мешавад. Масалан дар водии гейзерҳо (ИМА) маҳсулнокии ҳар як чоҳ ба ҳисоби миёна 7МВт – ро ташкил медиҳад. Барои кори неругоҳи дорои тавоноии 1000МВт 150 адад чоҳ зарур мебошад, ки дар масоҳати зиёда аз 19 км квадратӣ ҷойгир мегардад.

Пайомади потенциалии коркард ва истифодабарии манбаъҳои геотермалӣ дар фуруравии замин ва омилҳои заминларза мебошад.

Таъсири манфии экологии неругоҳҳои геотермалӣ инҳоянд:

чудо гардидани қитъаи замин;

тағйирёбии сатҳи обҳои зеризаминӣ, фуруравӣ ва ботлоқгардии замин;

ҳаракати қишри замин, баланд гардидани ҳолатҳои зилзилавӣ;

ихроҷи газҳо (метан, водород, азот, аммиак ва ғ.);

ихроҷи гармӣ ба ҳаво ё қабати рӯйи замин;

партов гардиани обҳои захролудшуда ва конденсатҳо, ифлосшавии ҳаҷми хурд бо симоб, аммиак ва ғ.;

ифлосшавии обҳои зеризаминӣ, қабатҳои оби зеризамин ва шуршавии хок;

ҳангоми раҳнашавии лӯлаҳо ба муҳит партофта шудани ҳаҷми калони маводҳои зараррасон.

### **Таъсири экологии истифодаи неругоҳҳои биоэнергетикӣ**

Неругоҳҳои биоэнергетикӣ дар муқоиса бо дигар намудҳои неругоҳҳои дар асоси манбаъҳои анъанавию ғайрианъанавӣ нисбатан аз ҷиҳати экологӣ тоза мебошанд.

Онҳо барои нест намудани партовҳои гуногун ва кам намудани таъсири онҳо ба муҳит мусоидат мекунанд. Масалан, ферментатсияи анаэробӣ – воситаи самараноки на танҳо коркарди пасмондаҳои фермаҳо, балки таъмини тозагии экологӣ мебошад, ки баъд аз коркард бӯйи бад нестшуда ва нобутшавии микроорганизмҳо ба амал меояд. Ба ғайр аз ин баъзе маводҳо баъд аз коркард ҳамчун хурокаи иловаги барои фермаҳои чорводорию мурғпарвари хизмат мекунанд. Обу корезҳои шаҳри ва партовҳои саҳт,

пасмондаҳои соҳаи ҷангалбурию коркарди ҷӯб манбаъҳои сахтифлоскунандаи экология ба ҳисоб рафта, ҳамзамон ашёи хом барои ҳосили энергия, нури, маводҳои арзишманди химиявӣ низ мебошанд. Бинобар ин ба таври васеъ истифода ва рушд қардани технология биоэнергетика то андозае ба экология ғоидаовар мебошад.

Вале, таъсири манфӣ ба экология ҳангоми истифодаи манбаъҳои биоэнергетикӣ низ ҷой доранд. Сӯзонидани маводҳои биоэнергетикӣ ба ҳаво газҳои гулхонаиро зиёд мегардонад. Ҳамчунин таъсири дигар дар он мебошад, ки ҳангоми сӯзонидан партофтани гарми ба муҳит ба амал меояд. Дар муқоиса бо ҷӯб биогаз – нисбатан сӯзишвори тоза мебошад, ки зарра ва газҳои зарарнокро ҳангоми сӯختан ихроҷ қамтар мекунад. Дар баробари ин риояи талаботҳои беҳатарӣ ҳангоми кор бо биогаз ҳатми мебошад. Зеро гази метан ҳамчун гази тарқанда хавфнок мебошад. Ҳангоми нигоҳдорӣ, интиқол ва истифодабарии биогаз назорати доимии роҳ надодан ба ихроҷшавии газ ҳатмӣ мебошад.

Дар рафти истифодаи технологияи ферментатсия пасмондаҳои зиёде ҳосил мегардад, ки ин ҳам ҳамчун манбаи ифлосшавии экология таъсир мерасонад.

Таъсироти манфии экологии бинэнергетика:

- партофти зарраҳои саҳт, маводҳои захрнок, гази қарбон, биогаз ва биоспирт;
- ихроҷ (партофт) – и гармӣ, тағйирёбии тавозуни ҳароратӣ;
- харобгардии минералҳои замин ва эрозия;
- хатар тарқандагӣ;
- ҳаҷми қалони пасмондаҳо (обҳои ифлос, такнишинҳо).

### **Саволҳои санҷишӣ**

1. Мушкило ё инки хавфи асосии МБЭ дар қист?
2. Яке аз таъсири асосии МБЭ ба экология дар қист?
3. Таъсироти экологӣ аз рушди энергетикаи офтобиро шарҳ диҳед.
4. Таъсири энергетикаи бодӣ ба муҳити атрофро шарҳ диҳед.

## АДАБИЁТ

1. Возобновляемые источники энергии: учеб.-метод.пособие [Электронный ресурс] / сост. В.А. Тремясов. - Электр. дан. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015
2. Теория надежности в энергетике: учеб.-метод. пособие [Электронный ресурс]/ сост. А.В. Бобров, В.А. Тремясов. Электрон. дан.- Красноярск: Сиб.федер. ун-т, 2013.
3. Раҳимов Ф.М., Давлатшоев Д.Д. «Манбаъҳои барқароршавандаи ғайрианъанавии энергия» дастурамали методӣ барои ҳалли масъалаҳо , – Душанбе, ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ, 2014, – 50 с.
4. И.М. Кирпичникова, Е. В. Соломин/ Возобновляемые источники энергии. -Челябинск: Изд. ТСентр. ЮУрГУ, 2009. – 50с.
5. «Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон дар бораи истифодаи манбаъҳои барқароршавандаи энергия» Ахбори Маҷлиси Олии Ҷумҳурии Тоҷикистон, соли 2010, №1, мод.11.
6. Ахбори АИ ҚТ «Шуъбаи илмҳои физикаю математика, кимиё геология ва техника» №3 (136), 2009 – саҳ.86.
7. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России / П.П. Безруких, Ю.Д. Арбузов, Г.А. Борисов и др. – СПб.: Наука, 2002.-314 с.
8. Твайделл Д. Возобновляемые источники энергии / Д.Твайделл, А.Уэйр. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 390 с.
9. Виссарионов В.И. Экологические аспекты возобновляемых источников энергии / В.И.Виссарионов, Л.А.Золотов. – М.: МЭИ, 1996. – 156 с.
10. Шефтер Я.Н. Использование энергии ветра / Я.Н.Шефтер. – М: Энер-гоатомиздат, 1983. – 200 с.
11. Геотермальное теплоснабжение / А.Г. Гаджиев, Ю.Н. Султанов, П.Н. Ригер и др. – М: Энергоатомиздат, 1984. – 120 с.
12. Альбом для проектирования установок солнечного горячего водоснабжения / В.К.Аверьянов, А.И.Тютюнников, А.В.Синитса и др. – СПб. – Тула, 1992.-55 с.
13. Оборудование ГЭС: учеб. пособие / А.Ю.Александровский, Ю.А.Заболотский, Н.И, Матвиенко и др.; под ред. В.И. Обрезкова. – М.: МЭИ, 1992. – 87 с.
14. Оборудование нетрадиционной и малой энергетики: справочник — каталог / Ю.Д. Арбузов, П.П. Безруких и др. – АО «Новые и возобновляемые источники энергии», 2002. – 167 с.

15. Левин Б.Н. Использование твердых бытовых отходов в системах энергоснабжения / Б.Н.Левин. – М.: Энергоиздат, 1992.
16. Шишкин Н.Д. Малые энергоэкономичные комплексы с возобновляемыми источниками энергии / Н.Д.Шишкин. – М.: Готика. 2000. – 236 с.
17. Лоихакашии таҷҳизоти неругоҳҳои манбаҳои барқароршавандаи ғайрианъанавии энергия. Дастури методӣ барои иҷрои корҳои озмоишӣ./ Ф.М. Раҳимов, Ш.Ҳ. Пирова, Душанбе: ШТН. ДТТ, 2023 г. – 36 с.
18. “Речаи кори таҷҳизоти манбаҳои барқароршавандаи ғайрианъанавии энергия” Дастури методӣ барои иҷрои корҳои озмоишӣ/ З.С. Ғаниев, Ш.Ҳ. Пирова, Ф.М. Раҳимов Душанбе: ШТН. ДТТ, 2022 г. – 86 с.
19. Неругоҳҳои электрикӣ дар асоси манбаҳои барқароршавандаи энергия. Дастури методӣ барои иҷрои корҳои озмоишӣ/ Ф.М. Раҳимов, Ш.Ҳ. Пирова, Ш.А. Бобозода Душанбе: ШТН. ДТТ, 2024 г. – 74 с.

НАШРИЁТИ ТАЪЛИМӢ

**Султонзода Ш.М., Қирғизов А.Қ., Қасобов Л.С.,  
Хасанзода Н., Раҳимов Ф.М.**

**МАНБАЪҲОИ БАРҚАРОРШАВАНДАИ ЭНЕРГИЯ**

ВОСИТАИ ТАЪЛИМӢ

Ба чопаш 14.11. с. 2024 имзо шуд. Андозаи 60x84 1/16. Қоғазии офсетӣ. Чопи  
офсетӣ. Ҷузъи чопӣ 10,25. Адади нашр 100 нусха.

Дар матбааи Донишгоҳи техникийи Тоҷикистон ба номи академик М.С.

Осимӣ чоп шудааст.

