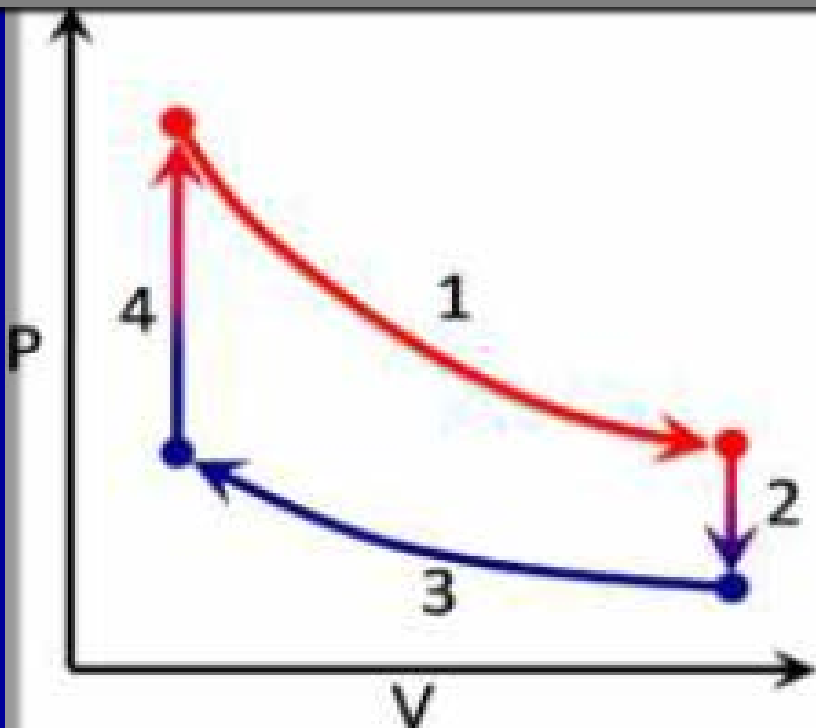




ҒАНИЕВ З.С.
ПИРОВА Ш.Х.
РАҲИМОВ Ф.М.

РЕҶАИ КОРИ ТАҶҶИЗОТИ МАНБАЪҲОИ БАҶҚАРОРШАВАНДАИ ҒАЙРИАНЪАНАВИИ ЭНЕРГИЯ

ДАСТУРИ МЕТОДИ



Душанбе-2022

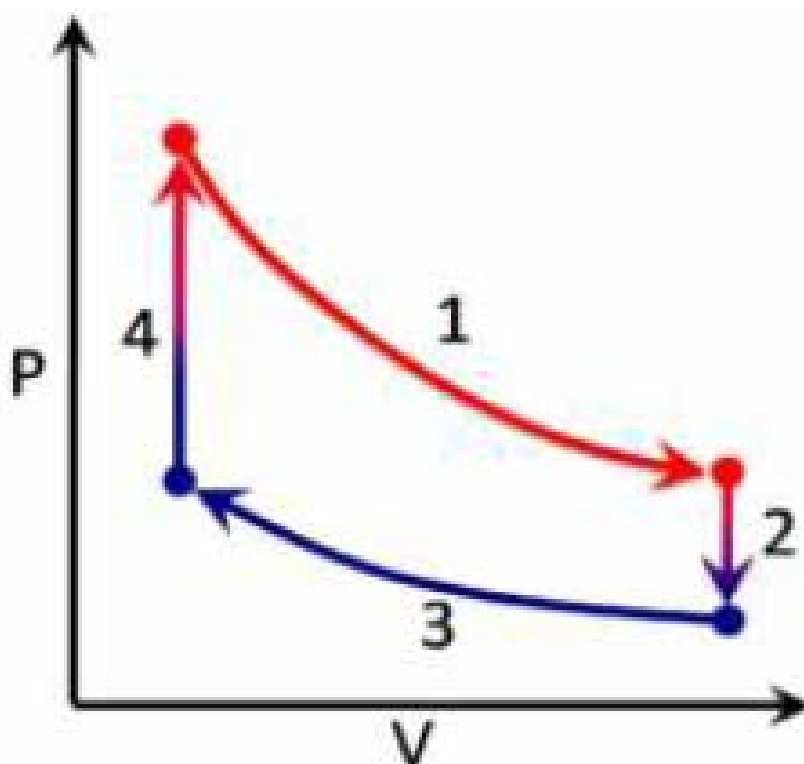
**ВАЗОРАТИ МАОРИФ ВА ИЛМИ ҶУМҲУРИИ
ТОҶИКИСТОН**

ДОНИШГОҲИ ТЕХНИКИИ ТОҶИКИСТОН

ба номи академик М.С.Осимӣ

**РЕҶАИ КОРИ ТАҶҲИЗОТИ
МАНБАЪҲОИ БАҶҚАРОРШАВАНДАИ
ҒАЙРИАНЪАНАВИИ ЭНЕРГИЯ**

Дастури методӣ барои иҷрои корҳои озмоишӣ



Душанбе - 2022

УДК 621.31(076)



Тартибдиҳандагон: Ғаниев З.С., Пирова Ш.Х., Рахимов Ф.М.

Речаи кори таҷҳизоти манбаъҳои барқароршавандаи ғайрианъанавии энергия. Дастури методӣ барои иҷрои корҳои озмоишӣ. ДТТ ба номи академик М.С. Осимӣ, 2022, - 86 саҳифа.

Дастури методӣ барои иҷрои корҳои озмоишӣ аз фанни “Речаи кори таҷҳизоти манбаъҳои барқароршавандаи ғайрианъанавии энергия”, барои тайёр намудани бакалаврҳо аз руи ихтисоси 430105-05 - “Манбаъҳои барқароршавандаи ғайрианъанавии энергия” пешбинӣ шудааст. Дар дастур мақсаду мундариҷаи кор ва тарзи иҷрояшон баён шудааст.

Тақриздихандагон:

Давлатшоев Д.Д. – н.и.т., дотсенти кафедраи неругоҳҳои электрикии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ

Назиров Х.Б. - н.и.т., мудири кафедраи электроэнергетикаи филиали Донишгоҳи миллӣ – тадқиқотии “Донишгоҳи энергетикаи Москва дар шаҳри Душанбе

Дастур дар кафедраи неругоҳҳои электрикӣ таҳия шудааст.

©Донишгоҳи техникии Тоҷикистон, 2022 с.

МУНДАРИЧА

Сарсухан.....	4
КОРИ ОЗМОИШИИ №1 Омӯзиш ва таҳқиқи речаҳои кори гидротурбинаҳои НБО-и хурд	5
КОРИ ОЗМОИШИИ №2 Дастӣ/автоматӣ идора намудани пайвасти генератори синхронӣ ба кори параллелӣ бо усули худҳамзамонсозӣ ва ҳамзамонсозии дақиқ	13
КОРИ ОЗМОИШИИ №3 Таҳқиқи речаҳои гашти холӣ ва расиши кӯтоҳи батареяҳои офтобӣ	33
КОРИ ОЗМОИШИИ №4 Таҳқиқи речаи кори коллектори офтобии ҳамвор.....	41
КОРИ ОЗМОИШИИ №5 Муайянкунии характеристикаи волтамперии дастгоҳи бодӣ ҳангоми доимӣ будани суръати даврзании парраҳо.....	53
КОРИ ОЗМОИШИИ №6 Таҳқиқоти генератори бодии меҳвари амудӣ	61
КОРИ ОЗМОИШИИ №7 Таҳқиқи речаи кори муҳаррики Стирлинг вобаста аз тағйирёбии ҳарорати беруна.....	66
КОРИ ОЗМОИШИИ №8 Таҳқиқи речаи истифодабарии батареяҳои аккумуляторӣ.....	76
Адабиётҳои истифодашуда.....	83
Замимаҳо	84

Сарсухан

Иҷрои корҳои озмоишӣ аз рӯи курси “Речаи кори таҷҳизоти манбаъҳои барқароршавандаи ғайрианъанавии энергия” қисми муҳим дар омӯхтани фан мебошад, ки имконияти дарки аниқ ва васеи физикии моҳияти речаҳои кори дастгоҳҳои асосии неругоҳхоро дар асоси манбаъҳои барқароршавандаи ғайрианъанавии энергия ва равшан дидани хусусияти кори онҳоро инъикос менамояд.

Дастури методӣ тавре тартиб дода шудааст, ки тавсифи ҳар як кори озмоишӣ аз қисми назариявӣ, саволҳои санҷишӣ ва дастур оид ба иҷрои кор иборат мебошад.

Бо мақсад ва мазмуни кори озмоишӣ донишҷӯ бояд қаблан шинос шуда, вақт барои гузаронидани кор самаранок истифода шавад.

Ҳангоми омӯхтани маводҳои назариявӣ донишҷӯ мазмуни корро аз худ намуда, ба саволҳои санҷишӣ мутобиқи супориши устоди дарсбаранда ҷавоби шифоҳӣ ё хаттӣ пешниҳод менамояд.

Дар ҳисобот бояд натиҷаҳои озмоиш ба намуди график ва осциллограмма омода ва пешниҳод карда шавад. Ҳар як кори озмоишӣ бояд бо хулосаи асосӣ ба анҷом расонида шавад. Барои ҳимоя танҳо ҳисоботҳое қабул мешаванд, ки дар худ бандҳои зеринро дошта бошанд:

1. ном ва мақсади кори озмоишӣ;
2. нақша барои ченкунии тавсифи модули офтобӣ;
3. ҷадвали натиҷаҳои озмоиш;
4. графикҳои вобастагӣҳо;
5. хулоса;
6. ҷавоби хаттӣ ба саволҳои санҷишӣ (агар чунин талабот бошад).

Ҳангоми тайёри барои ҳимояи кори иҷрошуда тавсия дода мешавад, ки аз саволҳо дар охири навиштаҷоти кори озмоишӣ истифода шавад.

Барои иҷрои кори озмоишии навбатӣ ба донишҷӯе иҷозат дода мешавад, ки ҳисоботи кори озмоишии қаблро саривақт ҳимоя карда бошад.

Кори озмоиши №1 Омӯзиш ва таҳқиқи речаҳои кори гидротурбинаҳои НБО-и хурд

Мақсади кор: Таҳқиқи намудҳои гуногуни гидротурбинаҳо, аз худ кардани маълумот оид ба тавсифҳои гидравликӣ ва энергетикӣ онҳо.

Маълумоти умумӣ

Яке аз самтҳои нисбатан самараноки рушди энергетикаи барқароршаванда истифодабарии энергияи дарёҳо (мачроҳо)-и хурд мебошад, ки бо ёрии НБО-ҳои хурд амалӣ мегардад. Ин аз як тараф дар дастрасии васеи мачроҳои хурд бошад, аз тарафи дигар барои бунёди НБО-ҳои бузург як қатор монеаҳои техникую иқтисодӣ вучуд дорад.

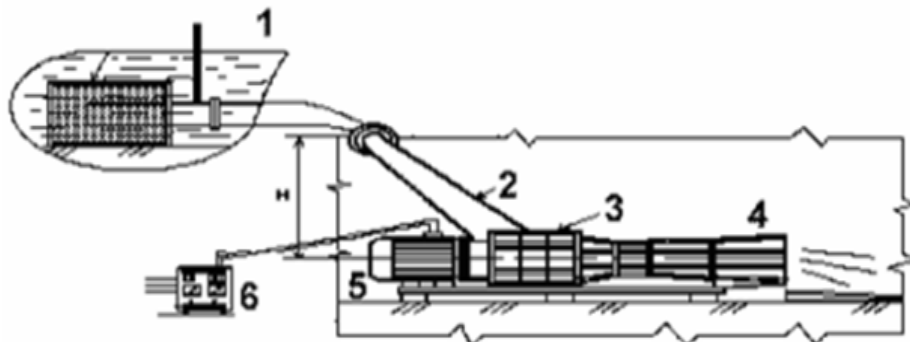
Аз рӯи тавоноӣ иншоотҳои “гидроэнергетикаи хурд” шартан ба се намуд ҷудо мешаванд:

- микро НБО – бо тавоноии аз 0,1 то 500 кВт;
- мини НБО – бо тавоноии аз 500 то 1000 кВт;
- НБО-и хурд – бо тавоноии аз 1000 кВт то 30 МВт (тавоноии як агрегат 10МВт);

Мувофиқи маълумотҳои дастрас НБО-ҳои “мини” ва “микро” – боэътимод, аз ҷиҳати экологӣ тоза; ихчам (компактний) ва ҳамчун тез рӯйпушкунандаи харочотҳо эътироф шудаанд. Чунин НБО-ҳои хурд барои деҳаҳои хурд, осоишгоҳҳо, лагерҳо ва дигар иншоотҳои хоҷагии халқ, ки ба шабакаи ягона пайваст набуда, зарурати сохтмони ХИБ вучуд надорад, аз ҷиҳати иқтисодӣ арзон ва самаранок мебошанд.

Гидроэнергетикаи муосир дар муқоиса бо дигар намуди манбаҳои анъанавии энергияи электрикӣ усули аз ҷиҳати иқтисодию экологӣ нисбатан самаранок ҳисобида мешавад. Неругоҳҳои хурд хифз намудани манзара (ландшафт)-и минтақаро имкон дода, таъсири он ба экология камтар мебошад. Ҳамчунин дар рафти истифодабарии онҳо сифати оби мачро бетағйир боқӣ мемонад. Дар муқоиса бо дигар намуди манбаҳои

барқароршавандаи энергия (ба монанди энергияи Офтоб ва бод) гидроэнергетикаи хурд аз боду ҳаво қариб ки вобаста набуда, имконияти таъмини боэътимод ва мунтазами нуруи барқро ба истеъмолкунандагон кафолат медиҳад. Сохти НБО - хурд дар расми 1.1 оварда шудааст.



Расми 1.1 Сохти НБО – хурд: 1 – ҳавз, обанбор (маҷро); 2– лулаи обгузарон; 3– турбина; 4– лулаи гузаранда (выпускная); 5– генератор; 6– табдилдиҳанда

Ба ғайр аз маҳдудиятҳои вобаста бо тавоноӣ, дигар фарқияти НБО-и хурд дар он аст, ки технологияи мураккаби бунёди обанбор ва сарбандҳои бузург лозим нест. Ҳамчунин вобаста аз шароит лоиҳаи НБО-и хурд метавонад ҳамнамуд иҷро гардад (яъне якчанд НБО метавонанд ба ҳам монанд бошанд).

Гидроагрегати НБО-и хурд аз турбина, генератор ва системаи танзимкунандаи мухтор иборат мебошад. Аз рӯи хусусияти истифодаи манбаъ НБО-ҳои хурдро ба категорияҳои зерин ҷудо намудан мумкин аст:

- маҷроӣ ё назди сарбандии дорои обанбори начандон калон;
- нуругоҳҳои истифодабарандаи энергияи суръати маҷроӣ озоди дарё;
- нуругоҳҳои истифодабарандаи таъйиқи мавҷудбудаи иншоотҳои гидроэнергетикӣ гуногун (канал, комплексҳои обтозакуни ва ғайра).

Истифодаи НБО-и хурд ба монанди манбаи дилхоҳи энергия дорои норасоӣ ва бартарихо мебошанд.

Дар баробари (миёни) бартарихи иқтисодӣ, экологӣ ва маишӣ иншоотҳои “гидроэнергетикаи хурд” боз нишондодҳои зеринро илова намудан мумкин аст. Бунёди чунин иншоотҳо беҳатари энергетикӣ

минтақаро таъмин менамояд, вобастагӣ аз сӯзишвории воридшавандаро (ё дастрасшавандаро) кам намуда, сарфаи сӯзишвориро таъмин мекунад.

Бунёди иншоотҳои энергетикӣ мазкур маблағгузори калонро талаб накарда, сарфи неруи корӣ, мавод ва вақти баргардонидани (рӯйпуш намудани) харочотҳо кам мебошад.

Дар раванди истифодабарӣ ва истеҳсоли энергияи электрикӣ НБО – и хурд ба муҳити атроф газҳои зарарнок ва ифлоскунанда ихроҷ намекунад.

Ба норасоҳои НБО-и хурд ҳангоми бунёд ва истифодабарӣ яке аз намуди паҳншудаи садама ин ҳангоми ногаҳон зиёд шудани оби маҷро кандашавии сарбанд ва паҳши обмонии иншоотҳо мебошад. Норасоии дигари НБО – и хурд вобастагии тавлиди (истеҳсоли) неруи барқ аз камобии маҷро дар фасли сармо мебошад.

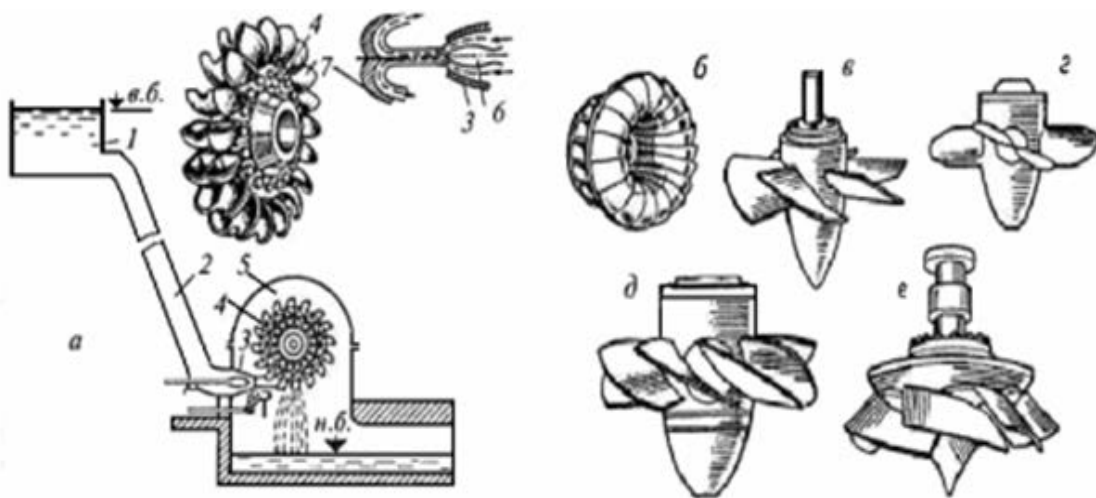
Гидротурбина. Барои амалӣ намудани функсияи асосии НБО – истеҳсоли энергияи электрикӣ – таҷҳизоти (дастгоҳҳои) мураккаби гуногун зарур аст, ки аз онҳо самаранокӣ ва эътимоднокии истифодабарии неругоҳ вобаста мебошад.

Таҷҳизотҳои кудратии гидравликии НБО – ҳамчун чузъҳои асосӣ аз турбина ва гидрогенератор таркиб ёфтааст, ки дар турбина энергияи механикии маҷро (кинетикӣ ва потенциалӣ) аввал ба энергияи механикии давранӣ ва баъдан ба энергияи электрикӣ табдил дода мешавад. Ба рӯйхати таҷҳизотҳои баррасишаванда ҳамчунин дастгоҳи таъминкунандаи об ва идоракунии сарфи он дохил мешавад.

Ҳангоми кори гидротурбина талафи энергия ҷой дорад. Талафи энергия асосан аз ҳисоби сарфи об ва соиши қисмҳои механикии турбина ба амал меояд. Бо назардошти суммаи талафҳо коэффитсиенти кори ғоиданоки турбина баробар ба $\eta_T = 0,85 \dots 0,9$ аст.

Гуногунии шароитҳои иқлимӣ – чуғрофие, ки дар он НБО-ҳо бунёд ва истифода мешаванд, ба гуногунии сохти турбинаҳо, гидроагрегатҳо сабаб гардидааст. Аз ин рӯ имрӯзҳо намудҳои гуногуни турбинаҳо мавриди истифода қарор доранд.

Дар расми 1.2. намудҳои гуногуни гидротурбинаҳо оварда шудааст.



Расми 1.2 – Намудҳои гидротурбинаҳо: а – кафлезӣ; б – радиалӣ; в – пропеллерӣ; г – бо парраҳои тобхуранда; д – бо ду парраи тобхуранда; е – диогоналӣ.

Гидротурбинаҳоро ба ду синф ҷудо мекунанд: ғайрифазол ва фазол. Турбина фазол номид мешавад - агар фишор пеш аз он ва баъд аз он баробар бошад. Яъне танҳо энергияи кинетикӣ маҷро истифода гардад. Турбинаи ғайрифазол бошад асосан энергияи потенциалии маҷрои обро истифода менамояд.

Дар турбинаи кафлезӣ (4) энергияи потенциалии фишори гидростатикӣ дар муҳра (сопло) – (3) пурра ба энергияи кинетикӣ ҳаракати об табдил мегардад. Чархи кории турбина (4) ба намуди чарх омода шудааст, ки дар гирдогирди он парраҳои кафлезмонанд – 7 насб гардидаанд (Расми 1.2. а). Об парраҳоро давр зада гузашта самти ҳаракаташро тағйир медиҳад, ки қувваҳои марказгурез (центробежные) пайдо шуда, ба сатҳи парра таъсир расонида, дар натиҷа энергияи ҳаракати об ба энергияи механикӣ даврзанӣ табдил меёбад. Дар дохили муҳра (сопло) сӯзани танзимкунандаи б – (ниг. ба расми 1.2. а) ҷойгир шудааст, ки ҳангоми ҳаракати он буриши муҳра тағйир медиҳад ва дар ин ҳолат сарфи об низ тағйир меёбад. Ҳамчунин дар расми 1.2 а) – сатҳи болои (1), қубури обгузарон (2) ва сарпӯши турбина -5) баъд аз турбина нишон дода шудааст.

Дар турбинаҳои гидравликии ғайрифазол (реактивӣ) бошад, ҳам энергияи кинетикӣ ва ҳам энергияи потенциалии об ба энергияи механикӣ табдил дода мешавад. Чархи кории турбинаи гидравликии ғайрифазол пурра дар дохили об ҷойгир мебошад. Намудҳои гуногуни чархҳои корӣ дар расми 1.2. оварда шудаанд.

Чархҳои радиалӣ – меҳварӣ дорои парраҳои қачхаттаи мураккаб буда, он имконият медиҳад, ки онҳо дар қимати васеи тазйиқ истифода шаванд (расми 1.2. б)

$$H_{p(\text{корӣ})} = 40 \div 50 \text{ м, ё аз } 600 \div 650 \text{ м.}$$

Турбинаҳои пропеллерӣ дорои конструксияи сода ва ККФ-и баланд мебошанд, вале бо тағйир ёфтани бор ККФ паст мегардад. (Расми 1.2. в).

Турбина бо парраҳои даврзананда дар муқоиса бо турбинаи пропеллерӣ ҳангоми тағйирёбии бор метавонанд аз ҳисоби иваз намудани кунҷи парраҳо нишондоди ККФ дар сатҳи баланд нигоҳ дорад. (Расми 1.2. г).

Турбинаҳои дупаррадор – парраҳои ҷуфтшуда доранд, ки имконияти зиёд намудани сарфи обро медиҳад. (Расми 1.2. д). Истифодаи васеи онҳо бинобар мураккабияшон маҳдуд мебошад. Ба ҳамин монанд турбинаҳои диогоналӣ низ истифодабарии маҳдуд доранд. (расми 1.2.е).

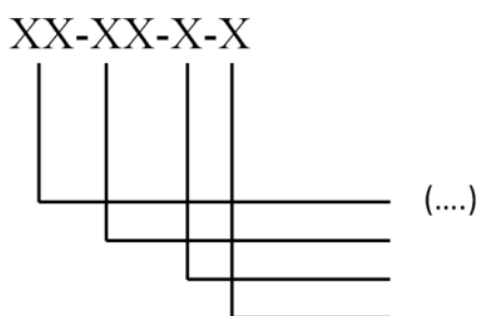
Ба нишондиҳандаҳои асосии муайянкунандаи турбинаҳои гидравликӣ нишондиҳандаҳои дохиланд, ки қиматҳои гуногуни онҳо андозаи чархи корӣ, даврзании номиналӣ ва суръат, баландии лўлаи маканда ва фишор ба пошнадонро муайян мекунанд.

Дар неругоҳҳои барқӣ -обӣ бо тазйиқи аз 30 то 40 (150)м, турбинаҳо бо парратоб белчаҳои (даврзананда) ё радиалӣ насб карда мешаванд. Дар тазйиқҳои аз 200 то 350 (550)м турбинаҳои радиалӣ ва кафлезӣ насб мегарданд, ки ҳисоби пешакии онҳоро аз рўйи ҷадвалҳои 1 ва 2 гузаронидан мумкин аст.

Тартиби иҷрои кор

Мутобиқи супориши устоди дарсбаранда донишчӯ (ё дастаи донишчӯён иборат аз 2-3 нафар) нишондодҳои варианти ҳисобиро аз ҷадвали 1 интихоб менамояд.

1. Бо истифода аз формула (муодила) – ҳои дар ҷадвали 2 овардашуда нишондодҳои асосии турбинаро ҳисоб кунед.
2. Бо истифода аз натиҷаҳои бадастомадаи банди 2 намуди турбинаро интихоб намоед.
3. Намунаи турбинаи интихобшударо дар миллиметровка тасвир намоед.
4. Графики тавсифии турбинаи интихобшударо дар ҳисобот ҷой дода шарҳ диҳед.
5. Тамғагузори турбинаро аз рӯи тартиби зерин иҷро намоед:



Ҷадвали 1

Қиматҳои вариантҳои ҳисобӣ

Қимат ва воҳиди ченаки он	Қиматҳо ва вариант аз рӯи рақами охири дафтарчаи имтихонӣ гирифта мешавад									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$H_p, \text{ м}$	8	16	25	60	50	78	100	120	95	130
$H_{\max}, \text{ м}$	15	25	30	80	75	90	120	145	115	150
$H_{\min}, \text{ м}$	5	15	15	45	35	65	90	100	90	115
$Q_{\text{ҳисоб.}}, \text{ м}^3/\text{с}$	20	23	45	15	18	14	21	17	24	30

▽ , м.	840	750	1000	960	1100	1200	870	845	1400	1115
--------	-----	-----	------	-----	------	------	-----	-----	------	------

Ҷадвали 2

Муодилаҳои андозаҳои асосӣ ва нишондодҳои турбинаҳои ғайрифаёл (реактивӣ).

№ р/т	Номгӯи нишондодҳо ё андоза	Ишорати шартӣ	Воҳиди ченак	Муодила
1	2	3	4	5
1	Қутри номиналии чархи корӣ	D_1	м.	$D_1 = \sqrt{\frac{N}{9.81 * \eta_T * Q_1^1 * H_p \sqrt{H_p}}}$
2	Тавоноии номиналии турбина	N	кВт	$N = 9.81 * Q * H_p * \eta_T$
3	Сарфи (хароҷоти) об	Q	м ³ /с.	Дода шудааст
4	Тазйиқи корӣ ё номиналӣ	H_p	м.	Дода шудааст
5	Коэффитсиенти кори фоиданоки турбина	η_T		0,88 – 0,90 (барои турбинаҳои радиалӣ) 0,86 – 0,88 (барои турбинаҳо бо белчаҳои тобхӯранда)
6	Сарфи бадалии об (барои ҳисоб)	Q_1^1	м ³ /с.	$Q_1^1 = Q_1^1 \max$ ($Q_1^1 \max$ аз рӯи замимаи 1)
7	Суръати даврзании нормалӣ	n	давр/дақиқа	$n = n_1^1 \frac{\sqrt{Hx}}{D_m}$
8	Тазйиқи миёнабаркаш	H_{cp}	м.	Дода шудааст
9	Миқдори даврзанӣ	n_1	давр/дақиқа	$n_1^1 = n_1^1$ ҳисоб. Нигаред ба замимаи 1
10	Баландии макиш (маканда)	H_s	м.	$H_s = 10 - \frac{\nabla}{900} - k * \sigma * H_p$
11	Сатҳи ҷойгиршавии бинои нуругоҳ аз сатҳи баҳр	∇	м.	Дода шудааст
12	Коэффитсиенти захира	k		1,1 (барои турбинаҳои радиалӣ) 1 (барои турбинаҳо бо белчаҳои тобхӯранда)
13	Коэффитсиенти кавитатсионӣ	σ		Нигаред ба замимаи 1
14	Ислоҳ ба коэффитсиенти кавитатсионӣ	Δ_σ		Нигаред ба замимаи 2

15	Суръати афзояндаи даврзани	n_{ca}	давр/дақиқа.	$N_{бд} = \frac{n_{1p} \sqrt{H_{max}}}{D_1}$
----	----------------------------	----------	--------------	--

Давоми ҷадвали 2

1	2	3	4	5
16	Суръати афзояндаи даврзани бадалӣ	n_{1ca}	давр/дақиқа.	Нигаред ба замимаи 1
17	Тазйиқи максималӣ	H_{max}	м.	Дода шудааст
18	Фишори тирӣ (меҳварӣ) барои бардоштан	$P_{фт}$	кН	$P_{шм} = k_{шм} * D_1 H_{max} + G$
19	Коэффитсиенти шиддати меҳвари (тирӣ) гидравликӣ	$k_{фт}$		Нигаред ба замимаи 1
20	Вазни қисми даврзанандаи мошин	G	кН	Аз рӯи [9]

Саволҳои санҷишӣ

1. Намудҳои иншоотҳои гидроэнергетикии хурдро номбар намоед.
2. Бартариҳои асосии гидроэнергетика аз дигар намуди манбаъҳо дар чист?
3. Намуд ё синфи турбинаҳои обиро номбар намоед.
4. Фарқи турбинаҳои фаъол аз ғайрифавол дар чист?
5. Кадом маълумотҳо дар тамғагузори турбинаҳо нишон дода мешаванд?
6. ККФ гидротурбина аз кадом нишондодҳо вобаста аст?
7. Балансии макиш H_s ба кадом нишондод таъсир мерасонад?
8. Норасоии асосии НБО-хурдро шарҳ диҳед.

Кори озмоишии № 2 Дастӣ/автоматӣ идора намудани пайвасти генератори синхронӣ ба кори параллелӣ бо усули худҳамзамонсозӣ ва ҳамзамонсозии дақиқ

Мақсади кор: 1. Пайвасти генератор ба шабака метавонад бо усули худҳамзамонсозӣ ва ҳамзамонсозии дақиқ иҷро карда шавад. Усули худҳамзамонсозӣ асосан дар ҳолатҳои садамавӣ вақте, ки зуд тавоноии захиравӣ лозим мешавад, истифода бурда мешавад.

2. Ҳангоми пайвасти генератор ба шабака бо роҳи ҳамзамонсозии дақиқ донишҷӯ бояд бо усули пайвасти генератор ба шабака шинос шавад ва ҳамаи нишондодҳоро барои ҳамзамонсозии дақиқ дуруст интихоб намояд.

Дастӣ/автоматӣ идора намудани пайвасти генератори синхронӣ ба кори параллелӣ бо роҳи худҳамзамонсозӣ

Маълумоти умумӣ

Баъди дави ротори мошини синхронӣ то суръати наздики синхронӣ, зарур аст, ки онро ба шабака пайваст кунем. Аммо барои пайвасти бесадама зарур аст, ки якқатор шартҳоро иҷро намуд. Тартиби иҷрои ин шартҳо ҳамзамонсозӣ номида мешавад.

Шарти асосӣ ва ҳатмӣ барои ҳамаи усули ҳамзамонсозӣ ин санчиши дурустии пайгирии фазаҳои шабака бо мошини синхронӣ ба ҳисоб меравад. Пайваст кардани мошине, ки пайгирии фазаи баръақс дорад, оқибати калони садамавиро назар ба пайвасти ноҳамзамонсозӣ ба вучуд меорад. Санчиши дурустии пайгирии фазаҳо ҳангоми пайвасти аввалини мошин лозим аст, инчунин баъди кори таъмири занҷири якум низ онро месанҷанд. Ин санчиш бояд бо ёрии ҳамон як трансформатори шиддате, ки ба тахтасими шабака пайваст аст ва бо навбат шиддат аз шабака ба мошин ва аз мошин ба шабака дода мешавад, иҷро карда мешавад.

Ҳангоми худҳамзамонсозӣ васлаки генератор ҳангоми наздик шудан ба басомади даврзании синхронӣ ё ин ки ҳангоми лағжиши хурд пайваст карда мешавад.

$$s = \frac{\omega_s}{\omega_r} = \frac{\omega_c - \omega_r}{\omega_c} = 0,03..0,05$$

Худ ҳамзамонсозии генератори синхронӣ васлак ҳангоми суръати даврзани наздик ба суръати номиналӣ будан васл карда шуда баъд ангезиш васл карда мешавад, ки генератори синхронӣ мустақилона дар вақти 1-2 с ба синхронизм даромада – ба кори синхронӣ оғоз мекунад. Дар ин чо ω_c , ω_r - кунчи вектори басомади даврзании шиддати системаи (шабакаи) энергетикӣ ва генератор мебошад .

Дастгоҳи автомати ҳамзамонсозӣ ба таркиби идоракунии автомати системаи тағйирдиҳии ҳолати генератор дохил мешавад. Қисми ченкунандаи дастгоҳ релеи фарқи басомад, ки ба он ду сигнал–шиддати шабака аз трансформатори шиддати TV2 (расми 2) ва боқимондаи ҚЭҲ-и генератори синхронӣ аз трансформатори шиддати TV1 дода мешавад. Басомади ин сигналҳо муқоиса мешавад ва ҳангоми расидани ин фарқиятҳо дар қиёсгираки реле, реле кор карда сигналро барои пайвасти васлаки генератор Q2 медиҳад. Баъди ин, зуд васлаки ангезиш пайваст карда мешавад.

Дар таҷрибаи мазкур генератор бо ёрии дастгоҳи автомати виртуали ҳамзамонсозӣ, ки дар компютер ба воситаи барномаи махсус барномарезӣ карда шудааст, автоматӣ ба шабака пайваст карда мешавад. Ҳангоми усули худҳамзамонсозӣ мошини ҳамзамоншаванда бо ғалтаки ангезиш ба муқовимати хомушқунак пайваст аст, ҳангоми қатъи АХМ (АГП) ба шабака бе ангезеш пайваст мешавад. Басомади мошин ва шабака бояд дар ин вақт на зиёза аз 2% фарқ кунанд ва он назар ба расиши кутох дар баромади мошин хурд аст ва чараёни расиши кутох дар ин ҳолат чунин муайян карда мешавад:

$$I_k = \frac{E_r}{x_d} \quad (2.1)$$

Мошини ҳамзамонкунанда тез ангеизишнок шуда, баъди 1-2 сонияи пайваст ба шабака ва ҳамзамонсозӣ ба ҳамзамонӣ мебарояд.

Чи тавре ки дида шуд, пайвасти мошин бо роҳи худҳамзамоншавӣ дар лаҳзаи аввал бо чараёни расиши кутоҳ ба муқовимати пешазгузарандаи реактиви генератор мутаносиб аст. Шиддати боқимонда дар тахтасиме, ки генератор пайваст мешавад:

$$U_{\text{вкл}} = U_c \cdot \frac{x_d'' + x_{\text{доп}}}{x_d'' + x_{\text{доп}} + x_c} \quad (2.2)$$

Дар ин ҷо: $x_{\text{доп}}$ – муқовимати ба тавоноии генератор овардашудаи трансформатори блок (дар нақшаи блокӣ) ё реактор (ҳангоми бақордарории реактор).

Хусусан дар натиҷаи пастшавии шиддат дар тахтасим ҳангоми худҳамзамонсозӣ, ин усул гуворо аст ва барои ҳамзамонсозии генераторҳо дар шабакаи электрикӣ аз пайвасти умумии тахтасими шиддати генераторӣ истифода мебаранд.

Маводҳо дар Қоидаҳои сохти дастгоҳҳои электрикӣ (ҚСДЭ) «Правила устройства электроустановок» ва дар Қоидаҳои истифодабарии дастгоҳҳои электрикӣ (ҚИДЭ) дарҷ шудаанд.

Мисол, «ҚИДЭ» талаб мекунад, ки:


3.3.45. Усули худҳамзамонсозӣ чун усули асосии пайваст ба кори параллелӣ метавонад барои турбогенераторҳо ва гидрогенераторҳои зерин истифода шавад:

- турбогенераторҳои тавоноиашон то 3 МВт;
- турбогенераторҳо бо хунуккунии вобастаи тавоноиашон зиёда аз 3 МВт (бевосита ба тахтасими умумӣ қор мекунад, агар таркибии даврии чараёни гузаранда ҳангоми пайваст дар шабака бо усули худҳамзамонсозӣ аз $3,5 \cdot I_{\text{ном}}$ зиёд нашавад).

Турбогенераторҳо бо хунуккунии вобаста, ки дар блок бо трансформаторҳо қор мекунад, генераторҳои тавоноиашон то 50 МВт мебошанд.

Агар аз тарафи истехсолкунанда ё завод истифодабарии пайвасти худхамзамонсозӣ ба шабака мутобиқ карда шуда бошад, ин усул иҷозат дода мешавад.

2.2. Тартиби гузаронидани кор

1. Боварӣ ҳосил кунед, ки ин дастгоҳе, ки дар таҷриба истифода мешавад аз шабакаи таъминотӣ ҷудо мебошад .
 2. Нақшаи пайвасти электрикии Ҳимояи ҳароратии мошинҳои ҷараёни тағйирёбандаро пайваст намоед .
 3. Нуқтаи Ҳимояи заминваслаи дастгоҳи дар озмоиш истифодашавандаро бо нуқтаи “ PE ” “” -и манбаи G1 пайваст намоед .
 4. Шоҳинаки манбаи 220 В – и дастгоҳи дар озмоиш истифодашавандаро бо бумаки иловасим ба шабака пайваст кунед .
 5. Дастгоҳҳоро дар мувофиқа бо нақшаи пайвасти электрикӣ пайваст намоед.
 6. Калиди шиддати фазавии номиналии трансформатори гурӯҳии A2 ва A4 – мутаносибан ба 220 ва 230В баробар гузоред. Параметрҳои хати интиқоли A3-ро чунин гузоред: $R=50\text{Ом}$, $L/R_L=0,9\text{Гн}/24\text{Ом}$, $C1=C2=0\text{ мкФ}$.
- Нақшаро барои гузаронидани таҷриба бо усули худхамзамонсозии генератор бо шабакаи электрикӣ бо речаи дастӣ тайёр кунед.
7. Калиди речаи кории васлаки сефазаи A1 ва A7, манбаи G2 – и муҳаррики ҷараёни доимӣ , ангезандаи G3 мошини синхронӣ ба ҳолати дастӣ «РУЧН» гузоред. Тумблери тақсимкунандаи шиддати “коннектор” A12 дар ҳолати «1:1» гузоред. Тумблери интихоби речаи кории нуқтаи умумии даромади аналогии “коннектор” A12-ро дар ҳолати «AIGND» гузоред. Тумблери интихоби речаи кории даромади рақамии баромади блоки A11 даромад-баромади хабарҳои рақамиро дар ҳолати баромад «выход» гузоред (тумблери поён) барои тамосҳои DIO0...DIO3, ва дар ҳолати даромад «вход» (тумблер болоӣ) барои тамосҳои DIO4...DIO7 гузоред.
 8. Васлаки «СЕТЬ» васлаки сефазаи A1 ва A7, манба G2-и истеъмоли мошини ҷараёни тағйирёбанда, ангезанда G3-и мошини синхронӣ,


нишондоди А8 басомади гардиш, блоки ҳамзамонсози А5 – ро пайваст намоед.

9. Манбаи G1 - ро пайваст кунед. Дар хусуси пайдоиши шиддат дар баромади он бояд светодиодаи сигнал диҳанд.

10.Компютери алоҳидаи А13-ро ба ҳолати корӣ оварда, барномаи Худҳамзамонсозӣ (Самосинхронизация) ба кор дароред.

11. Васлаки А1 ва А7-ро бо пахши тугмаи «ВКЛ.» дар пеши панел пайваст кунед.

Пеш аз оғози худҳамзамонсозӣ, аввал ба дуруст пайваст кардани нақша ва фазаҷуркунии генератор нисбати шабака боварӣ ҳосил кунед. Ғайр аз ин, гузоштани шиддат дар баромади ангезандаи G3, ки ба шиддати дар тахтасими генератор буда ба шиддати шабака баробар аст .

12. Бо речаи дастӣ маълумотҳоро бо пахш намудани тугмаи «Запустить»  фаъл созед ё аз менюи «Действия» банди лозимиро интихоб кунед.

13. Тағйироти параметрҳои генератор ва шабака бо воситаи барномаи виртуалии графиксозӣ назорат намоед ва боварӣ ҳосил кунед, ки генератори синхронӣ G4 бо шабака фазаҳо ҷур шудааст, инчунин шиддати лозимиро барои ангезанда гузоред. Барои ин чунин ҳаракатро бояд иҷро намуд:

Тугмаи «ВКЛ.»-и манбаи G2-ро пахш кунед .

Дастаи манбаи G2-ро давр занонда, басомади гардиши муҳаррики M1-ро ба (генератори G4) 1500 дақ^{-1} гузоред. Басомади гардишро бо нишондоди А8 ва бо виртуалии барномаи графиксозӣ тағйир диҳед.

Тугмаи «ВКЛ.» ангезандаи G3-ро пахш кунед.

Дастаи ангезандаи G3-ро давр занонда, шиддатро байни фазаҳои (хаттии) генератори G4 баробари шиддати шабака гузоред. Баробарии шиддат ва басомади генератор ва шабака бо ченкунандаи А6 муайян карда мешавад.

Шартҳои ҳамзамонсозиро мутобиқи қадвали 1.таъмин созед.


Ҳамин тавр шиддати лозима дар ангезандаи G3 гузошта шуд.

14. Ангезандаро аз генератор ба воситаи хомӯш намудани васлаки А7 чудо намоед.

15. Генераторро бо пахш кардани тугмаи «ВКЛ»-и блоки синхронизатсияи А5 ба шабакаи электрикӣ пайваст кунед ва ба он манбаи чараёни ангеширо васл кунед.

16. Генераторро ба воситаи пахш кардани тугмаи «ВКЛ»-и васлаки А7 ангешиш диҳед. **Генератор бояд ба синхронизм дарояд.**

Дар озмоиш бо роҳи дастӣ генератори синхрониро бо шабакаи электрикӣ пайватнамоед. Усули худҳамзамонсозӣ ба охир расид. Дастгоҳҳои дар кори озмоиши истифодашавандаро хомӯш намоед.

17. Маълумотҳои чамъшударо ба воситаи пахшкунии тугмаи «Остановить»  ё интихоби пункти лозима аз менюи «Действия» нигоҳ доред .

18. Агрегати қуввагиро бо воситаи чунин ҳаракатҳо боз доред:

Генераторро аз шабака чудо кунед .

Тугмаи «ОТКЛ» -и блоки синхронизатсияи А5-ро пахш кунед ва ангеширо чудо намоед.


Ангезандаро бо пахшкунии тугмаи «ОТКЛ» васлаки сефазаи А аз генератори G4 чудо кунед ва муҳаррики авваларо боз доред.


Дасти идоракунандаи манбаи G2 - ро муқобили ақрабаки соат то охир давр занонида агрегатро боз доред ва бо пахш кардани тугмаи «ОТКЛ.» манбаи G2 - ро хомуш кунед.

Ангезандаи G3 чун дар ҳолати аввала бо шиддати лозима дар баромад пайваст боқӣ мемонад. Нақшаро барои озмоиши овардашуда дар речаи автоматӣ ба шабакаи электрикӣ ҳамзамонсоз намудан омода менамоем.

19. Пайвасти электрикии ҳолати кори блоки А5 синхронизатсия, васлаки сефазаи А7, манбаи G2 муҳаррики чараёни доимиро ба ҳолати «АВТ.» гузоред.

20. Васлаки «СЕТЬ»-и блоки даромад-баромади сигналҳои рақамиро пайваст кунед.

21. Ҳолоти автомати синхроникунонии генераторро интиҳоб кунед, барои ин тугмаи виртуали  ро дар экрани компютер пахш кунед.

22. Қиёсгираки идоракунии равандии худҳамзамонсозиро бо пахшкунии тугмаи виртуалии  диҳед. Мисол, нишондодро дар ҳолати муқаррарӣ гузоред .

Тартиби худҳамзамонсозии автоматиро сар диҳед.

23. Тугмаи виртуалии барномаи «Запустить»-ро пахш кунед. Генератор бояд суръат гирад, ба шабака пайваст шавад, ангиштинок шавад, якчанд сония кор кунад, аз шабака ҷудо шавад ва боз истад.

Таҷриба ба охир расид. Акнун мумкин аст таҷрибаҳоро таҳлил кард.

Ҷадвали 2.1 – Шартҳои иҷрокунии синхроникунонӣ

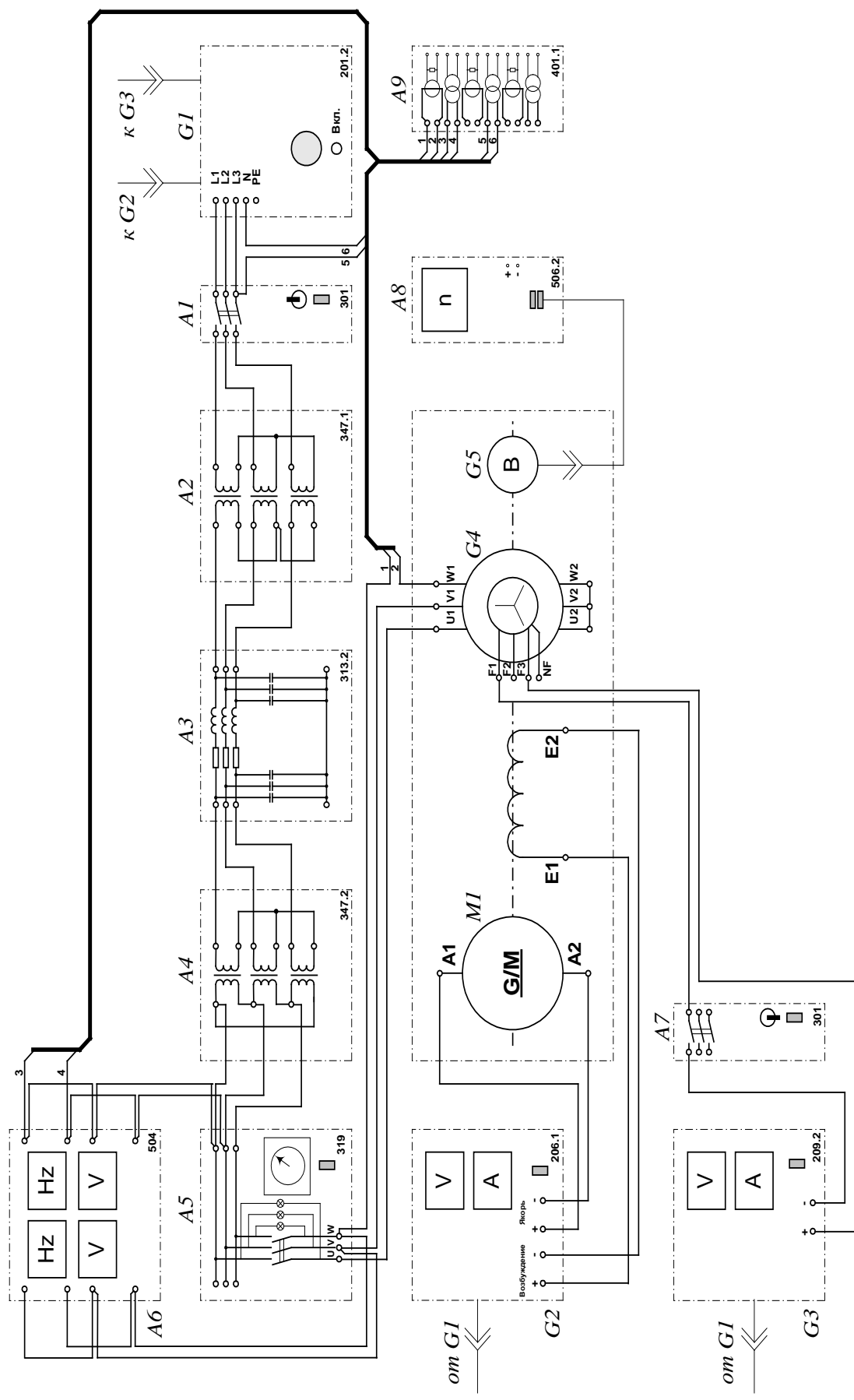
Шартҳо	Воситаи идора	Меъёри иҷроиши шартҳо	Меъёри иҷро нашудани шартҳо	Тавсия барои иҷроиши шартҳо
Баробарии шиддати генератори синхронӣ ва шабака	Волтметр аз тарафи генератори синхронӣ ва шабака	Шиддат аз тарафи генератори синхронӣ ва шабака баробар	Шиддат аз тарафи генератори синхронӣ ва шабака нобаробар	Идора намудани шиддати ангишти генератор то лаҳзаи баробаршавӣ дар тарафи генератор ва шабака
Тартиби ягонаи пайгирии фазаҳои шиддати генератори синхронӣ ва шабака	Чароғҳо дар фарқи фаза	Чароғҳо дар фаза даврӣ ва бо вақти якхела хомуш ва равшан мешаванд (басомади шиддат нобаробар) равшан (пайгирии фазаҳо нодуруст)	Чароғҳо дар фаза даврӣ ва бо вақти якхела хомуш ва равшан мешаванд, самарайи “гирдоташ”-ро ба вуҷуд меоранд	Ду фазаи дилхоҳи генератори синхрониро пайваст кунед.
Баробарии басомади генератори синхронӣ ва шабака	Синхроноскоп	Ақрабаки синхроноскоп ҳаракат намекунад.	Ақрабаки синхроноскоп давр мезанад.	Идора намудани басомади генератори синхронӣ.
Пайгирии фазаҳои шиддати генератори синхронӣ ва шабака	Синхроноскоп	Ақрабаки синхроноскоп ҳамаҷонибаи вертикали муқобили ҳатар	Ақрабаки синхроноскоп аз тарафи ҳолати вертикали мегардад.	Идора намудани басомади генератори синхронӣ.

Бо ба охир расидани таҷриба манбаи G1 ва васлаки «СЕТЬ» блокҳои A1, A5, A7, A8, A11, G2, G3-ро хомуш кунед. Барномаи худчуркуниро «Самосинхронизация»-ро хомуш кунед.

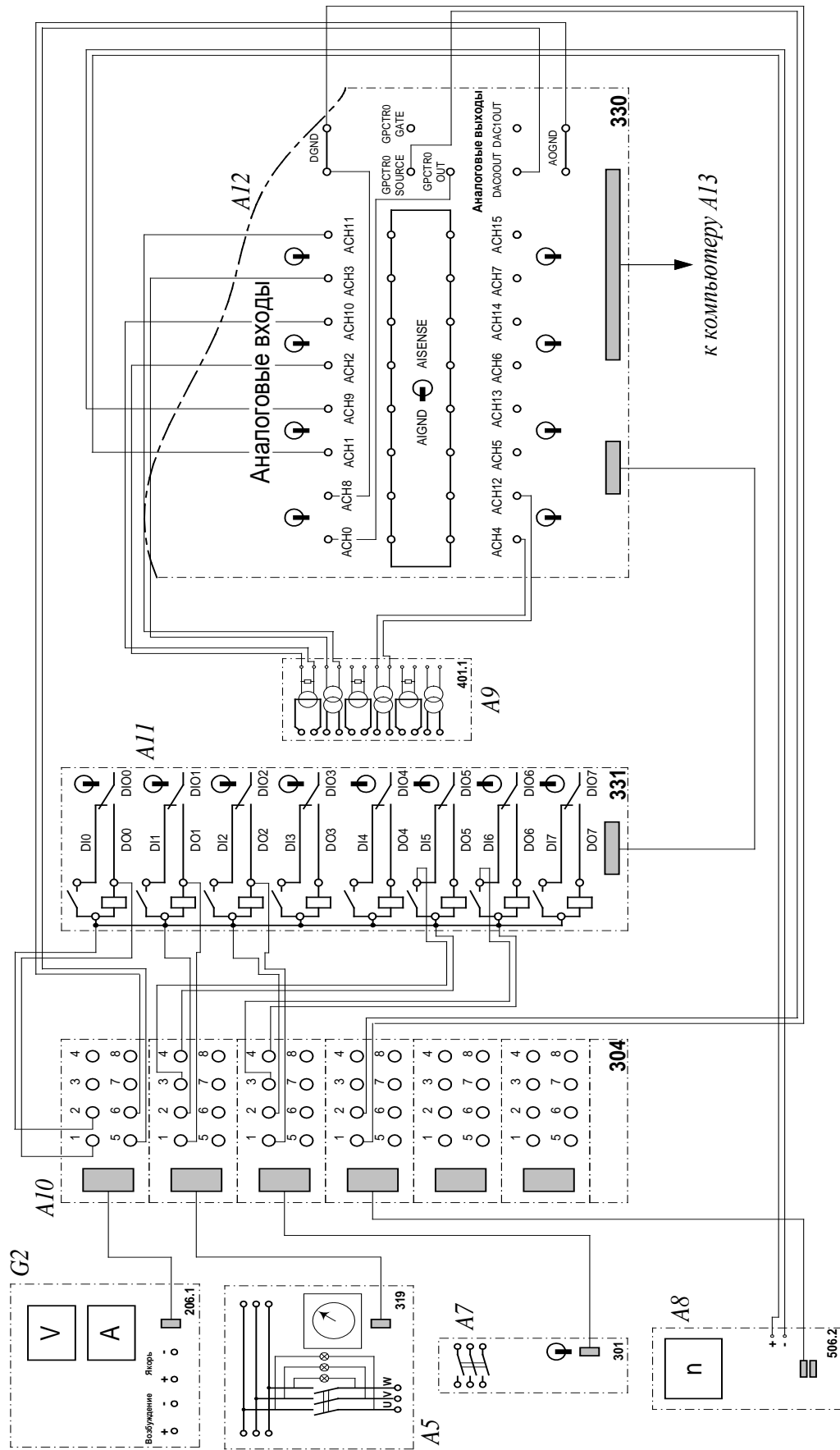
2.3 Номгуи дастгоҳҳо

Ҷадвали 2.2 – Номгуи дастгоҳҳои истифодашаванда

Ишора	Номгузорӣ	Тип	Параметрҳо
A1, A7	Васлаки сефаза	301.1	400 В ~; 10 А
A2	Трансформатори сефазаи гуруҳӣ	347.3	3×80 В·А (ситора) / 220, 225, 230 В / 133, 220, 230, 235, 240, 245 В
A3	намунаи хати интиқол	313.2	400 В ~; 3 × 0,5 А
A4	Трансформатори сефазаи гуруҳӣ	347.4	3×80 В·А / 133, 220, 230, 235, 240, 245 В / (секунча) 220, 225, 230 В
A5	Блоки синхронизатсия	319	400 В ~; 10 А 3 лампаи индикаторӣ; синхроноскоп
A6	Ченкунаандаи шиддат ва басомад (Измеритель напряжений и частот)	504.2	2 вольтметр 0...500 В ~2 басомадсанҷ 45...55 Гц; 220 В ~
A8	Нишондоди гардиши басомад (Указатель частоты вращения)	506.2	2000...0...2000 мин ⁻¹
A9	Блоки ченкунандаи трансформатори чараён ва шиддат (Блок измерительных трансформаторов тока и напряжения)	401.1	600 В / 3 В (трансформатори шиддат) 0,3 А / 3 В (трансформатори чараён)
A10	Терминал	304	6 розетка бо 8 тамосҳо;
A11	Блоки даромад-баромади хабарҳои рақамӣ (Блок ввода-вывода цифровых сигналов)	331	8 намуди даромади «тамоси хушк»; 8 баромади релей
A12	Коннектор	330	8 даромади дифференсиалии аналогӣ; 2 баромади аналогӣ; 8 даромади рақамӣ/баромад



Расми 2.1-Нақшаи пайвасти электрики



Расми 2.2 - Нақшай пайвасти электрикӣ (давомаш)

2. Дастӣ/автоматӣ идора намудани пайвасти генератори синхронӣ ба кори параллелӣ бо роҳи ҳамзамонсозии дақиқ

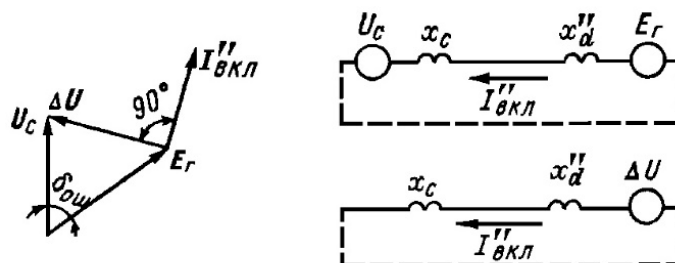
Таҷҳизоти автомати ҳамзамонсозии дақиқи генераторҳои синхронӣ аз се қисме, ки се шартҳои ҳамзамонсозии дақиқро таъмин мекунад, иборат аст баробарии амплитудайи ҚЭҲ-и генератор ва шиддати дар тахтасим наздик ба суръати гардиши басомади генератор ва мутобиқ гирифтани фазаҳои ҚЭҲ-и генератор ва шиддат дар лаҳзаи пайвасти васлаки генератори синхронӣ. Ин гуна таҷҳизотро баробаркунандаи амплитудайи шиддат, басомад ва худҷуркунандаи худкор меноманд.

Ин усул барои пайвасти мошини синхронӣ ба шабака истифода мешавад. Шартҳои, ки барои пайвасти мошини синхронӣ ба шабака лозиманд, инҳо мебошанд:

- 1) баробарии шиддати генератор ва генераторе, ки қор мекунад ё шабака, ки набояд фарқи онҳо аз 1 % зиёд шавад [10];
- 2) пайгирии фазаҳои шиддат дар ҳама ҳолати пайваст бо усули ҳамзамонсозии дақиқ кушиш бояд қард, ки қунҷи байни шиддати генератор ва шабака дар лаҳзаи пайваст набояд аз 10° зиёд шавад [10];
- 3) баробарии басомади генератор нисбати шабака, ки набояд басомад аз 0,05 то 0,1 Гц баланд шавад.

Шарти аввал бо роҳи идоракунии ҷараёни ангишиш иҷро қарда шуда, барои иҷроиши шартҳои дуввум ва сеум бо тағйирдиҳии моменти гардиш дар навард ба воситаи миқдори об ё буғе, ки аз турбина меғузарад, иҷро қарда мешавад. Иҷроиши усули ҳамзамонсозии дақиқ мумкин аст дастӣ ё автоматӣ иҷро шавад. Ҳангоми ҳамзамонсозии дақиқи дастӣ ҳамаи амалиётро барои идораи ангишиш ва гардиши басомад ҳайати наватдор иҷро мекунад ва ҳангоми ҳамзамонсозии автоматӣ худ таҷҳизоти автомат. Ҳангоми ҳамзамонсозии дақиқи дастӣ шиддат ва басомад ба воситаи 2 вольтметр ва 2 басомадсанҷи дар тахтасим буда идора қарда мешаванд ва пайгирии фазаҳои шиддатро – бо синхроноскоп. Охири шарт имконият медиҳад, ки мо на танҳо лаҳзаи пайгирии фазаро дорем, инчунин маълум қунем, ки гардиши генератор тез

аст ё суи назар ба ҳолати корӣ. Дастгоҳҳои бурои чуркунии генератор бо шабакаро, ки дар як лавҳа (колонка) ҷойгир шуданд – лавҳаи чуркуни – меноманд. Волтметр ва басомадсанҷро ба трансформатори шиддате, ки ба ҳамзамонсозии генератор таалуқ дорад, пайвасти мекунад ва волтметру басомадсанҷро, ки ба шабака таалуқ дорад, ба тахтасими пахшистгоҳ пайвасти мекунад. Синхроноскопро дар як вақт ба ҳар дуи трансформатори шиддат айвасти мекунад [4]. Ҳангоми риоя кардани ҳамаи шартҳои дар боло зикршуда фарқият дар байни шиддати генератор ва шабака ба нол баробар аст, барои ҳамин ҳам чараёни мувозинатовар ба вуҷуд намеояд. Пайвасти генератор ба шабака ҳангоми нобаробарии шиддат аз руи қимат ва кунҷи калон $\delta_{\text{ош}}$ дар фаза сабабгори ба вуҷуд омадани чараён $I''_{\text{вкл}}$ мегардад [5]. Махсусан пайвасти генератор ҳангоми дуруст набудани пайгирии фазаҳо хатар дорад, чунки маҳз ҳамин боиси ба вуҷуд омади таккони чараён дар статор ва лаҳзаи электромагнитӣ дар навард мегардад. Таъсири пайгирии фазаҳо ба қимати чараён дар расм нишон дода шудааст (расми 2.3).



Расми 2.3 – Доир ба муайян намудани хатогии кунҷии ҷоиш ҳангоми ҳамзамонсозӣ

Аз диаграммаи векторӣ маълум аст, ки ҳангоми баробарии шиддати система ва генератор $U_c = E_r = U$ афтиши шиддат ва чараёни пайвастикуни аз руи формулаҳои зерин муайян карда мешаванд:

$$\Delta U = 2 \cdot U \cdot \sin \frac{\delta_{\text{ош}}}{2} \quad (2.3)$$

$$I''_{\text{вкл}} = \frac{\Delta U}{x'_d + x_c} \quad (2.4)$$

Дар ин чо x_d'' – муқовимати индуктивии пешазгузаришии генератор аз рӯи тири тӯлӣ; x_c – муқовимати система.

Ҳангоми кунчи 180° (пайваст ба фазаи муқобил) ҷараёни $I_{\text{пай}}''$ ҷараёни расиши кутохро дар баромади генератор зиёд мекунад:

$$I_{\text{вкл}}'' = \frac{U_c + E_r}{x_d'' + x_c} \gg I_{\text{кз}} \quad (2.5)$$

Ҳамзамонсозии дақиқи дастӣ чунин камбудихоро дорост [4]:

- 1) раванди мушкили пайваст аз ҳисоби зарурати мувофиқ кардани шиддат бо модули ва фаза инчунин басомади генератор;
- 2) пайвасти дарозмуддати калон аз якчанд дақиқа дар ҳолати нормалӣ то якчанд даҳяки дақиқа ҳангоми садама дар система, ки зарурати пайвасти зуди генератор бо шабака ба миён меояд;
- 3) мумкин аст, ки зарари механикӣ дар генератор ва муҳаррики аввала ҳангоми пайвасти генератор бо кунчи калони $\delta_{\text{ош}}$ ба вуҷуд ояд.

Барои пешгирӣ кардани нуқсони механикӣ ҳамзамонсозии дасти ба воситаи идораи автоматикии синхронизм, ки пайвасти васлаки мошини синхрониро ҳангоми рӯя накардани шартӣ ҳамзамонсозӣ боз медорад, иҷро карда мешавад.

Мисол: Қоидаҳои истифодабарии дастгоҳҳо [6] талаб мекунад:

3.3.43. Пайвасти генератор ба кори параллелӣ бояд яке аз ин усулҳоро доро бошад: ҳамзамонсозии дақиқ (ручнӣ, полуавтоматической и автоматической) ва худҳамзамонсозӣ (ручнӣ, полуавтоматической и автоматической).

3.3.44. Усули автоматикии дақиқ ё нимаавтоматикии ҳамзамонсозӣ ҳамчун усули асосии пайваст ба кори параллелӣ ҳангоми рӯяи нормалӣ бояд барои:

- турбогенераторҳо бо хунуккунии вобастаи тавоноиаи зиёда аз 3 МВт, ки бевосита дар тахтасими умумӣ кор мекунад, ҳангоми қимати ҷараёни гузарандаи даврии зиёда аз $3,5 \cdot I_{\text{ном}}$;

- турбогенераторҳо бо хунуккунии новобастаи намудҳои ТВВ, ТВФ, ТГВ ва ТВМ;

- гидрогенераторҳои тавоноиашон 50 МВт ва боло.

3.3.47. Ҳангоми истифодаи ҳамзамонсозии дақиқ ҳамчун усули асосии пайвасти генератор ба кори параллелӣ чун қоида дастгоҳи автоматӣ ва нимавтоматии ҳамзамонсозии дақиқ ба назар гирифта мешавад. Барои генераторҳои тавоноиашон то 15 МВт истифодаи ҳамзамонсозии дақиқи дастӣ бо пешгирӣ аз пайвасти беҳамзамонсозӣ иҷозат дода мешавад.

3.3.49. Ҳангоми пайваст ба шабака бо усули ҳамзамонсозии дақиқи ду ва зиёда генераторҳо, ки ба як васлак қор мекунанд, байни худ усули худҳамзамонсозӣ ва бо шабака усули ҳамзамонсозии дақиқро истифода мебаранд.

3.2 Тартиби гузаронидани қор

Нақшаи электрикии дар расмҳои 2,4 ва 2,5 овардашударо пайваст кунед.

1. Боварӣ ҳосил кунед, ки дастгоҳи дар таҷриба истифода шаванда аз шабакаи таъминотӣ ҷудо аст.

2. Нақшаи пайвасти электрикии ҳимояи ҳароратии мошинҳои ҷараёни тағирёбандаро пайваст намоед.

3. Нуқтаи ҳимояи заминваслаи дастгоҳи дар озмоиш истифодашавандаро бо нуқтаи "⊕" "PE"-и манбаи G1 пайваст намоед.

4. Шохинаки манбаи 220 В дастгоҳи дар озмоиш истифодашавандаро бо бумаки иловасим ба шабака пайваст кунед.

5. Дастгоҳҳоро дар мувофиқа бо нақшаи пайвасти электрикӣ пайваст намоед. Нақшаҳои озмоишии 2, 3, 4 кори озмоишии мазкур аз ҳамдигар кам фарқ доранд. Нисбатан пурра нақшаи 3 мебошад. Ҳамаи дастгоҳ/асбобҳоро аз рӯи нақшаи 3 васл намуда баъдан нақшаҳои 1, 2 ва 4 бо андак тағирот идома додан мумкин аст.

6. Калиди электрикии шиддати фазавии номиналии трансформатори сефазаи гуруҳии А2 ва А4 - ро мутобиқ ба 220 ва 230 В гузоред. Нишондодҳои

ХИБ(ЛЭП) А3 - ро чунин гузored: $R = 50 \text{ Ом}$, $L/R_L = 0,9 \text{ Гн} / 24 \text{ Ом}$, $C1=C2=0$ мкФ.

Нақшаро тартиб дода, таҷрибаро дар ҳолати дастӣ иҷро мекунем.

7. Калиди электрикии ҳолатҳои кории васлаки сефазаи А1, манбаи G2 муҳаррики чараёни доимӣ, ангезандаи G3 мошини синхронӣ, блоки синхронизатсияи А5 ба ҳолати «РУЧН.» гузored. Тумблери тақсимкунандаи шиддат А11-ро ба ҳолати «1:1» гузored. Тумблери интиҳоби ҳолати кории нуқтаи умумии даромади аналогии А11-ро ба ҳолати «AIGND» гузored. Тумблери интиҳоби ҳолати кори даромад\баромади блоки рақамии А10-и даромад-баромади сигналҳои рақамиро ба ҳолати «выход» (тумблер ба поён) барои контактҳои DIO0...DIO3, ва ҳолати «вход» (тумблер ба боло) барои контактҳои DIO4...DIO7 гузored.

8. Васлаки «СЕТЬ» васлаки сефазаи А1, манбаи G2 муҳаррики чараёни доимӣ, ангезандаи G3 мошини синхронӣ, нишондиҳандаи А7 басомади гардиш, блоки А5 синхронизатсияро пайваст кунад.

9. Манбаи G1-ро пайваст кунад. Аз мавҷуд будани шиддат дар баромади он бояд светодиодҳои шуоькунанда фурузон шаванд.

10. Васлаки А1-ро бо пахш кардани тугмаи «ВКЛ.» дар панели пеши он пайваст кунад.

11. Компютери персоналии А12-ро ба ҳолати корӣ оваред ва барномаи чуркунии (синхронизатсия)- и дақиқро фаъол созед.

12. Маълумотҳои умумиро ба ҳолати дастӣ сар диҳед, барои ин тугмаи «Запустить» - ро пахш кунад ё пункти лозимаро аз менюи «Действия» интиҳоб кунад.


13. Назорат кардани тағйирёбии параметри генератор ва шабака бо барномаи графосозии виртуалӣ ва генераторро ба кори параллелӣ бо шабака бо усули ҳамзамонсозии дақиқ пайваст кунад. Барои ин чунин ҳаракатро иҷро кунад:

- Пайваст кунад манбаи G2-ро бо пахш кардани тугмаи «ВКЛ.» дар панели пеши он. Давр занондани дастаки манбаи G2, басомади гардиши муҳаррики M1 (генератора G4)-ро 1500 мин^{-1} ба ҳолати “СЕТЬ” гузored.

- Ангезиши G3-ро бо пахш кардани тугмаи «ВКЛ.» дар панели пеши он пайваст кунед. Давр занондани дастаки (рукоятка) идоракунаки ангеziш G3 шиддатро байни фазаҳои (хатии) генератор G4 баробари шиддати хатии шабака гузоред. Баробарии шиддат ва басомади генератор ва шабака аз рӯи нишондоди блоки A6 муайян карда мешавад.

Шартҳои ҳамзамонсозиро мутобиқи чадвали 1.таъмин кунед ва генераторро ба шабака бо пахш кардани тугмаи «ВКЛ.»-и блоки A5 синхронизатсия пайваст кунед.

Таҷҳизотро тайёр мекунем барои гузаронидани таҷриба дар ҳолати автоматӣ.

14. Маълумоти ҷамъовардари бо пахш намудани тугмаи «Остановить»  боз доред ё банди лозимиро аз менюи «Действия» интиҳоб намоед.

15. Агрегати қуввагиро ба воситаи чунин ҳаракатҳо боз доред:


Генераторро аз шабака бо пахш намудани тугмаи «ОТКЛ.»-и блоки A5-синхронизатсия хомуш кунед.


Давр занонидани дастаки (рукоятка) ангеziши G3 ангеziшро аз генератор G4 гиред. Ангезиши G3ро бо пахш намудани тугмаи «ОТКЛ.» дар панели пеши он, хомуш кунед.

Давр занонидани дастаки манбаи G2 муқобиди ақрабаки соат то охир, муҳаррики M1 (генератор G4) боз доред. Манбаи G2 бо пахш намудани тугмаи «ОТКЛ.» дар пеши панел, хомуш кунед.


16. Пайвасти электрикии ҳолати кори блоки A5 синхронизатсия, ангеzанда G3, манбаи G2 муҳаррики ҷараёни доимии мошини синхрониро ба ҳолати «АВТ.» гузоред.

17. Васлаки «СЕТЬ»- блоки даромад-баромади сигналҳои рақамиро пайваст кунед.

18. Ҳолати автоматии синхронизатсияи генераторро интиҳоб кунед, барои ин тугмаи виртуали  ро дар экрани компютер пахш кунед.

19. Қиёсгираки идоракунии раванди ҳамзамонсозии дақиқро бо пахшкунии тугмаи виртуалии  диҳед.

20. Тугмаи виртуалии барномаи «Запустить»-ро пахш кунед. Генератор бояд суръат гирад, ба шабака пайваст шавад, ангеизишнок шавад, якчанд сония кор кунад, аз шабака ҷудо шавад ва боз истад.

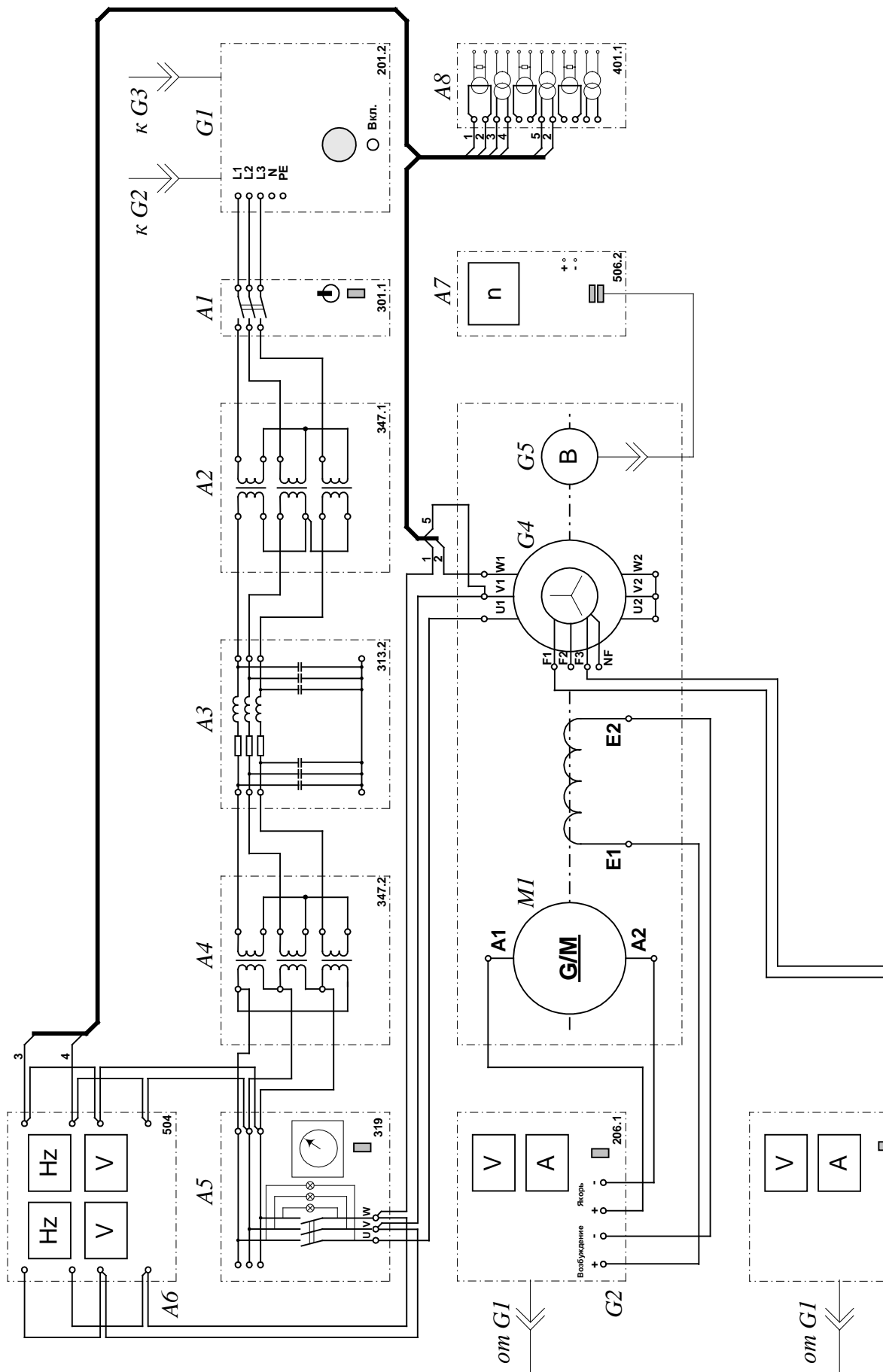
21. Бо пахш намудани тугмаи барномаи виртуалии  маълумотҳои ҳосилшударо рӯи экран биёред. Дар экрани компютер графикаи вобастагии нишондодӣ ҳолат аз вақт пайдо мешавад. Тафтиш гузаронед.

22. Бо ба охир расидани таҷриба манбаи G1 ва васлаки «СЕТЬ» блокҳои A1, A5, A7, A10, G2, G3-ро хомуш намоед. Барномаи «синхронизатсияи дақиқ»-ро хомуш намоед.

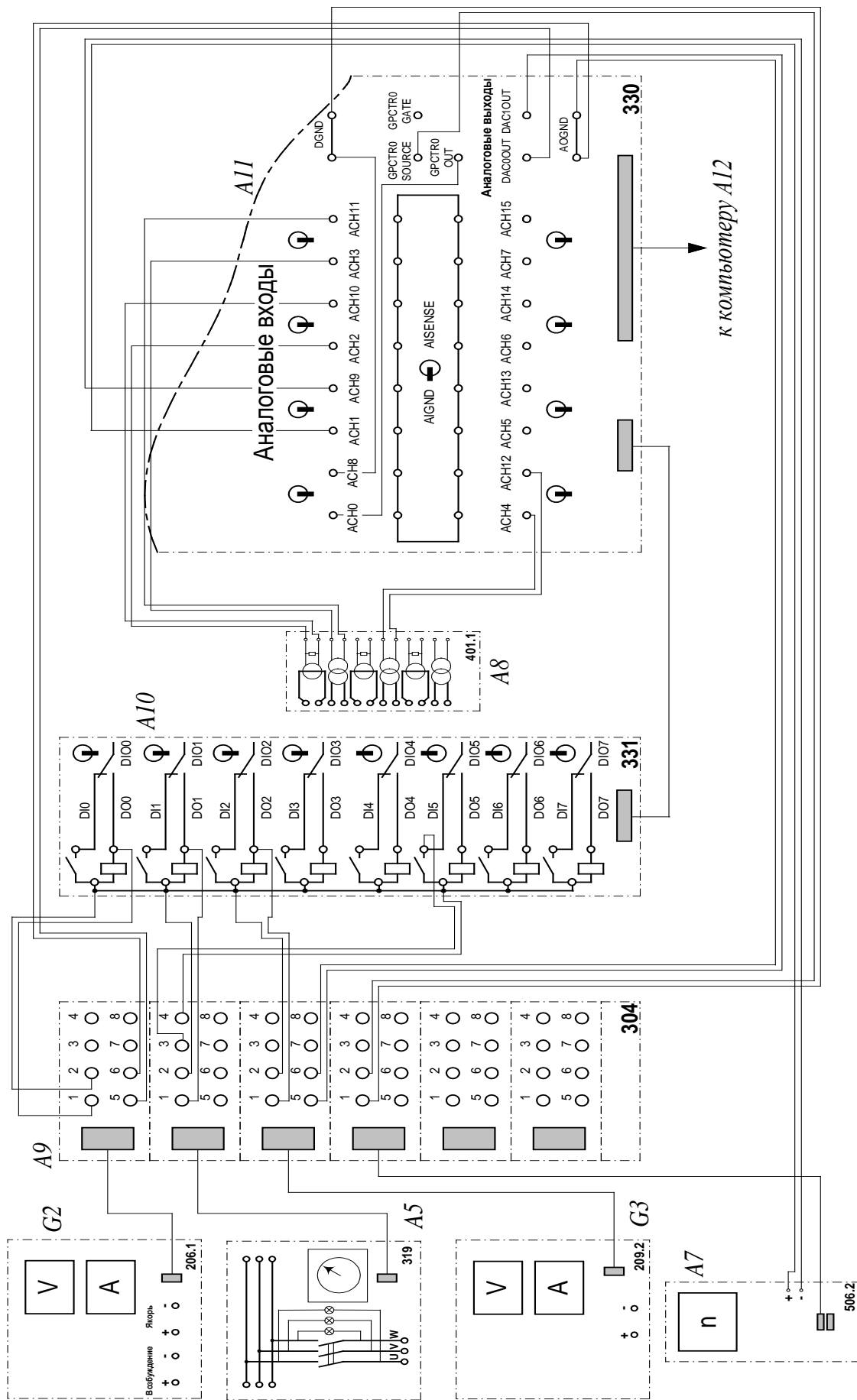
3.3 Номгуи дастгоҳҳо

Ҷадвали 2.3.

Ишораҳо	Номгузорӣ	Намуд	Нишондиҳандаҳо
A1	Васлаки сефаза	301.1	400 В ~; 10 А
A2	Трансформатори сефазаи гуруҳӣ	347.3	3×80 В·А (ситора) / 220, 225, 230 В / 133, 220, 230, 235, 240, 245 В
A3	Намунаи хати интиқол	313.2	400 В ~; 3 × 0,5 А
A4	Трансформатори сефазаи гуруҳӣ	347.4	3×80 В·А / 133, 220, 230, 235, 240, 245 В / (секунча) 220, 225, 230 В
A5	Блоки ҳамзамонсозӣ	319	400 В ~; 10 А 3 лампаи индикаторӣ; синхроскоп
A6	Ченкунаандаи шиддат ва басомад	504.2	2 вольтметр 0...500 В ~ 2 басомадсанҷ 45...55 Гц; 220 В ~
A7	Нишондодӣ гардиши басомад	506.2	2000...0...2000 дақ-1
A8	Блоки ченкунаандаи трансформатори ҷараён ва шиддат	401.1	600 В / 3 В (трансформатори шиддат) 0,3 А / 3 В (трансформатори ҷараён)
A9	Терминал	304	6 бумак бо 8 контакт; 6×8 нуқта
A10	Блоки даромад-баромади сигналҳои рақамӣ	331	8 намуди даромади «тамоси хушк»; 8 баромади релеӣ
A11	Коннектор	330	8 даромади дифференсиалии аналогӣ; 2 баромади аналогӣ; 8 даромади рақамӣ/баромад



Расми 2.4. Нақшаи пайвасти электрикӣ



Расми 2.5. Нақшаи пайвасти электрикӣ (давомаш)

4. Саволҳои санҷишӣ

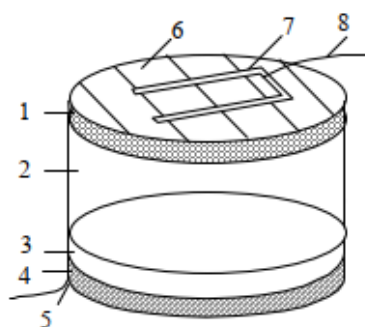
1. Мафҳуми худҳамзамонсозӣ чист.
2. Хусусияти асосии усули худҳамзамонсозии генератор.
3. Шартҳои пайвасти генератор ба шабака бо усули худҳамзамонсозӣ.
4. Фаҳмиш дар бораи ҳамзамонсозии дақиқ.
5. Хусусияти асосии усули ҳамзамонсозии дақиқи генератор.
6. Шартҳои пайвасти генератор ба шабака бо усули ҳамзамонсозии дақиқ.

Кори озмоиши №3 Таҳқиқи речаҳои гашти холӣ ва расиши кӯтоҳи батареяҳои офтобӣ

Мақсади кор: Омӯзиши речаи гашти холӣ ва расиши кӯтоҳи табдилдиҳандаҳои (панелҳои) офтобӣ. Қайд кардани тавсифи волтамперию табдилдиҳандаҳои офтобӣ.

Маълумотҳои назариявӣ

Конструксияи соддаи элементи 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 элементи баъдӣ (аз оқиб). Андозаи маъмули элементи офтобӣ 10см.

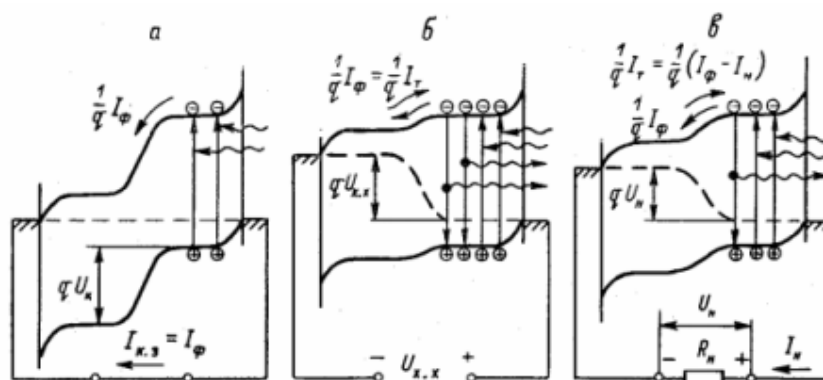


Расми 3.1. Сохтори элементи офтобӣ

Бигзор p-n –гузариш дар наздикии сатҳи равшанишаванда ҷойгир бошад. Ҳангоми истифодабарии элементи офтобӣ ба ҳайси манбаи электроэнергия ба баромадҳои он бояд муқовимати бор R_H – пайваст бошад. Дар аввал ду ҳолати канорӣ речаро баррасӣ менамоем: речаи гашти холӣ ва речаи расиши кӯтоҳ. $R_H = 0$ речаи расиши кӯтоҳ ва $R_H = \infty$ речаи гашти холӣ.

Диаграммаҳои худудии ин речаҳо дар расми 3.2 (а) ва (б) оварда шудаанд. Дар ҳолати аввал минтақаи диаграммаи равшаннокии p–n –гузариш аз минтақаи (худуди) 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 менамоянд, 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 3.2 – Диаграммаҳои энергетикӣ минтақавии p–n –гузариш ҳангоми равшанидиҳӣ: 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 афтода, дар он ҷамъ шуда (захирашуда), n – тарафро манфӣ заряд медиҳанд. Дар ин маврид фарқи баамаломадаи потенциалҳо шиддати гашти холӣ мебошад $U_{x,x}$.

Қутбнокии U_{xx} бо кӯчиши рости р-п –гузариш мувофиқ меафтад. Сели рушноӣ фоточараён I_{ϕ} –ро тавлид менамоянд.

Қимати I_{ϕ} – нишондоди ададии барандаҳои фотогенератсияшудаи аз р-п –гузариш дар воҳиди вақт гузаранда мебошад, ки баробар аст:

$$I_{\phi} = q \frac{P_u}{h_{\nu}} \quad (3.1)$$

дар ин ҷо: q – қимати заряди электрикӣ;

P_u – тавнонии фурӯбурдаи инъикоскунандаи монохромӣ.

Дар ин ҷо дар назар дошта шудааст, ки дар нимноқил ҳар як фотони фурӯбурдашудаи дорои энергияи $h_{\nu} \geq E_g$ як ҷуфти электрону – холигӣ (сурохи) –ро ба вучуд меорад. Ҳангоми талафҳои омили сифрӣ дар элементи офтобӣ бо речаи расиши кӯтоҳ (расми 3.2. а), ки эквиваленти шиддати сифрии кӯчиши р-п –гузариш мебошад.

$$I_{\phi} = I_{к.з.} \quad (3.2)$$

Дар речаи гашти холи (расми 2.2.б) фоточараён бо ҷараёни I_m – (тираранг)– ҷараёни рости тавассути р-п –гузариши ҳангоми шиддати U_{xx} пайдошаванда баробар мешавад.

Қимати қатъии ҷараёни тира

$$I_m = I_0 \exp\left[\left(\frac{qU_{xx}}{AkT} - 1\right)\right] = I_{\phi} , \quad (3.3)$$

ки аз он ҳангоми $I_{\phi} \gg I_0$

$$U_{xx} = \frac{AkT}{q} \ln\left(\frac{I_{\phi}}{I_0} + 1\right) \approx \frac{AkT}{q} \ln\frac{I_{\phi}}{I_0} , \quad (3.4)$$

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

T –ҳарорати мутлақ, К;

I_0 – ҷараёни сершавӣ (насышения);

A –параметри волтампери р-п –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 ҷо ΔU – афзоиши шиддат ҳангоми афзоиши зичии ҷараён бо хати расанда ба як воҳид.

Тавсифи амудмизи озмоишӣ

Нақшаи дастгоҳ дар расми 3.3 нишон дода шудааст. Дастгоҳ аз модули фотоэлектрикии намуди MSM6-700, равшанидиҳанда бо чароғи (лампаи) галогении 300 Вт ва блоки идораю – назоратӣ иборат мебошад. Модул дар чорчӯба насб буда, онро мумкин аст, ки таҳти кунҷ аз 0 то 90⁰ гузошт. Тавоноии нурафканӣ бошад, тавассути танзимкунаки дар блоки идоравӣ ҷойгиршуда тағйир дода мешавад.



Расми 3.3. Намуди умумии амудмизи озмоишӣ: 1–модули офтобӣ; 2–манбаи равшанӣ; 3–блоки идора ва назорат.

Лавҳаи (панели) блоки идора ва назорат дар расми 3.3. нишон дода шудааст.

Бо ёрии калиди SA метавонем речаи гашти холӣ, речаи расиши кӯтоҳ ё васли бори тағйирёбандаи R_n -ро ба модули офтобӣ интихоб намоем. Қимати муқовимати бор метавонад бо ёрии RP_1 –тағйир дода шавад. Шиддат ва чараён дар занҷири таҳқиқшаванда бо ёрии ченкунакҳои рақамӣ ба қайд гирифта мешаванд. Пайвасти стенд ба шабакаи 220 В бо ёрии васлаки SA1–амалӣ мешавад. Тағйир додани равшаннокии модули (батареяи) офтобӣ бо ёрии танзимгари шиддати лампаҳо амалӣ мешавад.

Дар ҷадвали 3.1. ҳамаи маълумотҳои техникии модули фотоэлектрикии истифодашаванда дар шароитҳои стандартии озмоишӣ (тавоноии нурафканӣ 1000 Вт/м², спектр АМ 1,5 ҳарорати 25⁰С) оварда шудааст.

Ҷадвали 3.1.

Тавсифҳои асосии модули фотоэлектрикии MSM6-700

№	Нишондод	Қимат
1.	Шиддати гашти холӣ, В на кам аз	10
2.	Ҷараёни расиши кӯтоҳ, мА	700
3.	Тавоноии қуллави, Вт	6
4.	Шиддат ҳангоми тавоноии қуллави, В	8,7
5.	Ҷараён ҳангоми тавоноии қуллави, мА	670

Дар қисми болоии панел қосидаки ҳарорати (DS18B20) ва қосидаки равшаннокӣ ҷойгир карда шудааст.

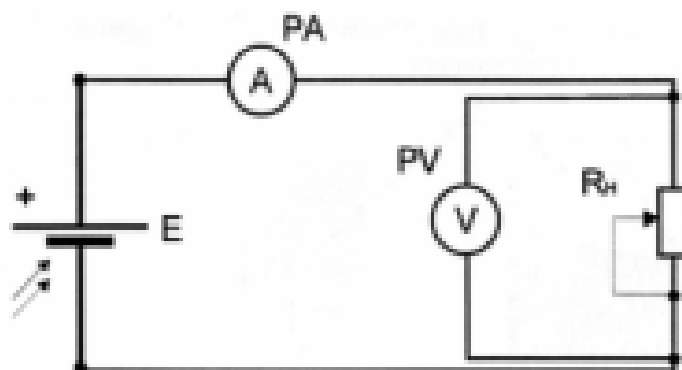
Натиҷаи ченкунии равшаннокӣ дар қосидаки рақамӣ нишон дода мешавад.

Асбобҳои рақамӣ:

- вольтметри рақамӣ PV1;
- амперметри рақамӣ PA1;
- ченкунаки рақамии равшаннокӣ (%);
- ченкунаки рақамии ҳарорати батареяи офтобӣ (Т °С).

Тартиби иҷрои кор

1. Бо амудмизи озмоишӣ шинос шавед.
2. Дастгоҳро барои гузаронидани кори озмоишӣ омода созед.
3. Барои ин нақшаи дар кори озмоишӣ овардашударо пайваст намоед (расми 3.4.)



Расми 3.4 – Нақшаи ба қайдгирии нишондодҳои модули офтобӣ

4. Калиди васлтағйирдиҳии муқовимати бор R_n –ро ба ҳолати гашти холӣ гузored. Нақшаро барои санҷиш ба устод пешниҳод намоед.
5. Баъди санҷиш амудмизро ба манбаъ васл намоед (тугмаи “Сеть” – ро пахш намоед). Ва оҳиста – оҳиста равшаннокии чароғро зиёд карда, вобастагии шиддати гашти холиро (U_{xx}) аз равшаннокӣ ($U_{xx} = f(E)$) дар чадвали 3.2. қайд намоед. Амудмизро аз манбаъ ҷудо намоед. Графики вобастагии $U_{xx} = f(E)$ – ро тасвир намоед.

Чадвали 3.2.

Вобастагии қимати шиддати гашти холӣ аз равшаннокӣ

$E, \text{Вт/м}^2$							
$U, \text{В}$							

6. Вобастагии шиддати гашти холиро аз кунҷи насби панели офтобӣ ҳангоми равшаннокии $E=1000 \text{ Вт/м}^2$ муайян созед. Стендро хомуш намуда, қиматҳои ҳосилшударо дар чадвали 3.3. ба қайд гиред. Аз рӯи қиматҳои ҳосилшуда графики вобастагии $U_{xx} = f(\varphi)$ – ро тасвир намоед.

Вобастагии U_{xx} аз кунчи насб (φ)

φ , град. (+)					
U_{xx} , В					
φ , град. (-)					
U_{xx} , В					

7. Реҷаи расиши кӯтохро омода созед. Муқовимати борро васл намоед. Ба банди 3-монанд вобастагии ҷараёни $U_{\text{гашти холи}}$ (U_{xx}) аз равшаннокиро чен карда, дар чадвали 3.4. нависед.

Вобастагии қимати ҷараёни расиши кӯтоҳ аз равшаннокӣ

E , Вт/м ²							
I , р.к., А							

8. Графикҳои вобастагии $U_{xx} = f(E)$, $U_{xx} = f(\varphi)$, $I_{p.k} = f(E)$ дар варақи миллиметрӣ тасвир намоед.

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 холи вобаста аз кунчи гузоштасудаи модул чӣ тавр тағйир меёбад?
4. Ҳарорати гармшавии модули офтобӣ ба нишондиҳандаҳои он чӣ гуна таъсир мерасонад?
5. Кадом ҷараёнро 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. Таъсири асосии модули озмоишшавандаро нависед.
11. Модули офтобӣ аз кадом қисмҳо иборат аст?
12. Раванди табдилдиҳии нури офтобиро ба энергияи электрикӣ фаҳмонед?

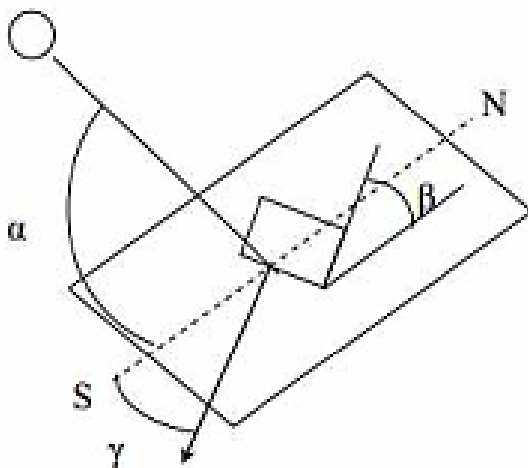
нурафканиии офтобӣ бо спектори нурафканиии баданаи мутлақ сиёҳ бо ҳарорати наздик ба 5800 К баробар аст, ки онро мумкин аст ба се қисми асосӣ тақсим намуд:

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

Аз атмосфера гузашта, нурафканиии офтобӣ қисман инъикос ва фурӯбурдашуда ва дар сатҳи Замин шадидияти камтар дорад. Шадидияти нурафканиии офтобӣ дорои характери мавсимӣ буда дар давоми шабонарӯз тағйир меёбад. Нишондодҳои нурафканиии офтобӣ, ки ба сатҳи рӯи замин мерасанд бо ёрии пойгоҳҳои обу ҳавосанҷи ба қайд гирифта мешаванд. Вале маълумотҳои пойгоҳҳои обу ҳавосанҷӣ аз афканишоти миёна фарқ доранд пахшо онҳо ба ҳисоби миёна қайд мешаванд.

Нишондиҳандаҳои ҷорӣ нурафканиии офтобӣ вобаста аз давомнокии таъсиршон аз арзи маҳал, минтақаи иқлимӣ, фасли сол ва вақти шабонарӯзӣ тағйир ёфта дорои характери тасодуфӣ мебошанд.

Таъсири оптималии нурафканиии офтоб ба коллектор аз дуруст интиҳоб намудани кунҷ, арз ва самти коллектор вобаста аст (расми 4.2).



Расми 4.2. Нишондодҳои равноасозии коллектори офтобӣ дар нимдоираи шимолии Замин:

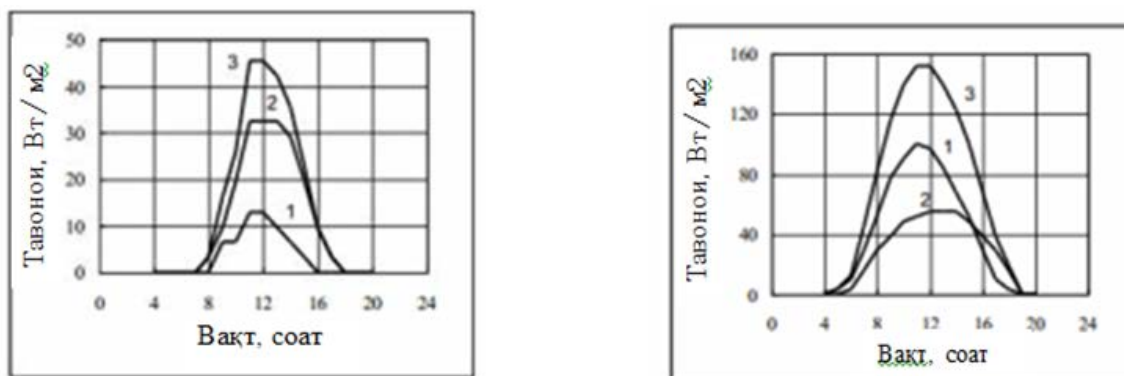
- α – кунҷи нурафканиии Офтоб (мавқеъ);
- β – кунҷи гузариш (хамии) коллектор;

γ – кунчи арзии коллектор;

γ_C – кунчи арзии Офтоб.

Дар расми 4.3 ба ҳайси намуна графикҳои миёнаи статистикии нурафкании офтобӣ барои арзи 52° сатҳи болоии Замин оварда шудааст.

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

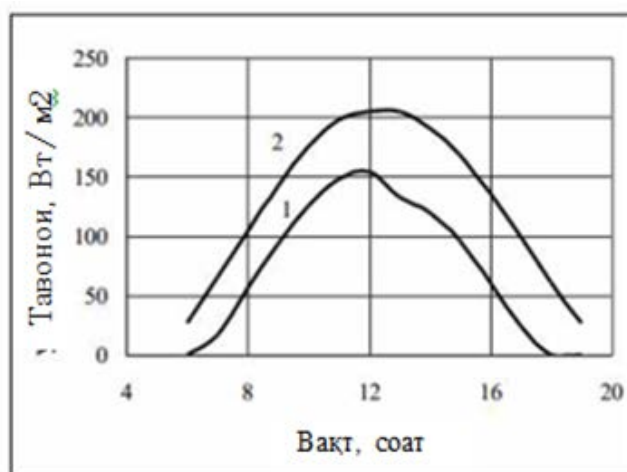


Расми 4.3. Сели нурафкании офтобӣ дар моҳи январ

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 4.4 ба ҳайси намуна графикҳои кафолатии шадидияти нурафкании офтобӣ, ки барои арзи 50° дар асоси маълумотҳои пойгоҳи обу-ҳавосанҷӣ ба даст омадааст, нишон дода шудааст.

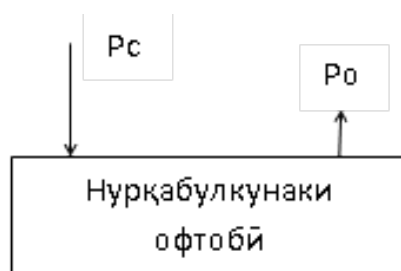


Расми 4.4 – Графики нурафкании офтобии кафолатӣ

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

Усули ба дастовардани 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 4.5. нишон дода шудааст.



Расми 4.5 – Раванди гармшавӣ

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

$$P_c = \alpha_{\text{пр}} \cdot F_{\text{пр}} \cdot I_{\text{пр}}, \quad (4.1)$$

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

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

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

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

$$P_0 = (T_{\text{пр}} - T_{\text{ос}}) F_{\text{пр}} \beta_{\text{пр}} = \frac{T_{\text{пр}} - T_{\text{ос}}}{R_t}, \quad (4.2)$$

ки дар ин ҷо:

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

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

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

R_t – муқовимати термикӣ, К·с/Ҷ.

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

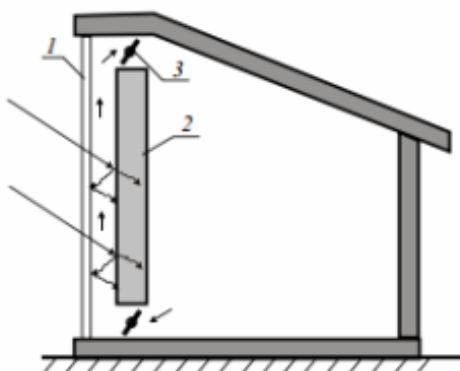
$$P_c = \alpha_{\text{пр}} \cdot F_{\text{пр}} \cdot N_{\text{пр}} - \frac{T_{\text{пр}} - T_{\text{ос}}}{R_t} = \eta_{\text{си}} \cdot F_{\text{пр}} \cdot N_{\text{пр}}, \quad (4.3)$$

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

Чихеле, ки аз формулаи (4.2) бармеояд, чихати боз ҳам пурра истифода намудани энергияи нурафкании офтобӣ барои гарм намудани “қабулкунак” зиёд намудани зароби ишғолкунии нури офтобиро зарур аст. Яъне зароби фурӯбарии қабулкунак ва муқовимати термикии онро зиёд намуд. Муқовимати термикии қабулкунак бо камшавии зароби гармидихӣ эквивалент мебошад. Ин шартҳо ҳангоми сохтани коллекторҳои офтобӣ – дастгоҳҳои гармкунӣ – ба инобат гирифта мешаванд.

Системаҳои гармитаъминкунии офтобӣ метавонанд ғаёол ва ғайриғаёол бошанд.

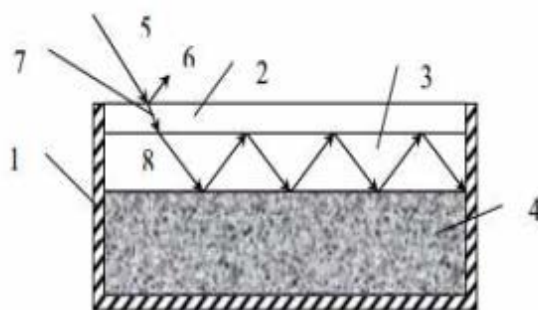
Системаҳои гармитаъминкунии ғайриғаёол – системаҳоеро меноманд, ки ба ҳайси элементи қабулқунандаи радиатсияи офтобӣ барои ҳосили гармии худ бино ё қисми алоҳидаи он (бино – коллектор, девор – коллектор, болопуш – коллектор ва ғайра) хизмат мерасонанд (расми 4.6).



Расми 4.6 – Системаи пастҳарорати гармкунии офтобӣи ғайриғаёоли “девор–коллектор”: 1 – экрани шаффофи нургузарон; 2 – сатҳи сиёҳи девори нурқабулкунак (аккумулятор); 3 – сарпӯши ҳавоӣ.

Системаҳои фаъоли офтобӣ дорои гармкунаки қабулқунандаи энергияи нурафкании офтобӣ буда, гармиро ба элементҳои гармкунии 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 тарафҳояш изолятсия карда шуда, қисми ба Офтоб нигаронидашудааш шишабандӣ карда шудааст (шишаи махсус) расми 4.7.



Расми 4.7 – Нақшаи коллектори офтобӣ бо руйпӯши селективӣ: 1 – баданаи (корпус) гармиизолятсияшуда; 2 – руйпӯши селективӣ; 3 – фосилаи 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 дуюмбора гармифурӯбаранда фурӯбурда мешавад. Бо ҳамин тарз талафи гармӣ тадриҷан кам карда мешавад.

Тавоноии самараноки N_k – аз қисми болои коллектор гирифташуда (ҳосилшуда) чунин муайян карда мешавад, Вт/м²:

$$N_k = N_{\text{пр}} \cdot k_{\text{опт}} \cdot k_T - \Delta N, \quad (4.4)$$

ки дар ин чо: $N_{\text{пр}}$ – тавоноии хоси самаранок, Вт/м²;

$k_{\text{опт}}$ – коэффитсиенти кори фоиданоки оптикии коллектор;

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

ΔN – зичии талафи гармии коллектори офтобӣ, Вт/м².

Коэффитсиенти кори фоиданоки оптикӣ баробар аст ба:

$$k_{\text{опт}} = \mu_{\text{сп}} \cdot \alpha_{\text{пр}}, \quad (4.5)$$

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

Дар коллекторҳои офтобии муосир ККФ – и оптикӣ ба як наздик мебошад. Дар айни замон зариби 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:

$$\Delta N = k_T \cdot k_{\text{сп}} \cdot (T_{\text{пр}} - T_{\text{ос}}), \quad (4.6)$$

дар ин чо: k_T – суммаи зариби талафҳои гармӣ, Вт/м²·град.

Формулаи (4.6) –ро таҳлил намуда, ба чунин хулоса омадан мумкин аст, ки барои кам намудани талаф зариби мубодилаи конвективӣ ба муҳити атрофро ва сиёҳтобӣ (тирагии) сатхро паст намудан зарур мебошад. Ин ҳолат бо роҳи шишабандии дуқабата ва ҷойгир кардани коллектор дар минтақаҳое, ки вазиши бод камтар таъсир дошта бошад, амалӣ мешавад.

Ба ғайр аз ин, аз формула (4.6) бармеояд, ки бо зиёд гардидани фарқи ҳарорати коллектор ба муҳити атроф талафи гармӣ афзуда, мутаносибан ККФ паст мегардад.

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

$$N_{\text{п}} = g \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1), \quad (4.7)$$

ки дар ин ҷо $N_{\text{п}}$ – тавоноии самараноки гармкунӣ, Вт/м²;

g – расонидани гармибар, кг/м²·с;

c_p – гармиғунҷоиши хоси моёи хангоми фишори доимӣ, Ҷ/кг·град;

T_2 – ҳарорати моёи дар баромад, К;

T_1 – ҳарорати моёи дар даромад, К.

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

$$\eta_{\text{п}} = \frac{g \cdot c_p \Delta T}{N_c} = k_{\text{опп}} k_{\text{т}} - \frac{\Delta P}{N_c}, \quad (4.8)$$

дар ин ҷо ΔT – фарқи ҳарорат байни гармигузарон (гармибар) ва муҳити атроф, градус. Ё аз рӯи функсияи хаттии талафи гармӣ (4.6)

$$\eta_{\text{к}} = k_{\text{т}} \left(\mu_{\text{сп}} \alpha_{\text{сп}} - k_{\text{сп}} - \frac{\Delta N}{N_c} \right) \quad (4.9)$$

Самаранокии коллектори офтобӣ аз намудаш вобастагӣ дорад. Дар расми 4.8 намудҳои коллекторҳои офтобӣ вобаста аз нишондоди баланди самаранокиашон оварда шудаанд.

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

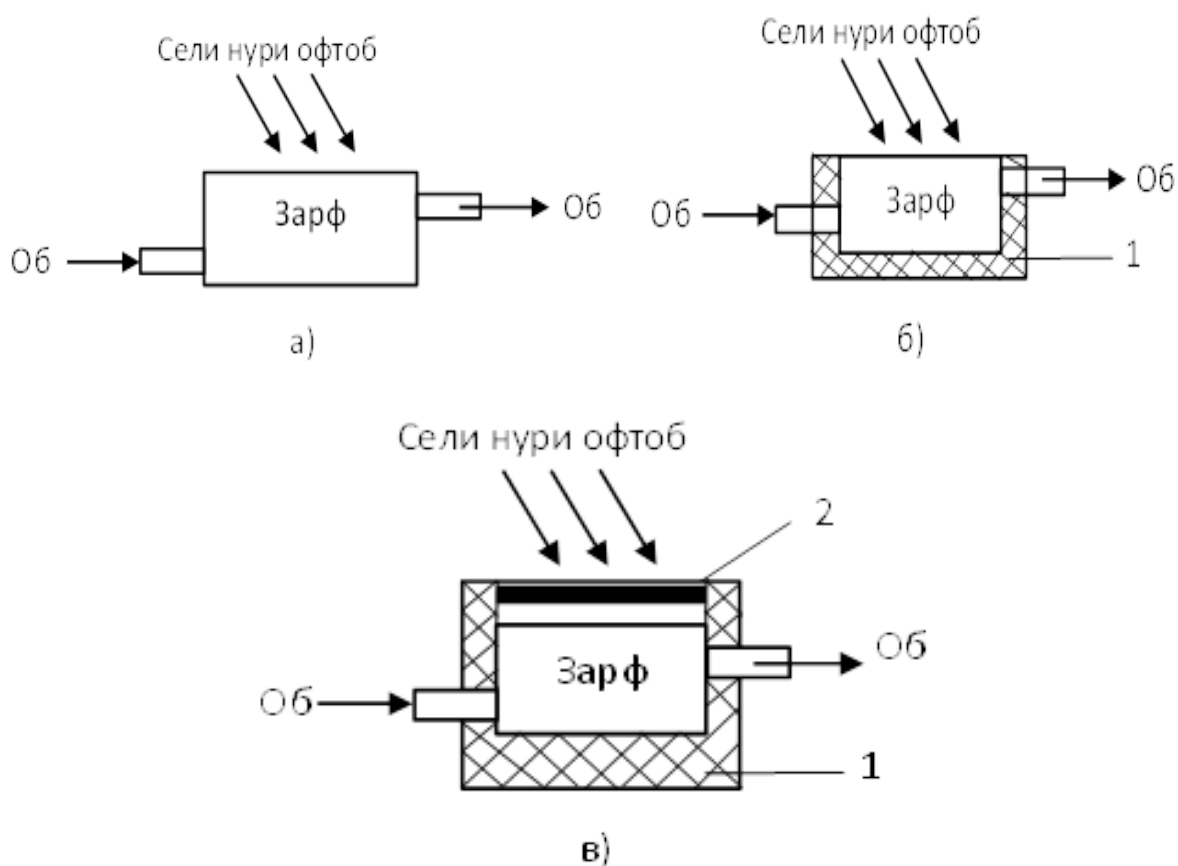
Ҳаво дар ҳама доираи (диапазон) ҳарорати кори мавод (ҷисм) яхнакунанда мебошад. Вале аз ҳисоби гармиғунҷоиши кам доштани, ки ҳарҷоти металлро зиёд мекунад, кам истифода мешаванд.

Об гармигузарони дорой ғунҷоиши зиёд ва аз ҳама дастрас мебошад. Вале хангоми паст шудани ҳарорат аз 0° поён ба он моёи 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 °C 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 гарминигоранда;
- б) зарфи металлӣ бо оқи гарминигоранда;
- в) зарфи металлӣ бо оқи ва рӯйпуши селективӣ.



Расми 4.8 - Намудҳои коллектори офтобӣ: 1 – оқи гарминигоранда, 2 – рӯйпуши селективӣ.

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

Дар ҷадвали 4.1. намунаи нишондодҳои ҳисобию тавсиявии барои ниғаронидани табдилдиҳандаҳои офтобӣ барои арзи 50⁰ оварда шудааст.

Ҷадвали 4.1 – 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 уфук, 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

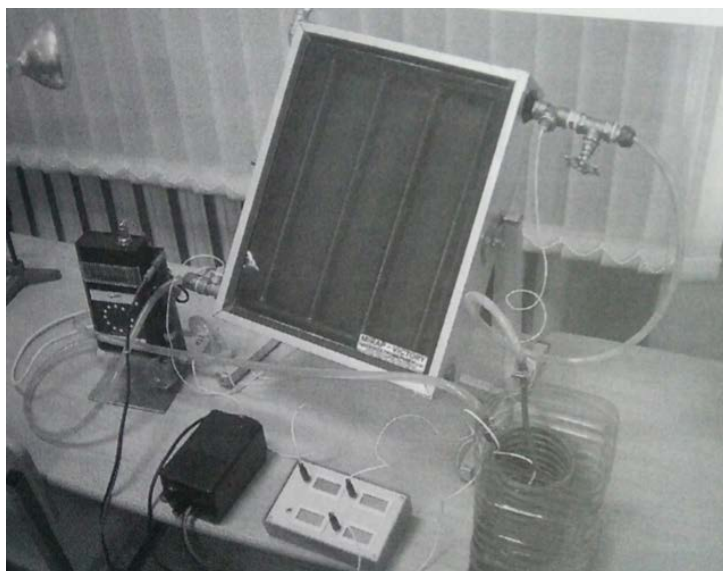
Захиракунии энергияи гармӣ дар гарм намудани қисми дилхоҳи дорои гармиғунҷоиши хос асос ёфтааст. Агар қисм то ҳарорати муайян гарм шуда бошад, ҳангоми бо дигар қисмҳои, ки ҳарорати пасттар доранд як қисми ҳароратро медиҳанд (мубодила мегарданд).

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

Вақти сардшавии аккумулятор гармӣ экспоненциалӣ тағйир ёфта, ҳангоми зиёд кардани ΔT – зиёда аз 100 °C тағйирот начандон мебошад. Аз ин бармеояд, ки чунин “аккумуляторҳоро” дар системаҳои пастҳарорат ё таъминкунӣ бо оби гарм истифода намудан тавсия мешаванд.

Рӯйхати таҷҳизотҳо

1. Афканандаи (излучатель) нури инфрасурх;
2. Афканандаи нури дидашаванда;
3. Коллектори офтобии ҳамвор;
4. Лавҳаи (панели) идоракунии;
5. Зарфи шишагин (пластмассӣ)



Расми 4.9. Намуди умумии амудмизи озмоишӣ

Тартиби иҷрои кор

1. Кунчи майли коллектори офтобӣ нисбат ба уфуқ муайян карда шавад.
2. Зарф ва кубурхоро бо об пур намоед.
3. Афканандаро таҳти кунчи рост нисбат ба сатҳи ҳамвори коллектори офтобӣ гузоред.
4. Бо ёрии танзимкунанда дар афканандаи рушноӣ тавоноиро $P=1000$ Вт баробар гузоред.
5. Нишондоди равшаннокиро E дар сатҳи болои коллектор ба қайд гиред.
6. Баъди ҳар як дақиқа нишондодҳои ҳарорати об дар зарф t_6 ва баромади коллектор $t_{\text{выход}}$ дар ҷадвали 4.2. қайд намоед.
7. Ченкуниро то он даме идома диҳед, ки ҳарорат то 65 °C нарасад.
8. Баъди анҷоми кор ҳамаи таҷҳизотҳои фаъолро хомуш намоед.
9. Оби дар зарф ва кубурҳо бударо холӣ намоед.
10. Дар асоси натиҷаҳои ба даст омада графики вобастагӣҳои $t_6 = f(T)$, $t_{\text{выход}} = f(T)$ – ро тасвир намоед.
11. Ҳисоботро омода карда, барои ҳимоя пешниҳод намоед.

Ҷадвали 4.2. Тағйирёбии ҳарорат дар зарф – аккумулятор ва дар баромади коллектори офтобӣ вобаста аз вақти гармкунӣ

Вақти гармшавӣ Т, дақиқа	1	2	3	4	5	6	7	T_{max}
Ҳарорат дар зарф-аккумулятор $t_b, ^\circ C$								
Ҳарорат дар баромади коллектори офтобӣ $t_{вых}, ^\circ C$								
Фишор дар лулаҳо Р, Па								
Кунҷи моилии коллектори офтобӣ β , град								
Равшаннокӣ Е, лк								
Шадидияти афканишот I, Вт/м ²								
Тавоноии афканда (лампа) Р, Вт								

Саволҳои санҷишӣ

1. Доимии офтобӣ ба чӣ баробар аст?
2. Спектори нурафкании офтобиро ба кадом минтақаҳо ҷудо 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 (оптимизатсияи) самтдиҳии коллектори офтобӣ амалӣ мешавад?
8. Тағйирёбии ҳарорат дар зарф – аккумулятор баъди қатъ гардидани гармкунӣ чӣ гуна аст?

Кори озмоиши №5 Муайянкунии характеристикаи волтампери дастгоҳи бодӣ ҳангоми доимӣ будани суръати даврзании парраҳо

Мақсади кор:

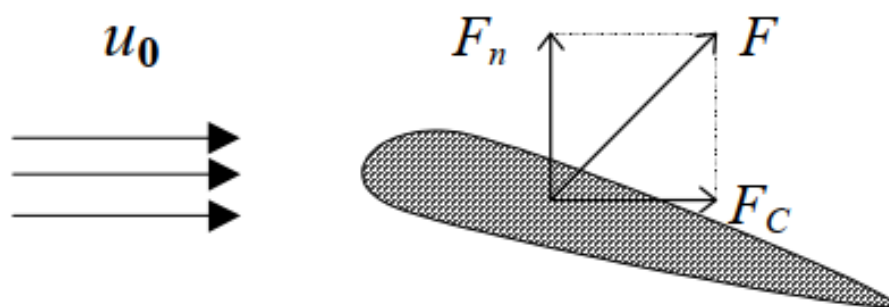
- Бо тарзи таҷрибавӣ муайян намудани характеристикаи волтампери генератори бодӣ (ветрогенератор).
- Муайян кардани тавоноии фаъоли генератори бодӣ ҳангоми муқовимати сарбории гуногун.

Қисми назариявӣ:

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

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

Даврзании чархи бодӣ паҳши таъсири бод чунин шарҳ дода мешавад, ки сели газ аз баданаи (қисми) r_1 ба r_2 қарор дошта, бо суръати u_0 шорида, бо қувваи F таъсир расонида, ба ташкилдихандаҳои зерин ҷудо мешавад: яқум – қувваи муқовимати r_1 ба r_2 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 5.1) [7].



Расми 5.1- Қувваҳои ба бадана таъсиркунанда ҳангоме, ки сели бод шорида мегузарад

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

ДББ аз рӯи ду нишондоди асосӣ 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 бодии бо меҳвари уфуқӣ дар асоси истифодаи қувваи болобаранда даврзада намудҳои як, ду, се ва бисёрпаррадор мешаванд (расми 5.2 (а, б, в, г)).

Чархҳои бодии бо меҳвари амудӣ – аз парраҳои амудӣ насбшуда иборат мебошанд, ки шаклҳои гуногун дошта, қувваи теладиҳиро истифода менамоянд (расми 5.2 е, ж, з, и, к).

Дар расми 5.2, д 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 рӯ ба рӯйро одатан бо суръати ҳатӣ давр зада аз суръати боди ба он таъсиркунанда пасттар мебошад. Дастгоҳҳои истифодабарандаи қувваи болобаранда суръати даврзаниашон нисбат ба суръати боди ба он таъсиркунанда баланд мебошад.

Ҳар як чархи бодӣ аз рӯи нишондодҳои зерин тавсиф мешавад:

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

$$S = \pi D^2/4, \text{ м}^2,$$

ки дар инҷо D – диаметри чархи бодӣ. Ё ин ки майдони муқовимати рӯ ба рӯи 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 ҳамвори бо сели бод перпендикуляр нисбат ба буриши майдон (мисол чархи бодии чорпаррадор аз чархи бодии дупаррадор дида ду маротиба зиёд пуркунии геометрӣ дорад);



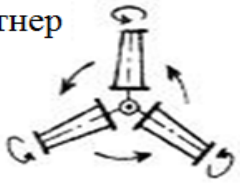

3) зариви тавоноӣ ξ (C_p), ки аз рӯи самаранокии истифодабарии энергияи сели бод дар чархи кори муайян мешавад, аз конструксияи он вобаста мебошад;

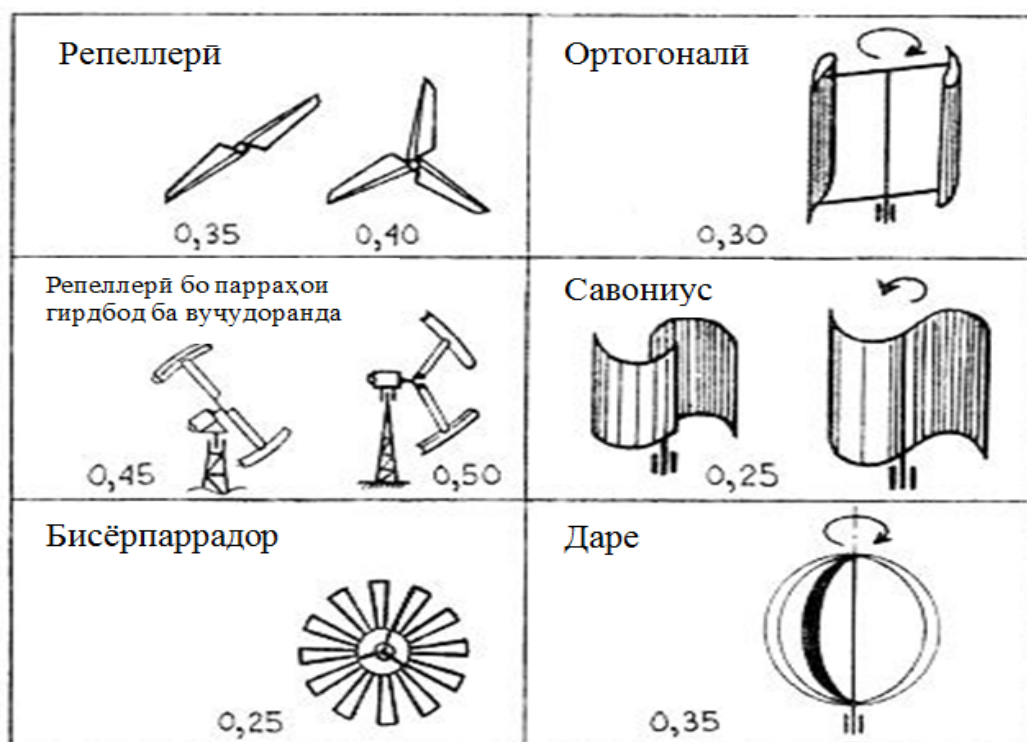
4) зариви тезгардӣ (тезҳаракатӣ) Z , ки таносуби суръати кунҷии охири парра нисбат ба суръати бодро нишон медиҳад.

Ҳангоми суръати бод баробари v_0 ва зичии ҳаво ρ чархи бодӣ бо буриши майдони S , тавоноияш баробар ба:

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

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

<p>Парраҳои бодбоншакл</p>  <p>0,30</p>	<p>Мак-Гроу</p>  <p>0,35</p>
<p>Ротори Флетнер</p>  <p>0,20</p>	<p>Геликоидӣ</p>  <p>0,40</p>



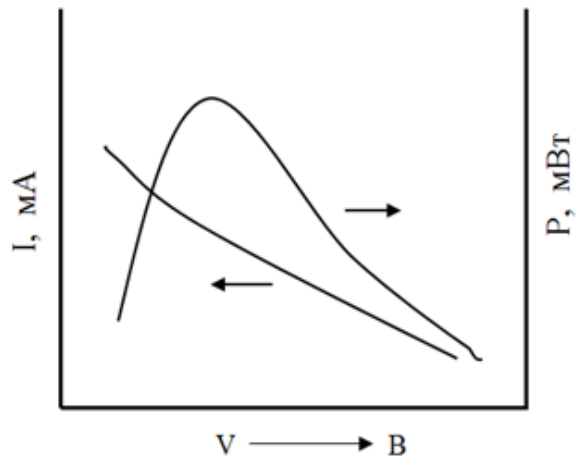
Расми 5.2- Намудҳои чархи бодӣ

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

ДББ бо нишондоди калони пуркунии геометрии чархи бодӣ тавоноии калонро ҳангоми суръати пасти бод ҳосил мекунанд. 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 мекунанд. Бинобар ин дастгоҳҳои намуди аввал барои насосҳои обкашӣ ва намуди дувум бошад барои генераторҳои электрикӣ истифода мешаванд [15,16].

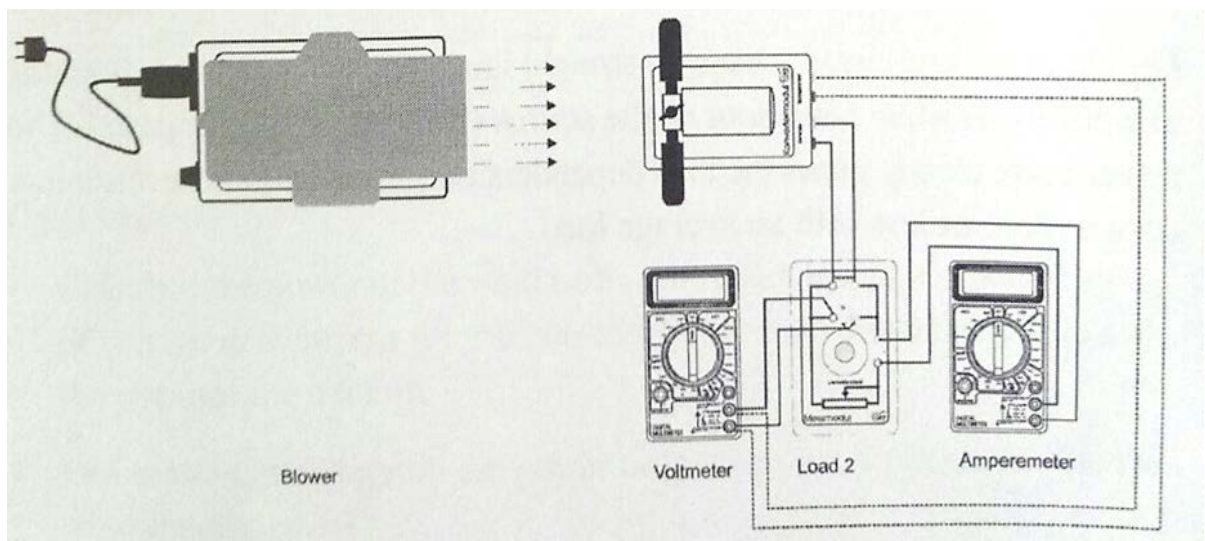
Мақсади асосии кори озмоишии мазкур таҳқиқоти қисми электрикии генератори бодӣ (ветрогенератор) мебошад. Маълум аст, ки дар кори озмоишии додасуда генератори чараёни доимӣ буда, таҳқиқоти электрикии он бо муайянкунии вобастагии тавоноии дохилшуда аз муқовимати бор анҷом меёбад. Дар расми 5.3. тавсифи волтамперӣ барои генератори бодӣ ҳангоми набудани бори ғунҷоишӣ оварда шудааст ва нишон медиҳад, ки баромади тавоноии максималӣ ҳангоми муқовимат ба нол наздик будан ҷой дорад.



Расми 5.3. Тавсифи волтамперии дастгоҳи бодӣ ҳангоми доими будани суръати даврзании парраҳо

Рӯйхати таҷҳизотҳои истифодашаванда:

1. Генератори бодӣ бо меҳвари уфуқӣ.
2. Сипардевори ҳимоявӣ бо кунҷ нишондодашуда.
3. Ду парра.
4. Боддиҳаки (фени) барқӣ.
5. Амперметри рақамӣ.
6. Волтметри рақамӣ.
7. Мағозаи муқовиматҳо бо симҳои электрикӣ.
8. Бодченкунаки (анимометр) рақамӣ.



Расми 5.4. Намуди умумии амудмизи озмоишӣ

Тартиби иҷрои кор:

1. Сипардевори Ҳимоявиро бо ёрии винттоби (отверткаи) махсус ҷудо намоед, ду парраро гузоред.
2. Сипардевори Ҳимоявиро дар ҷояш гузошта, кунҷи парраҳоро баробари 60° гузоред, барои ин қиматҳое, ки дар тарафи болои сипардевори Ҳимоявӣ нишон дода шудаанд, истифода баред.
3. Бодченкунаки (анимометр) рақамиро миёни муйхушккунаки барқӣ ва генератори бодӣ гузоред. Бо истифода аз тугмачаи I бодченкунаки (анимометр) рақамиро фаъол созед ва бо ёрии тугмачаи M воҳиди ченкуниро дар m/s гузоред. Нақшаи электрикии кори озмоиширо мувофиқ ба расми 5.4. пайваст намоед. Ҳудуди ченкунии вольтметрро баробари 20V DC, инчунин воҳиди ченкунии қувваи ҷараёнро баробари 200mA DC гузоред.
4. Ба генератор бо назардошти кутбияти пайваст бори мувофиқ гузоред.
5. Мағозаи (гиреҳи) муқовиматҳоро $R=0$ ва муқовиматҳои мағозаро (гиреҳро) дар доираи 10-100 Ом чен намуда, таҷриба гузаронед.
6. Боддиҳаки барқиро ба шабака пайваст намуда, суръати максималии бодро гузоред.

Суръати ҳаракати генератори бодӣ дар воҳиди вақт бояд доимӣ бошад, барои ҳамин ченкунии баромади шиддати тахогенератор барои ҳар як қиматҳои муқовимати бор зарур аст. Суръати гардишро бо ёрии вольтметри рақамӣ муайян кардан мумкин аст, ки дар ин ҷо 1,5 V баробар аст ба 1000 давр/дақ. Барои чен кардани бузургии додашуда мағозаи (гиреҳи) муқовиматҳоро пайваст кардан зарур аст.

7. Ҳангоми иҷрои таҷриба қиматҳои гирифташудаи ҷараён ва шиддатро дар ҷадвали 5.1. мегузаронем.

Қиматҳои муқовимат, Ом	Шиддат, Вольт	Қараён, мА	Тавоноӣ, мВт
0			
10			
20			
30			
40			
50			
60			
70			
80			
90			
100			

8. Аз тахогенератор ноқилҳои электрикиро ҷудо намуда, боз ба мағозаи (гиреҳи) муқовиматҳо пайваст менамоем. Баландшавии муқовимат ба он оварда мерасонад, ки суръати ҳаракати парраҳо паст мешавад.
9. Таҷрибаро такрор намуда, муқовиматҳоро чен менамоем.
10. Ҳангоми гашти холии генератори бодӣ таҷриба гузаронед.

Саволҳои санҷишӣ:

1. Фаҳмонед, ки чӣ ҳодиса рӯй медиҳад, агар қимати муқовиматро тағйир диҳем? Кадом намуди муқовиматҳои истифодашавандаи дохилии генератори бодиро мебарояд?
2. Таъсири суръати бод ба тавоноии истеҳсолшаванда чигуна аст?
3. Вобаста аз тағйирёбии бор шиддат дар генератор чигуна тағйир меёбад?
4. Ҳангоми кадом бор тавоноии 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 ҷархи 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?

Кори озмоишии №6 Таҳқиқоти генератори бодии меҳвараш амудӣ

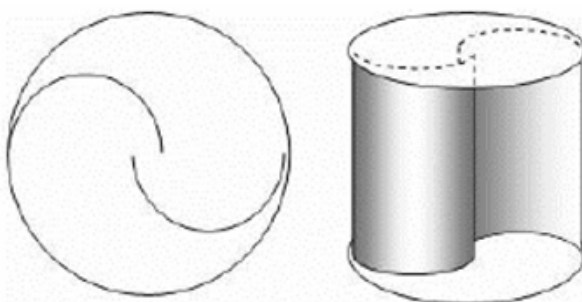
Мақсади кор: Омӯзиш ва таҳқиқи речаи кории генератори бодӣ бо меҳвари амудӣ.

Қисми назариявӣ

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

Ротори Савониус аз тарафи муҳандиси финляндӣ Савониус дар соли 1922 ихтиро шудааст (рис. 6.1). 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 ҳосилшудани қувваи даврзанӣ дар чархи корӣ (дар атрофи меҳвари худ) сабаб мегардад.

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



Расми 6.1. Вариантҳои конструктивии ДББ дар асоси чархи бодии (ротори) Савониус

Хароҷоти баланди масолеҳ (мавод) ва мушкилии мувозӣ кардани чарх ба истеҳсоли саноатии роторҳои бузурги Савониус монеагӣ мекунанд. ДББ

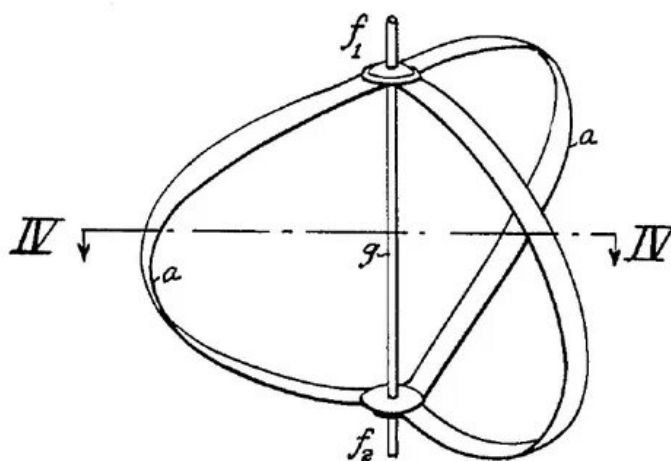
дар асоси чунин чархи бодӣ, одатан барои иншооти мухтор бо тавоноии начандон зиёд ва талаботҳои суст нисбат ба сифати энергияи электрикӣ истифода мешаванд.

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

Бартарихи дастгоҳҳои барқӣ - бодии ин навъ чунин аст: сатҳи пасти овоз, ихтотай майдонҳои хурд ва қор хангоми суръати пасти бод (3–5 м/с).

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

Ротори (чархи бодӣ) Дарье (авиамуҳандиси фронтсавӣ) дар соли 1931 ихтироъ шуда, сохти симметрии дорой ду ва зиёда парраҳои аэродинамикии дар болорҳои радиалӣ насбгардида мебошад (расми 6.2).



Расми 6.2. 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 коҳиш

меёбанд, 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 паррачаҳои S-шакл, ки ба онҳо ҳамчунин қувваи болоравӣ таъсир мерасонад, нисбат доранд.

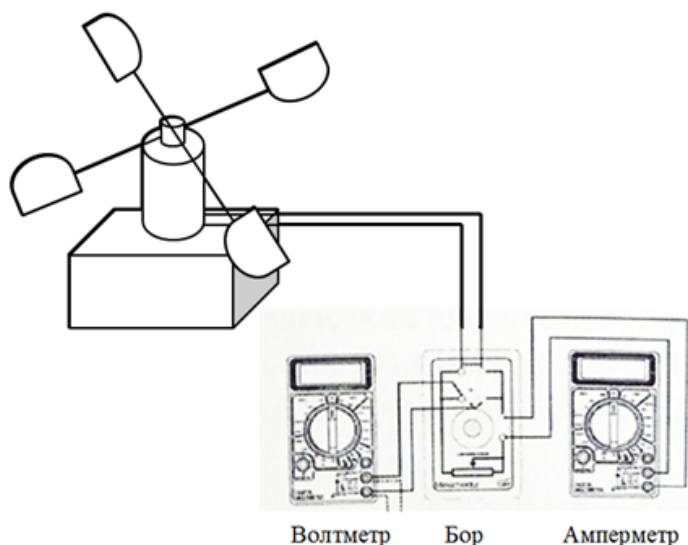
Генераторҳои бодӣ бо турбинаҳои чархи бодии косашакл, ки нисбатан самараноканд, вуҷуд доранд.

Номгӯи таҷҳизотҳо

1. Ченкунаки рақамии шиддат, чараён ва муқовимат (мултиметр).
2. Боддиҳаки (фени) барқӣ.
3. Бодченкунаки (анимометр) рақамӣ.
4. Генератори бодӣ бо меҳвари амудӣ.

Тартиби иҷрои кор:

1. Генератори бодӣ бо меҳвари амудиरो дар ҳамвории уфуқӣ насб намоед.
2. Бо даст дастгоҳро тоб дода бовари ҳосил кунед, ки ба ягон чизи дар атрофаш буда нарасад.
3. Ҷамаи таҷҳизотро аз рӯи нақшаи дар расми 6.4 овардашуда васл намуда, баро санчиш ба устои дарсбаранда пешниҳод кунед.



Расми 6.4. Нақшаи электрикӣ барои гузаронидани кори озмоишӣ

4. Бодченкунаки (анимометр) рақамиро ба кор дароред ва речаи ченкуниро дар (м/с) гузоред.
5. Боддиҳаки барқиро ба кор дароред ва суръати баландтарини (максимуми) бодро гузоред. Боддиҳаки барқиро ба генератори бодӣ дар як баландӣ дар масофаи 25 см гузоред.
6. Ченкунии бузургиҳои зеринро иҷро намоед.
 - Шиддати гашти холӣ $U_{гх}$.
 - Қараёни расиши кӯтоҳ $I_{рк}$.
 - Тавоноии фаъол $P_{ф}$.
7. Ченкунии қиматҳои $U_{гх}$ ва $I_{рк}$ ҳангоми суръатҳои гуногуни $\vartheta = 7, 8, 9, 10, 11, 12$ м/с-ро иҷро намоед. Натиҷаҳоро дар ҷадвали 6.1 қайд намоед.
8. Ҳисоботи хаттӣ оид ба таҷрибаи гузаронидашуда бо хулосаҳо ва фаҳмондадиҳии натиҷаҳои бадастовардашудаи ченкунӣ ва мушоҳидаро тартиб диҳед.

Натиҷаи ченкунии нишондодҳо

Ҷадвали 6.1.

Қиматҳои муқовимат, Ом	Шиддат, В	Қараён, мА	Тавоноӣ, мВт
0			
10			
20			
30			
40			
50			
60			
70			
80			
90			
100			

Саволҳои санҷишӣ

1. Тарзи кори генератори бодии бо меҳвари амудиро фаҳмонед?
2. Тарзи кори генератори бодии бо меҳвари уфуқӣ ва амудиро муқоиса намуда, камбудӣ ва бартарии онҳоро номбар намоед.
3. Ба истеҳсоли саноатии роторҳои бузурги Савониус чи монеагӣ мекунад?
4. Дар айни замон диафрагмаҳои роторҳо аз чигуна мавод омода мешаванд?
5. Намудҳои ДББ бо меҳвари амудиро номбар кунед.
6. Зариби тезгардӣ (тезҳаракатӣ) Z – чиро нишон медиҳад?
7. Масоҳати буриш чигуна муайян карда мешавад?
8. Қисмҳои асосии ДББ – ро номбар кунед?

Кори озмоишии №7 Таҳқиқи речаи кории муҳаррики Стирлинг вобаста аз тағйирёбии ҳарорати беруна

Мақсади кор: Таҳқиқи таъсири ҳарорати манбаъ ва намуди он ба истехсоли тавоноии муҳаррик.

Қисми назарявӣ

Муҳаррики Стирлинг — мошини ҳароратие мебошад, ки дар он қисми корӣ ба намуди газ ё моеъ дар ҳаҷми сарбаста ҳаракат мекунад. Дар асоси гармкунӣ ва хунуккунии даврии қисми корӣ, 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.

Дар асри XIX аз тарафи муҳандисон кушишҳои сохтани муҳаррики ивазкунандаи муҳаррикҳои буғии он замонро доштанд. Сабаб дар он буд, ки муҳаррикҳои буғӣ ҳафнок ва тез – тез ҳодисаҳои инфичори (кафидани) онҳо рух медод. Варианти хуб муҳаррики Стирлинг ба ҳисоб мерафт, ки дар асоси дилхоҳ қимати фарқи ҳароратҳо кор мекард. Чӣ хеле, ки дар боло қайд намудем речаи кории муҳаррики “стирлинг” дар асоси даврӣ гарм ва хунуккунии қисми корӣ, ки ба тағйирёбии ҳаҷм оварда механизро (поршен) ба ҳаракат мебарорад, ба даст оварда мешавад. Одатан ба ҳайси қисми корӣ 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 кори моеъҳо низ истифода мешаванд, ки паҳншудатарини он об мебошад. Хусусияти муҳаррики стирлинг бо қисми кории моеъгӣ дар он мебошад, ки он дори андозаҳои хурд ва фишори кории баланду тавоноии зиёди ҳос мебошад.

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

$$PV = \nu \cdot R \cdot T, \quad (7.1)$$

ки дар инҷо P — фишори газ;

V — ҳаҷми газ;

ν — миқдори молҳои газӣ;

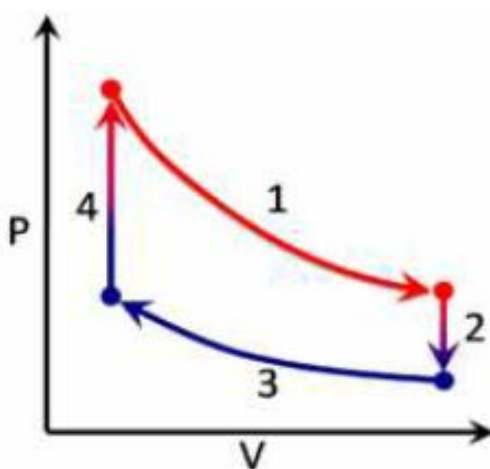
R — доимии универсалии газӣ;

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 кори муҳарриқи Стирлингро ташкил медиҳад.

Муҳарриқи Стирлинг даври Стирлингро истифода мекунад, ки аз рӯи самаранокии термодинамики аз даври Карно ягон мондани надорад ва ҳатто дорои бартарият мебошад. Гап сари он, ки даври Карно аз изотерма ва адиабатаи аз ҳам хело кам фарқкунанда асос ёфтааст (расми 7.1). Дар амал татбиқ намудани даври Карно аз нигоҳи самаранокӣ ғайриэҳтимолӣ аст. Даври Стирлинг бошад имкони онро дод, ки дар амалия муҳарриқи фаъолияткунандаро дар ҳаҷми муайян ҳосил кард.

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



Расми 7.1- Диаграммаи «фишор-ҳаҷм»-и даври идеалии Стирлинг

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

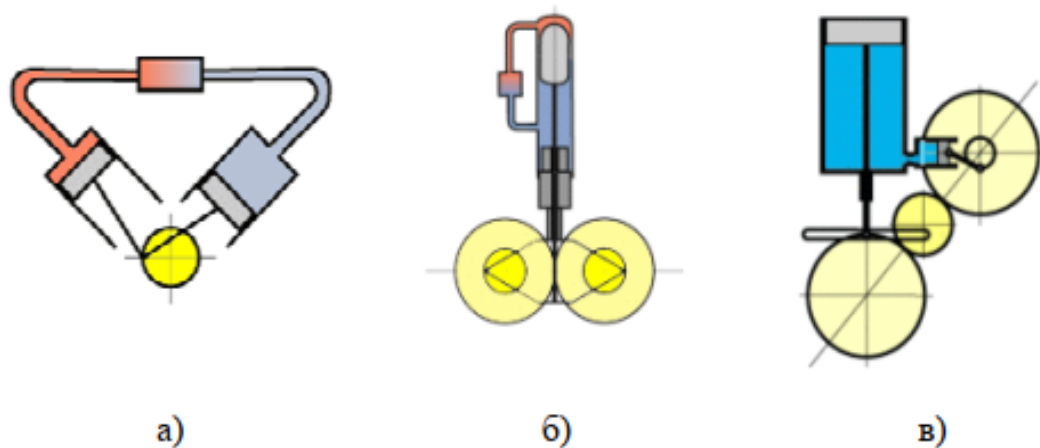
1. Манбаи берунаи гарми газро аз қисми поини силиндри гармомубодилак таъсир мекунад. Фишори ҳосилшуда поршени кориро ба боло тела медиҳад (диқат диҳед, ки поршени тангкунанда бо бадана ҷафс нест);
2. Маховик поршени тангкунандаро ба поён тела дода, бо ҳамин ҳавои гармро ба тарафи камераи хунуккунӣ тела медиҳад;
3. Ҳаво хунук шуда фишурда мешавад ва поршени корӣ ба поён мефурояд;
4. Поршени тангкунанда боло мебарояд ва ҳавои хунуккардашуда ба қисми поён равона шуда, давр аз нав такрор мегардад.

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

Муҳаррикҳои Стирлингро ба се намуди гуногун ҷудо мекунамд (расми 7.2):

1. Алфа-Стирлинг — дорои ду поршени қуввагии алоҳида бо силиндрҳо 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 буда, вале ҳарорати баланди поршени гарм якқатор мушкилиҳоро пеш меорад.

Регенератор дар мобайни қисми гарм ва хунуки найча ҷойгир мебошад.



Расми 7.2 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 мекунад, ки ҳаҷми ковокии гармро тағйир медиҳад. Газ аз қисми хунуки цилиндр ба қисми гарм тавассути регенератор равона карда мешавад.

Регенератор метавонад беруна ҳамчун як қисми гармомубодилакунак 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 ва дар ин ҳолат қисми гарми цилиндриро бо қисми хунук пайваст карда, ҳамчунин бо цилиндри хунук пайвастигӣ дорад. Регенератори дохила бошад як қисми тангкунак мебошад.

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

Норасоихо:

- Бузургҳачмӣ ва сарфи зиёди мавод – норасоии асосии муҳаррикҳои намуди поршенӣ мебошад. Барои чунин муҳаррикҳо хунук кардани қисми корӣ ҳатмӣ мебошад ва ин ба бузург шудани массаю андозаҳои оварда мерасонад, ки аз ҳисоби зиёд гардидани андозаи радиаторҳо мебошад.

- Барои ҳосили характеристикаҳои ба муҳаррикҳои дарунсӯз монанд истифодаи фишори баланд (зиёда аз 100 атм) зарур буда қисми кории махсус – водород (водород), гелий истифода мешавад.

- Гармӣ бевосита ба қисми корӣ равона карда нашуда тавассути баданаи гармигузарон амалӣ карда мешавад. Бадана (девораҳо) бошад гармигузаронияшон маҳдуд буда, бинобар ин ККФ нисбатан паст мебошад. Гармигузарон дар шароити хело мураккаби гармидиҳӣ ва фишори баланд кор мекунад, ки истифодаи материалҳои баландсифат ва гаронарзишро талаб менамояд.

Бинобар сабаби он, ки манбаи гармӣ аз берун таъсир мекунад, муҳаррик аз тағйироти он вобаста буда, на ҳамавақт тавоноии заруриро ҳангоми бақордарорӣ дода метавонад.

Бартариҳо:

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

- Муҳаррики “озод” – яъне ба монанди дигар муҳаррикҳои берунсӯз (аниқтараш истифодаи манбаи берунаи гармӣ) метавонад аз фарқи ҳарорати дилхоҳи 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 ҳаракдиҳанда истифода накунад.

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

- Сарфанокӣ — барои истифодаи манбаҳои, ки фарқи начандон калони ҳароратӣ доранд, муҳаррики Стирлинг яке аз намудҳои пурсамар ҳисобида

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 ҷисми кориро сарф намекунад.

Истифода:

Муҳаррики Стирлинг дар ҳолатҳои истифода мешаванд, ки табдилдиҳандаи на онқадар калон ва содда лозим буда, 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 дилхоҳ гармӣ истифода мешавад. 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 ҷисми 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, пахшо маҳкам пӯшида мебошад.

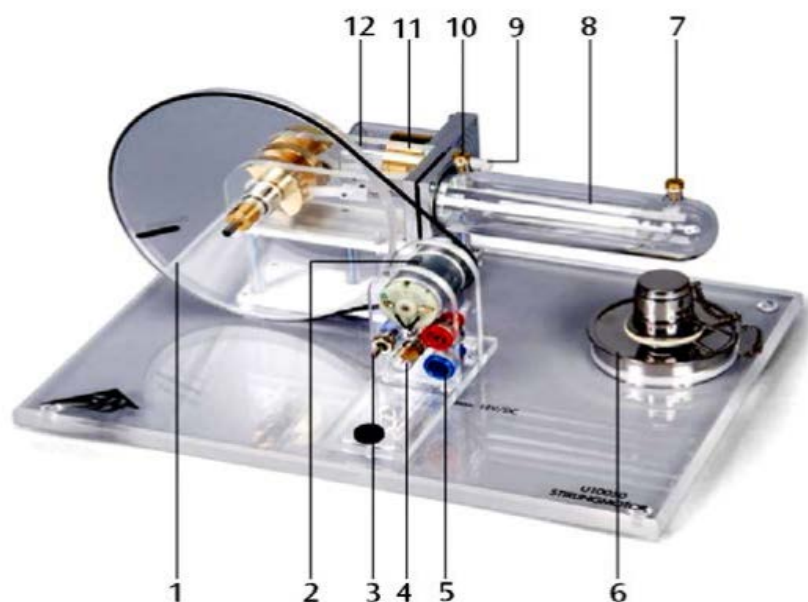
3. Аккумуляторҳои энергия. Бо ёрии муҳаррик мумкин аст энергияро захира намуд, ки ба ҳайси манбаи энергия аккумуляторро дар асоси гудохтаи намакҳо истифода кардан мумкин аст. Чунин аккумуляторҳо аз рӯи захираи

энергия нисбат ба аккумуляторҳои химиявӣ зиёдтар ва арзонтар мебошанд. Бо истифодаи тағйирдиҳии кунчи 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 параболоикуи оинаҳо тарзе насб мешавад, ки ба минтақаи гармшавӣ доимо нурҳои офтобӣ расад. Барои назорати ҳаракати офтобӣ инъикоскунандаи параболоикӣ дар ду тир (самт) идора мешавад. Энергияи офтоб ба майдони наонқадар калон инъикос карда мешавад. Оинаҳо наздики 92 % нурҳои ба сатҳи онҳо афтандаро инъикос менамоянд ва ба ҳайси қисми корӣ ҳидроген ё гелиро истифода мекунанд.

Шарҳи дастгоҳи озмоишӣ

Барои иҷрои кори озмоишӣ модели муҳаррики Стирлинг истифода мешавад (расми 7.3).



Расми 7.3 – 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 қосидак фишор, 10 – нуқтаи ченкунии ҳарорати сатҳи хунук, 11 – поршени кори, 12 – нуқтаи пайвасти қосидаки ҳаракати поршен.

Агар меҳвари маховикро бо меҳвари генератор пайваст намоем, дар ин ҳолат энергияи электрикӣ ҳосил кардан мумкин аст.

Тавоноии энергияи электрикии ҳосилшавандаро чунин муайян мекунамд:

$$P = M\omega = \frac{2\pi \cdot M \cdot n}{60}, \text{ Вт.} \quad (7.1)$$

дар инҷо M – моменти қувва, Нм;

n – суръати даврзании муҳаррик, давр/дақиқа;

Момент дар меҳвари генератор:

$$M = F \cdot l = S \cdot p \cdot l, \text{ Нм} \quad (7.2)$$

дар инҷо F – қувваи фишори поршен, Н, аз рӯи ҳосили зарби масоҳати поршен ($S = \pi \cdot r^2$, м²) 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:

$$V_1 = \pi \cdot r^2 \cdot h, \text{ м}^3 \quad (7.3)$$

дар инҷо r – радиуси камера, м²;

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:

$$\rho = \rho = \frac{V_1 + V_2}{273} \cdot t, \text{ Па} \quad (7.4)$$

ки дар инҷо V_2 – ҳаҷми газ ҳангоми ҳарорати гармкунии t , м³.

Тартиби иҷрои кор

1. Бо сохти дастгоҳи озмоишӣ шинос шавед.
2. Бо ёрии “тепловизор” ҳарорати сатҳ дар нуқтаҳои А ва Б чен карда шавад ($t, ^\circ\text{C}$).
3. Баъди ба кор даровардани манбаи энергияи гармӣ бо гузашти вақти Δt чархи кориро бо даст ба кор андозед (ба ҳаракат дароред).
4. Бо ёрии тахометр суръати даврзании меҳвари муҳаррикоро чен намоед. Суръати миёнаи даврзании маховик тақрибан $n=1000$ давр/дақиқа мебошад.
5. Шиддати ғашти холиро $U_{г.х.}$ бо истифода аз мултиметри рақами чен намоед.

Огоҳӣ! Ҳангоми ченкунии қимати $U_{г.х.}$ калид дар ҳолати поён бояд қарор дошта бошад.

6. Ҳарорати поршени шишагиро бо истифода аз термометри инфрасурх чен кунед. Ченкуни дар тули 10 дақиқа бо фосилаи як дақиқагӣ тақрор карда шавад.
7. Маълумотҳои ҳосилшударо дар ҷадвали 7.1 қайд намоед.
8. Ҳолати калидро тағйир дода борро бо генератор пайваस्त намоед ва ҳангоми ҳисоб муқовимати бор тақрибан баробари $R=14$ Ом қабул карда шавад.
9. Дар тули 10 дақиқа бо интервали як дақиқагӣ шиддат дар бор ва ҳарорати поршени шишагиро чен намоед ва маълумотҳоро дар ҷадвали 7.1 қайд намоед.
10. Бо истифода аз формулаи додашуда миқдори гармии ҳосилшуда аз сӯзишвории сарфшударо ҳисоб намоед:

$$Q = C \cdot m \cdot \Delta t, \text{ Ҷ}$$

C – гармиғунҷоиши хоси сӯзишворӣ; m – масса;

$$\Delta t = t_1 - t_2$$

t_1 – ҳарорати поршени шишагӣ; t_2 – ҳарорати поршени алюминӣ.

11. ККФ муҳаррики Стирлинг ҳангоми муайян будани миқдори гармӣ Q ва энергияи ҳосилшуда $W=P*t$.

Натиҷаҳои озмоиши муҳаррики Стирлинг

Ҷадвали 7.1

№	t, дақиқа	Ғашти холӣ			Таҳти бор		
		T ₁ , °C	T ₂ , °C	U _{Ғ.х.}	T ₁ , °C	T ₂ , °C	U _{бор.}

Саволҳои санҷишӣ

1. Сохт ва принсипи кори муҳаррики Стирлинг.
2. Муҳаррики Стирлинг бо қисми моеи корӣ кадом хусусиятҳои хосро дорад.
3. Ҳамчун қисми корӣ чӣҳо дар муҳаррики Стирлинг 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. Норасоӣҳои муҳаррики Стирлингро номбар намоед.
8. Бартариҳои муҳаррики Стирлинг кадомҳоянд?
9. ККФ муҳаррики Стирлинг аз рӯи кадом формула муайян карда мешавад?
10. Бо кадом роҳ ККФ муҳаррики Стирлинг баланд карда мешавад?
11. Фишори камера (поршен) аз рӯи кадом формула ҳисоб карда мешавад?
12. Тартиби муайян намудани моменти меҳвар чигуна аст (бо кадом формула муайян карда мешавад)?

Кори озмоиши №8 Таҳқиқи речай истифодабарии батареяҳои аккумуляторӣ (захиракунак)

Мақсади кор: Омӯзиши сохти захиракунакҳои ишқорӣ ва кислотагӣ. Таҳқиқи тавсифи захиракунакҳои ишқорӣ ва кислотагӣ дар речаҳои заряддиҳи ва зарядгирӣ.

Қисми назарявӣ

Аккумуляторҳои энергияи электрикӣ ҳамчун манбаи захиравӣ ва мухтор қариб, ки дар тамоми соҳаҳои хоҷагӣ, асбобу дастгоҳҳо истифода мешаванд. Аккумулятор манбаи мустақиле мебошанд, ки чараёни домии бе лаппиш ва гармоникаҳо дорад.

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

$$C = I \cdot t, A^*soat$$

ки дар инҷо: I — қимати чараёни заряддиҳӣ; t — вақти разряддиҳӣ то шиддати минималӣ дар як соат.

Ғунҷоиши аккумуляторҳо аз нишондодҳои зерин вобаста мебошад: намуди пластинаҳо, миқдори массаи ғаёл, ҳолат ва ғафсии қабат, шумора, зичӣ ва ҳарорати электролит, қимати чараёни заряддиҳӣ.

Батареяи аккумулятори наметавонад ҳангоми разряддиҳӣ ҳамаи энергияи дар вақти зарядгирӣ қабулшударо баргардонад, пахшо як қисми энергия дар гармшавии электролит, худразрядшавӣ ва таҷзияшавии об сарф мешавад. Аккумуляторҳоро аз рӯи самарои ғунҷоиш ва энергия фарқ мекунанд.

Самаранокӣ аз рӯи ғунҷоиш η_e чун нисбати миқдори неруи электрикии дошудаи аккумулятор бар миқдори неруи электрикии гирифташудаи он муайян карда мешвад:

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

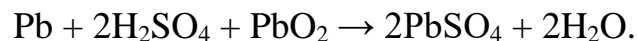
Самаранокӣ аз рӯи энергия η_e - таносуби энергияи электрикии аккумуляторро ҳангоми заряддиҳи нисбат ба энергия қабулнамудаи он ҳангоми зарядгирӣ нишон медиҳад:

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

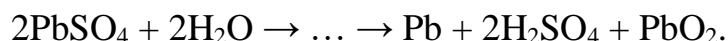
ки дар инҷо C_P, I_P, t_P, U_P — мутаносибан ғунҷоиш, ҷараён, вақт ва шиддати миёна ҳангоми заряддиҳӣ мебошанд; C_3, I_3, t_3, U_3 — мутаносибан ғунҷоиш, ҷараён, вақт ва шиддати миёна ҳангоми зарядгирӣ мебошанд.

Дар речаи нормалӣ «заряд/разряд» самаранокии аккумуляторҳои кислотагӣ мутаносибан аз рӯи ғунҷоиш 85 – 90%, энергия 65 – 70% - ро ташкил медиҳад.

Аккумулятори электрикии сурбӣ манбаи химиявии энергияи электрикие мебошад, ки бо фарқ аз элементҳои галваникӣ реаксияҳои дар онҳо гузаранда барқароршаванда буда, ҳангоми таъсири ҷараёни доимии заряддиҳӣ пурра барқарор карда мешавад. Дар вақти разряди аккумулятор пластинаҳои мусбии сурбӣ тоза ва перекиси сурби пластинаҳои манфӣ ба сулфати сурб мубаддал мегарданд:



Ин раванд ба он оварда мерасонад, ки зичии электролит дар аккумулятор бинобар пайдошавии сулфати сурбӣ ва ҷудошавии об паст мегардад. Ҳангоми заряддиҳии 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 ҚЭХ ва мутаносибан ба

шиддати аккумулятор дар вақти заряддихӣ ва разряддихӣ таъсир мерасонад. Дар асоси таҳқиқотҳо вобастагии ҚЭХ – и аккумулятор аз зичии электролит муайян карда шудааст: $E = 0,84 + d$,

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

Шиддат ҳангоми разряддихӣ ва заряддихӣ аз рӯи ифодаҳои зерин муайян карда мешавад:

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

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

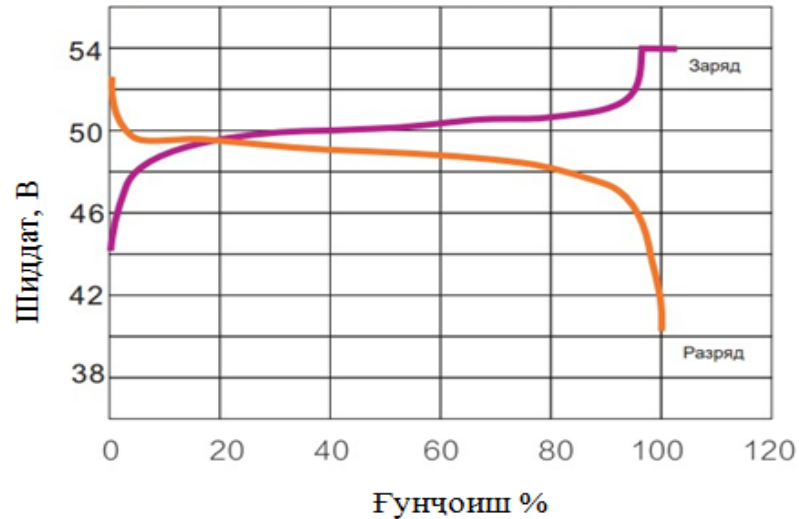
ки дар инҷо I_P, I_3 — ҷараёни разряд ва заряддихӣ; R_B — муқовимати дохилӣ тақрибан баробари $0,05$ Ом.

Аз ифодаи аввал дида мешавад, ки тағйирёбии шиддат U_P ҳангоми разряд аз тағйирёбии зичии электролит вобастаги 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 дидан 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 охирон бошад, нисбат ба қисми аввала пастшавии ботадричи шиддатро нишон медиҳад. Разряд он даме ба охир мерасад, ки шиддат дар аккумулятор то ба $1,8V$ баробар шавад.

Қаҷхатаи заряддихии аккумуляторро ба чор қисми ҷудо кардан мумкин аст (расми 8.1). Дар қисми аввал баландшавии шиддат вобаста аз реаксияи барқароршавӣ (ё зиёдшавии зичи) 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 разрядиҳии АБ ҳангоми 25°C



Расми 8.1. Қаҷхатаи пуршавӣ/ҳолишавии батареяи аккумулятори ки кислотагӣ

Баъди ҳомушкунии аккумулятор аз заряддиҳӣ пастшавии шиддат ба мушоҳида мерасад, ки аз гумшудани 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 ҳисобида шуда, аз руи ҷараёни дар шиноснома нишондодашуда амалӣ карда мешавад. Аккумуляторҳои кислотагӣ бояд дар ду зина заряд дода шаванд. Қимати ҷараёни заряддиҳӣ дар зинаи якум баробари $I_{ZI} = 0,1C_H$, яъне даҳяки нишондоди ғунҷоиши шиносномавӣ гирифта мешавад. Бо ин қимати ҷараён ба аккумулятор то оғози газихроҷшавӣ заряд дода мешавад. Баъдан қимати ҷараён то $I_{ZII} = 0,4I_{ZI}$ 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 газихроҷшавии зиёд тавсиф мегардад.

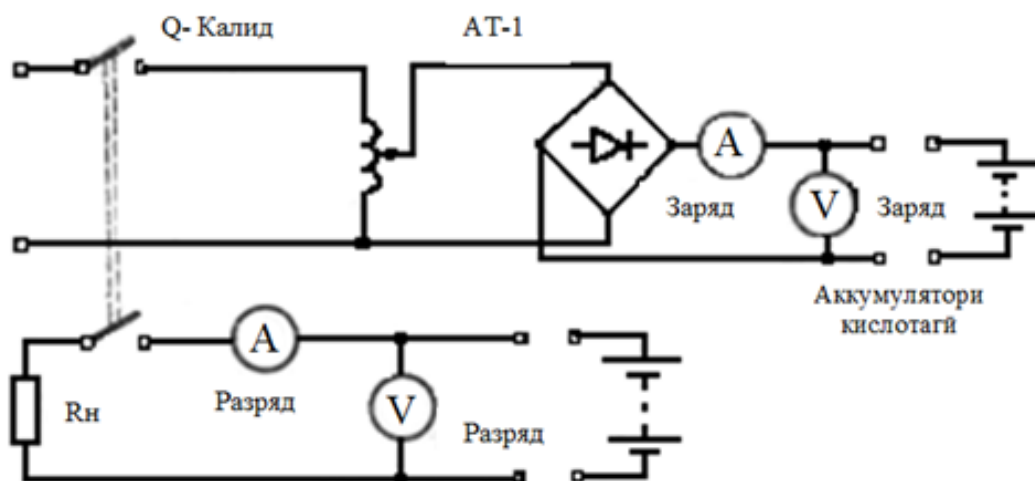
Заряддиҳии аввалия – речаи асосии заряддиҳии аккумуляторҳо ба ҳисоб рафта, ҷараёни заряддиҳӣ аз рӯи шиносномаи он муайян карда мешавад.

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

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

Тартиби иҷрои кор

1. Бо хусусият ва ҳолати техникий батареяҳои аккумуляторӣ шинос шавед ва нишондодҳои номиналияшонро баъди рамзкушоии (расшифровать) онҳо муайян кунед.
2. Бо ҳолати истифодабарии аккумулятор шинос шавед, барои ин:
 - а) муоинаи берунаи аккумулятор (ҳо) – ро гузаронед;
 - б) шиддат ва ҚЭХ – и ҳамаи аккумуляторҳоро чен карда ҳолати заряди онҳоро муайян созед.



Расми 8.2. Нақшаи принципалии таҳқиқи батареяи аккумулятории кислотагӣ

3. Қимати ҷараёни заряддиҳиро муайян карда, дар ҷадвали 8.1. қайд намоед.
4. Нақшаи электрикиро барои заряддиҳӣ ва разряддиҳӣ пайваст намоед (расми 8.2). Қутбнокии исканҷаҳои манбаи ҷараёни заряддиҳӣ ва аккумуляторро муайян кунед.

Нақшаро баъди пайваст ва интихоби речаи онро барои тафтиш ба устои дарсбаранда пешниҳод намоед. Ҳангоми дуруст будани нақша бо иҷзати устод калиди манбаъро васл намоед.

5. Бо истифода аз реостат қимати зарурии ҷараёни заряддиҳиро гузоред ва онро дар тули вақт доимӣ нигоҳ доред. Баъд аз ҳар 10 дақиқа шиддат U , ҚЭХ — E , ҳарорати электролит t ва муқовимати дохилии онро R_B муайян кунед.

Қайди нишондодҳо дар речаи заряддиҳии АБ

Ҷадвали 8.1.

tз, дақиқа									
Uз, В									
Eа, В									
T, °C									

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 — ҚЭХ - и аккумулятор;

I_3 — ҷараёни заряддиҳӣ.

Натиҷаи ҳисобҳо дар ҷадвал қайд намоед.

6. Нақшаро тағйир дода (яъне манбаъро хомуш карда), борро ба АБ пайваст намоед ва баъд аз ҳар 10 дақиқа шиддат U , ҚЭХ — E , ҳарорати электролит t ба қайд гирифта дар ҷадвали 8.2 нависед.

Ҷадвали 8.2. Қайди нишондодҳо дар речаи разряддихии АБ

tз, дақиқа									
Uз, В									
Eа, В									
T, °С									

7. Аз рӯи маълумотҳои ба даст омада графики вобастагии $U_p=f(t)$ тасвир намоед.

9. То 10 дақиқа ба анҷоми дарс амудмизи озмоиширо хомуш карда онро ба ҳолати аввала биёред.

Саволҳои санҷишӣ

1. Тамға ва маълумотҳои батареяҳои аккумуляторҳо ва дигар асбобҳои стендро нишон диҳед.
2. Ҳолати техникӣ ва маълумотҳои 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 заряддихии аккумулятор кадом аст?
6. Муқовимати дохилии аккумулятор аз рӯи кадом формула муайян мешавад?
7. Қимати ҷараёни заряддихиро чигуна муайян мекунанд?
8. Заряддихии муқарарӣ чист?
9. Качхатаи разряддихиро ба чанд қисм чудо кардан мумкин?
10. Качхатаи заряддихиро ба чанд қисм чудо кардан мумкин?
11. Намудҳои батареяҳои аккумуляториро номбар намоед?
12. Вобастагии ҚЭХ – и аккумулятор аз зичии электролитро нависед.

Адабиётҳои истифодашуда

1. «Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон дар бораи истифодаи манбаҳои барқароршавандаи энергия» Ахбори Маҷлиси Олии Ҷумҳурии Тоҷикистон, соли 2010, №1, мод.11.
2. Раҳимов Ф.М., Давлатшоев Д.Д. «Манбаҳои барқароршавандаи ғайрианъанавии энергия» дастурамали методӣ барои ҳалли масъалаҳо. – Душанбе, ДТТ ба номи академик М.С.Осимӣ, 2014, – 50 с.
3. 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.
4. Твайделл Д. Возобновляемые источники энергии / Д.Твайделл, А.Уэйр. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 390 с.
5. Виссарионов В.И. Экологические аспекты возобновляемых источников энергии / В.И.Виссарионов, Л.А. Золотов. – М.: МЭИ, 1996. – 156 с.
6. Шефтер Я.Н. Использование энергии ветра / Я.Н.Шефтер. – М: Энергоатомиздат, 1983. – 200 с.
7. Геотермальное теплоснабжение / А.Г. Гаджиев, Ю.Н. Султанов, П.Н. Ригер и др. – М: Энергоатомиздат, 1984. – 120 с.
8. Альбом для проектирования установок солнечного горячего водоснабжения / В.К.Аверьянов, А.И.Тютюнников, А.В.Синица и др. – СПб. – Тула, 1992.-55 с.
9. Оборудование ГЭС: учеб. пособие / А.Ю.Александровский, Ю.А.Заболоцкий, Н.И, Матвиенко и др.; под ред. В.И. Обрезкова. – М.: МЭИ, 1992. – 87 с.
10. Левин Б.Н. Использование твердых бытовых отходов в системах энергоснабжения / Б.Н.Левин. – М.: Энергоиздат, 1992.
11. Корбанов Г.П. Установки для использования солнечной энергии: учеб. пособие по курсу «Нетрадиционные источники энергии» / Г.П.Корбанов. – М.: Издательство МЭИ, 1996. – 112 с.

12. И.М. Кирпичникова, Е. В. Соломин/ Возобновляемые источники энергии. -Челябинск: Изд. Центр. ЮУрГУ, 2009. – 50с.
13. Комарицин А.А., Ветроэнергетика и гидрография // Вестник РАН, 2002, №9.
14. Д. Де Рензо, В.В. Зубарев Ветроэнергетика. Москва. Энергоатомиздат, 1982.
15. Массовая радиобиблиотека. Под.ред. Е. М. Фатеева выпуск 24: «Как сделать ветроэлектрический агрегат», М.-1949.
16. Харитонов В.П. «Автономные ветроэлектрические установки». – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2006.
17. Ветров В.И. Режимы основного оборудования электрических станций: Учеб.пособие / Новосибирский государственный технический университет – Новосибирск , 1993.- 123 с.
18. Гайсаров Р. В. Режимы работы электрооборудования электрических станций и подстанций. Часть 1 Режимы работы синхронных генераторов и компенсаторов. Конспект лекций. Челябинск. Издательство ЮУрГУ.
19. Вольдек А.И. Электрические машины.- М.: ГЭИ, 1970.
20. Правила устройства электроустановок. – 6-е изд., дополненное с исправлениями. – М.: ЗАО «Энергосервис», 2000. – 608 с.
21. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – СПб.: Изд-во ДЕАН, 2004. – 336 с.
22. Карпеш М.А., Сенигов П.Н. Производство электрической энергии. Руководство по выполнению базовых экспериментов. ПЭЭ.001 РБЭ (933). – Челябинск: Иженерно-производственный центр «Учебная техника», 2007. –88 с.

ЗАМИМАҲО

Замимаи 1.

Нишондодҳои техникии ҷархҳои кори мавҷуда, ки хангоми лоихакашӣ тавсия мешаванд.

№ р/т	Тазйи қорӣ Н, м.	Намуди ҷархи қорӣ	Коэффитсиент и даврзани афзояндаи n_s хангоми $Q'_{I \max}$ ва n'_I ҳисобӣ	Шумора и парраҳо и ҷархи қорӣ Z_1	Суръати даврзани бадалӣ (барои ҳисоб) n'_I , лавн/лаки	Сарфи бадали и об Q_1 , л/сония	Коэффитсиенти кавитатсионӣ δ хангоми Q_1	Суръати афзояндаи даврзани бадалӣ n'_p , лавн/лаки	Коэффитсиенти шиддати мехвари (тирӣ) гилпавликӣ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3-10	ПЛ10/592	955	4	180	2400	1,50	380	6,54
2	5-15	ПЛ15/510	770	4	150	2200	1,0	365	6,54
3	10-20	ПЛ20/661	750	4	150	2100	0,82	358	6,54
4	15-30	ПЛ30/587	640	6	135	1900	0,90	312	6,93
5	20-40	ПЛ40	510	8	120	1500	0,57	290	7,16
6	30-50	ПЛ50/642	490	8	120	1400	0,48	275	7,16
7	40-60	ПЛ60/642	455	8	120	1200	0,40	270	7,16
8	45-60	ПЛ60/5A	415	8	115	1100	0,32	265	7,16
9	50-80	ПЛ80/642	395	8	110	1000	0,290	260	7,16
10	30-45	PO45/123	300	14	75	1300	0,22	148	2,6-3,1
11	40-75	PO75/702	270	14	72	1200	0,14	132	2,2-2,6
12	70-115	PO115/69	260	14	70	1180	0,14	132	2,1-2,5
13	70-115	PO115/71	285	14	77	1150	0,145	160	2,3-2,8
14	110-170	PO170/74	240	14	70	1030	0,10	128	1,9-2,4
15	110-170	PO170/63	215	15	70	750	0,09	131	1,6-2,2
16	160-220	Аз рӯи	215	15	67	650	0,06	120	1,6-2,2
17	220-290	PO	105	19	62	240	0,040	98	0,7-1,1
18	290-380	PO	105	19	62	240	0,040	98	0,7-1,1
19	380-500	Аз рӯи	93	19	60	200	0,036	95	0,6-0,9

Замимаи 2.

Ислоҳот ба зароби кавитатсионӣ вобаста аз таъйиқ

H_p , м.	10	30	50	70	90	110	130	150- 500
$\Delta\sigma$	0,08	0,04	0,028	0,022	0,02	0,018	0,017	0,016

НАШРИЁТИ ТАЪЛИМӢ

Ғаниев Зокирчон Султонович
Пирова Шамсия Ҳотамовна
Раҳимов Фирдавс Мирзоумарович

Речаи кори таҷҳизоти манбаъҳои барқароршавандаи ғайрианъанавии энергия

Дастури методӣ барои иҷрои корҳои озмоишӣ аз фанни “Речаи кори таҷҳизоти манбаъҳои барқароршавандаи ғайрианъанавии энергия”, барои тайёр намудани бакалаврҳо аз руи ихтисоси 430105-05 - “Манбаъҳои барқароршавандаи ғайрианъанавии энергия” пешбинӣ шудааст.

Ба чопаш 16.09. с. 2024 имзо шуд. Андозаи 60x84 1/16. Қоғази офсетӣ. Чопи офсетӣ. Ҷузъи чопӣ 3. Адади нашр 50 нусха.

Дар матбааи Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С.
Осимӣ чоп шудааст.