DOI: 10.33942/sit023 УДК 620.9

ЭНЕРГИЯНЫН КАЙРА ЖАРАЛУУЧУ БУЛАКТАРЫНЫН НЕГИЗИНДЕ АЙКАЛЫШТЫРЫЛГАН ЭНЕРГИЯ МЕНЕН КАМСЫЗ КЫЛУУ СИСТЕМАСЫ

М.А.Садыков[1], Э.Ы.Дуйшебаева[2]

[1] к.ф.-м.н., доцент МУИТ, Тел: +996771280728, sadmaks@mail.ru
[2] аспирант МУИТ, Тел: +996771151364, duyshebayeva84@inbox.ru

Аннотация: Азыркы учурда дүйнөдө энергиянын кайра жаралуучу жана салттуу булактарын пайдалануу менен аткарылган электр менен жабдуунун айкалыштырылган (гибриддик) системалары кеңири колдонулат. Макалада электр менен камсыздоонун курама системасынын типтүү түзүмдүк схемасы каралат. Электр менен камсыздоонун айкалышы системаларынын үч түрдүү структуралык-схемалык чечимдерди иштеп чыгуу жана өзгөчөлүктөрү, ошондой эле алардын негизги артыкчылыктары жана кемчиликтери көрсөтүлгөн. Бул айкалыштырылган системанын негизги функционалдык элементтерин тандоо жана параметрлерин эсептөөнүн өзгөчөлүктөрү каралат. Күн батареяларынын негизги өзгөчөлүктөрүн ачып, алардын негизги параметрлерин эсептөө үчүн аналитикалык сөздөр келтирилген.

Ачкыч сөздөр: *Энергиянын кайра жаралуучу булактары, шамал-күн электр чордондору, айкалыштырылган электр менен кмсыз кылуу системасы, күнфотоэлектр чордондору, шамалэлектр чордондору, автономдук электр энергия булактары.*

КОМБИНИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ

М.А.Садыков[1], Э.Ы.Дуйшебаева[2]

[1] к.ф.-м.н., доцент МУИТ, Тел: +996771280728, sadmaks@mail.ru
[2] аспирант МУИТ, Тел: +996771151364, duyshebayeva84@inbox.ru

Аннотация: В настоящее время в мире широко используются комбинированные (гибридные) системы электроснабжения, выполненные с использованием возобновляемых и традиционных источников энергии. В статье рассматривается типовая структурная схема комбинированной системы электроснабжения. Раскрываются конструкция и особенности работы трех типов структурно-схемных решений комбинированных систем электроснабжения, а также основные их достоинство и недостатки. Раскрываются основные характеристики солнечных батарей и приводятся аналитические выражения для расчета их основных параметров.

Ключевые слова: *Возобновляемые источники энергии, ветро-солнечные электростанции, комбинированные системы электроснабжения, солнечные фотоэлектрические станции, ветроэнергетические станции, автономные источники электроэнергии.*

THE COMBINED SYSTEM OF ELECTRICITY SUPPLY BASED ON RENEWABLE ENERGY SOURCES.

M.A.Sadykov[1], E.Y.Duishebaeva[2]

(1) Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of IntUIT, +996771280728, sadmaks@mail.ru
(2) graduate student IntUIT, +996771151364, duyshebayeva84@inbox.ru

Abstract: Currently, the world is widely used combined power supply systems made using renewable and traditional energy sourses. The article deals with a typical block diagram of a combined power supply system. The main features of structural and schematic solutions of combined power supply systems, as well as their main advantages and disadvantages are revealed. The main characteristics of solar cells are revealed and analytical expressions for calculation of their main parameters are given.

Keywords: *Renewable energy, wind and solar power, combined power systems, solar photovoltaic plants, wind power stations, autonomous power sources.*

Бүгүнкү күндө керектөөчүлөрдү электр менен камсыз кылуу үчүн максатка ылайык бир эле мезгилде энергиянын кайра жаралуучу булактарынын бир нече түрлөрүн колдонуу , ошондой эле салттуу электр энергиясынын булактарын колдонууда электр менен жабдуунун ишенимдүүлүгү жогорулайт жана күйүүчү зат чыгымдары төмөндөйт [1].

Энергиянын кайра жаралуучу булактары шамал менен күн энергиясын айкалыштыруу жыл бою колдонуучулар үчүн өзгөчө натыйжалуу, анткени кышында күн энергиянын генерациясы төмөндөйт, мында шамал үчүн эң ыңгайлуу кез [4,5].

Ошондуктан, бүгүнкү күндө дүйнө жүзү боюнча айкалыштырылган (гибрид) электр менен жабдуу система (АЭС) түшүнүгү, энергиянын кайра жаралуучу булактарын жана электр энергиясынын салттуу булактарынын негизинде кеңири таралган [6].

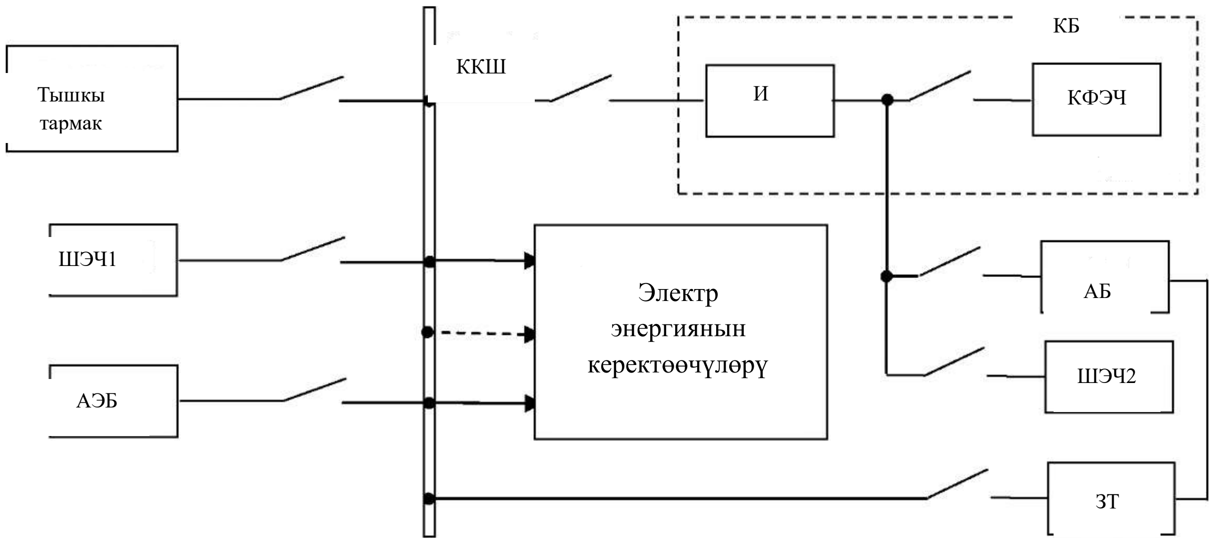
1-сүрөттө кайра жаралуучу жана салттуу энергия булактарынын негизинде биргелишип түзүлгөн электр менен жабдуу тутумунун ачык схемасы көрсөтүлгөн. Электр энергиянын параметрлерин контролдоо жана коргоо башкаруу системасы аркылуу жүргүзүлөт, бирок ал 1-сүрөттө көрсөтүлбөгөн.

АЭС үч типте болушу мүмкүн:

Автономдук шамал-күн электр чордону (ШКЭЧ). Мындай чордондор тышкы электр тармак жок иштешет жана күн фотоэлектр чордону (КФЭЧ), шамал электрчордону, ошондой эле аккумулятордук батарейкалары болот. Мындан сырткары автономдук энергетикалык комплекстер ишенимдүүлүгүн жогорулатуу максатында дизельдик, бензо- же газ менен иштеген электр чордондоруна ээ болушу мүмкүн.

Тармактык шамал-күн электр чордону. Мындай гибрид электр чордондору тышкы электр тармагы менен синхрондуу иштейт. Негизги иштөө режиминде керектөөчүлөр энергияны кайра жаралуучу булактардан алышат, жетишсиз болгондо аны тышкы электр тармагынан, ал эми ашыкчасы өнөр жай тармактарга берилет. Бул режимде аккумулятордук батарейкалар жана энергиянын салттуу булактары колдонулбайт.

Резервдик электр менен камсыздоо системасы. Негизги режимде мындай системада керектөөчүлөргө электр энергия булагы болуп тышкы электр тармагы эсептелинет. Тышкы электр тармагы жоголгондо керектөөчүлөрдүн булактары шамал-күн электр чордону, аккумулятордук батарейкалар жана энергиянын салттуу булактары болуп калат.



1-сүрөт. Айкалыштырылган электр менен камсыз кылуу системасы: ШЭЧ1 жана ШЭЧ2- шамал электр чордондору; АЭБ- салттуу автономдуу электр энергия булактары; КФЭЧ- күн фотоэлектр чордону; И- инвертор; КБ- күн батареясы; АБ- аккумулятордук батарейка; ЗТ- заряддоого түзүлүш; ККШ- кепилдүү камсыздоо шинасы.

Каралган айкалыштырылган электр чордондорунун түрлөрү төмөнкү маселелерди чечүүгө жардам берет:

тышкы электр тармактардан алыс жайгашкан керектөөчүлөрдү электр менен камсыздоо;

жоопкерчиликтүү керектөөчүлөрдү үзгүлтүксүз электр энергиясы менен камсыздоо тез-тез өчүрүүлөрдө, чыңалуунун термелүүсүндө жана четтелишинде;

тартыштыгы боюнча тармактык мүмкүнчүлүктөрүн жогорулатуу.

Келечектүү багыт болуп мобилдүү шамал-күн чордондорун аккумулятордук батарейкалар же бензогенераторлор менен иштетүү. Мындай электр чордондорунун кубаттуулугу 10 кВт чейин жетет жана ашат.

Мобилдик айкалыштырылган электр чордондорунун артыкчылыктары:

мобилдүүлүк жана ыкчам жайылтуу;

үзгүлтүксүз жана сапаттуу керектөөчүлөрдү электр энергия менен камсыздоо;

ар түрдүү электр энергия булактарынын иштөө режимин оптималдаштыруу жолу менен чордондун КПД өсүүсү;

узакка кызмат кылуу 15жыл мөөнөткө чейин.

Мобилдик айкалыштырылган электр чордондорунун негизги кемчилиги, алардын салыштырмалуу аз кубаттуулуктары.

Жалпысынан алганда элементтерди тандоодо жана чордондорду проектештиргенде төмөнкү жагдайларды эске алууга тийиш.

Күн электр чордондорунун узак убакыт иштөө мөөнөтү (25 жылдан өйдө) жана иштөөдө аз чыгымдары менен тартат. Бирок кышында алар күндүн аз убакыт тийгенине байланыштуу азыраак электр энергияны иштеп чыгарат. КФЭЧ салыштырмалуу ШЭЧ ошол эле наркы боюнча көбүрөөк иштеп чыгарат, бирок механикалык жылдырма бөлүктөрүнүн көптүгүнө байланыштуу анча ишенимдүү эмес.

ШЭЧ жана КФЭЧ бири-бирин жакшы толуктап турат (биринин жайында өндүрүүсү азыраак болсо, экинчисиники- кышында), бул туруктуу электр менен жабдуу системасын түзүүгө мүмкүндүк берет.

Айкалыштырылган энергия менен камсыз кылуу системасынын компоненттери, негизинен, электр менен камсыз кылуунун сапаты жана ишенимдүүлүгү үчүн керектөөчү талап боюнча аныкталат.

Ишенимдүү жана акысыз тейлөө системалары ири каржылык чыгымдарды талап кылат. Биринчи кезекте бензо- же газогенераторго муктаждыгын аныктоо зарыл, эгерде керек болсо, анда канча үлүшүн өзгөрмө ток колдонуучулар түзөт, анткени КФЭЧ электр энергиясы менен активдүү жүгүн камсыз кылыш керек.

Айкалыштырылган энергия менен камсыз кылуу системасынын маанилүү мүнөздөмөсү болуп саналат:

Бир убакытта иштетүүгө мүмкүн боло турган электр энергиясын керектөөчүлөрүнүн жалпы кубаттуулугунун суммасы. Бул инвертордун номиналдык кубаттуулугун тандоо үчүн зарыл.

КБ жана КЗБ номиналдык чыңалуусу , ошондой эле инвертордун, анткени бул шарттардан тармактын техникалык мүнөздөмөсү көз каранды. Канчалык чоң чыңалуу болсо, ошончолук аз электр энергияны жоготуусу болот. Дээрлик энергия системасынын натыйжалуулугун негизги критерийлерин аныктоо боюнча КФЭЧ негизги элементтерин тандоого токтолуу туура деп эсептейм.

Күн батареясы.

КБ негизги мүнөздөмөсү :

КБ номиналдык кубаттуулугу бир канча эсе аз АЭС кубаттуулугуна салыштырмалуу. Практикада 1м^2 аянты менен батарея күн түз ачык тийген маалда 150 Вт чейин кубаттулукту алат, ал эми башка учурларда кубаттуулук 60дан 80 Вт чейин болот. Башка аба ырайында бул көрсөткүч азыраак (аз булутта – 30-50 Вт, катуу булутта -10-15 Вт, чагылгандуу жаанда 5 Вт кичине).

Номиналдуу чыңалуу, эреже катары 12 же 24 В, же 48В. Ылымдашканда КБ чыңалуусу 30 % көп номиналдуудан.

КБ түзүлүшү. Эгерде КБ эки тараптуу панели менен болсо, анда арткы бетинин күнгө сезгичтиги эки эсе азыраак негизги бетине караганда. Баасы боюнча бир тараптуу панелдерге салыштырмалуу бир азга кымбатыраак.

Номиналдык кубаттуулугу 150 Вт болгон КБ 1,5 м^2 аянты ээлейт жана массасы 15 кг чейин болот. Бул учурда алардын баасы 10-25 мин сомго чейин түзөт.

КБ керектүү кубаттуулугун эсептөөдө электр энергияны керектөөчүлөрүнүн кубаттуулугун аныктоо жана иштеп чыккан электр энергиясынын орточо күндүк керектөөсүн эсептөө зарыл төмөнкү формула менен:

$$W = 1{,}2\sum_{n=1}^{m} \mathrm{Pntn}$$

бул жерде 1,2 – коэффициент, электр энергиянын жоготуу даражасын эске алуу менен;

$P_п$ –n керектөөчүнүн номиналдык кубаттуулугу ватт менен;

T_n- n керектөөчүнүн орточо иш убактысы саат менен;

m- электр энергияны керектөөчүлөрдүн саны.

Бир жыл үчүн электр энергияга муктаждык бирдей эмес болгондуктан, формула менен ар бир ай үчүн эсептөө туура.

Кийинки этабында ар бир сезон бою күн нурлануу маалыматтарды баа берген каттын негизинде КБ номиналдык кубаттуулугу эсептелиниши керек:

$$P_{ном} = \frac{W}{k_{сб} k_{ан}}$$

бул жерде $k_{сб}$- тууралоо коэффициенти, КБ энергияны жоготуу эске алуу менен, жай үчүн 0,6, күз жана жаз үчүн 0,9, ал эми кыш үчүн 1,2.

k_a- тууралоо коэффициенти, аткаруу боюнча КБ таасирин эске алуу менен. Эгерде КБ оптималдуу бурч менен кыймылсыз бекитилген болсо, анда ошол регион үчүн бул коэффициент жайында 0,85, кышында жана жаз-күз үчүн 1 барабар болот. А эгер КБ бурмаланган платформага жайгаштырылса, анда коэффициент жай үчүн 1,4, кыш-1,1 жана жаз-күз үчүн 1,25.

Жогорудагы каралган формулалардын жөнөкөй эсептөөлөрү көрсөтөт, КБ 150 Вт кубаттуулугу менен орточо эсеп менен 287 Вт·ч электр энергияны берет декабрь айында, мартта 684 Вт·ч, ал эми июнда 802 Вт·ч.

Маалыматтардын анализинин негизинде КБ алынган электр энергиясын натыйжалуу колдонуу мүмкүн. Жогорудагы эсептөөлөрдө бир ката бар, анткени күн нурлануунун деңгээли жыл сайын туруктуу болбойт. Ошондуктан статистика ар бир айкын учур үчүн 5-10 жылга чейинки мезгил ичинде байкоолорунун негизинде талап кылынат.

Аккумулятордук батареялар.

Батареянын негизги мүнөздөмөлөрүнөн болуп төмөнкүлөр саналат:
Аккумулятордук батареялардын түрү. Эреже катары көбүнчө кычкыл коргошундуу аккумулятордук батареялар колдонулат. Алар, өз кезегинде, өндүрүштүк технологиясы боюнча бир нече түрү бар. Кычкыл коргошундуудан тышкары АЭС түзүлүшүндө никель-кадмийден жана никель-темирден аккумулятордук батареялар колдонулушу мүмкүн. Алар иш жүзүндө терең разряддан коркпойт жана башка бир катар артыкчылыктары бар, бирок кылдаттык менен кароого муктаж. Бул батареялардын КПД 50-60% . Иштөө мөөнөтү 20 жылга жакын, кычкыл коргошундуулардан бир канчага көп.
Номиналдык чыңалуу АБ, эреже катары, 12В барабар.

АБ сыйымдуулугу төмөнкү формула менен аныкталат:

$$C_{АБ}= I_p t_p$$

бул жерде, I_p- ток разряды ампер менен;

t_p- разряддын убактысы саат менен.

Мисалы, эгерде АБ сыйымдуулу 60 А·ч болсо, анда ал 12 саат номиналдык ток 5 А болгон жарык берип турат.

Көп учурда АБ сыйымдуулугу булут күндөрдү эсепке алуу менен аныкталат, анткени КБ ошол мезгилде азыраак электр энергиясын өндүрөт. Анда:

$$C_{АБ}= \frac{n\,W}{U\,k}$$

бул жерде, n-катар менен болгон булут күндөрдүн саны;

W-күндүзгү электр энергиясына керектөөсү, Вт·с;

$U_н$- номиналдык чыңалуу, В;

K_p-аккумулятордун разрядынын тереңдигинин коэффициенти, салыштырмалуу бирдиги боюнча (мисалы, разряддын тереңдиги 50% болсо, анда K_p=0,5).

Чыңалуу инвертору.

Инверторлор туруктуу ток чыңалуусун 12/24 В өзгөрмөлүү ток чыңалуусуна 220 В өткөрүп берет. Инверторлордун негизги мүнөздөмөлөрүнөн болуп төмөнкүлөр саналат:
Номиналдык чыңалуу- керектөөчүлөрдүн кубаттуулугунан көз каранды. Керектөөчүлөрдүн кубаттуулугунун суммасы инвертордун номиналдык кубатттуулугунан чоң болбошу керек.
Жогорку кубаттуулук- инвертор бул кубаттуулукту бир нече секунд ичинде бир аз берүүсү мумкүн. Бул убакыт электр кыймылдаткычтын баштоо убактысына байланыштуу. Адатта бул кубаттуулук электр кыймылдаткычтын номиналдык кубаттуулугунан 3 эсе жогору.

Бүгүнкү күндө инвертордун баасы 12-14 миң сом 1кВт синусоидалдык токто жана 6 миң сом синусоидалдык эмес токто.

Электр механикалык генераторлор.

Күчтүү электр менен иштөө зарылчылыгы бар болсо, бул учурда АБ жана КБ инвертору менен колдонуу туура эмес. Бул учурда бензин, солярка же газ менен иштеген электр механикалык генераторлорду пайдалануу керек. Бирок аларды күтүүчү энергия булагы катары колдонуу керек, анткени салыштырмалуу жогорку тейлөө чыгымдары болот.

Коммутациондук түзмөктөр (или аппараттар).

Өтө маанилүү мүнөздөмөлөрдүн бири болуп АЭС үчүн электр жоготуулар саналат. Ал элементтердин электрмагниттик биргелешүүнө эле эмес, коммутациондук аппараттардын

түрлөрүнө да байланыштуу. Бул жерде байланышы жок электр түзмөктөрдү пайдалануу зарыл, электрондук түзмөктүн негизинде жасалган.

Макалада көрсөтүлгөн структуралык чечимдеринин түрлөрү жана айкалыштырылган энергия менен камсыз кылуу системасынын негизги элементтеринин тандоо өзгөчөлүктөрү проектөө натыйжалуулугун жогорулатат.

Колдонулган адабияттар

[1] *Пугачев Ю. Г., Военцов Д. В. Возобновляемые источники электроэнергии: состояние и перспективы // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – № 8. – Б. 24 – 25.*

[2] *Григораш О. В. Нетрадиционные автономные источники электроэнергии //Промышленная энергетика. – 2001. – № 4. – Б. 37–40.*

[3] *Усков А. Е., Власов А. Г. Ресурсы солнечной энергии, особенности конструкции и работы солнечных фотоэлектрических установок // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 43. – Б. 263–266.*

[4] *Степура Ю. П., Усков А. Е. Возобновляемые источники электроэнергии: термины, определения, достоинства и недостатки – 2011. – № 32. – Б. 189–192.*

[5] *Богатырев Н. И., Курзин Н. Н. Нетрадиционные источники электроэнергии в составе систем гарантированного электроснабжения // Промышленная энергетика. – 2004. – № 1. – Б. 59–62.*

[6] *Садыков М.А. Современные светодиоды в светотехнических решениях. Наука и инновационные технологии, 2017, No.3, с. 93–101.*

[7] *Усков А.Е. Автономные инверторы солнечных электростанций. – Краснодар: КубГАУ. – 2011. – 137 б.*

[8] *Садыков М.А., Барпиев Б.Б. Анализ возобновляемых источников электроэнергии Кыргызской Республики. Вестник КГУСТА им. Н. Исанова , 2016, No.3(53), с. 98*

[9] *Садыков М.А. Потенциал развития малой гидроэнергетики в Кыргызской Республике. Известия вузов Кыргызстана, 2016, No.35, с. 16-20.*