

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИБРИДНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Бондаренко Е.А. – магистрант, кафедра электроэнергетики и физики, Костанайский государственный университет им. А. Байтұрсынова.

Сапа В.Ю. - к.т.н., старший преподаватель, кафедра электроэнергетики и физики, Костанайский государственный университет им. А. Байтұрсынова.

Темирханова Х.З. - старший преподаватель, кафедра электроэнергетики и физики, Костанайский государственный университет им. А. Байтұрсынова.

В статье отражены проблемы и пути решения эффективного использования гибридных систем электроснабжения на основе ветро- и дизельных электростанций. Приведена структурная схема гибридной системы. Определен состав гибридной системы в соответствии с энергетическими и технико-экономическими характеристиками элементов. Разработан алгоритм управления гибридной системой. В логику работы системы положены два основных принципа: максимальное полезное использование энергии, генерируемой ветроэнергетической установкой и минимизация числа часов работы дизельной электростанции. Предложена интеллектуальная система управления гибридной энергетической системой которая обеспечивает постоянное распределение потоков энергии в замкнутой системе в зависимости от ее текущего состояния. С точки зрения управления гибридной системой определены два основных режима: выходная мощность ветроэнергетической системы больше потребляемой активной мощности нагрузки, выходная мощность ветроэнергетической системы меньше потребляемой активной мощности нагрузки. С целью минимизации тяжелых, с точки зрения эксплуатационного ресурса, режимов пуска дизельных двигателей логика управления гибридной системой организована таким образом, что после запуска дизельной электростанции она остается в работе до полного заряда аккумуляторных батарей, обеспечивая ее постоянную подзарядку оптимальным зарядным током.

Ключевые слова: источник, электроэнергетика, мощность, генератор, технология.

ГИБРИДТЫҚ ЭЛЕКТРМЕН ЖАБДЫҚТАУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЭНЕРГОТИМДІЛІГІ

Бондаренко Е.А. – А. Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университетінің электр энергетикасы және физика кафедрасының, магистрант

Сапа В. Ю. - А. Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университетінің электр энергетикасы және физика кафедрасының, т.ғ.к,

Темирханова Х.З. – А. Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университетінің электр энергетикасы және физика кафедрасының, аға оқытушысы.

Мақалада автономды гибриды электрмен жабдықтау жүйелерін қолдануды жел және дизельді электрлік станциялар негізінде шешу және келешектегі мәселелері бейнеленген. Гибриды жүйенің құрылымдық сұлбасы келтірілген. Энергетикалық және техника-экономикалық элементтерінің сипаттамалар негізінде гибриды жүйенің құрылымы анықталған. Гибриды жүйені басқару есеп жолы құрастырылған.

Жүйенің жұмыс есебіне екі негізгі принцип қойылған: желэнергетикалық қондырғымен өндіретін арқылы максималды пайдалы энергияны қолдану және дизельді электр станциялардың жұмыс мерзімдерінің санын минималды жасау. Гибриды энергетикалық жүйенің басқару интеллектуалдық жүйесі келтірілген. Тұйықталған жүйеде энергияның ағыны тұрақты таратуны қамтамасызданады Гибриды энергетикалық жүйені басқару есебінің екі негізгі режимі анықталған: желэнергетикалық жүйенің шықпалық қуаты жүктеменің активті тұтынулатын қуаттан көп болады және желэнергетикалық жүйенің шықпалық қуаты жүктеменің активті тұтынулатын қуаттан аз болады. Дизельді қозғалтқыштарды іске қосу гибриды жүйенің басқару логикасы пайдалану ресурс минимизация болу есебімен ұйымдастырылған және дизельді электр станцияны іске қосқанда ол аккумулятор батареяларының толық зарядына дейін жұмысында қалады да және тұрақты оптималдық зарядтықты қамтамасызданады.

Негізгі сөздер: электр энергия көзі, электр энергетикасы, қуат, генератор, технология

EFFICIENCY HYBRID POWER SYSTEMS

Bondarenko E.A. - Master, Department of Electricity and Physics, Kostanay State University. A. Baitursynov.

Sapa V.Y. - PhD, Senior Lecturer, Department of Electricity and Physics, Kostanay State University. A. Baitursynov.

Temirkhanova H.Z. - Senior Lecturer, Department of Electricity and Physics, Kostanay State University. A. Baitursynov.

The article describes the problems and solutions to the efficient use of hybrid power systems based on wind and diesel power plants. The block diagram of the hybrid system. The composition of the hybrid system in accordance with the energy and the technical and economic characteristics of the elements. Hybrid system developed control algorithm. The logic of the system are two main principles: the maximum beneficial use of energy generated by the wind power installation and minimize the number of hours of operation of diesel power. Proposed hybrid intelligent power system management system which provides a constant flow of energy distribution in a closed system depending on its current state. From a management perspective hybrid system identified two basic modes: the power output of the wind power systems tend to use more active power load, the power output of the wind power system is less active load power consumption. In order to minimize the heavy, in terms of service life, diesel engines start mode hybrid system control logic is organized in such a way that after the launch of the diesel power plant is still in operation to fully charge the batteries, ensuring its constant charging optimal charging current.

Keywords: source, electric power industry, power, generator, technology.

Кіріспе

Орталықтандырылмаған тұтынушылардың жабдықтаудың автономды жүйелердің сенімділіктерін және энергетикалық тиімділіктерін жоғарылату Қазақстанның энергетикасын дамытудың ең маңызды стратегиялық тапсырмасы болып тұр. Республикадағы көптеген аудандардың әлеуметтік-экономикасын дамытпай бұл тапсырманы шешу мүмкін емес.

Қазақстандағы электростанциялардың сандық орнатылған қуаты 19 мың МВт құрайды, ал электр энергиясының жылдық жұмысы 95 млрд. кВт·сағ. жетеді.

Электростанция түрлерімен жұмыс жасау келесі үлгімен анықталады:

ЖЭС (жылу электростанциясы) — 87,7 %;

КЭС (конденсаторлық электростанция) — 48,9 %;

ЖЭО (жылу электро орталығы) — 36,6 %;

ГТЭС (газ турбиналық электростанция) — 2,3 %;

СЭС (су электростанциясы) — 12,3 %.

Қазақстан электроэнергиясының 70 % жуығы көмірден алынады, 14,6 % — су ресурстарынан, 10,6 % — газдан және 4,9 % — мұнайдан.

Маңызды техникалық кемшіліктердің ДЭС жарастықты қатар құрастырулар өнеркәсіптік схемаларға сай анық құндылықтар қатарына негізгі келетіндер:

- Түбегейлі жанармай құрайтын өзіндік құнда (80-85% дейін) электр энергиясын бөліп шығарады;

- Шағын жүктемелер режиміндегі жанармайдың жоғары меншікті шығысы;

- Қозғалтқыштың номиналды жүктеуінде 25 және 80 % жүктеме дизелдердің ауыр қолдану кезіндегі тәртіптері (ресурстың төмендеуіне алып келеді);

- 1-2 күш беретін агрегаттар базасы үшін салынған, ДЭС-дан қуат алатын, тұтынушылардың электр жабдықтау сенімділіктерінің төмендеу деңгейі (ДЭС-ның төмендеу қуатының сипаттамасы).

Орталықтандырылмаған тұтынушыларға электр жабдықтау жүйелерде (ВДЭС) жел-дизел электр станциясыларын қолдануы бұл мәселелердің үлкен бөлігін табысты шешуге мүмкіндік беріп тұр.

Электр жабдықтау автономды жүйелеріндегі ептеген қуат тұтынушылар электр энергиясы қамтамасыз ету үшін арналған. Әр түрлі жергілікті тармақтардағы тұтынулар климаттық шарттар және жүктемесі едәуір өзгешелене алады. электрмен жабдықтау жүйелері құрылым бойынша әр түрлі болады, біресе төмен желдің потенциалмен аумақтар үшін қуат қолдану қажеттілігі жоқ, жүйеде жүктемелер бір қалыпты кестелермен аккумуляторлық батареялар сипатын электр станциясынан, жергілікті тармақтарда номиналды қуаттан ВЭУ болмашы еншіні құрайды. Жақсы желдің сипаты және қымбат жанармай бар кенттерде, ВЭУ + АБ жүйесін жөнді қолдану керек. Әр түрлі кескіндердегі жүйелердің өз жұмыс тәртіптері бар. Әрбір жүйенің өз алгоритм басқарымы болуы тиіс.

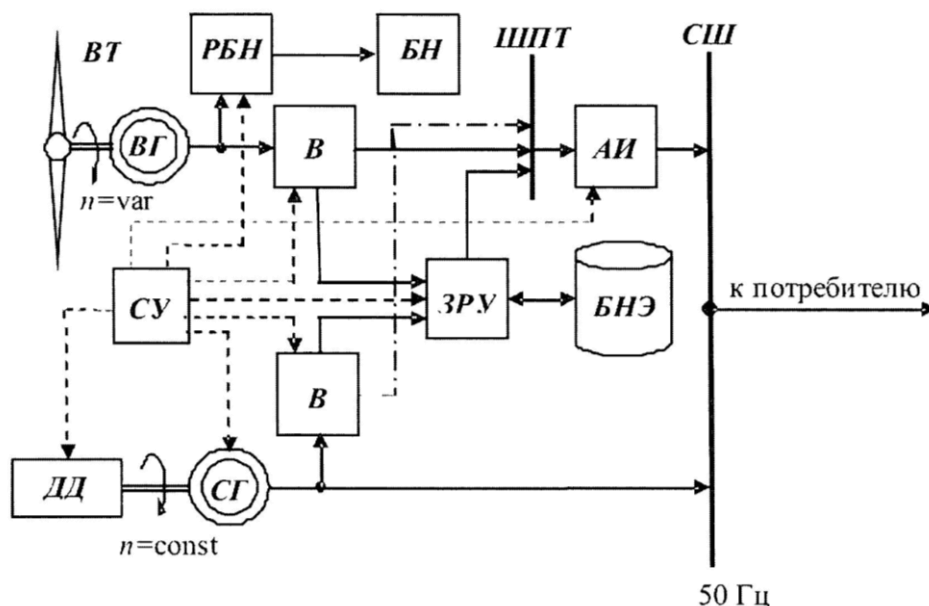
Материалдар және әдістер

Әрбір кент үшін электрмен жабдықтаулар автономды гибриды жүйеді жобалау ыңғайсыз және жеткілікті шығын, сондықтан әмбебап жинақталған гибриды схеманы тұрғызып жатыр. Басқаруларды алгоритм анықтайды және таңдаулы жүйелер технико-экономикалық талдау өткізеді.

Гибриды жүйелерге құрамда (ВЭУ) жел энергетикасын орнатуларды қолдану органикалық отындардың бөліктеріндегі орнын басу есептің артына электр энергиясыда өзіндік құнда жанармай құрайтын бөлікті азайтуға мүмкіндік беріп жатыр, Қосымша жинақ көзі жүйесіндегі енгізулердің артына тұтынушылардың электрмен жабдықтау сенімділіктері деңгейін жоғарылату керек, қолдану кезіндегі тәртіптердің қамтамасыз етілуінің орнына дизел қозғаушылардың қорын үлкейту керек.

Гибриды жүйелердің буферлік жинақтаушы энергиясы отын құрамдас бөлігін алмастыру есебінен өндіретін ДЭС энергиясын ВЭУ жинақтағыш энергиясын жинап алуға мүмкіндік береді; қозғалтқыш режимін оңтайландыру есебінен олардың жұмыс режимдерін ұлғайтуға; тұтынушылардың электрмен жабдықтау сенімділік деңгейін енгізу жүйесінің мәні бойынша үздіксіз қоректендіру көзі есебінен арттыру; электр энергиясының түрлендіргіш көрсеткіш сапасын жақсарту.

Гибриды жүйесінің жалпы құрылымдық сұлбасы 1-суретте көрсетілген. Суретте күштік электр қосулары жалпақ сызықтармен көрсетілген, басқару каналы үзік сызықтармен белгіленген.



1-сурет. Гибриды жүйенің жалпы құрылымдық сұлбасы

Жалпы жағдайда гибриды жүйесінің құрамына екі түрлендіру көзі кіреді: синхронды генератор (СГ) дизельді қозғалтқыш жетегімен және желгенераторымен (ВГ) желтурбина жетегімен (ВТ). Жалпы өнеркәсіптік стандартты жүйені басқару (СУ) кезінде дизельді электрстанциясының айналу жиілігі жақсы тұрақтанады, СГ айналымы кернеу береді, жиілігі 50 Гц, шина құрамы тұтынушысы. ВГ сапасына қарай электр машиналарының бірнеше типі бар: синхронды қозу орамасымен немесе магниттіэлектрлік, сонымен қатар СГ асинхронды қозуы немесе конденсаторлы батареядан. Әдетте аз қуатты өнеркәсіптік сұлбасын құруда ВЭУ, ВТ айналу жиілігі тұрақтанбайды және ВГ жиіліктің кең өрісінде өзгеруімен айналымы ток энергиясын өндіреді. Шықпалық кернеу параметрлерін ВГ стандартқа келтіру үшін [1, 2, 3, 4, 5, 6], ВЭУ құрамына міндетті түрде түзеткіш және автономды инвертор кіреді (АИ) [8, 9].

Артылған энергияны шығару үшін, ВГ күшті желмен аз жүктемеде жұмыс жасайды, ВЭУ құрамына балласты жүктеме кіреді (БН), әдетте өзімен жылуқыздырғыш элементі бар, және балласты жүктеме реттегіші (РБН), тұтынатын қуатты өзгертуді қамтамасыз етеді.

Электр станциясында (БНЭ) қажетті элементке энергияда буферлік жинақтағыштың гибриды жүйелерінің құрамына мамандандырылған заряд-дәрежелік (ЗРУ) құрылым енгізіледі, Жинақтағыштан зарядтан СГ және ВГ басқаратын түзеткіштер арқылы тұрақты ток (ШПТ) және АИ арқылы шиналарды қамтамасыз етеді.

Жабдықтау автономды жүйесінің маңызды техникалық мәселесі негізгі жинайтын жабдықтың және тұтынушылардың қуаттарын өлшеу болып табылады, шеттетілген энергетикалық жүйеде энергия қолдану және өндіріс тәртібімен келісуді талап етеді. Гибриды жүйелер мәселесі, ВЭУ шықпалық қуатты анықтайтын әуе ағынының энергиясы және электр жүктемелері тұтынушыларының стохастикалық сипатымен асқынып жатыр. Электрстанциясын пайдалану режимдері, олардың ағымдағы мәндері тұтынылатын қуаттың жүктемесін айтарлықтай осы уақыт аралығында берілетін ВЭУ қуаттан ерекшеленеді. БНЭ электр станциясының құрамы олардың

электр жүктемелерінің найзаларын жабу максимум уақытында мүмкіндік беріп жатыр, күшті желдердің ВЭУ мерзімдерінде энергиялар қорын қамтамасыз етеді, сонымен қатар ДЭС дизел қозғаушының жұмыстарының көп үнемді тәртібін жүзеге асырудың техникалық мүмкіндігі көрініп жатыр.

Гибридты жүйе жақсы энергетикалық және техникалық-экономикалық мінездемеге ие болуы үшін сауатты таңдау құрамы мен негізгі энергетикалық құрылғының номенклатурасын желдің орналасу режимін есепке алу мінездемесін және тұтынушының жүктеме мінездемесін жасау қажет, сонымен қатар оның жұмыс тәртібін тиімді басқару режимін қамтамасыз ету қажет.

Гибридты жүйелердің жұмыс тәртіптердің алуантүрлілігі және күрделілігі оларды басқарулар үшін мамандандырған құрылымдардың әзірлеулер талап етіп жатыр, маңызды жұмыс жасау функциясын қамтамасыз ететін, бұл логика қатарын да іске асыру әжептәуір күрделі. Күрделі техникалық объектерді басқаруда қазіргі жүйелерді жобалауда және әзірлеуде имитациялық пішіндеу жиі қолданып жатыр.

Имитациялық пішіндеу қағидасының аналитикалық пішіндеуден айырмашылығы, математикалық үлгі уақытының жұмыс жасау процесінен байқалып жатыр, уақытынан ағуынан олардың өзара әрекеттесуінен және логика тізбегіне сақтаумен жүйеде ағатын және реттік уақыт ағынына ұқсас. Осылайша, жүйенің сипаттамаларын бағалауға мүмкіндік береді, белгілі бір уақыт аралығынан кейін жүйенің жай-күйі бастапқы деректер туралы ақпаратты алу мүмкіндігі бар. Нақтылы шектеулерде тап қалған мінездемелермен жүйені жасау керек болған кезде, тиімділік баға кейбір белгілер бойынша ұтымды болатын. имитациялық пішіндеу үлкен жүйелерге құрылымдық, алгоритмдік және параметрлік синтездің негізіне ие болуы мүмкін.

Гибридты жүйелер тәртіппен басқару ұтымды болуға тиісті, қарама-қайшы факторлар әсер ету шарттарында ең жақсы техникалық-экономикалық жағдай әсер береді. Гибридті жүйе үшін басқару аймағының көп санды күрделі және кері байланыстардың көпсанды элементі және процесстің нысаналы бағытталғандығы тән.

Гибридты жүйемен басқарулар алгоритмінің әзірлеуін есепке алу келесі шектеулермен жүргізілді :

1. Дизельді-генераторлы электрстанциясының жұмысының номиналды қуаты $P_{н_дэс}$ тұтыну жүктемесінің $P_{н_max}$ максимал жамылғысын қамтамасыз етуге тиісті:

$$P_{н_дэс} \geq P_{н_max} \quad (1)$$

2. Буферлік жинақтағышта энергия қоры $W_{бнэ}$ электрлік жүктеменің максималдық жамылғысын ауыстырып қосудың негізгі энергия көзі ДЭС және ВЭУ $t_{пер}$ қамтамасыз етуге тиісті:

$$W_{бнэ} \geq P_{н_max} \cdot t_{пер} \quad (2)$$

Ауыстырып қосу уақытының ең төменгі шамасы қосқыш уақытына және дизельді қозғалтқыштың номиналды режимінің қорытындысынан анықталады. Бұл шама бірнеше секундтан минуттарға дейінгі тәуелділігін құрап жатыр. $t_{пер}$ тиімді шамасы оның жүктемесінің тәуліктік графигінің өзгеруі сипаттамасы, жел жылдамдығын тарату, ВЭУ және ДГ белгіленген қуаты, бірнеше сағатты құрауы мүмкін және техникалық-экономикалық есептеулер негізінде анықталады.

Электржабдықтау тұтынушыларының кепілдігін қамтамасыз ету үшін 1, 2 шарттардың орындалуы тиіс.

Егер БНЭ аккумуляторлық батарея негізінде салынған болса, онда келесі шектеулер қарастырылуы тиіс:

3. Аккумулятор батареясының разрядының максималдық тереңдігі 70% номиналдық сыйымдылықтан жоғарылап кетпеуі тиіс:

$$W_{аб} \geq 0,3 \cdot U_{аб} \cdot C_{аб_ном} \quad (3)$$

мұндағы $W_{аб}$ - аккумуляторлық батареялардың қалдық энергиясы, Вт·ч;

$U_{аб}$ - аккумуляторлық батареялардың номиналдық кернеуі, В;

$C_{аб_ном}$ - аккумуляторлық батареялардың номиналдық сыйымдылығы, А·ч.

4. Зарядты ток (зарядты қуат) АБ 10% номиналдық сыйымдылықтан жоғарылап кетпеуі тиіс:

$$I_{з_аб} \leq 0,1 \cdot C_{аб_ном}, P_{з_аб} \leq 0,1 \cdot U_{аб} \cdot C_{аб_ном}, \text{ Вт} \quad (4)$$

мұндағы $I_{з_аб}$, $P_{з_аб}$ - зарядты ток және зарядты қуат АБ, сәйкес.

5. Разрядты ток (разрядты қуат) АБ 25% номиналдық сыйымдылықтан жоғарылап кетпеуі тиіс:

$$I_{p_AB} \leq 0,25 \cdot C_{AB_ном}, A; P_{p_AB} \leq 0,25 \cdot U_{AB} \cdot C_{AB_ном}, Вт \quad (5)$$

мұндағы I_{p_AB} , P_{p_AB} - разрядты ток және разрядты қуат АБ, сәйкес.

Аккумулятор ресурсының қызмет мерзімін ұзарту үшін 3-5 шарттарды орындау қажет. 1-5 шектеулерін орындау маңызды болып табылады. Алайда, гибриді жүйенің барынша энергия тиімділігін бақылау режимінің алгоритіміне жету үшін мынадай қосымша мүмкіндіктерді іске асыру қажет:

6. Энергиялардың максимал пайдалы қолдануы, ВЭС істеп шығарады

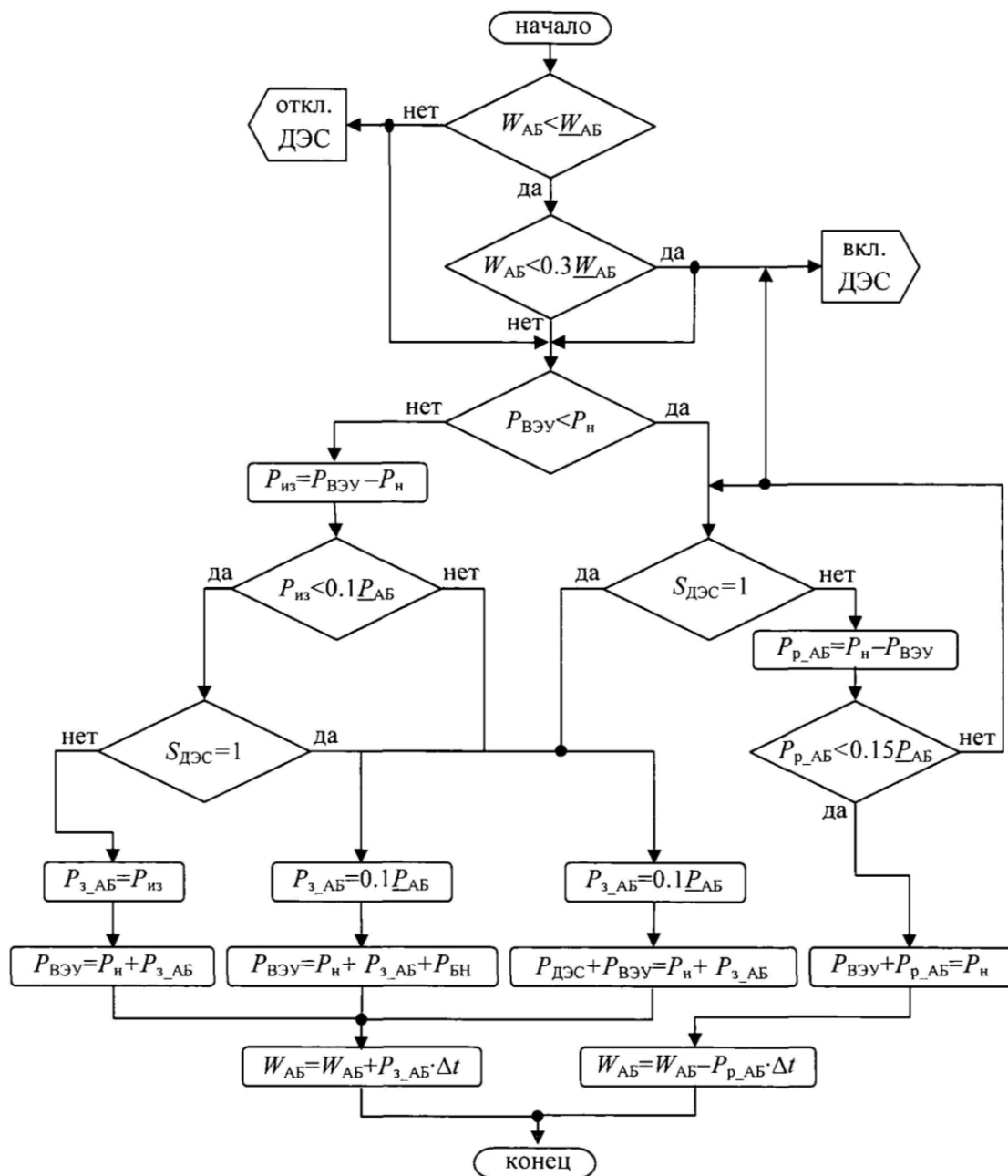
7. Номиналды қуатта 80 - 90 % деңгейде ұзақ режимде дизел қозғалтқышына жүктеуді қамтамасыз ету керек.

8. Аз жүктемелерде дизел жұмысының және оның режимдерінің (ажыратулардың) жиі қосылуларына рұқсат бермеу керек.

6-шы шарттың орындалуы ДЭС, істеп шығаратын энергиялар максимал орнын басуын, ВЭС энергиямен, және қымбат бағалы дизел отындар максимал үнемді болуын қамтамасыз етеді. 6 шарттың орындалуы рационалдық таңдауда орнатылған ВЭС және БНЭ қуаттардың есепке алуымен желдің режимін және жүктеме сипатын иемденеді

7-8 шарттардың орындалуы дизел қозғалтқышының қолдану кезіндегі қордың өсуін, сәйкесінше, және тұтынушылардың жабдықтау сенімділігін қамтамасыз етеді.

Гибриды жүйемен режимді басқарулармен игерілген алгоритм 2 суретте көрсеткен. Келесі белгілер бұл жерде қабылданған:



2 сурет. Гибридік жүйе режиміндегі басқару алгоритмі

Гибриды жүйелерде режимді басқаруларға ұсынылатын алгоритмдік жұмыстар логикасына екі негізгі қағида тиісті: ДЭС жұмыстар сағаттың сандары минимизациялауы және ВЭС түрлендіргіш , энергияны максималды тиімді пайдалану. Буферлік жинақтағышта энергиялық қордың артына қажетті тұрақты бақылау басқару алгоритм жаттығуын іске асыру үшін және ағымдағы мәндермен шығаратын, тұтынатын және қуаттармен жинақталады. Сонымен қатар, дизел қозғалтқышының дистанциялық автоматты іске қосуы және тоқтауы қамтамасыз ететін автоматтандыру үшінші дәреже бойынша істелінген ДЭС болуға тиісті [7, 8, 9].

Қорытынды

Гибриды жүйемен басқару зияткерлік жүйесі оның ағымдағы күйден тәуелділікте тұйықталған энергетикалық жүйеде энергия ағындарының тұрақты бөлінуін қамтамасыз етеді.. Станцияның басқару жұмыс режимінің көзқарасымен қолданатын жүктеме, ВЭС түрлендіргіш және қуаттардың ағымдағы байланыс мәндері анықталады. Екі негізгі режим болуы мүмкін:

1. Шығыс қуат ВЭС жүктемелердің белсенді қуаттарын көбірек тұтынады.

Бұл режимде ВЭС тұтынушыларды энергиямен толық қамтамасыз етеді. ВЭС істен шыққан артық қуаттар аккумуляторлық батареялар зарядына бағытталып жатыр, олар АБ максималдық қуат зарядтарын ұлғайтқан кезде, энергиялар молдығы балласт кедергілерге таралып жатыр.

2. Шығыс қуат ВЭС жүктемелердің белсенді қуаттарын аз тұтынады.

Бұл режимде СУ тұтынушыға қажетті қуат жеткіліксіздігін анықтайды, және БНЭ-дан бағаны алу мүмкіндігін өндіріп алып жатыр. Егер қажетті жинақтағышқа дәрежелік қуатқа ағымдағы режимде шекті мүмкін мәндердің аспаса, онда гибриды жүйелердегі электр жүктемелер жамылғысы ВЭС қуат есебінен және дәрежелік қуаттардың есебіне өндіріп алып жатыр. СУ-ға жағымсыз жағдайда дизел қозғалтқышын іске қосуға сигнал бағдарлаушысы қалыптасады, және электр жүктемелер жамылғысын бірлескен күштермен өндіріп алып жатыр ДЭС және ВЭС және бұдан басқа АБ зарядын қамтамасыз етеді

Барлық жұмыс режимдерінде АБ қалдық сыйымдылықтардың артынан бақылау жасалады. Егер АБ қалдық сыйымдылығы номиналды мәндер жетсе, ДД тоқтауға дейін сигнал төмендейді, Егер АБ қалдық сыйымдылығы кем дегенде 30% құраса оның номиналды (толық) сыйымдылықтарынан ДД өтуіне сигнал беріледі.

Минимизациялау мақсаты гибриды жүйемен басқару логикалық дизелдерден жіберуді қолдану кезіндегі қордан, тәртіптерден көзқарастан ұйымдастырылған ауыр, ДЭС іске қосудан кейін оның аккумуляторлық батареялары толық зарядқа дейін жұмыста қалады, оны ұтымды заряд тоқпен тұрақты зарядта қамтамасыз етеді.

Әдебиет:

1. ГОСТ 13822-82 Дизельдік электроагрегаттар және қозғалмалы электростанциялар. Жалпы техникалық шарт.
2. ГОСТ 20439-87 Іштен жану қозғалтқышымен қозғалмалы электростанциялар және электроагрегаттар. // Бақылау амалы мен жарамдылығына сұраныс.
3. ГОСТ 23377-84 Іштен жану қозғалтқышымен қозғалмалы электростанциялар және электроагрегаттар. Жалпы техникалық шарт 21.ГОСТ 13109-97 - Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
4. ГОСТ Р 51990-2002 – Жел энергетикасын орнату. Классификация.
5. ГОСТ Р 51991-2002 - Жел энергетикасын орнату. Жалпы техникалық шарт.
7. Жежеленко, И.В. Тұтынушылардың электрлік жүктемесінің сипаттамасының есептеуімен модельдеудің мүмкін амалдары. / И.В. Жежеленко, Ю.Л. Саенко, В.П. Степанов. - М.: Энергоатомиздат, 1990.-126 бет.
8. Лукутин Б.В., Климова Г.Н., Обухов С.Г., Шутов Е.А. Саха (Якутия) республикасындағы қолданушылардың орталықтандырылған электрлік жүктемесінің графигін құру заңнамасын зерттеу. // Электрлік станциялар, 2008. - № 9. - бет 53-58.
9. Лукутин Б.В., Обухов С.Г., Шутов Е.А., Хошнау З.П. Жел дизельдік электростанциясының энергоэффективтік өсуі үшін энергия жинақ қорын қолданады. // Электричество, маусым 2012. - №6.

References:

1. GOST 13822-82 Electrical apparatuses and mobile electric diesel. General specifications
2. GOST 20439-87 Electrical apparatuses and mobile electric power stations with internal combustion engines. // Reliability requirements and methods of control
3. GOST 23377-84 Electrical apparatuses and mobile electric power stations with internal combustion engines. General specifications 21.GOST 13109-97 - Power quality limits in public electrical systems.
4. GOST R 51990-2002 - wind power installation. Classification.
5. GOST R 51991-2002 - wind power installation. General technical requirements.
7. Zhezhelenko, I.V. and others. Probabilistic simulation methods in the calculation of the characteristics of electrical loads consumer / I.V. Zhezhelenko, J.L. Saenko, V.P. Stepanov. - M.: Energoatomizdat, 1990.-126 p.
8. Lukutin B.V., Klimov G.N., Obukhov S.G., Shutov E. A. Investigation of the formation of the electric load diagrams decentralized consumers of the Republic of Sakha (Yakutia) // Electric stations, 2008. - № 9. - p. 53-58
9. Lukutin B.V., Obukhov S.G., Shutov E.A. Hoshnau Z.P. The use of energy storage to increase the energy efficiency of wind-diesel power plant // Electricity, July 2012. - №6.

Сведения об авторах

Бондаренко Е.А. – магистрант, кафедра электроэнергетики и физики, Костанайский государственный университет им. А. Байтурсынова, г.Костанай, пр. Абая 28, телефон: 87142558580, e-mail: bondarenko@mail.ru.

Сапа В.Ю. – к.т.н., старший преподаватель, кафедра электроэнергетики и физики, Костанайский государственный университет им. А. Байтурсынова, г. Костанай, пр. Абая 28, телефон: 87142558580, e-mail: sapa@mail.ru.

Темирханова Х.З. – ст. преподаватель, кафедра электроэнергетики и физики, Костанайский государственный университет им. А. Байтурсынов, г. Костанай, пр. Абая 28, телефон: 87142558580, e-mail: had_65@mail.ru.

Bondarenko E.A. - Master, Department of Electricity and Physics, Kostanay State University. A. Baitursynov Kostanay Abay ave. 28, phone: 87142558580, e-mail: bondarenko@mail.ru.

Sapa V.Y. - PhD, Senior Lecturer, Department of Electricity and Physics, Kostanay State University. A. Baitursynov Kostanay Abay ave. 28, phone: 87142558580, e-mail: sapa@mail.ru.

Temirkhanova H.Z. - Senior Lecturer, Department of Electricity and Physics, Kostanay State University. A. Baitursynov Kostanay Abay ave. 28, phone: 87142558580, e-mail: had_65@mail.ru.

Бондаренко Е.А. – А.Байтұрсынов атындағы Қостанай Мемлекеттік университеті, электр энергетикасы және физика кафедрасының магистранты. Қостанай қ., Абай данғылы 28, телефон: 87142558580, e-mail: bondarenko@mail.ru.

Сапа В.Ю. – А.Байтұрсынов атындағы Қостанай Мемлекеттік университеті, т.ғ.к., электр энергетикасы және физика кафедрасының аға оқытушысы. Қостанай қ., Абай данғылы 28, телефон: 87142558580, e-mail: sapa@mail.ru.

Темирханова Х.З. – А.Байтұрсынов атындағы Қостанай Мемлекеттік университеті, электр энергетикасы және физика кафедрасының аға оқытушысы, Қостанай қ., Абай данғылы 28, телефон: 87142558580, e-mail: had_65@mail.ru.