

FTAMP 621.311.69

А.О. Жанпейісова | ©



Магистр, аға оқытушы

ORCID

<https://orcid.org/0000-0001-5040-428X>;



М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,



Тараз қ., Қазақстан Республикасы



aizhan.zhanpeisova@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/OMYI9979>

ШОҒЫРЛАНҒАН ЭНЕРГИЯ АҒЫНДАРЫ БАР ҚОНДЫРҒЫЛАРДЫҢ ҚОРЕК КӨЗДЕРІ

Аңдатпа. Мақалада заманауи технологиялық процестердің кеңінен қолдануына байланысты машина жасау, аспап жасау, металлургия және басқа салалардағы ғылыми прогресс қарастырылады. Сондай-ақ, олардың арасында энергия ағындары шоғырланған жылу көздерін пайдаланатын қондырғылар маңызды орын алады. Плазмалық қондырғылар дәнекерлеу, кесу, металдарды балқыту, жабындарды бүрку және балқыту, кендерді байыту және басқа мақсаттарда кеңінен қолданылады. Қондырғылардың вольт-амперлік сипаттамасы берілген және осы технологиялық процестердің көмегімен аймақтардағы шығыс кернеуін немесе тоқты реттеу арқылы жылытқыштың қуатын реттеу мүмкіндігі көрсетілген. Айнымалы ток желісінің кернеу реттегіші және бір мәннен екіншісіне кернеу түрлендіргіші ретінде басқару жүйесі бар тиристорлық кернеу реттегіштерін немесе түрлендіргіш трансформаторды пайдалану мүмкіндігі көрсетілген.

Тірек сөздер: инвертор, түзеткіш, жинақтауыш, шығыс шамасының тұрақтандырғышы, басқару және өлшеу элементтері, жүктеме.

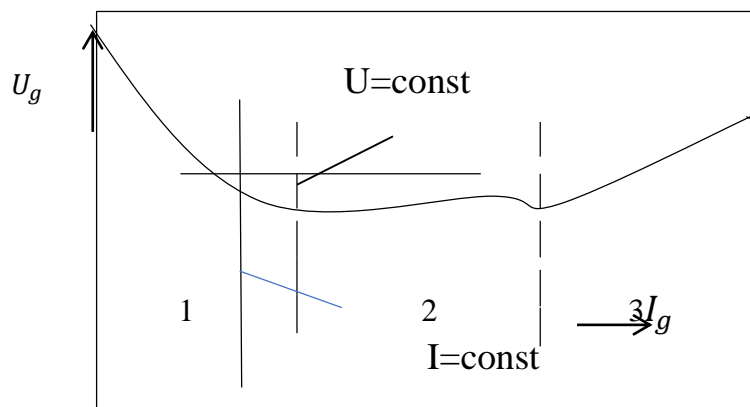


Жанпейісова, А.О. Шоғырланған энергия ағындары бар қондырғылардың қорек көздері [Мәтін] / А.О. Жанпейісова // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2023. – №4(82). – Б.149-155. <https://doi.org/10.55956/OMYI9979>

Кіріспе. Машина жасау, аспап жасау металлургиясы және басқа да салалардың ілгерілеуі қазіргі заманғы технологиялық процестерді кеңінен қолданумен тығыз байланысты, олардың арасында энергия ағындары шоғырланған жылу көздерін пайдаланатын қондырғылар (плазма, электронды плазма, электронды сәуле, лазер) маңызды орын алады, электр энергиясы, бірқатар өзгерістерден кейін жылу шығарумен өңделетін өнімге әсер етеді.

Плазмалық қондырғылар металдарды дәнекерлеу, кесу, балқыту, жабындарды бүрку және балқыту, кендерді байыту және басқа мақсаттарда сәтті қолданылады. Катодты сәулелік қондырғылар металдарды балқыту және тазарту, дәнекерлеу кезінде де қолданылады, сонымен қатар бұл қондырғылар термиялық өңдеу үшін жұқа қабықшаларды шашыратуға, сондай-ақ металдарды аймақтық тазартуға қызмет етеді. Қазіргі уақытта лазерлік жабдық қолданудың жаңа бағыттары ашылуда.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Лазерлік жабдық материалдарды тесу, дәнекерлеу, кесу және термиялық өңдеу үшін қолданылады. Лазерлік қондырғылардың артықшылығы – тек металдармен ғана емес, кез-келген (шыны, керамика, ағаш) технологиялық операцияларды орындай алуында. Шоғырланған энергия ағыны бар қондырғылардың тұрақтылығына қуат көзі де айтарлықтай әсер етеді, оның таңдауы көбінесе қондырғының жұмыс камерасындағы разрядтың вольт-ампер сипаттамаларымен анықталады. Өлшем бірліктерінің жалпыланған вольт-амперлік сипаттамасы 1-суретте көрсетілген.



Сурет 1. Қондырғының жұмыс камерасындағы разрядтың жалпыланған вольт-амперлік сипаттамасы

Сипаттаманы үш бөлімге бөлуге болады: сипаттаманың төмендеуі $R_d < 0$, 1 бөлім; абсцисстің параллель ось қисығы, $R_d = 0$, 2-бөлім; сипаттаманың өсу сипаты, $R_d > 0$, 3-бөлім; тұрақты, разрядты ұстап тұру үшін шарт орындалуы керек (тұрақтылық шарты <кіші>).

$$K_y = R_{d*2} - R_{d*i} > 0 \quad (1)$$

мұндағы: K_y -жүйенің тұрақтылық коэффициенті газ разрядты камера-қуат көзі; $R_{д.г}$, $R_{д.и}$ – сәйкесінше газ разрядының аралығы мен қуат көзінің динамикалық кедергісі. Сыртқы сипаттамалардың түріне сәйкес, осы қондырғылардың электрмен жабдықтау көздерін екі түрге бөлуге болады: Жүктемеге берілген кернеуді және тоқты қамтамасыз ету. Кернеу тогының динамикалық кедергісі $R_d = 0$, ал ток көзі $R_d = \infty$ (1-сурет),

Плазмотронның тұрақты ток доғасының вольт-амперлік сипаттамасында (1-сурет) үш бөлім болуы мүмкін. Осылайша, плазмотронды ток көзінен қуаттандыру кезінде доғаның тұрақтылығы сипаттаманың барлық бөліктерінде қамтамасыз етіледі. Кернеу көзінен плазмалық қондырғылармен қоректену кезінде (1) тұрақтылық шартын орындау үшін сипаттаманың бірінші учаскесінде плазмотронмен дәйекті түрде R_6 балласт кедергісін орнатуға болады, $R_{д.с}$ стационарлық режиміндегі доғаның кедергісіне тең немесе одан үлкен, яғни шарт орындалуы керек.

$$R_{д.с} \leq R_6 \quad (2)$$

Екінші учаскеде тұрақтылық шартын орындау үшін R_6 сипаттамалар минималды, өйткені $R_{д.г} = 0,3$ учаскеде балласт кедергісін қосу қажет емес. Жүктемеде жоғары жиілікті кернеу пульсациялары болған кезде түзеткіштің жұмысы кезінде токтың ауытқуы пайда болады, оның мәні кернеудің ауытқуына және қуат көзінің вольт-амперлік сипаттамасының тіктігіне байланысты болады. Токтың ауытқуы кернеудің төмендеуімен және динамикалық доға мен балласт кедергісінің жоғарылауымен азаяды.

$$\Delta I = \frac{dy}{R_6 + R_{д.г}} \quad (3)$$

мұндағы ΔU – қуат көзі кернеуінің ауытқуы.

Газ лазері үшін разряд аралығындағы кернеудің разряд тогына тәуелділігі төмендейді. Қатты күйдегі лазерлік оптикалық сорғы шамдары үшін вольт-ампер сипаттамасының жұмыс аймағы разряд тогы жоғарылаған кездегі ағымдағы кернеудің үш есе төмендеуінің жоғарылауымен анықталады.

Қуат көздеріне шоғырланған энергия ағындары бар жылыту көздерін басқару жүйелеріне қойылатын жалпы талаптар:

- осы технологиялық процестерде берілген аймақтардағы шығыс кернеуін немесе токты реттеу арқылы жылытқыштың қуатын реттей білу және көп жағдайда қуат көздерінің шығыс параметрлерін тұрақтандыру қажет;

- жылытқыш электродтары арасындағы электр саңылауларына қуат көздерінің тұрақтылығы;

- автоматты қайта қосу жүйесінің болуы;

- коммутациялық асқын кернеулерге төзімділік;

- тұрақты жұмыс режимін немесе оның бағдарламалық жасақтамасын өзгертуді қамтамасыз ету;

- пайдалану жағдайындағы жұмыс режимін басқару және бақылау ыңғайлылығы;

- ПӘК жоғары мәні.

Қазіргі уақытта электр доғалы плазмалық қондырғылардың қуат көздерінің тиімділігі 85-90% құрайды, пайдалану жеңілдігі, сенімділігі жоғары және ресурсы үлкен;

- желілік кернеудің минималды мәні, массасының төмендігі, габариттері шағын және түрлендіргіш кернеуіндегі жоғары гармониканың деңгейінің төмендігі; массасы аз, габариті шағын және құны төмен;

- электр тізбегінің электромагниттік уақыт константасы кернеудің ауытқуы кезінде пайда болатын және қондырғыларда қос доғаның пайда болуына әкелетін токтың күрт секірулерін болдырмау үшін жеткілікті болуы керек; уақыт константасы күш тізбегінің индуктивтілігімен анықталады;

- басқару тізбегінің электромагниттік уақыт константасы минималды болуы керек. Ол басқару жүйесінің индуктивтілігімен анықталады [1].

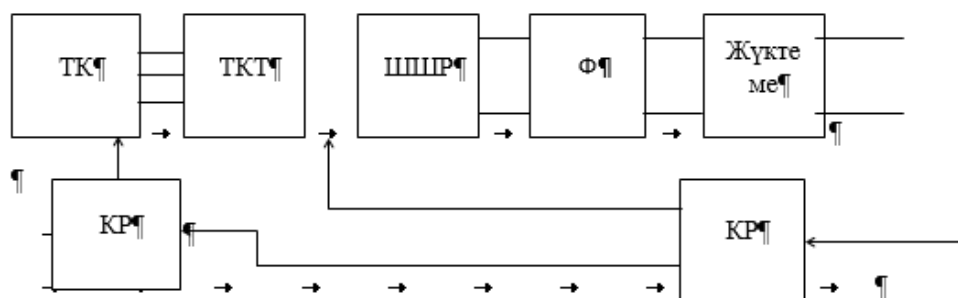
Өртүрлі қуат көздерінің ерекшеліктеріне қарамастан, токтың құрылымдық шешімдерінде айнымалы кернеу реттегіші (КР) ретінде келесі элементтерді ажыратуға болады (2-сурет):

- бір шаманың кернеу түрлендіргіші басқа КТ-не түрлендіру;

- тұрақты кернеу (ТК) түрлендіргіші;

- кернеуді сүзу элементі Ф;

- шығыс шамасының реттегіші ШШР;
- өлшеу және басқару элементі ӨБЭ.



Сурет 2. Қуат көзінің блок-схемасы

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Айнымалы ток желісінің кернеу реттегіші және бір мәннен екіншісіне кернеу түрлендіргіші ретінде басқару жүйесі бар тиристорлық кернеу реттегіштерін немесе түрлендіргіш трансформаторды пайдалануға болады. Кейбір жағдайларда аталған элементтердің кейбір функциялары біріктірілуі мүмкін. Мысалы, басқарылатын түзеткіштер бір уақытта қуат тізбегіндегі кернеуді реттейді және айнымалы токты тұрақты токқа айналдырады.

Шоғырланған энергия ағыны бар қондырғылардың қуат көздерінің типтік схемаларын қарастырамыз. Балқыту катодты сәулелік қондырғылар үшін қуат көзі үш фазалы көпір схемасы бойынша жиналған түзеткіш болып табылады. Анод кернеуі тұрақтанбайды және пульсациялар тегістелмейді, өйткені бұл балқыту процесіне айтарлықтай әсер етпейді. Пештің қуаты трансформатордың бастапқы жағында орнатылған автотрансформаторға немесе тиристорлық кернеу реттегішіне көмектесу үшін анодтық кернеудің өзгеруімен реттеледі.

Трансформатор көмегімен анодтық кернеуді реттеуге болады. Катодты сәулелік дәнекерлеу қондырғыларында пульсацияға қатаң талаптар қойылады, өйткені кернеудің ауытқуы дәнекерлеу орнында сәуленің қимасының өзгеруіне әкеледі [2].

Дәнекерлеу кезінде үдеткіш кернеуді 0,05-0,1% дәлдікпен тұрақтандыру керек. Сонымен қатар, кернеудің ауытқуы электронды зеңбіректің құрылымдық бөліктерінің қызып кетуіне әкеледі, мысалы, анодты диафрагмадағы жылу шығарудың жоғарылауы. Түзеткіштің шығыс кернеуінің пульсациясын тегістеу үшін бір немесе екі буынды LC сүзгілері қосылады. Жоғары вольтты трансформатордың бастапқы тізбегінде үдеткіштің түрін тұрақтандыру және кернеуді реттеу блогы орнатылған [3].

Электронды-сәулелік қондырғыларды қуаттандыру үшін кернеу көзі принципі бойынша салынған қуаты 50-ден 630 кВт-қа дейінгі қуат көздері әзірленді. Бұл қондырғылардың ерекшелігі – олар анодтың кернеуі мен тогын, сондай-ақ тікелей және электронды жылытуды тұрақтандырады, ал электр көздерін жылытқыш элементтері арасындағы окшаулаудың зақымдануынан қорғау үшін электр клапанының негізінде жасалған коммутациялық құрылғы – кілт қолданылады [4].

Қуат көзін қорғауды басқару, реттеу жүйесі кернеудің ауытқуларына сезімталдықты, кернеу жиілігін реттеу процесінің жылдамдығында шешуші

рөл атқарады. Сонымен қатар, бұл жүйе реттеуші желілік кернеу көздерінің сипаттамаларының жұмысын, реттеуді қолданудың кең ауқымын және бір арналы асинхронды принципі бойынша құрылған импульстік-фазалық реттеу жүйесіне сәйкес келетін басқа талаптарды қамтамасыз етуі керек. Мұндай жүйе басқару арналары арқылы аппараттық асимметрияны азайтуға, желінің бұрмалануына сезімталдықты қамтамасыз және жоғары динамикалық өнімділікті қамтамасыз етуге мүмкіндік береді [5].

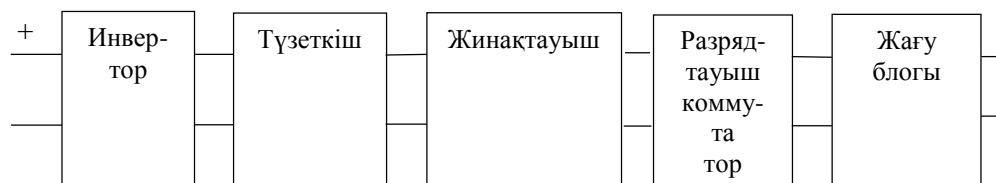
Қатты күйдегі лазерлерде вольт-амперлік сипаттамалары жоғарылайды, бұл оларды кернеу көзінен қоректендіруге мүмкіндік береді. Тізбек түзеткіштен тұрады, оны кернеуді көбейту каскадтарымен және түзеткіштің газ разрядының тұрақтылығын арттыру үшін сорғы шамымен сериялы түрде қосылатын дроссельмен жасауға болады. Қондырғы индуктивті – сыйымдылықты түрлендіргіштен (ИСТ) қуат алады. Қазіргі уақытта өнеркәсіпте индуктивті - сыйымдылықты түрлендіргіш негізінде жасалған ИТ-Р1 ИТ-Р2 типін үздіксіз зерттелетін қатты күйдегі лазерлердің қуат көздерін шығарады. Индуктивті сыйымдылықты түрлендіргіш (ИСТ-тен) басқа, бұл құрылғы құрамына түзеткіш, тегістейтін сүзгі және екі сатылы тұтану жүйесі кіреді.

Газ лазерлерін электрмен жабдықтау үшін тізбектермен қатар ток пен кернеудің кері күші бар басқарылатын түзеткіштер қолданылады.

Өнеркәсіпте кеңінен қолданылатын < Квант > типті қондырғылар индуктивті сыйымдылықты ИСТ түрлендіргіш негізіндегі МИЛ және МТ қуат көздерімен жабдықталған, МТ-42 модуляторында екі сатылы схема қолданылады. Бірінші кезең - төмен қуатты разрядты бастау және қалыптастыру, екінші кезең-қуатты разрядты дамыту және қолдау. Бұл тізбектердің кемшіліктері импульстардың ұзақтығын кезең-кезеңімен реттеу және олардың пішінін өзгерту болуы мүмкін. Бұл көптеген технологтар үшін мүмкін емес екен [6].

Импульстің ұзақтығын біркелкі реттейтін лазерлердің кейбір қуаты қуат көздерін сипаттайды. Олардың біреуінің схемасы 3-суретте көрсетілген.

Лазерлік сорғылардың газ разрядты шамдарын қуаттандыру үшін импульстің реттелетін формасы бар статикалық түрлендіргіштер қолданылады, олардың ерекшелігі тиристорлық кілттерді қолдана отырып, электр энергиясының таратылған сыйымдылығы мен индуктивті аккумуляторлары негізінде құрылған разряд тізбектерінің құрылымын өзгерту болып табылады.



Сурет 3. Қатты күйдегі импульстік лазердің қуат көзінің схемасы

Доғалық плазмотрондарды қуаттандыру үшін тұрақты, айнымалы ток және импульстік қуат көздері қолданылады. Тұрақты токпен жұмыс істейтін доғалық плазмотрондар ең көп таралған. Бұл плазмотрондар үлкен доғаның жану тұрақтылығын және дәлдігін сақтау үшін технологиялық процестің параметрлерін қамтамасыз етеді. Сыртқы вольт-ампер сипаттамаларына

сәйкес тұрақты ток түрлендіргіштерін жоғары және күрт төмендейтін қуат көздеріне бөлуге болады.

Қорытынды. Үдеу қасиеттері бар плазматрондар үшін қатты сыртқы сипаттамалары бар қорек көздері қолданылады. Ең көп таралған – тік құлайтын сыртқы сипаттамалары бар қуат көздері, бұл көлденең немесе құлаған вольт-ампер сипаттамалары бар плазмотронның тұрақты жұмысының қажетті шарты. Плазмалық қондырғылардың сипаттамасы бар қуат көздерінің негізгі түрлері бар. Олардың біріншісінде түзеткіштің кірісінде параметрлік ток көзі бар, екінші типтегі түзеткіште ток пен кернеудің кері байланысы бар (тоқ тұрақтандырғыштың ішкі көзі). Екінші типтегі қуат көздерін пайдалану доға тоғы үшін автоматты басқару жүйесін құруға мүмкіндік береді.

Жоғары вольтты плазмалық қондырғылар үшін токты автоматты тұрақтандырумен қуат көздерін пайдалану экономикалық тұрғыдан тиімді. Параметрлік ток көзінен айырмашылығы, бұл жүйе үлкен конденсаторлық батареяларды және қуат көзінің бос кернеуін шектеу үшін арнайы құрылғыларды орнатуды қажет етпейді.

Бірінші және екінші типтегі қуат көздерінің кемшілігі – жүктеме тізбегінің тегістейтін дроссельдерінің болуы, бұл доға сөнген кезде пайда болатын дроссельдегі үлкен кернеулерге әкеледі. Шамадан тыс кернеулерді жою үшін дроссельге параллель тиристорларды қосқан жөн.

Әдебиеттер тізімі

1. Веников, В.А. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах [Текст]: учебник / В.А. Веников, В.И. Идельчик, М.С. Лисеев – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 214 с.
2. Сергеенков, Б.Н. Электрические машины: трансформаторы [Текст]: учебник / под ред. И.П. Копылова. – М.: Высшая школа, 1989. – 352 с.
3. Климаш, В.С. Вольтодобавочные устройства для компенсации отклонений напряжения и реактивной энергии с амплитудным, импульсным и фазовым регулированием. [Текст]: учебник / В.С. Климаш – М.: Владивосток: Дальнаука, 2002. – 140 с.
4. Рожкова Л.Д. Электрооборудование станций и подстанций. [Текст]: учебник / Л.Д. Рожкова., В.С. Козулин – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 648 с.
5. Вольдек, А.И. Электрические машины. [Текст]: учебник / А.И. Вольдек – Л.: Энергия, 1987. – 832 с.
6. Лизунова, С.Д. Силовые трансформаторы: справочная книга [Текст]: учебник / под. ред. С.Д. Лизунова, А.К. Лоханина. – М.: Энергоиздат, 2004. – 616 с.

Материал редакцияға 19.04.23 түсті.

А.О. Жанпейісова

Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ УСТАНОВОК С КОНЦЕНТРИРОВАННЫМИ ПОТОКАМИ

Аннотация. В статье рассматривается прогресс в машиностроении, приборостроении металлургии и других областях промышленности связанных с широким применением современных технологических процессов среди которых важное место занимают установки, использующие источники нагрева с концентрированными потоками энергии. Плазменные установки успешно используются при сварке, резке, переплаве металлов, напылении и наплавке

покрытий, обогащении руд и других целей. Приведена вольт амперная характеристика установок. А также возможность регулирования мощности нагревателя за счет регулировки выходного напряжения или тока в пределах, задаваемых данными технологическими процессами. В качестве регулятора напряжения сети переменного тока и преобразователя напряжения одной величины в другую могут использоваться тиристорные регуляторы напряжения с системой управления или преобразовательный трансформатор.

Ключевые слова: инвертор, выпрямитель, разрядный коммутатор, накопитель, стабилизатор выходной величины, элементы управления и измерения, нагрузка.

A.O. Zhanpeyisova

M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

POWER SUPPLIES FOR INSTALLATIONS WITH CONCENTRATED ENERGY FLOWS

Abstract. The article examines the progress in mechanical engineering, instrument-making, metallurgy and other industries associated with the widespread use of modern technological processes, among which an important place is occupied by installations using heating sources with concentrated energy flows. Plasma installations are successfully used in welding, cutting, remelting of metals, spraying and surfacing of coatings, ore dressing and other purposes. The volt ampere characteristic of the installations is given. And also the possibility of regulating the heater power by adjusting the output voltage or current in the aisles set by these technological processes. As an AC voltage regulator and a voltage converter of one magnitude to another, thyristor voltage regulators with a control system or a converter transformer can be used.

Keywords: inverter, rectifier, bit switch, storage, output value stabilizer, control and measuring elements, load.

References

1. Venikov, V.A., Idelchik, V.I., Liseev, M.S. Regulirovanie napryazheniya v elektroenergeticheskikh sistemah [Voltage regulation in electric power systems]: textbook. – М.: Energoatomizdat, 1985. – 214 p. [in Russian]
2. Sergeenkov, B.N., Kiselev, V.M., Akimova, N.A. Elektricheskie mashiny: transformatory [Electrical machines: transformers]: textbook. – М.: Higher school, 1989. – 352 p. [in Russian]
3. Klimash, V.S. Vol'todobavochnye ustrojstva dlya kompensacii otklonenij napryazheniya i reaktivnoj energii s amplitudnym, impul'snym i fazovym regulirovaniem. [Booster devices for compensating voltage and reactive energy deviations with amplitude, pulse and phase control]: textbook. – М.: Vladivostok: Dalnauka, 2002. – 140 p. [in Russian]
4. Rozhkova, L.D., Kozulin, V.S. Elektrooborudovanie stancij i podstancij [Electrical equipment of stations and substations]: textbook. – М.: Energoatomizdat, 1987. – 648 p. [in Russian]
5. Voldek, A.I. Elektricheskie mashiny [Electric cars]: textbook. – L.: Energy, 1987. – 832 p. [in Russian]
6. Lizunova, S.D., Lokhanina, A.K. Silovye transformatory: spravocnaya kniga [Power transformers: reference book]: textbook ed. – М.: Energoizdat, 2004. – 616 p. [in Russian]