

жүргізіліп жатыр, бірақ олардың көпшілігі модельдеу деңгейінде жасалынған. Әрине, ұшқышсыз ұшу аппараттарына орнатылған манипуляторды қолдана отырып, объектілермен жұмыс істеу және манипулятормен жабдықталған мультироторлы платформаларды басқару ерекшеліктерін зерттеу әрі қарай зерттеудің перспективалы бағыттары болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Gardec I., Asis I., Bond A., Gasiot P. Multicopter Aerial Platform with Manipulation System - Static Disturbances // ICA 2017: Automation, 2017, pp. 357 - 366.

[2] Suarez A., Heredia G., Ollero A. Compliant and Lightweight Anthropomorphic Finger Module for Aerial Manipulation and Grasping. Robot 2015 // Second Iberian Robotics Conference, 02 December 2015, pp. 543-555

[3] Orsag M., Korpela C., Oh P. Modeling and Control of MM-UAV: Mobile Manipulating Unmanned Aerial Vehicle // Journal of Intelligent & Robotic Systems, 2013, no. 69, pp. 227 – 240.

[4] Khalifa A., Fanni M. A New Quadrotor Manipulation System: Modeling and Point-to-point Task Space Control // International Journal of Control, Automation and Systems, 2017, no. 15(3), pp. 1434 - 1446.

УДК 621.365.23:621.31

Е.А. Абдрахманов^а, А.А. Қасымжанова^б

Логистика және көлік академиясы, Алматы, Қазақстан
e.abdrakhmanov@alt.edu.kz, asem.kasymzhanova@bk.ru

ДСП-3А БОЛАТ БАЛҚЫТУ ДОҒАЛЫҚ ПЕШІНІҢ РЕАКТИВТІК ЭНЕРГИЯСЫН ҚАРЫМТАЛАУ

Аңдатпа. DSP-3а доғалы пештің энергетикалық ресурстарын зерттеу негізінде оның реактивті қуатын өтеу үшін UKRL(P) 56-6.3-600-300u3 типті жоғары вольтты реттелетін конденсатор батареясы таңдалды. ДСП-3а бөлшектер тақтасы тұтынатын реактивті энергияны өтеу оны 1800 кВт*сағ-тан 600 кВт*сағ-қа дейін төмендетеді және қуат коэффициентін 0,99-ға дейін арттырады. Желідегі жүктемені және ондағы шығындарды азайту арқылы энергияны тұтыну азаяды және қолданыстағы USB- (3X240) кабелін ASB- (3X120) кабелінің жартысына тең кабельмен ауыстыруға болады. Нәтижесінде, DSP-3а доғалы пештің реактивті қуатын өтеу электр қуатын азайтуға және қосымша жүктеме қосуға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: ДСП-3а доғалы пеші, реактивті қуатты өтеу, реактивті қуатты өтеу құрылғысы, шығындарды азайту, энергия тұтынуды азайту.

Аннотация. На основании исследования энергетических ресурсов дуговой печи DSP-3А для компенсации ее реактивной мощности была выбрана высоковольтная регулируемая конденсаторная батарея типа UKRL(P) 56-6.3-600-300U3. Компенсация реактивной энергии, потребляемой древесностружечной плитой ДСП-3А, снижает ее с 1800 кВт*ч до 600 кВт*ч и увеличивает коэффициент мощности до 0,99. За счет снижения нагрузки на сеть и потерь в ней снижается потребление энергии, и существующий кабель ASB- (3x240) может быть заменен кабелем, который вдвое меньше кабеля ASB- (3x120). В результате компенсация реактивной мощности дуговой печи DSP-3А позволяет снизить плату за электроэнергию и добавить дополнительную нагрузку.

Ключевые слова: дуговая печь ДСП-3А, компенсация реактивной мощности, устройство компенсации реактивной мощности, снижение затрат, снижение энергопотребления.

Abstract. Based on the study of the energy resources of the DSP-3A arc furnace, a high-voltage adjustable capacitor bank of the UKRL (P) 56-6.3-600-300U3 type was selected to compensate for its reactive power. Compensation of reactive energy consumed by the particle board ДСП-3А reduces it from 1800 kWh to 600 kWh, and increases the power factor to 0.99. By reducing the load on the network and the losses in it, energy consumption is reduced, and the existing ASB- (3x240) cable can be replaced with a cable that is half the size of the ASB- (3x120) cable. As a result, the compensation of the reactive power of the DSP-3A arc furnace makes it possible to reduce the payment for electricity and add additional load.

Key words: arc furnace ДСП-3А, reactive power compensation, reactive power compensation device, cost reduction, power consumption reduction.

Қазіргі уақытта энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру шаралары тұтынылатын энергия ресурстарын үнемдеуге бағытталған бірқатар ұйымдастырушылық, техникалық, технологиялық, экономикалық шараларды жүзеге асыруды талап ететін мемлекетіміздің маңызды стратегиялық міндеттерінің қатарына жатады [1-3].

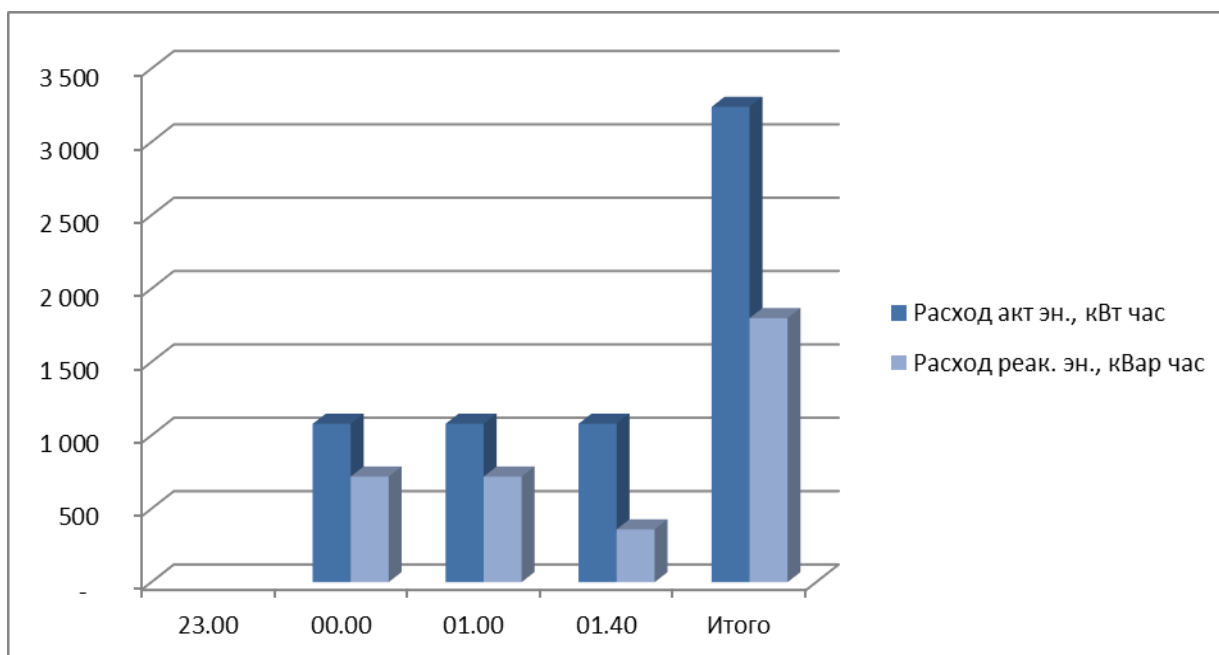
ДСП-3А типті доғалы болат балқытатын пештер энергияны көп қажет етеді және жұмыстың күрт өзгертін электр режимдерімен (кернеу, ток, қуат) сипатталады. Олардың тұтынатын электр энергиясының үлесі бүкіл кәсіпорынның тәуліктік электр энергиясын тұтынуының (11-37)% құрайды [4].

Сондықтан ДСП-3А электр доғалы пештері тұтынатын электр энергиясының шығынын азайту олардың энергия шығынын үнемдеу қорын анықтауды және қолдануды талап ететін кезек күттірмейтін міндет болып табылады.

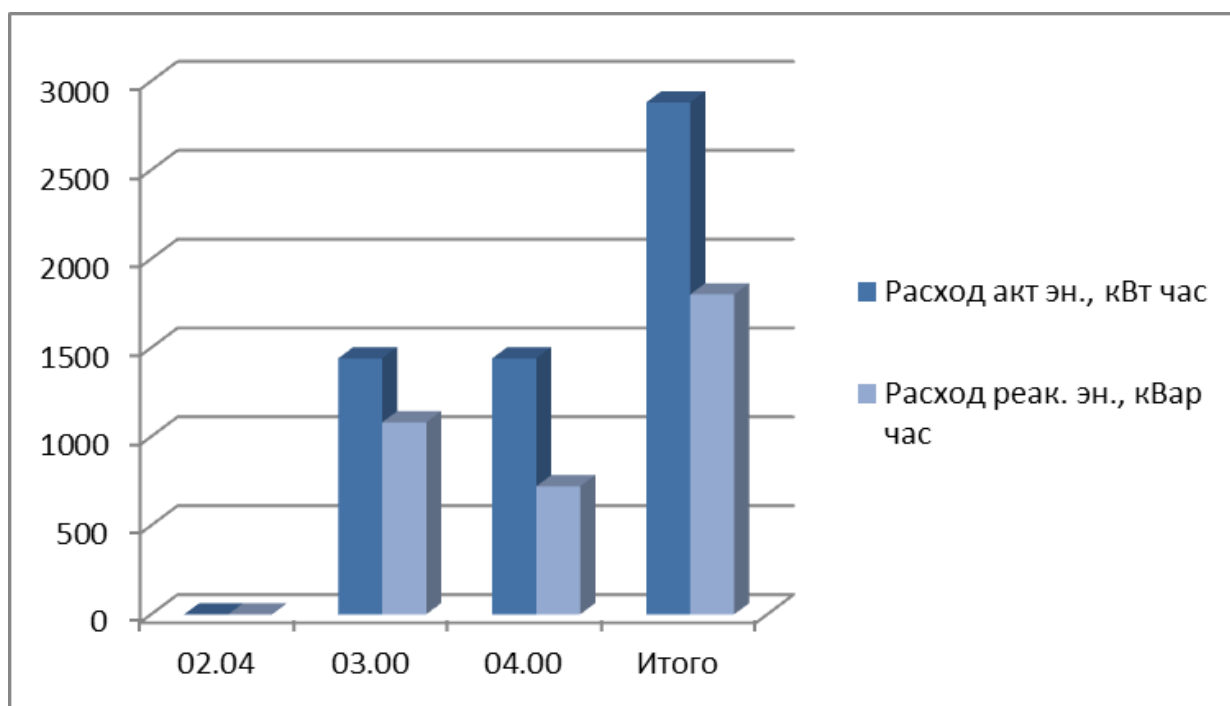
Материалдар мен тәсілдер.

ДСП-3А доғалы пешінде болатты балқыту процесіне жүргізілген зерттеулер нәтижесінде пеште балқудың әртүрлі кезеңдерінде активті электр энергиясының 50-ден 75%-ға дейін өзгертін айтарлықтай реактивті электр энергиясы тұтынылатыны анықталды [4].

1 және 2-суреттерде ауысымдық болат балқыту кезінде ДСП-3А тұтынатын белсенді және реактивті электр энергиясының графикатері көрсетілген.



1 сурет –ДСП-3А пешінің 1 ауысым кезіндегі белсенді және реактивтік электр энергиясы



2 сурет – ДСП-3А пешінің 2 ауысым кезіндегі белсенді және реактивтік электр энергиясы

ДСП-3А пешінің ауысым кезіндегі белсенді электр энергиясын тұтынуы төгілетін балқыманың көлеміне байланысты 3600-4800 кг 2880-3240 кВт/сағ аралығында өзгереді, ал реактивтік - 1800 кВар сағ. Пеш тұтынатын белсенді және реактивті электр энергиясын салыстыру реактивті электр энергиясының үлесі айтарлықтай және белсенді электр энергиясының 50-ден 75% -ға дейін өзгертетінін көрсетеді. Бұл ретте болат балқыту үшін меншікті қуат шығыны 675-800 кВт/т құрайды.

ДСП-3А пеші тұтынатын реактивті электр энергиясын азайту үшін сыйымдылығы автоматты реттелетін қарымталаушы конденсаторлар батареясы таңдалды. Қарымталаушы қондырғының қажетті қуатын таңдау негізгі және жоғары (реттелетін) реактивті қуатты анықтауды талап етеді. Жүргізілген есптеулер нәтижелері бойынша негізгі реактивті қуат $Q_{баз} = 360$ кВАр, ал реттелетіні $Q_{рет} = 1080$ кВАр.

ДСП-3А пеші күрт айнымалы жүктемемен сипатталатын ерекше тұтынушы екенін ескере отырып, пайдалану үшін сыйымдылығы 600 квар болатын УКРЛ (Р) 56-6.3-600-300У3 типті конденсаторлық жоғары вольтты қондырғысы қабылданды [5,6]. Автоматты реттеу жүйесі параметрлері 2-кестеде көрсетілген.

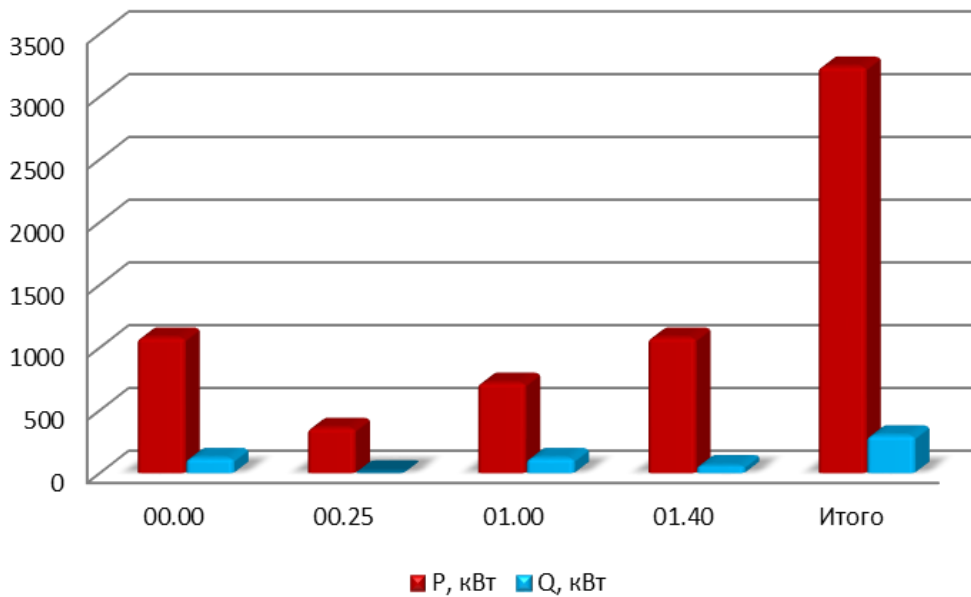
1 кесте – Жоғары кернеулі реактивтік қуатты қарымталайтын қондырғы параметрлері

Түрі	УКРЛ(П)56-6,3-600-300У3
Номиналдық қуаты, кВ	600
Минималдық реттеу сатысының қуаты, кВАр	300
Кернеу, кВ	6,3
Габариттері ҰхЕхБ, мм	800x2400x1800
Массасы, кг	650

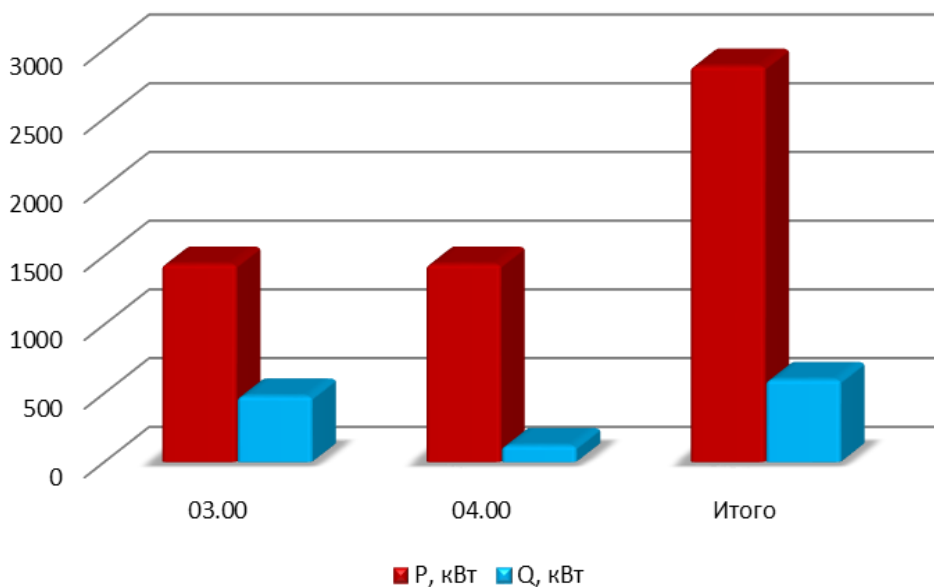
Реактивті қуатты қарымталауға арналған жоғары вольтты реттелетін қондырғы УКРЛ (Р) 56-6.3 6-10 кВ кернеуі және 50 Гц жиілігі бар айнымалы тоқтың реактивті

қуатты және электр тарату желілерін өнеркәсіптік тұтынушылардың қуат коэффициентін арттыру үшін шығарылады.

Реактивті қуатты қарымталаудан кейінгі ДСП-3А активті және реактивті энергиясының диаграммалары 5 және 6-суреттерде көрсетілген.



3 сурет – 1 ауысым барысындағы ДСП-3А қарымталаудан кейінгі белсенді және реактивтік қуаты



4 сурет – 2 ауысым барысындағы ДСП-3А қарымталаудан кейінгі белсенді және реактивтік қуаты

Реттеу мүмкіндігі бар UKRL (P) 56-6.3 жоғары вольтты конденсатор блогы электр торабындағы максималды және минималды жүктеме сағаттарында қажетті қуат коэффициентін ұстап тұруға мүмкіндік береді және реактивті электр энергиясын өндіру

режимінің бұзылуын болдырмайды (яғни, «артық өтемақы»). Сонымен қатар, осы реактивті қуат қарымталаушысын пайдалану желідегі реактивті қуаттың дәл теңгерімін автоматты түрде сақтауға, реактивті қуатты тасымалдау есебінен электрмен жабдықтау желілеріне, трансформаторларға және тарату құрылғыларына жүктемені азайтуға, сондай-ақ электрмен жабдықтау түйіндерінде кернеуді тұрақтандыруға мүмкіндік береді. Нәтижесінде электр энергиясының төлемдері азайып, қосымша жүктемені қосуға болады.

Сонымен қатар, доғалық пештің реактивті қуатын және ток жүктемесін азайту арқылы пешті $I_{доп} = 351A$ қоректендіретін АСВ- (3x240) кабелінің көлденең қимасын азайтуға болады. ДСП -3А пешін қоректендіретін кабель бойымен өтетін есептік ток $I_{e=Se} ДСП / (\sqrt{3} \cdot U_n) = 1518 / (\sqrt{3} \cdot 6) = 146 A$. Экономикалық қимаға ток тығыздығына сәйкес келетін кабель қимасы $F_{эк} = I_e / j_{эк} = 146 / 1,4 = 104 \text{ мм}^2$. Бұл ток шамасын АСВ- (3x120) с Ішек = 234А, Ішек.к.з. = 10,16 кА кабелі қанағаттандырады.

Қорытынды

ДСП-3А доғалық пешінің тұтынылған электр энергиясын үнемдеу қорларына жүргізілген зерттеулердің негізінде балқытылған болаттың көлеміне байланысты 3600-ден 4800 кг-ға дейін жеке балқымалардағы белсенді электр энергиясының шығыны 2880-3240 кВт сағ шегінде өзгертін анықталды, реактивті энергия - 1800 кВар сағ. Тұтынылатын белсенді және реактивті электр энергиясын салыстыру тұтынылған реактивті электр энергиясының үлесі айтарлықтай және белсенді электр энергиясының 50-ден 75% -ға дейін болатынын көрсетті. Бұл ретте болат балқыту үшін меншікті қуат шығыны 675-800 кВт/т құрайды.

ДСП-3А пешінің реактивті қуатын қарымталау үшін UKRL (P) 56-6.3-600-300U3 типті жоғары вольтты реттелетін конденсаторлар батареясы есептелді және таңдалды. Бұл жағдай:

- ДСП-3А доғалық пешінің ауысымына тұтынатын реактивті энергиясын 1800 кВардан 600 кВарға дейін төмендетуге, қуат коэффициентін 0,99 дейін арттыруға;

- қоректендіру желісінің жүктемесін және ысыраптарды азайту, сол арқылы қуат тұтынуды азайту және АСВ-(3x240) кабелін АСВ- (3x120) кіші қималы кабельмен ауыстыруға мүмкіндік береді .

Сонымен, төмен қуатты ДСП-3А доғалық пешінің реактивті қуатын өтеу, сайып келгенде, электр энергиясына төлемді азайтуға және қосымша жүктемені қосуға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Закон Республики Казахстан от 13 января 2012 года № 541-IV «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности».

[2] «Энергосберегающие мероприятия в электроприводе и электротехнологии». Приказ Председателя Комитета государственного энергетического надзора Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан от «24» ноября 2010 года №117-П.

[3] Программа "Энергосбережение - 2020" (изменения на 29 августа 2013). Постановление Правительства Республики Казахстан от 29 августа 2013 года № 904.

[4] Абдрахманов Е.А. Исследование резервов энергосбережения электродуговой печи ДСП-3А при выплавке стали // Материалы XLIV Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика». Том 1. Алматы: КазАТК, -2020, с.134-137.

[5] Подбор установки КРМ для дуговой печи ДСП-1,5. Доступно по адресу: <https://khomovelectro.ru/articles/podbor-ustanovki-krm-dlya-dugovoy-pechi-dsp-1-5.html>(по состоянию 29.08.2020 г.).

[6] Высоковольтный компенсатор реактивной мощности УКРЛ(П)56-6.3-600-300У3. Доступно по адресу: <https://www.ruspromelt.ru/cat/model.php?m=6&i=42>(по состоянию 29.09.2020 г.).