

УДК 62-567.7

DOI 10.52167/1609-1817-2022-121-2-612-620

Н.Т. Исембергенов¹, А.Ж. Сагындикова², С.Е. Мананбаева²

¹Satbayev University, Алматы, Қазақстан

²Ғ. Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс, Алматы, Қазақстан

E-mail: a.sagyndikova@aes.kz

ЭЛЕКТР БАСҚАРЫЛАТЫН ҚОЗҒАЛТҚЫШ ҮШІН ӨЗАРА ҚОЗҒАЛЫС ӘДІСІ

Андатпа. Діріл техникасы көптеген технологиялық процестерде кеңінен қолданылады, өйткені бұл машиналардың техникалық-экономикалық көрсеткіштерін арттыруға; көптеген технологиялық процестердің сапасын, машиналардың технологиялық және пайдалану параметрлерін жақсартуға; жаңа технологиялық процестерді механикаландыруға; машина конструкциясының түрін өзгертуге, олардың салмағын азайтуға, сенімділігі мен беріктігін арттыруға мүмкіндік береді. Вибрациялық технологиясы сипатталады төмендетілген энергия шығындары салыстырғанда дәстүрлі және табады табысты қолдану түрлі салалардағы ауылшаруашылық өндіру. Технологиялық процестер мен эсер ету объектілерінің әртүрлілігі жұмыс органдарының діріл қоздырғыштарының әртүрлі түрлерін қолдануды анықтайды, олардың әрқайсысының өзіндік ерекшеліктері бар.

Мақалада электрлік басқарылатын поршеньдік қозғалтқыш немесе діріл түрлендіргіші қарастырылады, оны поршеньдер және терең сорғылар сияқты зәкір өзара қозғалысы немесе дірілі қажет болатын қондырғыларда қолдануға болады. Бұл құрылғы басқару құрылғысы бар транзисторлық кілттің көмегімен, сондай-ақ белдік кернеуінің көзіне қосылған диодты көпір арқылы қозғалтқыш арматурасының өзара қозғалысын басқаруды қамтамасыз етеді.

Техникалық-экономикалық көрсеткіштері жоғары жұмыс органы мен электр қозғалтқышын біріктіру есебінен ауыл шаруашылығы машиналарының конструкцияларын жетілдіру актілік мәнге ие. Ауыл шаруашылығы машиналарының жұмыс органы мен электр қозғалтқышының роторын біріктіру машиналардың массасы мен мөлшерін азайтуға, электр жетегінен редуктор немесе басқа беріліс механизмі түріндегі қозғалысты болдырмауға, жылу беру, салқындату және желдету жағдайларын жақсартуға мүмкіндік береді

Түйінді сөздер. Басқарылатын поршеньдік қозғалтқыш, цилиндрлік өзек, зәкір, тартқыш электромагниті.

Кіріспе.

Ауыл шаруашылығын дамыту және ел халқының ауыл шаруашылығы өнімдеріне деген қажеттіліктерін қанағаттандыру ауыл шаруашылығы өндірісін кешенді механикаландыру есебінен мүмкін болады, бұл техникалық процестерді үнемі жетілдірумен, түбегейлі жаңа машиналар мен жабдықтар жасаумен және қолданыстағыларын жетілдірумен қамтамасыз етіледі. Ауыл шаруашылығы үшін жаңа электр жетектерін әзірлеу маңызды және өзекті міндет болып қала береді [1,2].

Алынатын ауыл шаруашылығы өнімінің өзіндік құны, сапасы мен саны қолданылатын технологиялық машиналардың техникалық жарактандырылуы мен тиімділігіне тікелей байланысты. Технологиялық машиналардың жұмыс органдары

қозғалыс сипаты бойынша әртүрлі — прогрессивті, айналмалы, өзара әрекеттесетін, тербелмелі. Тербелмелі қозғалысты жүзеге асыратын құралдың ең көп таралған жетегі-бұл әртүрлі механикалық түрлендіргіштер немесе редукторлар арқылы өзара әрекеттесуді алу үшін қолданылатын айналмалы немесе аудармалы қозғалыс электр жетегі.

Ауылшаруашылық өндірісінде қолданылатын машиналардың басты кемшілігі - бұл жетек электр қозғалтқышының білігінің айналмалы қозғалысының түрлендіргіштерін машинаның жұмыс органының тербелмелі қозғалысына қолдану қажеттілігімен байланысты техникалық-экономикалық көрсеткіштердің төмендеуі (белбеу берілісі, эксцентрлік тербеліс), бұл масса мен өлшемдерді едәуір арттырады, ауылшаруашылық машинаның конфигурациясын арттырады. Үлкен металл сыйымдылығы, энергия шығыны, реттеу және жұмыс құралымен интеграцияның күрделілігі механикалық редукторларсыз өзара қозғалысты алу жолдарын іздеуге мәжбүр етеді, осы кемшіліктердің барлығы авторлар ұсынған конструкциясын жоққа шығарылады [2].

Материалдар мен тәсілдер.

Мақалада, мысалы, роботтарда, поршеньдерде және терең сорғыларда, зәкір өзара қозғалысы немесе дірілі қажет болатын қондырғыларда қолдануға болатын электрлік басқарылатын қозғалтқыш қарастырылады.

Салыстырмалы талдау кезінде тұрақты магнит ағыны модулімен және кері-үдемелі қозғалысты жасау тәсілімен өзара-ілгерілемелі қозғалтқыш қарастырылды [2]. Бұл дизайнның басты кемшілігі-бұл өзара қозғалыс немесе діріл жиілігін басқару құрылғысы жоқ. Сонымен қатар, оның күрделі дизайны бар, оның ішінде орамасы бар статор, магниттік емес материалдың цилиндрлік өзегіне сүйенетін қалың генераторлық қабырғалары бар қуыс зәкір, ал магниттік емес материалдың цилиндрлік өзегінде зәкір әйнегінің түбіне орнатылған соқыр ойықта.

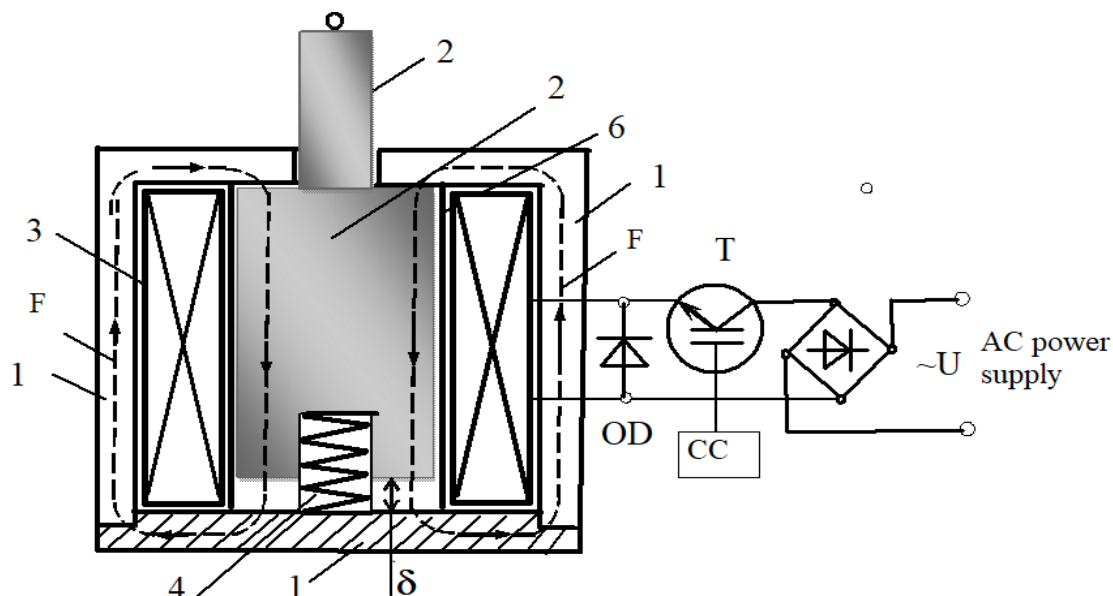
Электр магнитінің құрылысы белгілі [3]. Бұл тұрақты токтың электр магниті техникалық мәні бойынша ұсынылған жылжымалы қозғалтқышқа жақын және прототип ретінде қабылданады.

Бұл конструкцияның басты кемшілігі - бұл өзара қозғалыс жиілігін басқару құрылғысы жоқ және қолмен қосуға арналған. Сонымен қатар, дизайнда екі ауа саңылауы бар: біреуі якорь мен өзек арасындағы, екіншісі якорь мен электр магнитінің алдыңғы қақпағы (корпус) арасындағы алшақтық, бұл магнит ағынының магниттік кедергісін арттырады. Бұл айтарлықтай кемшілік, өйткені ол электромагниттік күш салуға қатыспайтын электромагниттің тұтыну тогын арттырады.

Ұсынылған электрлік басқарылатын өзара қозғалыс қозғалтқышы, өзара қозғалыс жиілігін немесе дірілді басқару әдісі мен құрылғысы бар, қозғалтқыштың орамасы айнымалы кернеу көзіне диод көпірі және үздіксіз басқарылатын өзара әрекеттесуді қамтамасыз ететін басқару құрылғысы бар транзистор кілті арқылы қосылған – сонымен қатар, электрлік басқарылатын қозғалтқыштың екі ауа саңылауы бар, біреуі арматураның аударма қозғалысында, ал екіншісі арматураның кері қозғалысында жұмыс істейді және осы ауа саңылаулары кезекпен жұмыс істейді.

1 – суретте зәкір жоғарғы позицияда болған кезде электрлік басқарылатын қозғалтқыштың өзара қозғалыс сызбасы көрсетілген.

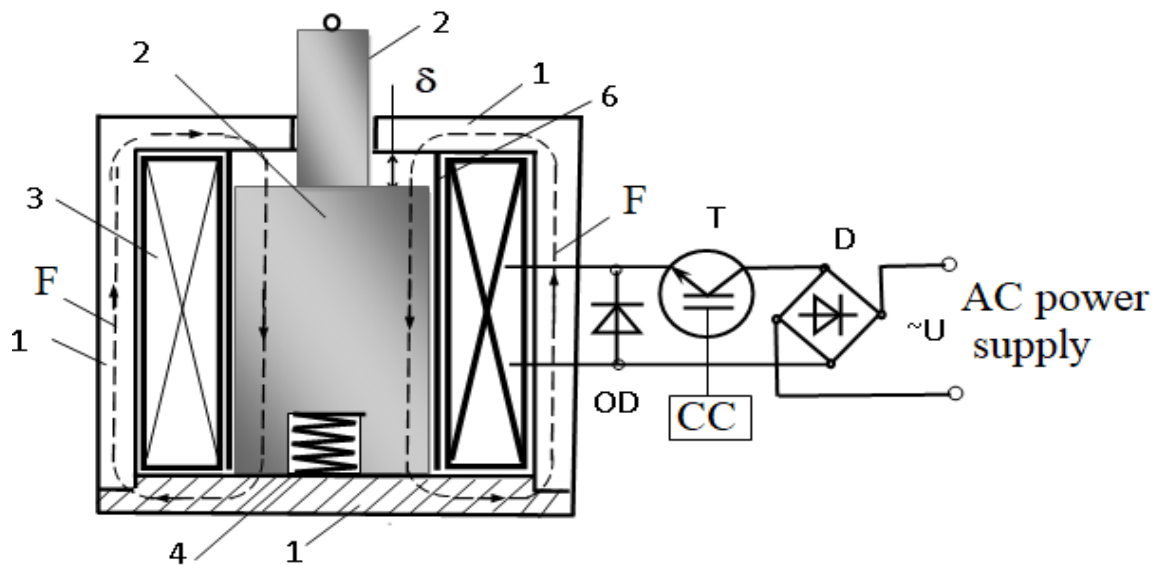
Электрлік басқарылатын қозғалтқыш 1 өзегін (корпус) ұстап тұрады, жоғарғы позицияда орналасқан 2 зәкір, БҚ басқару құрылғысы. Қозғалтқыш $\sim U$ айнымалы кернеу көзіне қосылған (сурет 1). Сонымен қатар, бір OD диоды тұрақты кернеу көзіне кері полярлықпен және қозғалтқыш орамасына параллель қосылған.



1 сурет - Зәкірі бар басқарылатын электр қозғалтқышының схемасы жоғарғы позицияда

Зәкірдің конструкциясы зәкірдің магниттік сызықтың бүкіл ұзындығы бойынша қимасы шамамен тұрақты болатындай етіп жасалған. Үйкелісті азайту және жабысуды болдырмау үшін қозғалтқыштың 2 зәкірі жұқа қабырғалы жез түтіктің ішінде қозғалады. Ауа (магниттік емес) саңылауының МҚК (магнит қозғалатын күш) төмендету үшін өзекшенің екінші қақпағының шығыңқы жері болады. Зәкірдің ұлғайтылған шеткі ауданы магнит ағынына ауа саңылауы арқылы едәуір аз индуктивтен және МҚК орамасының аз шығынымен өтуге мүмкіндік береді [4,5,6].

2-суретте арматура төменгі позицияда болған кезде, серіппені қозғалтқыш негізіне басу арқылы электрлік басқарылатын қозғалтқыштың кері-кері қозғалысының схемасы көрсетілген.



2 сурет - Зәкірі бар басқарылатын электр қозғалтқышының схемасы төменгі позицияда

Қозғалтқыш токтан ажыратылған бастапқы жағдайда қозғалтқыштың орамына кернеу берілмейді, Зәкір 4 қайтару серіппесімен ең жоғарғы позицияға шығарылады (1-сурет). Тиристор көпірі 6 айнымалы кернеуді тұрақты кернеуге айналдырады, ал Т транзисторы қозғалтқыштың орамасын тұрақты кернеу көзіне қосады. Т транзистордың ашылуына сигнал беретін БҚ басқару құрылғысының көмегімен басқарылады. Сонымен қатар, жарты толқындық тұрақты ток қозғалтқыштың орамасы арқылы өтеді. Бұл ток 2 якорьді 1 өзегіне тартатын тұрақты магнит ағынын құрайды. Егер орамадағы ток $I_{сраб}$ іске қосу тогының мәніне жетсе, онда арматура 4 серіппенің кедергісін жеңіп, онымен байланысты құрылғыны қозғалысқа келтіріп, өзекке толығымен тартылады (2-сурет).

Электр қозғалтқышының орамасын тұрақты кернеуден ажырату Т-ның өтпелі жақтары арқылы жүзеге асырылады, орамадағы токты босату тогына дейін жылдамдату үшін $I_{отпус}$ тұрақты кернеу көзіне және қозғалтқыштың орамасына параллель кері полярлығы бар кері OD диодын қосады (1-сурет). Қозғалтқыш орамасының магнит өрісі бірден жоғала алмайтындықтан, орам үшін жабық электр тізбегі жасалады: қозғалтқыштың орамасы – кері полярлығы бар кері OD диоды (2-сурет). Қозғалтқыш орамасында жинақталған Энергия кері OD диоды арқылы жұқарады.

Егер орамадағы ток $I_{отпус}$ босату тогының мәніне жетсе, онда арматура 4 серіппесі арқылы өзекке толығымен тартылып, онымен байланысты құрылғыны басқарады. Бұл жағдайда 2 якорь 1 өзегіне тартылған жоғарғы позицияны алады, яғни. бастапқы күй (1-сурет).

Нәтижелері.

Осылайша, өзара қозғалыс қалыптасады. Қозғалтқыш орамасының тұрақты кернеуге қосылу жиілігін транзитпен реттеу қозғалтқыштың өзара қозғалысын басқарады [7,8].

Қозғалтқыштың кері қозғалысының жиілігі келесі өрнекпен анықталады

$$T = t_{косу} + t_{ажырату}, \quad (1)$$

мұнда $t_{косу}$ – қосу және ажырату кезеңі (уақыты) $t_{ажырату}$ (кідіріс) орамасының қозғалтқыш ауыспалы кернеу [3].

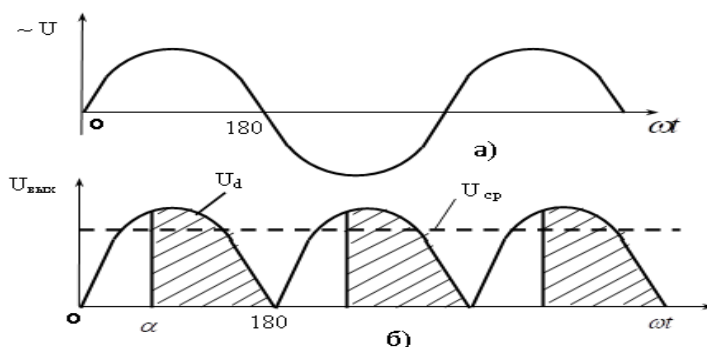
Айта кету керек, $t_{косу}$ – ді қосу уақыты-орамдағы ток жұмыс тогының мәндерін $I_{сра}$ уақыт және зәкір серіппенің кедергісін жеңіп, онымен байланысты құрылғыны қозғалысқа келтіретін өзекке толығымен тартылады.

Ажырату уақыты $t_{ажырату}$ – бұл уақыт үзіліс болған кезде ток орамасының қозғалтқыш жетеді маңызы жиберу тогы $I_{жиберу}$, ол кезде якорь толық притянется к сердечнику көмегімен пружиналар. Сонымен қатар, бұл уақытты $I_{отпус}$ босату тогын азайту арқылы реттеуге болады, осылайша қозғалтқыштың өзара қозғалыс жиілігін реттеуге болады.

Айта кету керек, түзетудің тиристорлық тізбегінде түзетілген U_d мен U желісінің ағымдағы кернеу мәні арасындағы байланыс келесі өрнекпен анықталады [3]:

$$U_d = 0,9 \cdot U \cdot \cos \alpha, \quad (2)$$

мұнда α – тиристордың ашылу бұрышы.



3 сурет - Тиристордың ашылу бұрышына байланысты түзетілген тұрақты кернеудің графигі

Тиристордың ашылу бұрышы α қозғалтқыштың кернеуінің қажетті мәніне қол жеткізе алады.

Мұндай қозғалтқыштың индуктивтілігі белгілі L ядроның геометриялық өлшемдері арқылы тең

$$L = W^2 \frac{S_{\delta} \cdot \mu_0}{\delta}, \quad (3)$$

мұндағы W -қозғалтқыш орамасының бұрылыстарының саны;

$S_{\delta} = a \cdot b$ -диодтың көлденең қимасы;

a – өзектің ені;

b – өзектің ұзындығы;

δ – ауа саңылауының ұзындығы;

$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ – ауаның магниттік өткізгіштігі.

Қозғалтқыш қуат көзіне қосылған кезде, токтың жоғарылауы тұрақты қосу уақытынан бастап экспонент арқылы жүреді, бұл L қозғалтқышының индуктивтілігіне және қозғалтқыш орамасының кедергісіне байланысты.

$$t_{\text{өшір}} = L/R.$$

Егер қозғалтқышты жылдам қосу және өшіру қажет болса, онда берілген мәнге сәйкес келетін L қозғалтқышының индуктивтілігін орнатуға болады. Содан кейін соңғы өрнектен қозғалтқыш орамасының бұрылыстарының санын анықтауға болады

$$W = \sqrt{\frac{\delta \cdot L}{S_{\delta} \cdot \mu_0}} \quad (4)$$

Қозғалтқыш орамасының ток тығыздығы $A/\text{мм}^2$ -ге тең:

$$j = \frac{I_{\text{ср}}}{S_{\text{пр}}} = \frac{I_{\text{ср}}}{\pi \cdot r_{\text{пр}}^2}$$

Мұндағы s_{np} , және r_{np} – мыс сымының көлденең қимасы мен радиусы.

Табиғи ауамен салқындалу кезінде орамалардағы токтың рұқсат етілген тығыздығының мәні:

$$j = 2 \text{ A/мм}^2. \quad (5)$$

Орамадағы рұқсат етілген ток тығыздығының берілген мәнімен мыс сымның көлденең қимасы мен радиусын анықтауға болады:

$$S_{np} = \frac{I_{cp}}{j} ; \quad r_{np} = \sqrt{\frac{S_{np}}{\pi}} \quad (6)$$

Мыс сымының диаметрі: $d_{np} = 2 \cdot r_{np}$. Мыс сымының параметрлерінің мәндері диаметрдің тиісті мәнін таңдайды. Әрі қарай, оқшаулауы бар мыс сымының диаметрінің сәйкес мәнін таңдаңыз d_{np} сыйлығы [11,12]. Содан кейін сіз R сымының орамасының белсенді кедергісін есептей аласыз.

Талқылау.

Тәуелділік электромагниттік күш шамасына әуе саңылау тұтқасы және сердечником деп атайды тартымдық сипаттамасы. Жұмысқа сәйкес [13] жазық параллель ауа саңылаулары үшін электромагниттік күш келесі ажыратумен анықталады:

$$P_{\delta} = \frac{(I \cdot W)^2 \cdot \mu_0 \cdot s_{\delta}}{2 \cdot \delta^2},$$

мұндағы W-ораманың бұрылыстарының саны;

I – қозғалтқыш орамасындағы ток, $s_{\delta} = 2 \cdot \pi \cdot R_1 \cdot a$ - шкафтың көлденең қимасы, м;
 δ - ауа саңылауының ұзындығы, м; $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м – ауа саңылауының магниттік енуі.

Соңғы тазарту кезінде максималды электромагниттік күш I пайда болады

$$P_{\delta,MAX} = \frac{(I_{lim} \omega)_{\delta}^2 4\pi \cdot 10^{-7} s_{\delta}}{2 (\delta_k)^2}.$$

Айта кету керек, максималды электромагниттік күш P_{IP} серіппесінің күшін жеңеді, сондықтан қозғалтқыштың электромагниттік күші тең болады

$$P_{\delta} = P_{\delta,MAX} - P_{IP} > 0$$

бұл мән нөлден үлкен болуы керек [14,15,16].

Қорытынды.

Осылайша, $t_{вкл}$ қосу уақытын реттеу және $t_{откл}$ -ны өшіру арқылы сіз қозғалтқыштың өзара әрекеттесу жиілігін реттей аласыз.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] Линенко А.В. Туктаров М.Ф. Применение линейного электропривода в зерноочистительных машинах// Материалы XLIX Международной научнотехнической конференции «Достижения науки — агропромышленному производству». 4.2. Челябинск: ЧГАА, 2010. с.355-358.

[2] Патент RU № 140832. Катаев А. Ф., Менщиков И. А. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» (СГТУ имени Гагарина Ю.А.)

[3] Миловзоров В. П. Электромагнитные устройства автоматики. Учебник для студентов специальности “Автоматика и телемеханика” вузов. - М.: “Высшая школа”, 1974. 416+ с ил.

[4] Веселовский О.Р. и др. Линейные асинхронные двигатели// О.Н. Веселовский, А.Ю. Коняев, Ф.Н.Сарапулов.- М.: Энергоатомиздат, 1991.

[5] А.Г. Демьянченко. Вибрационные технологии и вибровозбудители в сельхозпроизводстве // Механизация и электрификация сельского хозяйства.-2006, №11, с.34-35.

[6] Копылов И.П. Электрические машины.- М.: Высшая школа.; Логос; 2000. 607 с.

[7] Р.С.Аипов, Ю.Ж.Байрамгулов, А.В.Линенко. Применение линейных асинхронных электродвигателей для привода технологических машин // Механизация и электрификация сельского хозяйства.- 2008. №1. с.24.

[8] Аипов Р.С. Колебательный линейный электропривод машин в сельскохозяйственном производстве//Механизация и электрификация сельского хозяйства. — 2005. №11. С. 12.

[9] А.Г. Демьянченко. Определение мощности электроприводов вибровозбудителей // Механизация и электрификация сельского хозяйства.- 2004, №11, с.11-13.

[10]. Свечарник Д.В. Электрические машины непосредственного привода: Безредукторный электропривод.- М.: Энергопромиздат, 1988 . — 208 е.: ил.

[11] Аипов Р.С., Линенко А.В. Бункеры питатели с колебательным линейным электроприводом ворошителей задвижек//Механизация и электрификация сельского хозяйства.- 2004.-№7, с. 14-15.

[12] Литвин В.И., Сафонов А.С. Совершенствование электроприводов колебательного движения в условиях АПК//Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. Научный журнал, 2006, №1(6), с. 236-237.

[13] Луковников В.И. Электропривод колебательного движения. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 152 с.

[14] Laitwaite E.R. Induction Machines for Special Purposes. New York: Chemical Puplicing Co, 1996.

[15] Higuchi Tsuyoshi, Yimeno Koji, Nonaka Sakutarou// Denki gaklcai roubunshi. D. Sangyo oyo bumonshi Trans. Int. Elec. Jap.D. 1995.115,№3, p.255 -262.

[16] Аипов Р.С., Линейные электрические машины и приводы на их основе. Учебное пособие/ Р.С. Аипов. - Уфа: Издательство Башкирского ГАУ 2003.

Nalik Isembergenov, doctor of technical sciences, professor, Satpaev University, Almaty, Kazakhstan, isembergenov@mail.ru

Aigul Sagyndikova, PhD, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G. Daukeev Almaty, Kazakhstan, a.sagyndikova@aes.kz

Svetlana Mananbaeva, docent, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G. Daukeev, Almaty, Kazakhstan, s.mananbaeva@aes.kz

RECIPROCATING MOTION METHOD FOR ELECTRIC CONTROLLED MOTOR

Annotation. Vibration technology is widely used in many technological processes, as it allows to increase the technical and economic indicators of machines; improve the quality of many technological processes, technological and operational parameters of machines; mechanize new technological processes; modify the design of machines, reduce their weight, increase reliability and durability. Vibration technologies are characterized by reduced energy consumption compared to traditional ones and are successfully used in various fields of agricultural production. The variety of technological processes and objects of influence determines the use of various types of vibration exciters of working bodies, each of which has distinctive features

The article discusses an electric controlled piston engine or vibration converter, which can be used in installations where reciprocating motion or vibration of the armature is required, for example, in robots, piston and deep-well pumps. This device provides control of the reciprocating motion of the motor armature by means of a transistor key with a control device, as well as through a diode bridge connected to a source of alternating voltage.

Improving the designs of agricultural machines by combining the working body and the electric motor, which has high technical and economic indicators, is of actual importance. The combination of the working body of agricultural machines and the rotor of the electric motor allows you to reduce the weight and size of machines, exclude a motion converter in the form of a gearbox or other transmission mechanism from the electric drive, improve the conditions of heat transfer, cooling and ventilation.

Keywords. Controlled piston engine, cylindrical core, armature, traction electromagnet.

Налик Исембергенов, д.т.н., профессор, Satbayev University Алматы, Казахстан, isembergenov@mail.ru

Айгуль Сагындиқова, PhD, Алматинский университет энергетики и связи им. Г. Даукеева, Алматы, Казахстан, a.sagyndikova@aes.kz

Светлана Мананбаева, доцент, Алматинский университет энергетики и связи им. Г. Даукеева Алматы, Казахстан, s.mananbaeva@aes.kz

СПОСОБ ВОЗВРАТНО – ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО УПРАВЛЯЕМОГО ДВИГАТЕЛЯ

Аннотация. Вибрационную технику широко применяют во многих технологических процессах, так как это позволяет повысить технико — экономические показатели машин; улучшить качество многих технологических процессов, технологические и эксплуатационные параметры машин; механизировать новые

технологические процессы; видоизменить конструкции машин, уменьшить их вес, повысить надежность и долговечность. Вибрационные технологии характеризуются пониженными энергозатратами по сравнению с традиционными и находят успешное применение в различных сферах с/х производства. Многообразие технологических процессов и объектов воздействия обуславливает использование различных типов вибровозбудителей рабочих органов, каждый из которых имеет отличительные особенности

В статье рассматривается электрический управляемый поршневой двигатель или вибропреобразователь, который может быть использован в установках, где требуется возвратно-поступательное движение или вибрация якоря, например, в роботах, поршневых и глубинных насосах. Это устройство обеспечивает управление возвратно-поступательным движением якоря двигателя с помощью транзисторного ключа с устройством управления, а также через диодный мост, подключенный к источнику переменного напряжения.

Совершенствование конструкций с/х машин за счет совмещения рабочего органа и электродвигателя, имеющего высокие технико-экономические показатели, имеет актуальное значение. Совмещение рабочего органа с/х машин и ротора электродвигателя позволяет уменьшить массу и размеры машин, исключить из электропривода преобразователь движения в виде редуктора или другого передаточного механизма, улучшить условия теплоотдачи, охлаждения и вентиляции.

Ключевые слова. Управляемый поршневой двигатель, цилиндрический сердечник, якорь, тяговый электромагнит.
