

К. Бахиева¹, Г.Н. Абдрешова¹, К.С.Иванов², С.Т.Каимов¹

¹әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

²Ғ.Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан

E-mail: kalima06@mail.ru

АНЫҚТАЛАТЫН АДАПТИВТІ БЕРІЛІС ВАРИАТОРЫНЫҢ ШЫҒЫС ПАРАМЕТРЛЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Екі еркіндік дәрежесі және бір кірісі бар кинематикалық тізбек жылдамдықтарды ескеретін дифференциалды шектеу болған жағдайда ғана қозғалысты анықтау мүмкіндігіне ие болуы мүмкін. Мұндай тізбек күшке бейімделудің принципті жаңа қасиеті бар механизм болып табылады.

Мақалада өздігінен реттелетін адаптациялық механизмдердің кіріс параметрлерін зерттеу ұсынылған және қозғалыстың анықталу принципі көрсетілген. Робот-манипуляторды ұстауда өздігінен реттелетін бейімделгіш механизмдерді қолдану қарастырылған.

Қазіргі уақытта сыртқы жүктемеге өзін-өзі реттеуді қамтамасыз ететін адаптивті вариаторлар бойынша ғылыми зерттеулер жүргізілді [5–12]. Бейімделетін беріліс механизмі қозғалысты тұрақты қуатты қозғалтқыштан жұмыс органына жүктемеге кері пропорционалды жылдамдықпен беруді қамтамасыз етеді. Бейімделу механизмі механикалық бейімделу қасиетіне ие. Механикалық бейімделу – бұл механизмнің ешқандай басқару жүйесінсіз жылдамдықты өзгерту арқылы айнымалы технологиялық жүктемеге дербес бейімделу мүмкіндігі.

Өздігінен реттелетін беріліс механизмі - тұрақты кіріс қуатында қозғалысқа қарсылыққа байланысты беріліс қатынасының үздіксіз тәуелсіз өзгеруін қамтамасыз ететін механизм. Көптеген машиналарда жылдамдықты реттеу ауыспалы қатынасты беру механизмі арқылы жүзеге асырылады. Бір еркіндік дәрежесі бар механизм басқару жүйесінсіз беріліс қатынасын өздігінен өзгертуге қабілетті емес.

Патенттелген екі қозғалысты өздігінен реттелетін механикалық жүйелер қозғалыстың анықталуының болмауына байланысты практикалық қолдануда жүзеге аспады.

Теориялық тұрғыдан мүмкін болатын орын ауыстырулар принципі екі еркіндік дәрежесі бар кинематикалық тізбектің статикалық анықталуын қамтамасыз етеді. Бірақ іс жүзінде жүктеме кезінде шығыс білігі тоқтайды, ал кинематикалық тізбек бір қозғалысты күйге өтеді.

Бұл мақалада екі еркіндік дәрежесі бар кинематикалық тізбек қозғалысының анықталуы талданады және статикалық анықталған өзін-өзі реттейтін механизмдердің тиімді құру принциптері әзірленеді.

Түйінді сөздер. Адаптивті беріліс вариаторы, өздігінен реттелетін механизм, қозғалысты анықтау мүмкіндігі.

Кіріспе.

Машиналардағы қозғалыс жылдамдығын реттеу айнымалы қарсылық күші бар бірқалыпты қозғалысты қамтамасыз ету үшін қозғаушы күштің шамасын автоматты түрде өзгертетін реттегіштермен жүзеге асырылады [1]. Көптеген машиналар тұрақты қуатты қозғалтқыштарды пайдаланады, ал жылдамдықты өзгерту (реттеу) ауыспалы беріліс қатынасы бар беріліс механизмі арқылы жүзеге асырылады. Тұрақты қуат жетегі үшін

өзін-өзі реттеу кедергінің айнымалы моментіне байланысты шығыс білігінің айналу жылдамдығының тәуелсіз (басқару жүйесі жоқ) өзгеруі ретінде түсінілетін болады. Өзін-өзі басқару өзін-өзі реттеу механизмдері арқылы жүзеге асырылады.

Өздігінен реттелетін (немесе адаптивті) беріліс механизмі - тұрақты кіріс қуатындағы қозғалысқа қарсылыққа байланысты беріліс қатынасының немесе шығыс білігінің айналу жылдамдығының үздіксіз тәуелсіз өзгеруін қамтамасыз ететін механизм. Өзін-өзі реттеу механизмі басқару жүйесінсіз жұмыс істейді.

Қазіргі уақытта шамамен өзін-өзі реттейтін деп атауға болатын бір ғана механизм бар. Бұл автомобильдің көп сатылы автоматты беріліс қорабы. Бірақ автоматты беріліс қорабында басқару жүйесі бар.

Бір еркіндік дәрежесі бар механизм басқару жүйесінсіз беріліс коэффициентін өздігінен өзгертуге қабілетті емес. Екі еркіндік дәрежесінің болуы ғана өзін-өзі реттеуге жағдай жасай алады.

Теориялық тұрғыдан екі еркіндік дәрежесі және екі шығыс буыны бар дифференциалдық механизм үшін тепе-теңдік пен статикалық анықталымдылықты қамтамасыз ететін мүмкін болатын орын ауыстырулар принципі бойынша параметрлердің байланысының шартын алуға болады [2]. Бірақ іс жүзінде үлкен жүктемесі бар шығыс байланысы жай ғана стационарлық болады. Демек, сілтемелердің қолданылған нақты орын ауыстырулары көрсетілген принципке сәйкес келмейді немесе өзгермеген параметрлері бар стационарлық энергия ағынын параметрлері өзгертін ағынға айналдыратын энергия түрлендіргішінің қандай да бір түрі қажет.

Өздігінен баптау қасиетіне ие патенттелген өзін-өзі реттейтін механикалық жүйелер бар деп есептеледі [3, 4]. Бұл жүйелер бір кіріс және бір шығысы бар екі еркіндік дәрежесі бар кинематикалық тізбекке негізделген. Бұл жүйелер қозғалыстың анықталуының болмауына байланысты практикалық қолдануды алған жоқ. Шығу жүктемесі шығыс буынының тоқтауына және тізбектің бір еркіндік дәрежесі бар жүксіз күйге өтуіне әкеледі.

Иванов К.С. принципті жаңа схемаларды құрды [5, 6] және екі еркіндік дәрежесі бар кинематикалық тізбекке негізделген бейімделгіш механизмдер теориясын жасады [7, 8, 9], онда қозғалыстың анықталуы тепе-теңдікті жылжымалы тұйық контурды қамтамасыз етеді, тісті дөңгелектерден тұрады. және буындардың қозғалысына байланысты жүктейді. Дегенмен, теңдестірілген тұйық контур тізбегі шектеулі басқару диапазонына ие. Кейінірек сенімді іске қосу үшін старт кезінде байланысты қосатын механизмнің қимылсыз күйін және қозғалыс басталғаннан кейін қимылсыз күйден шығуды қамтамасыз ететін резервтік механизмді пайдалану ұсынылды [10]. Дегенмен, қимылсыз позиция реттеу диапазонын шектейтін қозғаушы момент пен қарсылықтың бастапқы моментінің теңдігін қамтамасыз етеді.

Ықтимал орын ауыстырулар принципіне негізделген қозғалыстың сенімді статикалық анықталуын қамтамасыз ету үшін күштермен байланысты түбегейлі жаңа (статикалық) орын ауыстырулары бар кейбір басқа схемаларды құру және пайдалану керек екені анық.

Бұл мақалада біз екі еркіндік дәрежесі бар анықталатын адаптивті беріліс вариаторының шығыс параметрлерінің анықталуын талдаймыз.

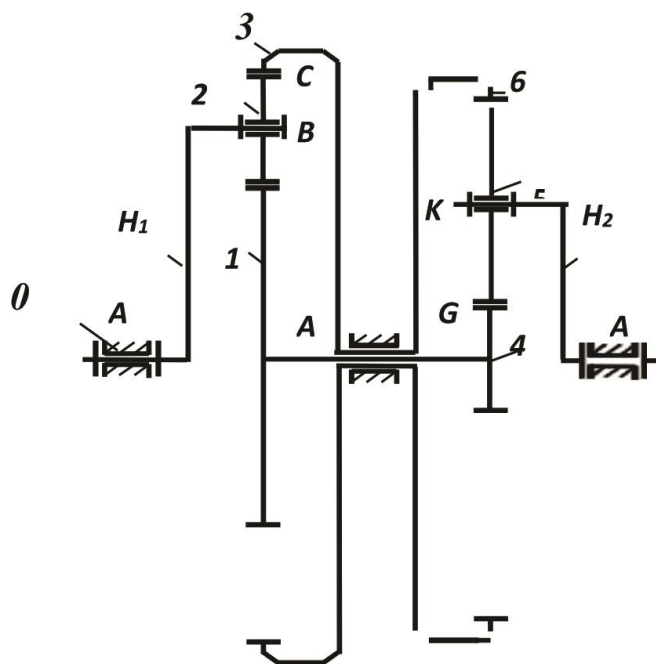
Адаптивті беріліс вариаторының сипаттамасы. Қазіргі уақытта сыртқы жүктемеге өзін-өзі реттеуді қамтамасыз ететін адаптивті вариаторлар бойынша ғылыми зерттеулер жүргізілді [5–12]. Адаптивті беріліс механизмі қозғалысты тұрақты қуатты қозғалтқыштан жұмыс органына жүктемеге кері пропорционалды жылдамдықпен беруді қамтамасыз етеді. Адаптивті механизм механикалық бейімделу қасиетіне ие. Механикалық бейімделу – механизмнің ешқандай басқару жүйесінсіз жылдамдықты өзгерту арқылы айнымалы технологиялық жүктемеге дербес бейімделу мүмкіндігі.

Адаптивті беріліс вариаторы екі еркіндік дәрежесі бар тұйық беріліс дифференциалының пішініне ие (1.1-сурет). Оның құрамында тірек 0, тасымалдаушы H_1 , тісті берілістердің 1, 2, 3, 6, 5, 4 тұйық төрт буынды тізбегі және H_2 тасымалдағышы бар. Күн дөңгелектері 1, 4 1-4 дөңгелектер блогына біріктірілген. Эпициклдік дөңгелектер 3, 6 3-6 дөңгелектер блогына біріктірілген. Кинематикалық тізбектің екі сыртқы буыны (H_1 және H_2 тасымалдаушылары) бар, олар нөлдік қозғалғыштығы 1-2-3-6-5-4 құрылымдық топпен байланысады. Бұл құрылымдық топ тұйық төрт буынды тізбек болып табылады.

Материалдар мен тәсілдер.

Адаптивті беріліс вариаторының құрылымы көп сатылы беріліс механизмінің құрылымынан түбегейлі ерекшеленеді. Адаптивті беріліс вариаторының кинематикалық тізбегі екі еркіндік дәрежесіне және бір ғана кіріс буынына (H_1 тасымалдаушы) ие. Екі еркіндік дәрежесі бар тісті вариатордың екі сыртқы буыны (H_1 және H_2 тасымалдаушылары) және олардың арасында нөлдік қозғалғыштығы бар Assur құрылымдық тобы бар. Бұл құрылымдық топ 1-2-3-6-5-4 тісті берілістердің төрт буынды тұйық тізбегі болып табылады.

Тісті беріліс вариаторы параметрлерінің бірнеше жиынтығы қарастырылды. Қолданыстағы берілістер басқару жүйесінсіз жұмыс істейтін адаптивті беріліске қарағанда беріліс қатынасын басқару жүйесін қажет етеді. Өйткені ол айнымалы жүктемеге механикалық бейімделу әсерін жасайды. Орындалған есептеу анықталатын адаптивті беріліс вариаторының шығыс параметрлері әртүрлі болуы мүмкін екенін растайды.



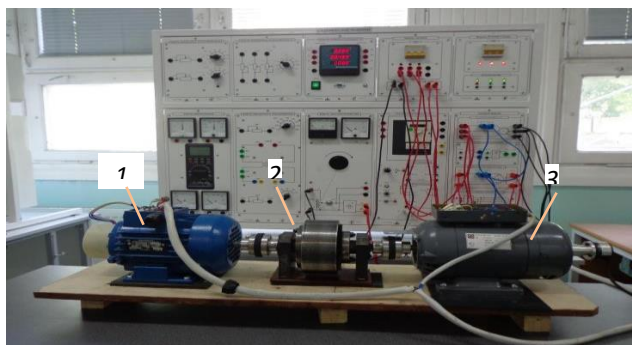
1.1 сурет - Екі еркіндік дәрежесі бар адаптивті беріліс вариаторы

Нәтижелер.

Тісті адаптивті вариатордың тарту сипаттамасы.

Дайындалған вариатордағы күштің бейімделу әсерін тексеру 1.1-суретте көрсетілген схема бойынша сынақ стендісінде орындалды (2.1-сурет).

Сынақ стендінде тұрақты қуаттағы электр қозғалтқышы 1 ұсынылған. Электр қозғалтқышы қозғалысты адаптивті беріліс вариаторына 2 береді. Вариатор сыртқы айнымалы жүктемені модельдейтін электр генераторын 3 басқарады.



2.1 сурет - Адаптивті беріліс вариаторын сынауға арналған стенд

Сыртқы жүктеме генератордың 3 қоздыру орамасындағы ток күшін өзгерту арқылы өзгереді. Өлшеу аспаптары бейімделгіш беріліс вариаторының 2 шығыс білігіне қарсылық моментін және оның айналу жиілігін оның кіріс қуатының тұрақты параметрлері кезінде тіркейді. электр қозғалтқышы 1.

2.2, 2.3, 2.4-суреттерде тісті беріліс адаптивті вариаторының тәжірибелік тартым сипаттамасы оның айналу жылдамдығына қарай айналу жылдамдығына байланысты Нм-мен шығыс білігіндегі тарту моментінің өзгеру графигі түрінде берілген.

Қозғалыс жұмыс режиміндегі вариатордың шығыс білігіндегі тарту моменті кедергінің айнымалы моментіне тең.

Тарту сипаттамасы келесі бөлімдерді қамтиды: іске қосу режимі (бастау) - 0А қисығы және қозғалыстың жұмыс режимі - АВС қисығы.

Іске қосу режимінде электр қозғалтқышын қосқаннан кейін қозғау моменті электр қозғалтқышының қуатына сәйкес келетін нөлден номиналды мәнге тез өзгереді. Вариатор іске қосу режимінде (қисық 0А) тұтастай бір еркіндік дәрежесі бар күйде қозғалады.

Қолданылған деректер:

- 1) ω_{H2} - шығыс бұрыштық жылдамдығы.
- 2) ω_{H1} - кіріс бұрыштық жылдамдық.
- 3) M_{H1}, M_{H2} – моменттер.
- 4) P_f – үйкеліс күші

$$P_f(M_{H1} * \omega_{H1}) = (M_{H2} * \omega_{H2}) + P_f \quad (1)$$

$$M_{H2} = \frac{(M_{H1} * \omega_{H1}) - P_f}{\omega_{H2}} \quad (2)$$

1 Мысал

$$M_{H1} = 10 \text{ Нм} \quad \omega_{H1} = 140 \text{ с}^{-1} \quad \omega_{H2} = 60, 80, 100, 120, 140, \quad P_f = 140 \text{ Вт}$$

$$M_{H2} = \frac{(M_{H1} * \omega_{H1}) - P_f}{\omega_{H2}}$$

$$M_{H2} = \frac{(10 * 140) - 140}{60} = 21 \text{ Нм}$$

$$M_{H2} = \frac{(10 * 140) - 140}{80} = 15,75 \text{ Нм}$$

$$M_{H2} = \frac{(10 * 140) - 140}{100} = 12,6 \text{ Нм}$$

$$M_{H2} = \frac{(10 * 140) - 140}{120} = 10,5 \text{ Нм}$$

$$M_{H2} = \frac{(10 * 140) - 140}{140} = 9 \text{ Нм}$$

2 Мысал

$$M_{H1} = 10\text{Нм} \quad \omega_{H1} = 140\text{с}^{-1} \quad \omega_{H2} = 60, 80, 100, 120, 140 \text{ P}^f = 120\text{Вт}$$

$$M_{H2} = \frac{(M_{H1} * \omega_{H1}) - P^f}{\omega_{H2}}$$

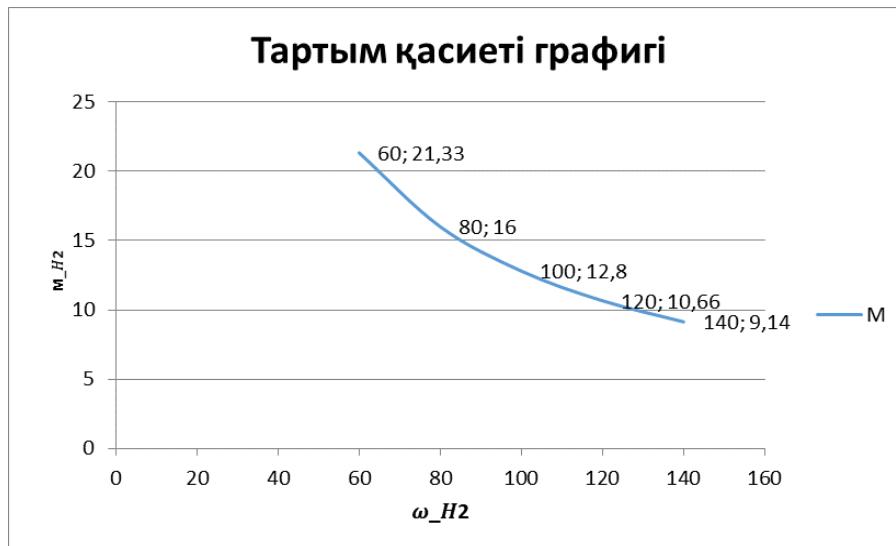
$$M_{H2} = \frac{(10 * 140) - 120}{60} = 21,33\text{Нм}$$

$$M_{H2} = \frac{(10 * 140) - 120}{80} = 16\text{Нм}$$

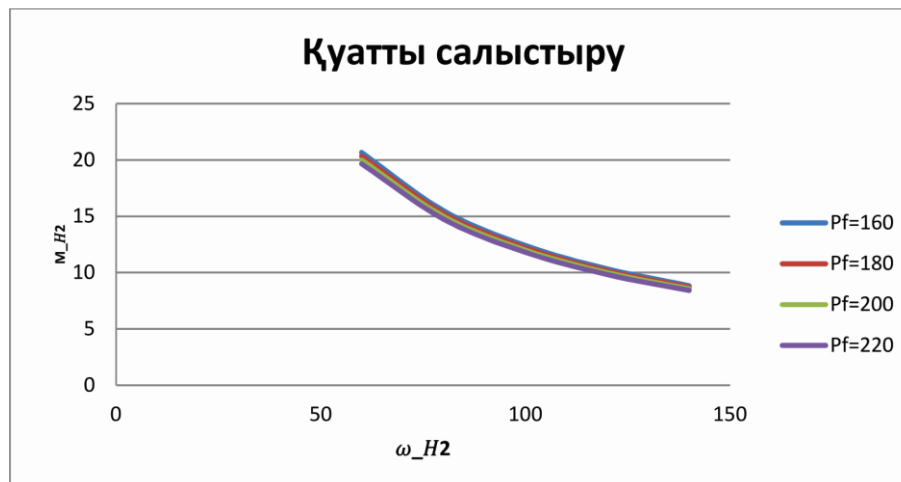
$$M_{H2} = \frac{(10 * 140) - 120}{100} = 12,8\text{Нм}$$

$$M_{H2} = \frac{(10 * 140) - 120}{120} = 10,66\text{Нм}$$

$$M_{H2} = \frac{(10 * 140) - 140}{140} = 9,14\text{Нм}$$



2.2 сурет - Тісті адаптивті вариатордың тәжірибелік тартым сипаттамасы



2.3 сурет - Тісті адаптивті вариатордың тәжірибелік тартым сипаттамасы

P_f мәні $M_{H1} * \omega_{H1}$ мәнінен үлкен болғанда, график теріс жазықтыққа өтеді. Орындалған зерттеу тиімділік жоғалатын P_f шекті мәнін табуға мүмкіндік береді. (2.4-сурет)

$$M_{H1} = 10 \text{ Нм} \quad \omega_{H1} = 140 \text{ с}^{-1} \quad \omega_{H2} = 60, 80, 100, 120, 140 \quad P_f = 1600 \text{ Вт}$$

$$M_{H2} = \frac{(M_{H1} * \omega_{H1}) - P_f}{\omega_{H2}}$$

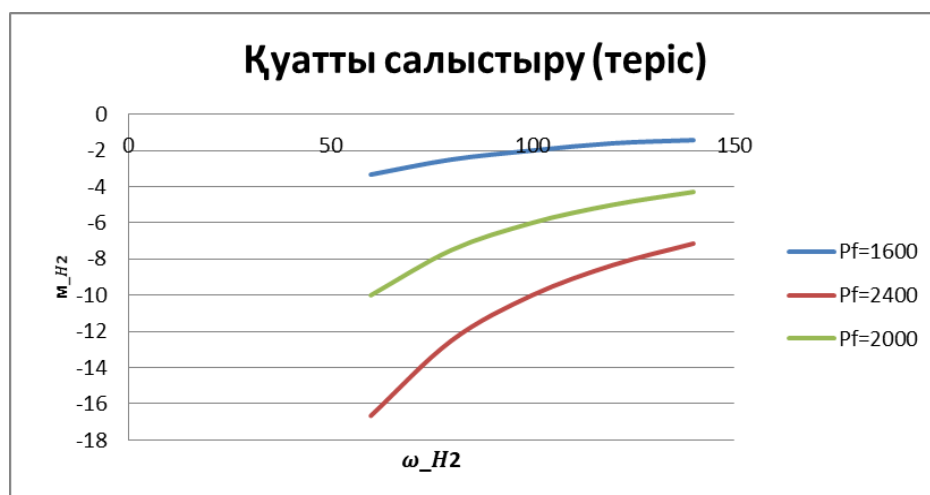
$$M_{H2} = \frac{(10 * 140) - 1600}{60} = -3.33 \text{ Нм}$$

$$M_{H2} = \frac{(10 * 140) - 1600}{80} = -2.5 \text{ Нм}$$

$$M_{H2} = \frac{(10 * 140) - 1600}{100} = -2 \text{ Нм}$$

$$M_{H2} = \frac{(10 * 140) - 1600}{120} = -1.6 \text{ Нм}$$

$$M_{H2} = \frac{(10 * 140) - 1600}{140} = -1.43 \text{ Нм}$$



2.4 сурет - Тісті адаптивті вариатордың тәжірибелік тартым сипаттамасы

Талқылау.

Теориялық нәтижелер сынақ стендінің нәтижелеріне сәйкес келеді. Байланыстар болған кезде екі еркіндік дәрежесі бар кинематикалық тізбектің бөлігі ретінде тұйық контур екі еркіндік дәрежесі бар күйде де (қозғалыстың операциялық режимінде) де, еркіндік дәрежесі бар күйде де қозғалыстың анықтығын қамтамасыз етеді. (іске қосу кезінде).

Жалпы жағдайда екі еркіндік дәрежесі бар кинематикалық тізбек бірқалыпты қозғалыста статикалық анықталған жүйе бола алмайды. Әсер етуші күштердің мәндерін таңдау арқылы екі қозғалмалы кинематикалық тізбектің статикалық анықталуын құру бір еркіндік дәрежесін жоғалтуға әкеледі.

Қорытынды.

Қолданыстағыларға сәйкес, екі қозғалмалы кинематикалық тізбектің параметрлері арасындағы байланысты орнататын ықтимал орын ауыстырулар принципі статиканың

жалпы теңдеуі болып табылады және тепе-теңдік үшін қажетті және жеткілікті шарт болып табылады және параметрлерді өзара байланыстыру үшін пайдаланылуы мүмкін болатын нақты уақыт бойынша белгіленген орын ауыстырулар орын алатын механизм.

Бірқалыпты қозғалыстағы екі қозғалысты жүйенің қозғалысының анықталуы, егер кірісте немесе шығыста уақытқа байланысты екі күш болса, қамтамасыз етілуі мүмкін. Уақытқа байланысты күштің (мысалы, қозғалтқыш күші) тұрақты жылдамдықпен қозғалатын және уақытқа тәуелді орны бар қолдану нүктесі бар. Күштер әрқашан бағаланатын ауырлық күші бірқалыпты қозғалыстағы уақытқа байланысты күш емес. Уақытпен байланысты қарсылық күші бір буынның екіншісіне сыртқы әсерінен үйкеліс арқылы немесе буындар арасында орналасқан тұтқыр сұйықтықтың ішкі үйкелісімен, мысалы, катаракта арқылы жасалуы мүмкін. Қазіргі уақытта бірқалыпты қозғалыста уақытқа байланысты қарсылық күштері қолданылмайды.

Өзін-өзі реттеу механизмдерінің жалпы теориясы зерттелді. Екі қозғалмалы механизмдердің күшке бейімделуінің бұрын жасалған теориясы механизмдердің схемаларын жеңілдету кезінде қозғалыстың анықталуын қамтамасыз ететін өздігінен реттелетін механизмдер теориясының принципті жаңа заңдарымен толықтырылды.

Зерттеу нәтижелері екі қозғалмалы механизмді теориялық зерттеу үшін және оларды тиімді принципті жаңа конструкцияларды құруда практикалық пайдалану үшін, мысалы, адаптивті беріліс вариаторлары үшін пайдаланылуы мүмкін.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Маркеев А.П. Теоретическая механика. - М., Наука. 1990. - 414 с.
- [2] Левитский Н.И. Теория механизмов и машин. - М., Наука. 1979. - 576 с.
- [3] Иванов К.С. Кинестатика двухподвижного механизма. Труды международной научно-практической конференции “КазНТУ образованию, науке и производству РК”, Алматы, 1999. - С. 358-360.
- [4] Иванов К.С. Парадокс механики. - ДЕП в КазГосИНТИ № 8805–КаОО, Алматы, 22.05.2000. - 12 стр.
- [5] Иванов К.С. Теорема о равновесии замкнутого контура. - Теория механизмов и машин. Периодический научно-методический журнал. №2 (16). 2010. Том 8. Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. - С. 85 – 89.
- [6] Иванов К.С. Оценка работоспособности бесступенчато регулируемой передачи в виде механизма с двумя степенями свободы. - Труды 2-й Международной научно-практической конференции «Машиностроение. Наука и образование». МОН РФ. Союз машиностроителей России. СПб гос. политехнический университет. Санкт-Петербург. 14 – 15.06.2012. - С. 365 – 374.
- [7] Ivanov K.S. Theory of Continuously Variable Transmission (CVT) with Two Degrees of Freedom. Paradox of mechanics. Proceedings of the American Society of Engineers Mechanics (ASME) International Mechanical Engineering Congress & Exposition (IMECE 2012). Houston, Texas, USA. 2012. - PP 543 – 562.
- [8] Ivanov K.S. Discovery of the Force Adaptation Effect. - Proceedings of the 11th World Congress in Mechanism and Machine Science. V. 2. April 1 - 4, 2004, Tianjin, China. – P. 581 - 585.
- [9] Ivanov K.S. Effect of force adaptation in mechanics. - Journal of Mechanics Engineering and Automation. Vol. 1, N 3. Liberville, USA. 2011. - P. 163 – 180.
- [10] Ivanov K.S. Paradox of mechanics – a basis of creation of CVT. - Transactions of 2-d IFToMM Asian Conference on Mechanisms and Machines Science. November 7-10, 2012, Tokyo, Japan. - P. 245 – 264.

[11] Ivanov K.S. Drive of Extreme Transport Technique. - International Conference on Mechanical Engineering of Romania Association (ICMERA) 2012. Romania Bucharest. 2012. - PP 61 - 70.

[12] Ivanov K.S. Design of toothed continuously variable transmission in the form of gear variator. - Balkan Journal of Mechanical Transmissions (BJMT). Volume 2(2012), Issue 1, 2012. - PP 11 - 20.

[13] Ivanov K.S. Self-Adjusting Motor-Wheel with CVT. - International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT). Volume 2, Issue 4. Florida. USA. 2012. - PP189 – 195.

[14] Иванов К.С. Теорема о равновесии замкнутого контура. //Теория механизмов и машин. Периодический научно-методический журнал. №2 (16). 2010. Том 8. Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. С. 85 – 89.

[15] Ivanov Konstantin. Optimal Design of Adaptive Toothed Variator (CVT). EngOpt 2018, Proceedings of the 6th International Conference on Engineering Optimization. Springer. Lisbon. 2018. PP 1178 -1192.

[16] Ivanov K. S. To the Discovery «Effect of Force Adaptation» 20-th Anniversary. Proceedings of 2015 IFToMM Workshop on History of Mechanism and Machine Science. May 26-28, 2015, St-Petersburg, Russia. PP 126 – 135.

[17] Иванов К.С. Зубчатые вариаторы. Теория, анализ, синтез, коробки передач, приводы. Монография. Раритет. Алматы. 2015. - 100 с.13.

[18] Ivanov K.S. Toothed variators. Theory, analysis, synthesis, gear boxes, drives. Monograph. Raritet. Almaty. 2015. - 89 p.

REFERENCES*

[1] Markeev A.P. Theoretical Mechanics. - M., Nauka. 1990. - 414 p.

[2] Levitsky N.I. Theory of mechanisms and machines. - M., Nauka. 1979. - 576 p.

[3] Ivanov K.S. Kinetostatics of a two-moving mechanism. Proceedings of the International scientific and practical conference “KazNTU education, Science and Production of the Republic of Kazakhstan”, Almaty, 1999. - pp. 358-360.

[4] Ivanov K.S. The paradox of mechanics. - DEP in KazGosINTI No. 8805–KAO, Almaty, 22.05.2000. - 12 p.

[5] Ivanov K.S. Closed-loop equilibrium theorem. - Theory of mechanisms and machines. Periodical scientific and methodological journal. No. 2 (16). 2010. Volume 8. St. Petersburg State Polytechnic University. - pp. 85-89.

[6] Ivanov K.S. Evaluation of the operability of steplessly adjustable transmission in the form of a mechanism with two degrees of freedom. - Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference "Mechanical Engineering. Science and education". Ministry of Education of the Russian Federation. Union of Machine Builders of Russia. St. Petersburg State Polytechnic University. St. Petersburg. 14 – 15.06.2012. - pp. 365 – 374.

[7] Ivanov K.S. Theory of Continuously Variable Transmission (CVT) with Two Degrees of Freedom. Paradox of mechanics. Proceedings of the American Society of Engineers Mechanics (ASME) International Mechanical Engineering Congress & Exposition (IMECE 2012). Houston, Texas, USA. 2012. - PP 543 – 562.

[8] Ivanov K.S. Discovery of the Force Adaptation Effect. - Proceedings of the 11th World Congress in Mechanism and Machine Science. V. 2. April 1 - 4, 2004, Tianjin, China. – P. 581 - 585.

[9] Ivanov K.S. Effect of force adaptation in mechanics. - Journal of Mechanics Engineering and Automation. Vol. 1, N 3. Liberville, USA. 2011. - P. 163 – 180.

- [10] Ivanov K.S. Paradox of mechanics – a basis of creation of CVT. - Transactions of 2-d IFToMM Asian Conference on Mechanisms and Machines Science. November 7-10, 2012, Tokyo, Japan. - P. 245 – 264.
- [11] Ivanov K.S. Drive of Extreme Transport Technique. - International Conference on Mechanical Engineering of Romania Association (ICMERA) 2012. Romania Bucharest. 2012. - PP 61 - 70.
- [12] Ivanov K.S. Design of toothed continuously variable transmission in the form of gear variator. - Balkan Journal of Mechanical Transmissions (BJMT). Volume 2(2012), Issue 1, 2012. - PP 11 - 20.
- [13] Ivanov K.S. Self-Adjusting Motor-Wheel with CVT. - International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT). Volume 2, Issue 4. Florida. USA. 2012. - PP189 – 195.
- [14] Ivanov K.S. The closed-loop equilibrium theorem. //Theory of mechanisms and machines. Periodical scientific and methodological journal. No. 2 (16). 2010. Volume 8. St. Petersburg State Polytechnic University. pp. 85-89.
- [15] Ivanov Konstantin. Optimal Design of Adaptive Toothed Variator (CVT). EngOpt 2018, Proceedings of the 6th International Conference on Engineering Optimization. Springer. Lisbon. 2018. PP 1178 -1192.
- [16] Ivanov K. S. To the Discovery «Effect of Force Adaptation» 20-th Anniversary. Proceedings of 2015 IFToMM Workshop on History of Mechanism and Machine Science. May 26-28, 2015, St-Petersburg, Russia. PP 126 – 135.
- [17] Ivanov K.S. Gear variators. Theory, analysis, synthesis, gearboxes, drives. Monograph. A rarity. Almaty. 2015. - 100 p.13.
- [18] Ivanov K.S. Toothed variators. Theory, analysis, synthesis, gear boxes, drives. Monograph. Raritet. Almaty. 2015. - 89 p.

Kalimagul Bakhiyeva, doctoral student, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, kalima06@mail.ru

Gulmira Abdreshova, doctoral student, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, gulmira.abdreshova.82@mail.ru

Konstantin Ivanov, doctor of technical sciences, professor, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G. Daukeev, Almaty, Kazakhstan, k.ivanov@aes.kz

Suleimen Kaimov, PhD, senior lecturer, al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, kayim.suleimen@mail.ru

INVESTIGATION OF THE OUTPUT PARAMETERS OF A DEFINABLE ADAPTIVE GEAR VARIATOR

Abstract. A kinematic chain with two degrees of freedom and one input can have motion definability only if there is a differential constraint that takes into account velocities. Such a chain is a mechanism with a fundamentally new property of force adaptation.

The article presents a study of the input parameters of self-adjusting adaptive mechanisms and outlines the principle of motion definability. The use of self-adjusting adaptive mechanisms in the gripping of a manipulator robot is considered.

Currently, scientific studies have been carried out on adaptive variators that provide self-tuning to an external load [5–12]. The adaptive transmission mechanism ensures the transfer of motion from the engine of constant power to the working body at a speed inversely proportional to the load. The adaptive mechanism has the property of mechanical adaptation. Mechanical

adaptation is the ability of a mechanism to independently adapt to a variable technological load by changing the speed without any control system.

A self-adjusting transmission mechanism is a mechanism that provides a constant independent change in the gear ratio depending on the resistance to movement at a constant input power. In most machines, the speed of the transmission mechanism with a variable gear ratio is controlled. The single free freedom mechanism does not control the gear ratio on its own without a control system.

Patented two-moving self-adjusting mechanical systems have not received practical application due to the conditionality of the determinability of movement.

Theoretically, the principle of possible displacements ensures the static definability of a kinematic chain with two degrees of freedom. But practically under load, the output shaft stops, and the kinematic chain goes into a single-moving state.

This article analyzes the definability of the movement of a kinematic chain with two degrees of freedom and develops principles for creating effective statically determined self-regulating mechanisms.

Keywords. Adaptive gear variator, self-adjusting mechanism, motion definability.

Калимагуль Бахиева, докторант, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, kalima06@mail.ru

Гульмира Абдрешова, докторант, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, gulmira.abdrashova.82@mail.ru

Константин Иванов, д.т.н., профессор, Алматинский университет энергетики и связи имени Г.Даукеева, Алматы, Казахстан, k.ivanov@aues.kz

Сулеймен Каимов, PhD, старший преподаватель, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, kayim.suleimen@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОПРЕДЕЛИМОГО АДАПТИВНОГО ЗУБЧАТОГО ВАРИАТОРА

Аннотация. Кинематическая схема с двумя степенями свободы и одним входом может обнаруживать движение только при наличии дифференциального ограничения, учитывающего скорости. Такая схема представляет собой механизм с новым свойством силовой адаптации.

В статье представлено исследование выходных параметров самонастраивающихся адаптивных механизмов и изложен принцип определмости движения. Рассмотрено использование самонастраивающихся адаптивных механизмов при схвате работа манипулятора.

В настоящее время ведутся научные исследования адаптивных вариаторов, обеспечивающих саморегуляцию к внешней нагрузке [5–12]. Адаптивный зубчатый механизм обеспечивает передачу движения от двигателя постоянной мощности на рабочий орган со скоростью, обратно пропорциональной нагрузке. Механизм адаптации имеет свойство механической адаптации. Механическая адаптация – это способность механизма самостоятельно приспосабливаться к переменной технологической нагрузке путем изменения скорости без какой-либо системы управления.

Саморегулирующийся передаточный механизм – это механизм, обеспечивающий непрерывное независимое изменение передаточного числа за счет сопротивления движению при постоянной подводимой мощности. В большинстве машин регулирование скорости осуществляется с помощью механизма трансмиссии с переменным

передаточным числом. Механизм с одной степенью свободы не способен сам по себе без системы управления изменять передаточное число.

Запатентованные саморегулирующиеся механические системы с двумя движениями не нашли практического применения из-за отсутствия обнаружения движения.

Принцип теоретически возможных перемещений обеспечивает статическое определение кинематической цепи с двумя степенями свободы. Но на практике под нагрузкой выходной вал останавливается, а кинематическая цепь переходит в состояние единичного движения.

В данной статье анализируется обнаружение движения кинематической цепи с двумя степенями свободы и разрабатываются принципы эффективного построения статически детерминированных саморегулирующихся механизмов.

Ключевые слова. Адаптивный зубчатый вариатор, самонастраивающийся механизм, определимость движения.
