

БУРЧАК ТЕЗЛАНИШ ДАТЧИГИ

ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ
МИЛЛИЙ ТАДҚИҚОД УНИВЕРСИТЕТИ

“Электротехника ва мехатроника” кафедраси

70810502 – «Сув хужалигида Smart(интеллектуал) улчаш тизимлари ва
асбоблари» МУТАХАССИСЛИГИ

2-БОСҚИЧ МАГИСТРАНТИ ГАДОЙМУРОДОВ АРСЛОН

КИРИШ.

Бурчак тезланиш датчигининг конструкцияси таклиф қилинган. Назарий асослаш келтирилган, ўзгарткич функциясининг аналитик ифодаси олинган. Ўзгарткич функцияси чизиқли. Датчик генератор типли бўлиб, ташиқ электр манбанинг зарурати йўқ. Датчик конструкциясида оригинал лентали шарнир қўлланилган. Асосий ўзгартириш магнитоэлектр хусусиятда. Датчик амалда кенг қўлланилиши мумкин, масалан, айланувчи валларнинг айланиш тебранишларини ўлчаш учун.

Калит сўзлар: датчик, бурчак тезланиш, шарнир, инерцион масса, электр сигнал.

Механизмларнинг экспериментал изланишларида қатор ҳаракат параметрлари назорат қилинади, улар орасида кинематик занжирнинг алоҳида звеноларининг тезланиши муҳим ўрин тутади.

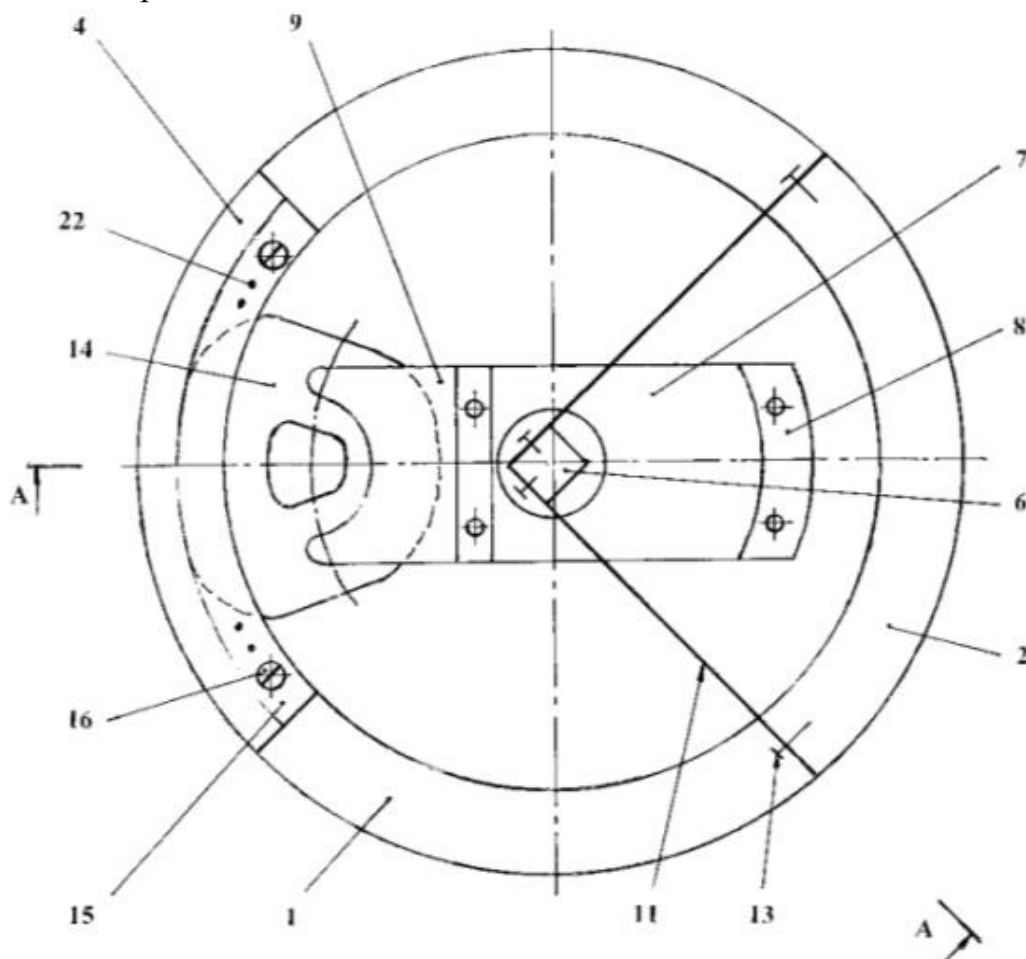
Илгариланма ва айланма звеноларнинг тезланишини ўлчашда бирламчи ўзгарткич сифатида эгилувчи элемент билан яхлит бўлган инерцияли массадан фойдаланилади. Инерцияли массанинг силжиши индуктив [1], сизим [2], автотебранишли [3] ва магнитоэлектрик [4] ўзгарткичлардан фойдаланиб қайд қилинади. Уларнинг орасида магнитоэлектрик ўзгарткичлар қатор афзалликлари билан характерланади, хусусан бундай иккиламчи ўзгарткичли датчик генераторли типга тегишли бўлиб, алоҳида электр таъминоти талаб қилмайди.

Мавжуд бурчак тезланиш датчиклар конструкциясининг тахлили кўрсатадики, уларда иккита камчилик мавжуд:

– ўзгарткичлар характеристикаларининг ноқизиқлилиги;

– ўзгартириш функциясига бирламчи ўзгарткичнинг резонанс частотаси таъсир кўрсатади.

Мавжуд датчиклар конструкциясининг кўрсатиб ўтилган камчиликлари ўлчов аниқлигини чегаралайди.

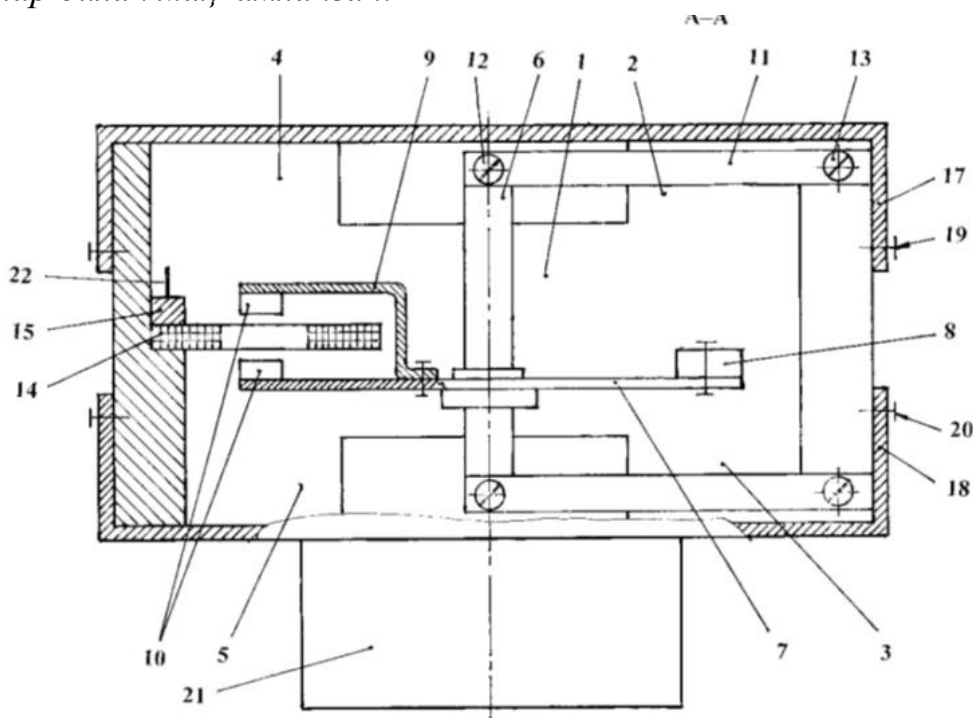


1-расм. Переходниги ечиб олинган холда юқоридан кўриниши

Мавжуд конструкцияларнинг кўрсатиб ўтилган камчиликларидан холи бўлган бурчак тезланиш датчигини яратиш бўйича асосий техник ечимлар таклиф қиламиз. Датчикнинг монтажи учун асос бўлиб корпус 1 хизмат қилади. Корпус трубкали конструкциядан тайёрланган бўлиб, материалнинг четларидаги қисми олиб ташланиб, сектор кўринишида қолдирилган:

- юқориги 2 ва пастки 3 (бу ерда чизмага қараб ориентация олинади);
- эгилувчи элемент секторлари; юқориги сектор 4;
- иккиламчи ўзгарткич сектори, пастки сектор 5 ёрдамчи функцияни бажаради, хусусан унинг ҳисобига эгилувчи элемент маҳкамланиш жойларига яқинлашиш ва хавфсиз хизмат кўрсатиш имконияти бўлади.

Инерцион масса, уни тебранувчи система билан ўхшашиликдаги баланс деб атаймиз, вал 6 ва қанот 7 билан ҳосил қилинган. Валнинг ўрта қисмида цилиндрик базавий белбоғ ва қанотни маҳкамлаш учун развальцовка усули билан қирқилган расточка бажарилган. Вал четлари квадрат кесимли бўлиб, унга эгилувчи элементни маҳкамлаш учун резьбали тешиклар тайёрланган. Баланснинг қаноти тасма шаклида бўлиб, листли магнитўтказгичли материалдан тайёрланганли. Қанотнинг бир четида магнитли система ҳосил қилинган, а иккинчи томонида эса унга мос оғирлик 8 ўрнатилган (противо-вес). Магнит системага магнитўтказгич 9 ва ўқий магнитланувчи тўртта доимий магнит 10 киради, бунда иккита магнит қанотда 7 маҳкамланган (елимланган), а бошқа иккитаси эса икки тирқиш ҳосил қилиб магнит ўтказгичда 9 ўрнатилган. Магнитлар шундай жойлаштириладики, магнит тирқишларда (зазорларда) магнит индукция векторлари турли йўналишида бўлади. Таъкидлаш жоизки, қанот 7 ва магнитўтказгич 9 материалнинг нисбий магнит сингдирувчанлигига талаблар минимал, чунки датчик ишлаб турганида тирқишларда (зазор) магнит оқимлари йўналишлари ўзгармайди. Доимий магнитлар материали сифатида платинаксдан (ПлК76 ёки ПлК78) фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлади. Магнитўтказгич 9 ва унга мос оғирлик 8 қанотга 7 заклепкалар билан маҳкамланган.



2-расм. 1 расмни А-А қирқими

Эластик звено, четларида маҳкамлаш учун тешиклари бўлган, тўртта текис пружиналардан 11 иборат. Ҳар бир пружиналар жуфтлиги бир текисликда жойлашган ва бир томонидан винтлар 12 ёрдамида валнинг 6 квадрат шаклли думи учиди маҳкамланган, бошқа томонидан эса винтлар 13

ёрдамида 2 ва 3 секторларнинг мос қирраларига маҳкамланган. Пружиналар жуфтлиги жойлашишида ўзаро 90° ҳосил қилади. Умуман олганда пружиналар тасмали эгилувчи (эластик) шарнир ҳосил қилган. Иккиламчи ўзгарткич таркибига, юқорида келтирилган магнит системадан таиқари, текис каркассиз бифиляр (иккита симга ўралган) электромагнит галтак 14 қиритилган. Галтак О-қўринишли шаклга эга бўлиб, магнит тирқишлар (зазорлар) зонасида жойлашган ва баланс айланиши ўқиға нисбатан радиал бўлган иккита бўлмадан иборат, а боиқа бўлмалар технологик нуқтаи назаридан бажарилади. Унинг тайёрланишининг бир варианти қуйидагича бўлади. Галтакни цилиндрик карксга ўралади, бунда ўтказгич сим клей (лак) билан қопланади. Кейин галтак технологик каркаسدан «нам» холатида ечиб олинади ва талаб қилинган шаклга туширилади ва қурилади. Галтак қуриганидан кейин яхлит қаттиқ детал холиға келади. Галтакни тайёрлаишда чулғам сими сифатида лак изоляцияли мис сим, масалан ПЭЛ ёки ПЭВ маркали сим олиниши мумкин. Электр галтак 4 сектор поғонасида планкалар 15 ва винтлар 16 воситасида маҳкамланади.

Датчикнинг ишчи ҳажми, корпусига 1 винтлар 19, 20 ёрдамида маҳкамланадиган, иккита коса шаклидаги деталлар билан ёпилган. Юқориги деталь 17 - улагич – датчикни изланиши объекти билан уланиши учун хизмат қилади. Пастки деталь 18 – ток олиши қопқаси – типавий халқали ток олгични 20 маҳкамлаш учун мўлжалланади. Токолгич (Токосъёмник) қўзғалмас щеткалар билан контактланувчи таиқи электр ўтказувчи халқаси бўлган электризоляцияли втулкадан иборат бўлади. Токолгич халқасининг ички сирти билан электр галтакнинг 14 W_n ва W_d секциялари билан электрик боғланиши монтаж сими воситасида, масалан корпус 1 ичида елимланган МГШВ- 0,12 симида, амалға оширилади. Монтаж симини ва галтак ўралган симлари учини пайвандлаш учун контакт таянчлари 22 ва планка 15 қўлланилади.

Датчикнинг узатиши функциясини аниқлаймиз. Реал конструкцияда текис пружиналар массаси баланс массасидан анча кам бўлади, шу сабабли пружиналарнинг инерциясини ҳисобға олмаймиз.

Инерцияли жисм ва эластик осмадан иборат бирламчи ўзгарткич учун моментлар қуйидаги характерли бўлади:

$$(1) \quad \begin{aligned} M_g &= D\varphi; \\ M_m &= h\dot{\varphi}, \end{aligned}$$

бу ерда: M_g – пружинанинг тикланувчи моменти;

M_m – ииқаланиши моменти (ҳавонинг қаршилиги);

D – пружиналарнинг қаттиқлиги ;
 h – юмшоқ ишқаланиш коэффициентини;
 – мос равишда баланснинг бурчакли оғиши ва бурчак тезлиги,

Бирламчи ўзгарткичга ўлчанаётган тезланишдан юзага келган момент таъсир кўрсатади:

$$M(t) = I E(t), \quad (2)$$

бу ерда: I – баланснинг инерция моменти;

$E(t)$ – ўлчанаётган тезланиш.

Бу момент (2) таъсирида баланснинг ҳаракат тенгламаси қуйидаги кўринишда бўлади:

$$I\ddot{\varphi} + h\dot{\varphi} + D\varphi = M(t). \quad (3)$$

Бу тенгламани (3) бошқача ёзишимиз мумкин:

$$\ddot{\varphi} + 2\beta\dot{\varphi} + \omega_0^2 = M(t)/I, \quad (4)$$

бу ерда: $\omega_0 = \sqrt{\frac{D}{I}}$ баланс-эластик звено системасининг циклик (доиравий) частотаси;

$$\beta = \frac{h}{2I} \text{ – сўниш коэффициенти.}$$

$M(t)$ момент таъсирида баланснинг ҳаракатланиш характери сўниш коэффициенти β билан аниқланади.

Агар кам сўниш коэффициентида ($\beta < \omega_0$) системага тезланиш сакраши таъсир этса ε_1 , сўнувчи тебранувчи жараёнга эга бўламиз. Унинг частотаси қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\omega_u = \sqrt{\omega_0^2 + \beta^2};$$

$$\varphi = \frac{I}{D} \varepsilon_1 e^{-\beta t} \sin(\omega_u t - \psi). \quad (5)$$

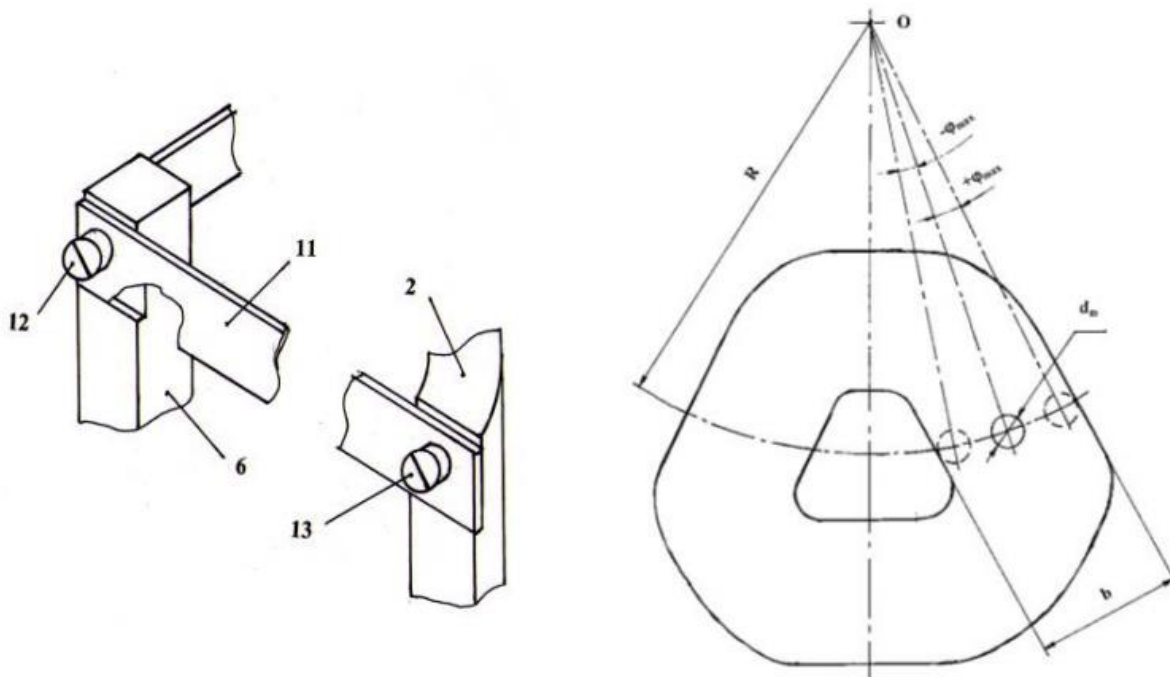
Умумий ҳолда функция $\varepsilon(t)$ ихтиёрий кўринишда бўлиши мумкин. Бу функцияни гармоник Фурье қаторига ёйиши мумкин:

$$\varepsilon(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos n\Omega t + b_n \sin n\Omega t). \quad (6)$$

Қатордан кўринадики, функциянинг Фурье қаторига ёйилмаси доимий ташиқил этувчисидан a_0 ташиқари, карралик частотали гармоникаларга хам эга бўлади:

$$\lambda_n(t) = a_n \cos n\Omega t + b_n \sin n\Omega t = A_{mn} \cos(n\Omega t - \Psi_n), \quad (7)$$

бу ерда: $A_{mn} = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}; \operatorname{tg} \Psi_n = b_n / a_n.$



3-р. Пружиналарнинг маҳкамланиши. 4-р. Ҳисобий схема.

Гармоникаларнинг бирортасининг (частотаси) $n\Omega$ датчикнинг хусусий частотаси билан тўғри келса резонанс пайдо бўлади, натижада узатиш функциясининг деформациясига олиб келади. Бу ходисани олдини олиш учун гатак 14 нинг демпферловчи секциясидаги (W_d) доимий токни ўзгартириш билан сўниш коэффициентини оширилади.

$$\beta = \omega_0 \quad (8)$$

$\beta = \omega_0$ бўлганида датчикнинг тебранувчи системаси аperiодик бўлади.

Агар $\varepsilon(t) = \varepsilon_0 t$, бўлса қуйидагича ёзишимиз мумкин:

$$\varphi = \frac{I}{D} \varepsilon(t) = \frac{I}{D} \varepsilon_0 t. \quad (9)$$

Баланснинг бурчак тезлиги қуйидагини ташиқил қилади:

$$\dot{\varphi} = \frac{I}{D} \varepsilon_0. \quad (10)$$

Баланснинг бурилиш бурчагининг ишчи диапозони оралигида $-\varphi_{\max}$ дан $+\varphi_{\max}$ гача магнит тирқишлар (азорлар) кесим залтак кенлиги оралигидан ташиқарига чиқмайди. (10) ифодадаги бурчак тезлигида W_i секциясида индукцияланган ЭЮК катталиги қуйидагича бўлади:

$$e_u = \frac{IBd_m^2 HK_3}{Dd} \dot{\varphi}, \quad (11)$$

бу ерда: B – магнит тирқишлардаги (азорлар) индукция;

d_m – магнитлар диаметри;

H – залтак қалинлиги;

d – залтакка ўралган чулғам симининг диаметри;

K_3 – залтакнинг тўлдириш коэффициентини.

(11) ифодада иккала W_i ва W_d секциялар бир хил диаметрли симдан ўралган ва ўтказгичларнинг иккала бўлмасидаги ЭЮКлар икки магнит тирқишлар кенлигида пайдо бўлади деб ҳисобланган.

Ихтиёрий ε системаси учун (10), (11) формулаларни ҳисобга олган холда (8) шарт бўйича датчикнинг узатиш функциясини қуйидаги кўринишида оламиз:

$$\varepsilon = \frac{dD^2}{BI^2 d_m^2 HK_3} e_u, \quad (12)$$

ёки конкрет бажарилган датчик учун ёзишимиз мумкин:

$$\varepsilon = Ke_u,$$

яъни ўлчанаётган тезланиш ε залтакнинг $14 W_i$ секциясидаги ЭЮК e_u га пропорционал ва қутби ўлчанаётган тезланиш ишорасига мос келади. Ўлчаи диапозонининг чегаравий қийматлари геометрик ўлчамлари билан аниқланади –

4-расм – $+\varepsilon_{\max}$ (тезланиш) қиймати баланснинг φ_{\max} бурилиш бурчагига мос келади, $-\varepsilon_{\max}$ (секинланиш) қиймати баланснинг $-\varphi_{\max}$ бурилиш бурчагига мос келади. Рухсат этилган бурилиш бурчаги қуйидагича бўлади:

$$\varphi_{\text{доп}} = (b - d_m) / R_6. \quad (13)$$

Ўлчаи диапазоннинг пастки чегаравий қийматлари еи ЭЮК сигналини қайд қилувчи иккиламчи асбобнинг сезгирлиги билан аниқланади. Бурчак тезланиши датчиги қуйидагича ишлайди. Ўтказгич 17 ёрдамида (орқали) датчик изланиш объектига ўрнатилади, токолгич щеткалари унинг халқаларига келтирилади ва уларни иккиламчи асбобга уланади. Кейин эксперимент ўтказилади. Бурчак тезланиши пайдо бўлганида датчик баланси маълум даражада бурилади, натижада галтакнинг 14 Wi секциясида еи ЭЮК пайдо бўлади. Иккиламчи асбоб (12) формула бўйича еи қиймати га ишлов беради. Шундай қилиб, таклиф этилаётган бурчак тезланиш датчиги ўзгарткичи чизиқли характеристикали бўлиб, керакли аниқикда объект параметрини назорат қилаиб туради. Датчик конструкцияси оддий ва технологик. Датчик бурчак тезланишларининг ҳам мусбат ўзгаришларини ҳам манфий ўзгаришларини назорат қила олади.

Адабиётлар рўйхати.

1. Тезлаштириш сенсори. Патент РУ 2247992 ИПС Г01П 15/12 // О.Т. Федоркин. 10.03.2005 йилда чоп етилган.
2. Инертиал ахборотни конвертор. Патент РУ 2199755 ИПС Г01П 15/13, 9/02 / В.И. Базҳенов, К.А. Баҳонин, В.П. Будкин ва бошқалар. Чоп етилган 27.02.2003. Техник фан 183
3. Акселерометр. Патент РУ 2481588 ИПС Г01П 15/13 / В.В. Кулешов, В.В. Савелийев, Д.В. Кулкшов. 2013-йил 10-майда чоп етилган.
4. Бурилиш тебранишини ўзгартирувчи. Патент РУ 142033 ИПС Г01П 3/04 / И.А. Башкирова, Л.Е. Каткова, Л.Н. Шарйгин. Чоп етилган 20.06.2014