

МАШИНАТРАКТОРЛИ АГРЕГАТЛАРНИНГ ЕР ҲАЙДАШ ЖАРАЁНЛАРИДА ЭНЕРГЕТИК ҲОЛАТИНИ БАҲОЛАШ ВА ЭКСПЛУАТАЦИОН МАССАСИНИ ҲИСОБЛАШ

Матякубов Ж.З

Урганч RANSH технология университети ўқитувчиси

АНАТАЦИЯ.

Ушбу мақолада универсал-чоппик тракторини лойиҳалаш жараёнлари учун тупроққа ишлов беришдаги динамик жараёнлар параметрларини моделлаштириш ва оптималлаштириш кўзда тутилган. 2-тур Лагранж тенгламаларидан фойдаланиб, ер ҳайдаш жараёнининг дифференциал тенгламалари тузилган. Плуг билан агрегатланган тракторнинг энергетик ҳолатини баҳолаш учун Гамельтоннинг каноник тенгламаларидан фойдаланилган ҳолда тизимнинг тўлиқ механик энергиясини ифодалович тенгламалар тузилди ва тракторни юритиш қисмдаги қувват тақсимланишини аниқлаш имконини берди.

ABSTRACT

This article provides modeling and optimization of parameters of dynamic processes in soil tillage for the design process of a universal tillage tractor. Using type 2 Lagrangian equations, the differential equations of the earth plowing process are formulated. In order to evaluate the energy status of the tractor aggregated with the plug, using Gamelton's canonical equations, the equations representing the full mechanical energy of the system were created and driving the tractor made it possible to determine the power distribution in the part.

Калит сўзлар: универсал-чоппик трактори, моделлаштириш, оптимал бошқариш, ўтиш жараёни, энергетик ҳолат, эксплуатацион массаси.

Keywords: universal tillage tractor, modeling, optimal control, transition process, energy state, operating mass

Кириш.

Ўзбекистон қишлоқ жўжалиги машинасозлиги конструкторлик-технологик марказида эксплуатацион параметрлари юқори бўлган янги универсал-чоқиқ тракторлари оиласи ишланмоқда. Бу тракторларнинг параметрлари уларни нафақат қишлоқ хўжалигида, балки саноат ва кундалиқ қурилишда, йўллар қуриш ва уларни таъмирлашда, коммунал хўжалиқ ишларида ва бошқа соҳаларда қўллаш имкониятини таъминлаб беради. Янги ишлов бериш машиналари ва асбобларини яратишда, шунингдек механик ишлов бериш пайтида тупроқнинг технологик хусусиятлари, унинг солиштирма қаршилиги ва иш органларининг емирилишига таъсири ҳисобга олинади.

Мавзуга оид адабиётлар таҳлили

Мақолада сўқмоқларга ишлов бериш учун машинанинг ишлашининг математик модели тасвирланган. Машинанинг ишлаш хусусиятлари кўриб чиқилади, ишлаб чиқилган математик модел бўйича ҳисоблаш тажрибасининг натижалари келтирилган[7].

Мақолада юқори сифатли плугнинг ишчи юзасини моделлаштириш алгоритми тасвирланган. Техник объектларнинг функционал юзаларининг геометрик сифатини баҳолаш мезонлари берилган.

Ушбу мезонларга мувофиқ маданий ва ярим винтли турдаги плугнинг ишчи юзасини шакллантиришнинг стандарт схемасини таҳлил қилиш амалга оширилади. Стандарт схеманинг камчиликлари аниқланиб, плуг ишчи юзасининг паст геометрик сифатига олиб келади. Плуг ишчи юзасининг юқори геометрик сифатини таъминлайдиган плугнинг ишчи юзасини шакллантириш алгоритмини ўзгартириш таклиф етилади.

Пичоқнинг контурини шакллантириш усули пичоқнинг пастки қисмини пичоқнинг қирраси билан шакллантиришни таҳлил қилиш ва йўқ қилиш билан таклиф етилади. Тавсия етилган алгоритм бўйича плуг ишчи юзасининг сифати оқим кўриш тизимида плуг танасининг тупроқ-динамик хусусиятларини синаб кўриш орқали текширилади [10].

Тупроқ муҳитининг физик-механик хусусиятлари ва ишчи органларнинг дизайн параметрлари ва ишлов бериш жараёнининг технологик параметрлари билан боғлиқ чегара шароитлари билан боғлиқ моделнинг дастлабки иш шароитлари белгиланади. Чекланган фарқ усулини амалга оширишга асосланган ишлаб чиқилган моделнинг рақамли ечими таклиф этилади. Қонуннинг математик моделини ҳал қилиш асосида ташкил етилган. Иш органларининг тупроқ билан ўзаро таъсирини рақамлаш, ишлов берилган катламнинг деформацияланган ҳолати, кучланишларнинг ҳажмий тақсимланиши ва тупроқнинг ишчи юзаси бўйлаб ҳаракатланиши бу ишчи органларга таъсир қилувчи кучларни ва уларнинг ишларининг сифат кўрсаткичларини аниқлашга имкон беради, бу еса ишчи органларнинг оқилона дизайни ва технологик параметрларини асослаш имкониятини беради [8].

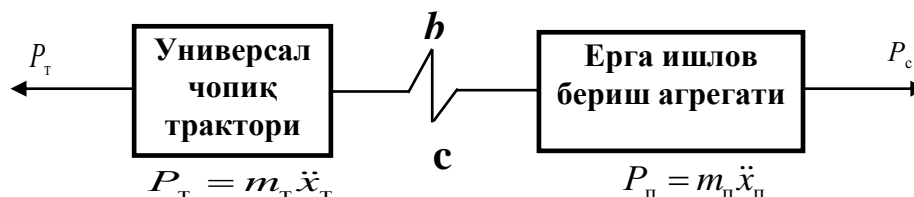
Тупроққа ишлов бериш асбобларининг энергияга бўлган эҳтиёжини моделлаштириш 1960-йиллардан бошлаб амалга оширилди. Сўнгги йилларда, янада кучли компьютерлар ва янада мураккаб компьютер моделлари ва дастурларини ишлаб чиқиш тупроққа ишлов бериш самарадорлиги ва кувват талабларини моделлаштириш ва башорат қилиш қобилиятимизни кескин оширди. Тупроққа ишлов беришнинг ҳар хил турларидаги асбоблар, масалан, ишлов бериш асбоби билан тупроқ ҳаракати, тупроқнинг бузилиши профили ва экин қолдиқларни бошқариш ва гўнгни инъекция қилиш ва бошқалар. Турли хил математик моделлар ишлаб чиқилган. аналитик, рақамли ва эмпирик ёндашувлар. Ушбу мақолада буларнинг аниқ шарҳини беришга ҳаракат қилинган [9].

Тадқиқот методологияси

Мақолани тайёрлашда abstract ва аналитик мушоҳада, қиёсий таҳлил, Рунге-Кутта сонли усули ҳамда бошқа усуллардан фойдаланилди.

Тахлил ва натижалар

Ер ҳайдаш жараёнини динамик модели тузамиз



1-расм. Ер ҳайдаш жараёнини динамик модели

Манба: Муаллиф ишланмаси

Иккинчи турдаги Лагранж тенгласидан фойдаланиб

1-расмга асосланиб ер ҳайдаш жараёнини математик моделини тузамиз [1-2].

$$\left. \begin{aligned} m_T \ddot{x}_T &= P_T - b(\dot{x}_T - \dot{x}_П) - c(x_T - x_П) \\ m_П \ddot{x}_П &= b(\dot{x}_T - \dot{x}_П) + c(x_T - x_П) - P_c \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

бу ерда \dot{x}_i, \ddot{x}_i - трактор ва плугнинг ер ҳайдаш жараёнидаги тезлик ва тезланишлари; b, c - трактор ғилдираклари шинасининг қовушқоқлик ва бикрлик коэффицентлари; P_i - тракторнинг тортиш ва плугнинг қаршилик кучлари [9].

Ер ҳайдаш жараёнини тадқиқ қилиш учун Рунге-Кутта сонли усулини қўллаб бошланғич $t=0$ шарт асосида ҳисоблаш эксперименти ўтказилди ва натижалар жадваллар ва графиклар кўринишида олинди [6]. 1-жадвалда математик моделлар (1) ни ечишдан олинган натижалар келтирилган.

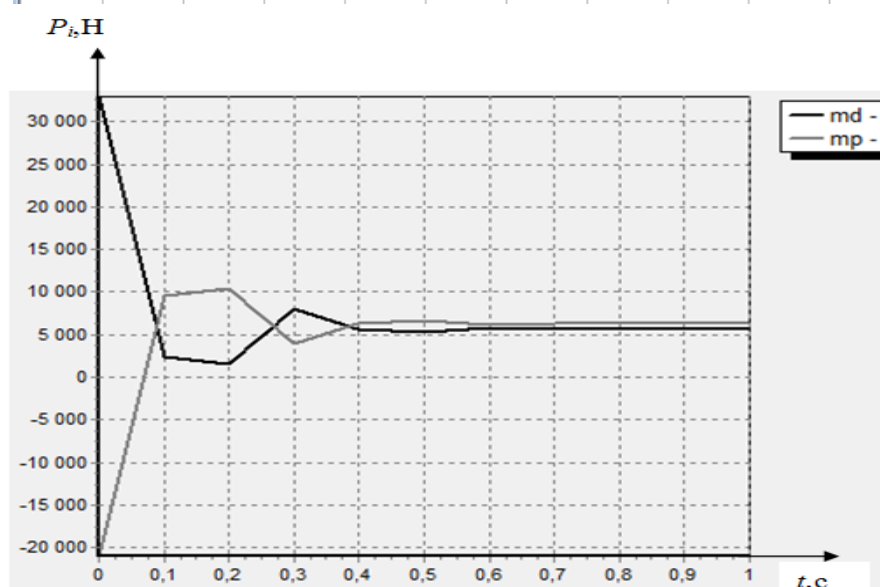
Ҳисоблаш экспериментлари трактор ғилдираги шиналарининг букилишлари $h_{ш}=10\text{мм}=0.01\text{м}$ бўлганда параметрларнинг қуйидаги қийматларида ўтказилган:

$P_T=13000\text{ Н}; c=4659750\text{ Н/м}; b=431708.16\text{ Нс/м}; m_T=4750\text{ кг}; m_П=675\text{ кг}; r_{кз}=0.785\text{ м}; r_{кп}=0.43\text{ м}; P_c=7000\text{ Н}; V_T=1.1\text{ м/с}.$

Ер ҳайдаш жараёнларида трактор ва плугнинг ҳаракат параметрлари

1-жадвал

x0	f(1)	f(2)	f(3)	f(4)	md	mp	mcc	M0	pd	pp
0	0	6,9411	0	-4,023	32970	-21000	21000	0,0045	0	0
0,1	0,0654	0,4908	0,1698	1,8465	2331,417	9638,581	21000,00	0,0045	0,1525	1,6364
0,2	0,2619	0,3141	0,2203	2,0073	1491,912	10478,08	21000,00	0,0045	0,3907	2,3083
0,3	0,3626	1,6987	0,358	0,7474	8068,784	3901,213	21000,00	0,0045	2,9259	1,3965
0,4	0,4748	1,1826	0,4852	1,217	5617,396	6352,601	21000,00	0,0045	2,6673	3,0821
0,5	0,602	1,1063	0,5988	1,2864	5254,913	6715,084	21000,00	0,0045	3,1633	4,0209
0,6	0,7208	1,2419	0,72	1,163	5898,879	6071,117	21000,00	0,0045	4,2519	4,371
0,7	0,8399	1,2034	0,8409	1,1981	5715,957	6254,038	21000,00	0,0045	4,8009	5,259
0,8	0,9606	1,1911	0,9604	1,2093	5657,696	6312,299	21000,00	0,0045	5,4348	6,0622
0,9	1,0806	1,2038	1,0805	1,1977	5718,194	6251,801	21000,00	0,0045	6,1791	6,755
1	1,2006	1,2013	1,2006	1,2	5705,941	6264,054	21000,00	0,0045	6,8503	7,5209



2-расм. Ер ҳайдаш жараёнларида тракторнинг ва плугнинг ҳаракат параметрларининг ўзгариши тавсифи

Шудгорлашда энергетик ҳолатини баҳолаш ва эксплуатацион массасини ҳисоблаш

Биз ер ҳайдаш жараёнларини математик моделлаштиришда иккинчи тур Лагранж тенгламаси билан фойдаланган эдик. Ер ҳайдаш жараёнларида содир бўладиган энергия сарфини аниқлаш учун Гамильтон тенгламасига ўтамиз. Иккинчи тур Лагранж тенгламаси (1) ни бошқа кўринишга ўзгартириш мумкин, бунинг натижасида ундан каноник деб номланувчи тенгламани оламиз. Иккинчи тур Лагранж тенгламасини каноник кўринишга ўтказиш

ғояси қуйидагидан иборат. (1) тенглама (t) нинг n функциясига нисбатан иккинчи тартибли n тенгламалардан ташкил топган тизимни ҳосил қилади. Бу тизимнинг тартиби 2n га тенг. (1) тенгламани каноник кўринишга келтириш учун лагранж ўзгарувчилари ва ўрнига мос равишда координата ва импульснинг каноник ўзгарувчилари ва киритилди,

функцияни қўллаш бўйича Лежандра ўзгартириши кучларнинг потенциал майдонида ишловчи тизимлар учун Гамильтон функциясининг ўзи ҳисобланади [5,6]:

Бу ерда L – динамик тизимнинг лагранжиони, q_i – умумлашган координаталар. Гамильтон бу принципи орқали варицион масаланинг ечимини “каноник тенгламалар” кўринишида берган.

Бизнинг вазиятимизда тизимга потенциал кучлардан ташқари нопотенциал кучлар ҳам таъсир этади ва каноник ўзгарувчиларни киритиб тенгламани қуйидаги кўринишда оламиз

$$\frac{dq_i}{dt} = \frac{\partial H}{\partial P_i}, \quad \frac{dP_i}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial q_i} + Q_i \quad (2)$$

(2) тенгламадан фойдаланиб, Гамильтон функциясини вақт бўция тўлиқ ҳосиласини топамиз. Қуйидагини айниятни оламиз (i=1, 3)

$$\frac{dH}{dt} = \frac{\partial H}{\partial t} + \sum_{i=1}^n \frac{\partial H}{\partial q_i} \dot{q}_i + \sum_{i=1}^n \frac{\partial H}{\partial P_i} \dot{P}_i \quad (i=1, 3) \quad (3)$$

(2) га мувофиқ каноник тенгламалар тизимига ўтамиз (4)

$$\left. \begin{aligned} \frac{dq_T}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial P_T} = m_T^{-1} P_T; \quad \frac{dP_T}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial q_T} + Q_T \\ \frac{dq_p}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial P_p} = m_p^{-1} P_p; \quad \frac{dP_p}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial q_p} + Q_p \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

(4) ифодани (3)га қўйиб қуйидагини оламиз (5)

$$\frac{dH}{dt} = \frac{\partial H}{\partial t} - \sum_{i=1}^n \frac{\partial T}{\partial q_i} + \sum_{i=1}^n \frac{\partial H}{\partial P_i} \left(-\frac{\partial H}{\partial q_i} + Q_i \right) = \sum_{i=1}^n \left(-\frac{\partial H}{\partial \phi_i} + Q_i \right) \dot{q}_i \quad (5)$$

(4)ни (5) га қўйиб, қуйидаги ифодага эга бўламиз:

$$\frac{dH}{dt} = \sum_{i=1}^n \left(-\frac{\partial H}{\partial q_i} + Q_i \right) \dot{q}_i = \sum_{i=1}^n Q_i \dot{q}_i \quad (6)$$

Умумлашган Q_i кучларни ва моментларни аниқлаймиз.

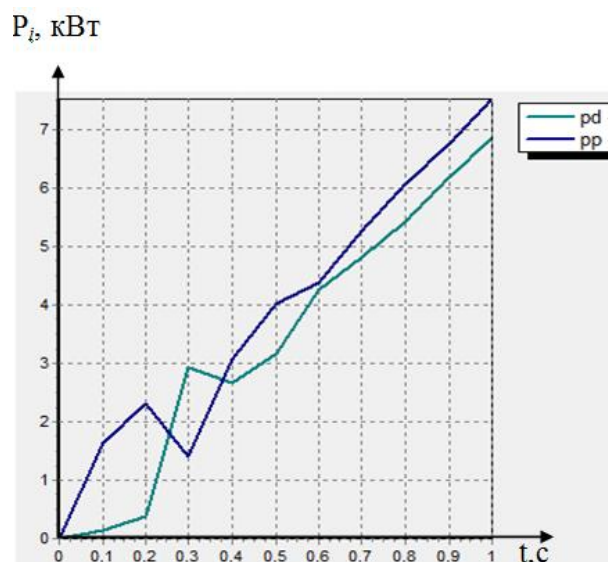
$$Q_i = P_i; \quad Q_j = M_j.$$

(6) ифодага бурчак тезланишлар $\dot{\varphi}_i$ ва ҳаракатлантирувчи куч ва қаршилик моментлари $Q_j = M_j$ қийматини кўйиб, УҚни энергетик ҳолатини аниқлаймиз ва ТТ энергетик ҳолатининг боғлиқлик қийматлари ва графигини оламиз (3-расм).

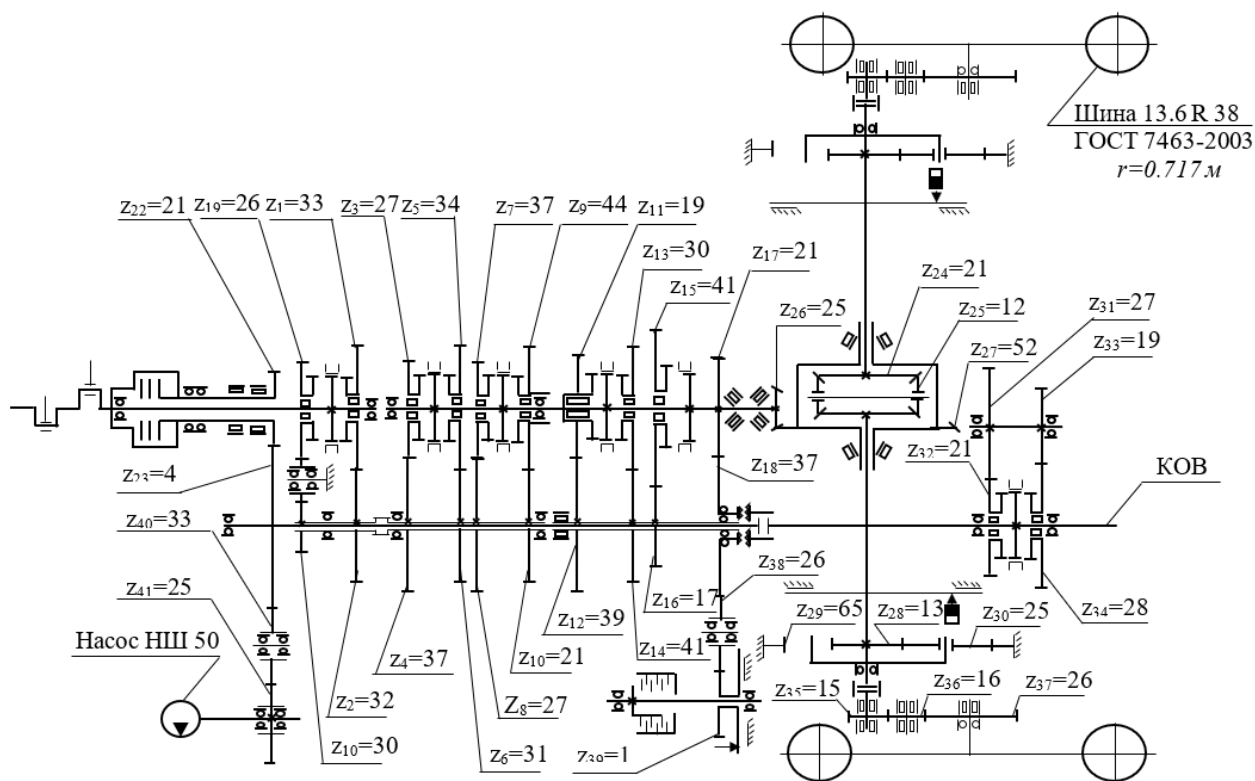
Ер ҳайдаш жараёнларида трактор ва плугнинг энергетик ҳолати

2-жадвал

pd	pp
0	0
0,1525	1,6364
0,3907	2,3083
2,9259	1,3965
2,6673	3,0821
3,1633	4,0209
4,2519	4,371
4,8009	5,259
5,4348	6,0622
6,1791	6,755
6,8503	7,5209



3- расм. Ер хайдаш жараёнида трактор ва ғилдирақларнинг энергетик ҳолати



4-расм. Трактор трансмиссиясининг кинематик схемаси

Манба: Муаллиф ишланмаси

Келтирилган куч ва момент усулидан фойдаланиб (1) тенгламани ечишдан олинган натижалар асосида ер хайдаш жараёнларида трактор ғилдирақларидаги ва узатмалар қутисининг энергетик ҳолатини аниқлаймиз:

$$P_{\tau} = \frac{M_{\tau} \cdot \dot{\phi}_1}{1000}; P_1 = \frac{M_1 \dot{\phi}_2}{1000}.$$

4-расмда берилган трансмиссиядаги узатиш сони орқали бош узатма (иккиламчи вал)нинг энергетик ҳолатини аниқлашимиз:

$$i_{\text{бy}} = \frac{z_{27}}{z_{26}} \left(1 + \frac{z_{28}}{z_{29}}\right) \frac{z_{35}}{z_{37}} = \frac{25}{52} \left(1 + \frac{13}{65}\right) \frac{15}{26} = 0.333;$$

$$P_{\text{бy}} = i_{\text{бy}} P_{\tau}; P_2 = i_{\text{бy}} P_1.$$

Оралиқ валнинг энергетик ҳолатини аниқлашимиз:

$$i_{\text{о6}} = \frac{z_{16}}{z_{15}} \frac{z_{12}}{z_{11}} \frac{z_{10}}{z_9} = \frac{17}{41} \cdot \frac{39}{19} \cdot \frac{21}{44} = 0.4;$$

$$P_{\text{о6}} = i_{\text{о6}} P_{\text{бy}}; P_3 = i_{\text{о6}} P_2.$$

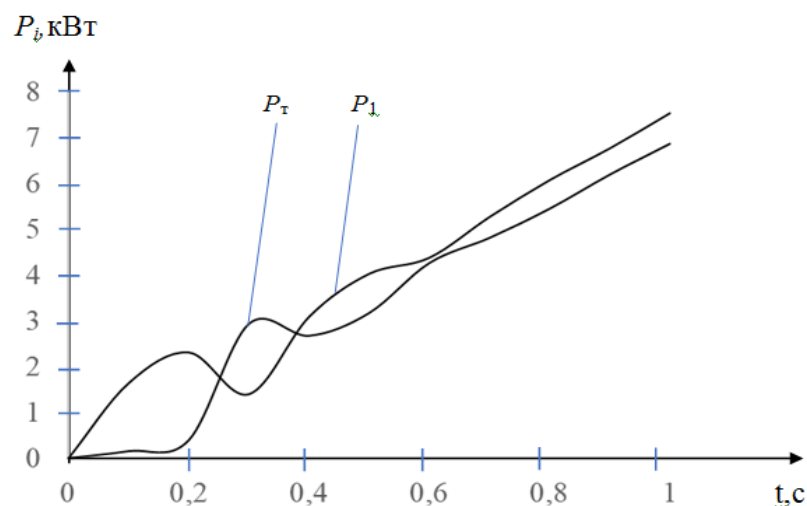
Бирламчи валнинг энергетик ҳолатини аниқлашимиз:

$$i_{\text{о6}} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{33}{32} = 1.03;$$

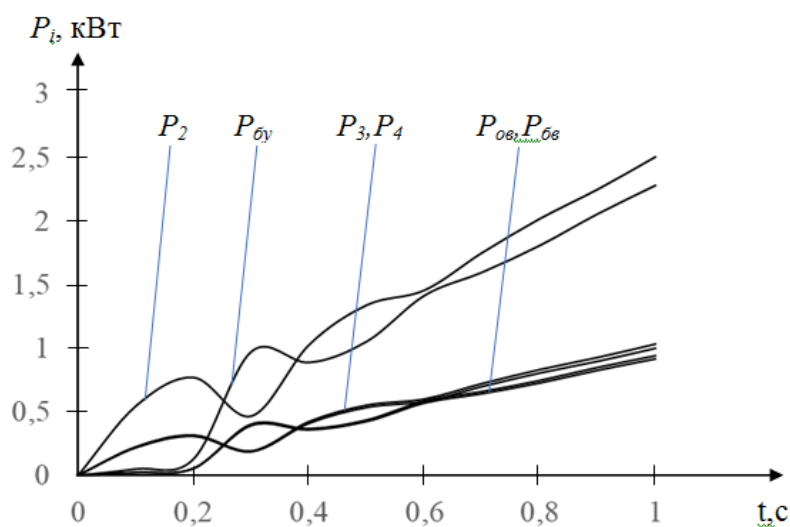
$$P_{\text{о6}} = i_{\text{о6}} P_{\text{о6}}; P_4 = i_{\text{о6}} P_3.$$

Натижаларни 9-жавлга киритамиз. Уларнинг грфик кўриниши 5,6-расмда келтирилган

T, с	P _τ , кВт	P ₁ , кВт	P _{бy} , кВт	P ₂ , кВт	P _{о6} , кВт	P ₃ , кВт	P _{о6} , кВт	P ₄ , кВт
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	0,15	1,6	0,05	0,545	0,02	0,22	0,02	0,22
0.2	0,39	2,3	0,13	0,77	0,052	0,3	0,05	0,3
0.3	2,9	1,4	0,97	0,465	0,4	0,186	0,4	0,19
0.4	2,66	3,08	0,88	1,026	0,35	0,4	0,36	0,42
0.5	3,16	4,02	1,05	1,34	0,42	0,53	0,434	0,55
0.6	4,25	4,37	1,4	1,45	0,56	0,58	0,58	0,6
0.7	4,8	5,26	1,6	1,75	0,64	0,7	0,658	0,72
0.8	5,43	6,06	1,8	2,02	0,7	0,8	0,745	0,83
0.9	6,18	6,75	2,05	2,25	0,8	0,9	0,847	0,9
1	6,85	7,52	2,28	2,5	0,9	1,0	0,94	1,03



5-расм. Трактор ғилдиракларининг энергетик ҳолати



6- расм. Узатмалар қутисининг бош узатмаси, оралиқ ва бирламчи валларнинг энергетик ҳолати

Трактор эксплуатацион массаси қийматини агрегатландиган машиналарнинг ўртача қаршилиги илгакдаги номинал кучга тенг бўлган трактор агрегатининг ишлаш шароитидан келиб чиқиб аниқлаймиз. Вақтинча пайдо бўладиган ортиқча юкланишларни ҳисобга олиб тракторнинг горизонтал текисликдаги ишлаётгандаги уринма кучи [5,6].

$$F_{\kappa} = \Delta_{\text{lim}} \cdot F_{\text{кр}} + fgm_3 = 1.33 \cdot 21000 + 0.08 \cdot 9.81 \cdot 6058.568 = 32684.764 \text{ Н},$$

бу ерда $\Delta_{\text{lim}} = 1.33$ – мумкин бўлган ортиқча юкланиш коэффициенти;

$f = 0.07$ – тебраниш коэффициенти; $g = 9.81 \text{ м/с}^2$ – эркин тушиш тезланиши; m_3

– трактор агрегатининг эксплуатацион массаси.

$$m_3 = \frac{\Delta_{\text{lim}} \cdot F_{\text{кр.н}}}{(\lambda_1 \cdot \varphi_{\text{доп}} - f) \cdot g} = \frac{1.33 \cdot 21000}{(0.55 \cdot 1 - 0.07) \cdot 9.81} = 6058.568 \text{ кг},$$

бу ерда λ_1 - етакчи ғилдиракларнинг юкланиш коэффициентини;

$\varphi_{\text{доп}}$ – шатакланишда рухсат этилган илашиш коэффициентини.

Бирламчи вал етакчи қисмига келтирилган масса ва инерция моментларининг қийматларини аниқлаймиз.

Бирламчи вал олд қисми учун келтирилган массани аниқлаймиз

$$m_{\text{пр1}} = \frac{F_{\text{к}} \cdot \lambda_1 \cdot \varphi_{\text{доп}}}{g \cdot i_{\text{пр1}} \cdot \eta_{\text{тр}}} + m_{\text{ш}} = \frac{32684.764 \cdot 0.55 \cdot 1}{9.81 \cdot 152.63 \cdot 0.936} + 1.8 = 14.6 \text{ кг};$$

$$m_{\text{пр2}} = \frac{F_{\text{к}} \cdot \lambda_1 \cdot \varphi_{\text{доп}}}{g \cdot i_{\text{пр2}} \cdot \eta_{\text{тр}}} + m_{\text{ш}} = \frac{32684.764 \cdot 0.55 \cdot 1}{9.81 \cdot 98.3 \cdot 0.936} + 1.8 = 21.7 \text{ кг};$$

$$m_{\text{пр3}} = \frac{F_{\text{к}} \cdot \lambda_1 \cdot \varphi_{\text{доп}}}{g \cdot i_{\text{пр3}} \cdot \eta_{\text{тр}}} + m_{\text{ш}} = \frac{32684.764 \cdot 0.55 \cdot 1}{9.81 \cdot 78.7 \cdot 0.936} + 1.8 = 26.67 \text{ кг};$$

$$m_{\text{пр4}} = \frac{F_{\text{к}} \cdot \lambda_1 \cdot \varphi_{\text{доп}}}{g \cdot i_{\text{пр4}} \cdot \eta_{\text{тр}}} + m_{\text{ш}} = \frac{32684.764 \cdot 0.55 \cdot 1}{9.81 \cdot 52.34 \cdot 0.936} + 1.8 = 39.2 \text{ кг}.$$

Хулоса. Синаш тизимининг энергетик ҳолатини баҳолаш учун Гамельтоннинг каноник тенгламаларидан фойдаланилган ҳолда аниқланган оптимал параметрлари синаш тизими механизмлари ва тракторни юритиш қисмдаги қувват тақсимланишини аниқлаш имконини берди.

Адабиётлар рўйхати

1.Азимов Б.М., Онорбоев Б.О., Азимов М.Б. Разработка алгоритма оптимального управления испытательным стендом для испытаний колесных тракторов//Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики». Ташкент, 2019. №4. С.3-12.

2.Азимов Б.М., Рузикулов А.Р., Азимов М.Б., Норкулов Ж.Ш. Моделирование, оптимальное управление движением и оценки энергетического состояния четырехколесного трактора//Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики». Ташкент, 2019. №3. С.3-16.

3.Гуськов В.В. и др. Тракторы: Теория. М.: Машиностроение, 1988. С.33-35.

4.Хамидов А. Қишлоқ хўжалик машиналарини лойиҳалаш. -Тошкент. Ўқитувчи, 1991. – 248 бет.

5.Азимов Б.М., Рузиев Д., Сулюкова Л.Ф. Моделирование и управление процессами функционирования новой компоновки трансмиссии колесных тракторов // Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики». Ташкент, 2010. № 3. С.10-19.

6.Азимов Б.М., Рузиев Д.А., Азизов Н.Б., Игамбердиева М.Ч. Моделирование и управление процессами функционирования коробки передач колесных тракторов // Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики». Ташкент, 2017. № 5. С.59-64.

7.Онучин Е.М., Неклюдов В.Б., Алексеев А.Э., Перетягин П.А.Моделирование работы машины для обработки почвы на вырубках// Научный журнал КубГАУ, 2012. №82(08).

8.Мударисов, Салават Гумерович . Повышение качества обработки почвы путем совершенствования рабочих органов машин на основе моделирования технологического процесса// Автореф. Дисс... Техн. Наук. Казань, 2007. Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat <https://www.dissercat.com/content/povyshenie-kachestva-obrabotki-pochvy-putem-sovershenstvovaniya-rabochikh-organov-mashin-na->

9.Mehrez Bashar; Yang Zhou; Li Jun; Wang Liang Achievements in modeling of energy requirements for tillage tool <https://www.ingentaconnect.com/content/tcsae/tcsae/2014/00000030/00000009/art00008?crawler=true>

10.Муфтеев В.Г; Мударисов С.Г; Марданов А.Р; Фархутдинов И.М. Моделирование Рабочей Поверхности Плуга В Сапр//Башкирский государственный аграрный университет http://spliner.ru/publ/applied_cad/tillage/11-1-0-19