



## ДИСКЛИ РОТАЦИОН ИШЧИ ОРГАНИНИНГ “ИГНА–ТУПРОҚ” НАЗАРИЯСИ МЕХАНИК МОДЕЛИ (МОР–КУЛОН АСОСИДА)



**Юсупов Сардорбек Маъруфович,**  
Андижон Давлат Техника Институтини,  
“Машинасозлик технологияси” кафедраси доцент  
в.б.(PhD)

ORCID: 0000-0003-0295-6703

e-mail: [yusupovsardorbek@astiedu.uz](mailto:yusupovsardorbek@astiedu.uz)

***Аннотация.** Ушбу жараёнда боғ қатор оралари тупроғига бир ўтишида бир неча жараёнларни яъни, кузда шудгорланган кўчат қатор ораларини эрта баҳорда юмшатиши, йирик кесакларни майдалаш, юмшатишган юзани текислаш, суғориши ариқчасини очиши, эгат очгичдан чиққан тупроқни пушта юзасига ёйиши ва унга шакл бериши жараёнини бажаради. Жараёнларни бажаришида машинанинг самарали ишлашини таъминлаш учун иш органларнинг ўлчовларини мақбул қийматларини аниқлаш керак бўлади. Шу мақсадда ўқёйсимон панжа, ротацион ишчи орган орқали тупроқни пушта юзасига ёювчи ишчи органларнинг параметрларини аниқлаш бўйича назарий тадқиқотлар ифодаланган.*

### **1. КИРИШ.**

Ўтказилган илмий-тадқиқот ишларининг таҳлили, ривожланган мамлакатларда боғ қатор ораларига пушта олувчи қурилма технологиялари ва техника воситалари ҳамда пушта олувчи қурилмага қўйиладиган агротехника талабларидан келиб чиқиб, Боғ қатор ораларига пушта олувчи қурилманинг конструктив схемаси ишлаб чиқилди (2.1-расм).



Қурилма рама, осиш қурилмаси, ўқ ёйсимон юмшаткич, ротацион пушта олгич, ишчи қисмлардан ташкил топган.

Боғ қатор ораларига пушта олувчи қурилманинг конструктив схемаси ва у бажарадиган технологик иш жараёни куйидаги тартибда амалга оширилади: Пушта олишнинг мақсади: Сувни тежаш ва намни сақлаш: пуштадаги тупроқ майин юмшатиш бўлади, бу эса ёмғир ва суғориш сувларини яхши сингдиришга ёрдам беради.

1. Уруғ экиш учун қулай муҳит: Тепа қисми юмшатиш ва текис бўлса, уруғ бир хил чуқурликка экилади ва тенг ўсади. 2. Механик ишловга шароит: Қатор орасидаги механизацияланган техника (трактор ва қурилмалар) осон юради. 3. Бегона ўтларга қарши кураш: Пушта олиш жараёнида улар йўқ қилинади. 4. Тупроқ структурасини яхшилаш: Эгат тубини юмшатиш орқали тупроқда ҳаво айланиши яхшиланади.

Боғ қатор ораларига пушта ҳосил қилувчи ишчи қисмлар умумий ўққа ўрнатилган чап ва ўнг планкали конуссимон ғалтакмолалардан ташкил топган ротацион юмшаткич кўринишида ишланди. Пушталарнинг қатор ораларини суғоришда ва эгатлари пушталарга нисбатан юқори қаттиқлик, зичликка эга эканлиги ҳамда улар трактор ғилдираклари томонидан эзилиши сабабли чуқурроқ юмшатилишини ҳисобга олган ҳолда уларга ишлов берувчи ишчи қисмлар ўқ ёйсимон юмшаткич кўринишида ишланди.

## 2. ТАДҚИҚОТ МАҚСАДИ

Иш жараёнида қурилманинг ўқ ёйсимон юмшаткичлари томонидан пушталар эгатлари, ротацион пушта олгичлар томонидан боғ қатор ораларида пушталар ҳосил қилинади ва шу билан бир қаторда ер юзидаги бегона ўтлар тўла йўқотилиб пушталарнинг бутун профили бўйича тупроқдаги намни сақловчи майин пушта ҳосил қилинади.



### 3. ТАДҚИҚОТ МАТЕРИАЛЛАРИ ВА УСУЛЛАРИ.

Дискли ротацион ишчи органга таъсир этувчи кучлар координаталар тизими ўқлари бўйича проекцияларга ажратилади (1-расм).

$$\vec{P} = \vec{P}_x + \vec{P}_y + \vec{P}_z \quad (1)$$

(1) ифодадаги  $P_x$  хади дискли ротацион ишчи органнинг тортиш қаршилигини белгилайди. В.П. Горячкиннинг рационал формуласига мувофиқ,  $\vec{P}_x$  ҳам ташкил этувчиларга ажратилиши мумкин [6].

$$P_x = F_{\text{айл.}} + F_{\text{силж}} + F_{\text{сиқиб чиқариш}} \quad (2)$$

Бунда:

$$F_{\text{айл.}} = f \cdot G \quad (3)$$

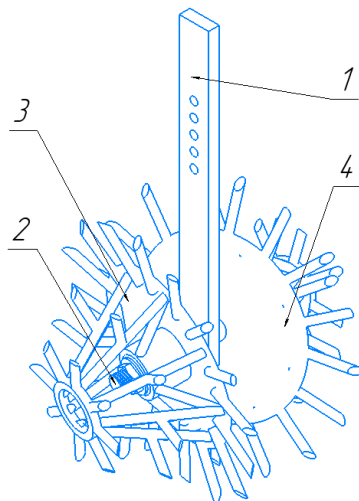
Бунда  $F_{\text{айл.}}$  - фронтал дискларнинг айланиш (думалаш) қаршилиқ кучи (подшипниклардаги ишқаланиш, подшипник зичлагичларидаги ишқаланиш ҳамда игналарнинг ўзаро контактдаги игналар ораси зонасидаги ишқаланиш ҳисобига юзага келади), Н.

$$F_{\text{силж}} = \tau \cdot S = (c + \sigma \cdot \tan\varphi) \cdot S \quad (4)$$

Бунда  $F_{\text{силж}}$  - БРРОнинг кесишувчи игналари томонидан тупроқни силжитиш (сиқиб чиқариш) кучи, Н.

$$F_{\text{сиқиб чиқариш}} = k \cdot \rho \cdot S \cdot V^2 \quad (5)$$

Бунда  $F_{\text{сиқиб чиқариш}}$  - тупроқни четга отиш кучи, Н.



**1 – расм. Дискли ротацион ишчи органнинг умумий кўриниши:  
1 - стойка; 2 - ростланадиган эгилган ўқ; 3 ва 4 - чап ва ўнг  
игнасимон дисклар.**

**а) Асосий ўзгармас катталиқ килиб қуйидагича қабул қиламиз**

→ Тупроқ когезион-фрикцион муҳит.

→ Мор–Кулон мустаҳкамлик критерийси амал қилади.

→ Квazистатик режим қабул қилинади.

Мор–Кулон тенгламаси:

$$\tau = c + \sigma \cdot \tan\varphi \quad (6)$$

**б) Игнани тупроққа кириш қаршилиги**

Игна кесим юзаси:

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (7)$$



Нормал кучланиш:

$$\sigma = \frac{F_n}{A} \quad (8)$$

Кириш қаршилиги:

$$F_c = A(c + \sigma \cdot \tan\varphi) \quad (9)$$

**в) Игна ён юзасида ишқаланиш:**

Ён юза бўйича ишқаланиш:

$$A_s = \pi \cdot d \cdot h \quad (10)$$

Ишқаланиш кучи:

$$F_f = \mu \cdot \sigma \cdot A_s \quad (11)$$

**г) Игнанинг умумий қаршилиги:**

$$F = F_c + F_f$$

$$F = A(c + \sigma \cdot \tan\varphi) + \mu \cdot \sigma \cdot A_s \quad (12)$$

**д) Пушта профили бўйича тупроқ параметрлари:**

Пушта профили бўйича:

$$c = c(x) \quad (13)$$

$$\varphi = \varphi(x) \quad (14)$$

Игна қаршилиги:

$$F(x) = f(c(x), \varphi(x), d, h) \quad (15)$$

**е) Теоретик тортиш қаршилиги:**

Умумий тортиш қаршилиги:

$$P_x = \sum_{i=1}^k F_i \quad (16)$$

Ўртача қаршилиқ қабул қилинса:

$$P_x = k \cdot F \quad (17)$$

Мор–Кулон интеграция қилинган ҳолда:

$$P_x = k[A(c + \sigma \cdot \tan \varphi) + \mu \cdot \pi \cdot d \cdot h \cdot \sigma] \quad (18)$$

**ж) Игналик ротор учун  $\lambda$  коэффициентининг аналитик аниқланиши:**

Масаланинг қўйилиши

$$\lambda = \frac{\omega \cdot R_i}{V}$$

Тортиш қаршилиги Мор–Кулон интеграция асосида ифодаласак

$$P_x = k \cdot F \quad (19)$$

Бу ерда:

$$k = n \cdot \left(\frac{2 \cdot t_k}{T}\right)$$

$$T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega}$$

$$t_k = \frac{1}{\omega} \cdot \arccos \left(1 - \frac{h}{R_i}\right) \quad (20)$$

**з) Контактдаги игналар сонини  $\lambda$  орқали ифодалаш:**



$$k = n \cdot \left( \frac{2 \cdot \frac{1}{\omega} \arccos\left(1 - \frac{h}{R_i}\right)}{\frac{2 \cdot \pi}{\omega}} \right)$$

$$k = n \cdot \frac{\arccos\left(1 - \frac{h}{R_i}\right)}{\pi} \quad (21)$$

Кўриниб турибдики,  $k$  нинг қиймати  $\omega$  га боғлиқ эмас. Идеал ҳолатда: Игна контактда турган вақтда горизонтал силжиш юз беради.

#### и) Реал контакт коэффиценти:

Игна тупроқда сирпаниши  $\lambda$  га боғлиқ.

Горизонтал тезлик:

$$\dot{x} = V(1 - \lambda \cdot \cos(\omega \cdot t)) \quad (22)$$

Агар  $\lambda$  ортса, сирпаниш камаяди, вертикал компонент кучаяди. Бундан кўриниб турибдики, эффектив контакт коэффиценти:

$$k_{eff} = k \cdot f(\lambda) \quad (23)$$

Соддалаштирилган ҳолда:

$$k_{eff} \approx k \cdot \lambda$$

Тортиш қаршилигини  $\lambda$  оркали  $P_x = k[A(c + \sigma \cdot \tan\varphi) + \mu \cdot \pi \cdot d \cdot h \cdot \sigma]$  ни ҳисобга олиб ифодалаймиз:



$$P_x = k_{eff} \cdot F$$

$$P_x = k \cdot \lambda \cdot F \quad (24)$$

$F$  ни  $\lambda$  орқали ифодаласак:

Игна қаршилигида  $\sigma$  нормал кучланиш  $\lambda$  га боғлиқ, чунки:

Вертикал тезлик:

$$\dot{y} = \lambda \cdot V \cdot \sin(\omega \cdot t) \quad (25)$$

Вертикал компонент ортиши  $\rightarrow$  динамик босим ортишига олиб келади.

Соддалаштирилган ҳолда:

$$\sigma \sim \lambda$$

Шу сабабли:

$$F \sim A(c + \lambda \cdot \tan\varphi) + \mu \cdot \lambda$$

Соддалаштириб:

$$F = F_0 + \alpha \cdot \lambda$$

Тортиш қаршилигининг умумий  $\lambda$  функциясини  $P_x = k \cdot \lambda \cdot F$  ва  $F = F_0 + \alpha \cdot \lambda$  қўшиб ифодаласак

$$P_x = k(F_0 \cdot \lambda + \alpha \cdot \lambda^2) \quad (26)$$

**к) Минимал энергия шarti:**

$\lambda$  оптималлаштирсак:

$$\frac{dP_x}{d\lambda} = 0$$



$$k(F_0 + 2 \cdot \alpha \cdot \lambda) = 0$$

$$\lambda_{opt} = -\frac{F_0}{2\alpha}$$

Физик жиҳатдан  $\lambda$  мусбат.

Шу сабабли:

$$\lambda_{opt} = \frac{F_0}{2\alpha} \quad (27)$$

### л) Тупроқнинг физик интерпретациясини ифодалаймиз

$F_0$  — когезион қаршилиқ қисми

$\alpha$  — динамик (фрикцион) қисми

Агар тупроқ зич бўлса (юқори):  $\lambda_{opt} \uparrow$

Агар тупроқ енгил бўлса:  $\lambda_{opt} \downarrow$

Игналик ротор учун оптимал кинематик режим қиймати  $0.9 \leq \lambda_{opt} \leq 1.3$

### Хулоса

Боғ қатор ораларидан самарали фойдаланиш учун бир ўтишда тупроқни экин экишга тайёрловчи комбинациялашган машинани ишлаб чиқиш ва унинг асосий иш органларининг параметрларини асослаш йўли билан иш сифатини ошириш ҳамда сарф ҳаражатларни камайтиришдан иборат.

### Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Программа и методы испытаний. TSt 63.04:2001 // Издание официальное. – Ташкент, 2001. – 54 с.

2. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы



энергетической оценки машин. TSt 63.03.2001// Издание официальное. – Ташкент, 2001.– 59 с.

3. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы расчета экономической эффективности испытываемой сельскохозяйственной техники. РД Уз 63.03-98 // Издание официальное. - Ташкент, 1998. – 49 с.

4. Тухтакузиев А., Абдулхаев Х. Исследование равномерности глубины хода рыхлителя для предпосевной обработки гребней // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Москва, 2013. – № 6.

5. [http://agro.uz/uz/information/about\\_agriculture/435/4429/](http://agro.uz/uz/information/about_agriculture/435/4429/)

6. Қишлоқ хўжалиги экинларини парваришлаш ва маҳсулот етиштириш бўйича намунавий технологик карталар. 2016-2020 йиллар учун. I-қисм. – Тошкент: ҚХИИТИ, 2016. – 140 б.

7. Справочное руководство сельскохозяйственных машин (“Hatzenbichler” Austrian-Agro-Technik). Каталог. – Вена: АГРО-Техник ГМБХ, 2013. – 29 с.

8. Патент РФ 2388199 Ротационный рыхлитель/ Первушин В.Ф., Салимзянов М.З., Фатыхов И.Ш., Абдуллин Ф.М. // Б.И. – 2010. – № 13.

9. Патент РФ 2473196 Культиватор для ухода за растениями картофеля/ Первушин В.Ф., Салимзянов М.З., Фатыхов И.Ш. // Б.И. – 2013. – № 3.

10. [http://www.pkf-agromash.ru/catalog/kult/kult\\_1/kon\\_2](http://www.pkf-agromash.ru/catalog/kult/kult_1/kon_2)

11. Машины и оборудование для АПК, выпускаемые в странах СНГ. Каталог. – Москва: Росинформагротех, 2001. – 292 с.

12. [http://www.kultivator.ru/produkcija/kultivatorokuchnik\\_navesn\\_oj\\_kon28a5/](http://www.kultivator.ru/produkcija/kultivatorokuchnik_navesn_oj_kon28a5/)

13. Халанский В.М., Горбачев И.В. Сельскохозяйственные машины. – Москва: Колос, 2004. – 624 с.