



ԱԳՐԱՌԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱ

Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան

AGRICULTURE AND TECHNOLOGY

АГРОНАУКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Միջազգային գիտական
պարբերական

ISSN 2579-2822



Կայքէջ՝ anau.am/hy/teghekagir

ՀՏԴ 631.358.43

ԿԱՐՏՈՖԻԼԱՅԱՆԻ ՌՈՏՈՐԱՅԻՆ ԿՈՇՏԱՄԱՆՐԻՉ-ՓՈԽԱԿՐԻՉԻ ՇԱՐԺԱԲԵՐԻ ԿԻՆԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ-ԵՐԿՐԱԶԱՓԱԿԱՆ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՀԱՇՎԱՐԿԸ

Ա.Պ. Թարվերդյան, Ս.Խ. Պապյան, Ա.Մ. Եսոյան, Յ.Յ. Հայրապետյան

Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան

tarverdyan@anau.am

Տ Ե Ղ Ե Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

Բանալի բառեր՝
*կարտոֆիլահան,
կոշտամանրիչ-փոխակրիչ,
շարժահաղորդ թմբուկ,
հողակառչիչ,
պտտող մոմենտ,
տեղադրման անկյուն*

Ա Մ Փ Ո Փ Ա Գ Ի Ր

Հաստատվել է կարտոֆիլահանի կոշտամանրիչի շարժաբեր մեխանիզմի և կառչիչի դիմադրության մակերեսի միջև առկա մաթեմատիկական կապը:

Առաջարկվում է շարժաբեր թմբուկի վրա 33-36° անկյամբ տեղադրել 10 կամ 11 կառչիչ այնպես, որ հողի հետ միաժամանակ ակրկվող կառչիչների դիմադրության գումարային մակերեսը կազմի 0,03-ից 0,06 մ²:

Նախաբան

Կարտոֆիլահան տեխնիկայի տեխնոլոգիական գործընթացի էներգետիկական ծախսումները պայմանավորված են պալարահողային զանգվածի զտման աստիճանով: Նշված գործընթացի ինտենսիվ բարելավման նպատակով մեր կողմից մշակվել է կարտոֆիլահանի ռոտորային կոշտամանրիչ (Ա.Պ. Թարվերդյան և ուրիշ., 2018):

Որպես կարտոֆիլահանի առանձին հանգույց ծառայող ռոտորային կոշտամանրիչի տեխնոլոգիական և էներգետիկական գնահատման կարևոր մեծություններից մեկն օգտակար գործողության գործակիցն է, որը պայմանավորված է շարժաբերի կառուցվածքային, կինեմատիկական ու երկրաչափական պարամետրերի օպտիմալության աստիճանով:

Կոշտամանրիչի շարժաբերի ընտրության նպատակով նախկինում փորձ է կատարվել օգտագործել տանող, տարվող և տարվող-շարժաբեր սկզբունքով գործող կառուցվածքներ: Վերջիններիս կինեմատիկական, ուժային և տեխնոլոգիական վերլուծության արդյունքում

քում պարզվել է, որ լավագույնը տարվող-շարժաբեր սկզբունքով գործող շարժաբերն է: Որպես այդպիսին ընտրվել է հողակառչիչներով համալրված պլանետարային մեխանիզմը:

Նյութը և մեթոդները

Կարտոֆիլահանի մեքենաների ռոտորային կոշտամանրիչ-փոխակրիչի հողակառչիչավոր շարժահաղորդ մեխանիզմի հիմնական պարամետրերն են հողակառչիչի լայնությունը՝ *b*, երկարությունը՝ *l*, թմբուկի վրա տեղակայվող կառչիչների քանակը՝ *z*, և հարևան կառչիչների կազմած անկյունը:

Առաջադրված տեխնոլոգիական գործընթացն իրականացնելու համար անհրաժեշտ է, որ կարտոֆիլահանի հիման ուժի ազդեցությամբ շարժահաղորդ թմբուկի վրա առաջացող պտտող մոմենտը՝ M_p , ապահովի կոշտամանրիչի ռոտորի բավարար պտուտաթվեր՝ հողակառչիչավոր անվի նվազագույն սահմանով,

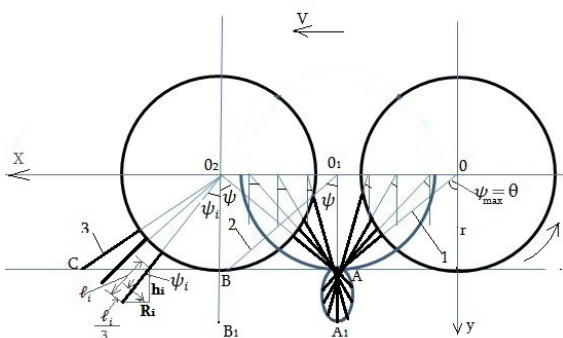
կոշտերի լիարժեք մանրացումով՝

$$M_p \geq \frac{M_u}{\eta_d} i_{ch}, \quad (1)$$

որտեղ M_u -ն կոշտամանրիչի ռոտորի դիմադրության մոմենտն է, η_d -ն՝ շարժահաղորդ մեխանիզմի մեխանիկական օ.գ.գ-ն, i_{ch} -ն՝ շարժահաղորդ մեխանիզմի փոխանցման թիվը, $i_{ch} = \frac{n_n}{n_p}$, n_n -ն՝ կոշտամանրիչի ռոտորի պտուտաթվերը, n_p -ն՝ շարժաբեր թմբուկի պտուտաթվերը:

Ակնհայտ է, որ շարժաբեր թմբուկի վրա առաջացող պտուտող մոմենտի մեծությունը կախված է հողի հետ միաժամանակ ակրկվող կառուցիչների գումարային դիմադրությունից՝ $\sum R_{ij}$, և թմբուկի քարշակման դիմադրության ուժից՝ $P_f = fG$, որտեղ f -ը թմբուկի քարշակման դիմադրության գործակիցն է, G -ն՝ թմբուկի վրա ազդող ծանրության ուժը: Կառուցիչի դիմադրությունը կախված է հողին հավող մակերեսի (դիմադրության մակերեսի) մեծությունից՝ F , և հողի տեսակարար դիմադրությունից՝ k , այն է՝ $R_{ij} = kF$:

Կառուցիչի դիմադրության մոմենտը կարելի է որոշել ըստ դրա սայրի շարժման հետագծի (նկ. 1): Երբ առաջին կառուցիչի սայրը հասնում է գետնին (OA դիրք), կառուցիչն ուղղաձիգի նկատմամբ կազմում է $\psi_{\max} = \theta$ անկյուն: Կարտոֆիլահան մեքենան V_d արագությամբ շարժվելիս t ժամանակում թմբուկի O կենտրոնն անցնում է $X_0 = OO_2 = V_d t = 2rtg\psi_{\max}$ ճանապարհի (r)-ը թմբուկի օղագոտու շառավիղն է, որի ընթացքում հողակառուցիչի սայրն աստիճանաբար խորանում է և, երբ հասնում է $h = \ell$ առավելագույն խորության (O_1A_1 դիրք), երկրորդ կառուցիչի սայրը հավում է գետնին (O_1B_1), այնուհետև խորության նվազումով առաջին կառուցիչը դուրս է գալիս (O_2A դիրք), իսկ երկրորդ կառուցիչը հասնում է առավելագույն խորության (O_2B_1 դիրք):



Նկ. 1. Հողակառուցիչի դիմադրության մակերեսի որոշման սխեման:

i -րդ դիրքի համար հողակառուցիչի դիմադրության մակերեսը կազմում է $F_i = b\ell_i$, որտեղ b -ն կառուցիչի լայնությունն է, ℓ_i -ն՝ դիմադրություն ցույց տվող մասի (խորացված մասի) երկարությունը ψ_i անկյան և h_i խորության դեպքում:

$$\ell_i = \frac{h_i}{\cos\psi_i} = \frac{Y_A - Y_D}{\cos\psi_i}, \quad Y_D = (r + \ell)\cos\psi_i,$$

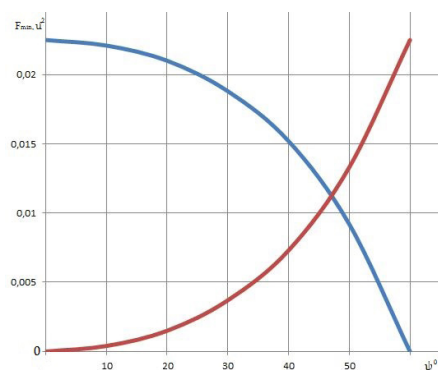
$$Y_A = r, \quad h_i = (r + \ell)\cos\psi_i - r :$$

h_i -ի արժեքը տեղադրելու և որոշ ձևափոխություններ կատարելու արդյունքում՝

$$F_i = b(\ell + r) \left(1 - \frac{1}{\cos\psi_i} \right), \quad \text{մ}^2: \quad (2)$$

Նկար 2-ում ներկայացված է հողակառուցիչի դիմադրության մակերեսի փոփոխության գրաֆիկը $\psi = 60^\circ$, $h = 15$ սմ, $b = 15$ սմ արժեքների դեպքում:

Ըստ գրաֆիկի՝ առաջին կառուցիչի դիմադրության մակերեսը $\psi = 0^\circ$ անկյան դեպքում հասնում է առավելագույնի, իսկ $0 - \psi_{\max}$ տիրույթում փոքրանում է և $\psi_{\max}$ -ի դեպքում հավասարվում է 0-ի: Երկու կառուցիչների կազմած $0 - \psi_{\max}$ անկյան տիրույթում դիտարկվում է երկրորդ կառուցիչի դիմադրության մակերեսի փոփոխման հակառակ օրինաչափություն: Երկու գծապատկերների համադրության համաձայն՝ ψ անկյան փոփոխության արդյունքում որքան ավելանում է առաջին կառուցիչի գումարային դիմադրության մակերեսը, այնքան նվազում է երկրորդ կառուցիչի գումարային դիմադրության մակերեսը և հակառակը: Հետևաբար ցանկացած դիրքում երկու կառուցիչների գումարային դիմադրության մակերեսը մնում է անփոփոխ և կազմում է առավելագույն $bh_{\max}$ արժեք, որտեղ $h_{\max}$ -ը կառուցիչի առավելագույն խորացման չափն



Նկ. 2. Հողակառուցիչի դիմադրության մակերեսի փոփոխությունը $0 - 2\theta$ տիրույթում ($\psi_{\max} = \theta$).

1 - առաջին կառուցիչի դիմադրության մակերեսի փոփոխման գրաֆիկ,

2 - երկրորդ կառուցիչի դիմադրության փոփոխման գրաֆիկ:

Ե, $h_{\max} = \ell$. $\theta = 72^\circ$ դեպքում ℓ -ը կարող է հասնել մինչև 36 սմ:

Այսպիսով՝ շարժահաղորդ թմբուկի դիմադրության մոմենտը կազմում է՝ $M_p = rfG + R_i L_i = rfG + kb\ell_i L_i$, որտեղ L_i -ն R_i դիմադրության ուժի բազուկն է: Որոշ վերապահումներով կարելի է ընդունել, որ այդ ուժը կիրառվում է կառուցիչ սայրից $\ell_i/3$ հեռավորությամբ (սկ. 1), ուստի $h_{\max} = \ell$ առավելագույն խորության համար դիմադրության մոմենտը կկազմի՝

$$M_p = rfG + kb\ell \left(r + \frac{2}{3}\ell \right) : \quad (3)$$

Ըստ (1) պայմանի և (3) արտահայտության՝ որոշվում է դիմադրության մակերեսի այն նվազագույն արժեքը, որի դեպքում հնարավոր է կոշտամանրիչին հաղորդել պահանջվող մեծությամբ պտտող մոմենտ: Այսինքն՝

$$\frac{i_{\text{th}} M_{\text{կ}}}{\eta} \leq rfG + kF_{\min} \left(r + \frac{2}{3}\ell \right),$$

որտեղից՝

$$F_{\min} \geq \frac{i_{\text{th}} M_{\text{կ}} - \eta_d rfG}{\eta_d \left(r + \frac{2}{3}\ell \right) k} : \quad (4)$$

Կառուցիչ լայնության արժեքը ճշգրտվում է ըստ $F_{\min}$ -ի՝

$$b = \frac{F_{\min}}{\ell} : \quad (5)$$

$F_{\min}$ -ի և b -ի փոփոխություններն ըստ կառուցիչ երկարության ներկայացված են նկար 3-ում:

Անհրաժեշտ է նշել, որ կառուցիչ լայնությունը սահմանափակվում է ինչպես կառուցվածքային, այնպես էլ տեխնոլոգիական առումով՝ $b \leq 20$ սմ, իսկ երկարությունը, ըստ հողի վիճակի և թմբուկի վրա ընկնող ծանրության ուժի, կարող է ունենալ տարբեր արժեքներ: Ինչպես երևում է նկար 3-ից, կառուցիչ երկարությունը մեծացնելիս դիմադրության մակերեսը և կառուցիչ լայնությունը փոքրանում են, ընդ որում՝ միայն $\ell = 0,36$ մ դեպքում է կառուցիչ լայնության արժեքը գտնվում թույլատրելի՝ 0,175 մ սահմաններում: Նշված արժեքների համար նվազագույն դիմադրության մակերեսը կազմում է 0,063 մ²:

Եթե $b_{\max} = 0,2$ մ, ապա կստացվի՝ $\ell = \frac{0,063}{0,2} = 0,315$ մ:

Հաշվարկները ցույց են տալիս, որ կառուցիչ առավելագույն խորություն ($h_{\max} = \ell = 31,5$ սմ) ապահովելու համար անհրաժեշտ է շարժահաղորդ թմբուկի վրա ազդող ծանրության ուժը զգալիորեն ավելացնել, ինչը շահագործման և այլ տեսանկյուններից գործնականում կիրառելի չէ:

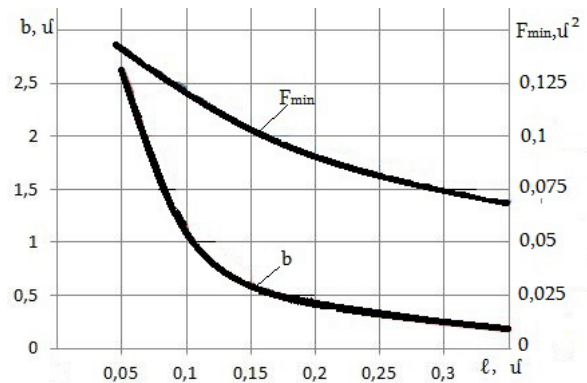
Արդյունքները և վերլուծությունը

Այսպիսով, ըստ (4) արտահայտության և նկար 3-ի գրաֆիկների վերլուծության, թմբուկի կառուցիչների կազմած $\Psi_{\max} = \theta$ անկյան բոլոր արժեքների դեպքում (ըստ հողի ճաքի պայմանի) մեկ կառուցիչ դիմադրության մակերեսը կիրառելի չափերի սահմաններում գործնականում բավարար չէ կոշտամանրիչի որակյալ աշխատանք ապահովելու համար, ուստի անհրաժեշտություն է առաջանում այդ անկյան տիրույթում տեղակայել լրացուցիչ կառուցիչներ (սկ. 4):

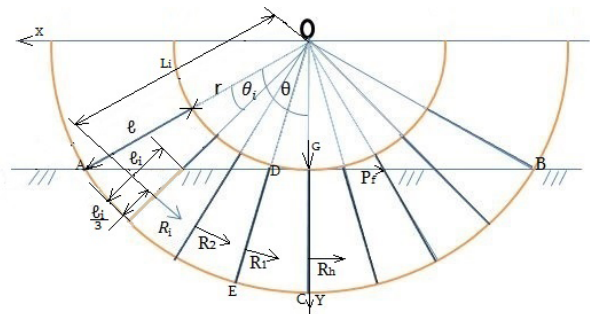
Եթե θ անկյան տիրույթում լրացուցիչ տեղակայվում են i թվով կառուցիչներ, հողի հետ միաժամանակ ակրկված կառուցիչների թիվն այդ տիրույթում կազմում է $i+1$, իսկ կառուցիչների միջև անկյունը՝ $\theta_i = \frac{\theta}{i+1}$:

Այս դեպքում անկյան տիրույթում լրացուցիչ կառուցիչների ընդհանուր դիմադրությունը որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$R_{\text{կ}} = 2(R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_i 2 \sum_{i=1}^m R_i), \quad (6)$$



Նկ. 3. $F_{\min}$ -ի և b -ի կախվածությունը ℓ -ից՝ $i_{\text{th}} = 3,9$ և $k = 3000$ կգ/մ² արժեքների դեպքում:



Նկ. 4. Շարժահաղորդ թմբուկի պտտող մոմենտի որոշման սխեման:

որտեղ m -ը θ տիրույթում միաժամանակ ակրկված լրացուցիչ կառչիչների առավելագույն քանակն է:

Թափուկի ընդհանուր դիմադրության ուժը կազմում է $R_p = fG + R_h + 2\sum_{i=1}^m R_i$, իսկ պտտող մոմենտը՝

$$M_p = rfG + L_h R_h + 2\sum_{i=1}^m L_i R_i, \quad (7)$$

որտեղ L_h -ն և L_i -ն համապատասխանաբար R_h և R_i ուժերի բազուկներն են:

Քանի որ կառչիչի դիմադրության ուժն ընդունվում է որպես հողի հետ կառչիչի ակրկման (դիմադրության) մակերեսի և հողի տեսակարար դիմադրության արտադրյալ, այսինքն՝

$$R_h = kF_h \quad R_i = k(F_1 + F_2 + F_3 + \dots F_n \sum_{i=1}^m F_i),$$

(7) արտահայտությունը կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ.

$$M_p = rfG + k(L_h F_h + 2\sum_{i=1}^m L_i F_i) : \quad (8)$$

Ըստ նկար 4-ում ներկայացված սխեմայի՝ $F_h = bh$

$$\begin{aligned} F_i &= b\ell_i, \quad \ell_1 = L - \frac{r}{\cos \theta_i}, \quad \ell_2 = L - \frac{r}{\cos 2\theta_i}, \quad \ell_3 = L - \frac{r}{\cos 3\theta_i}, \\ \ell_1 &= L - \frac{r}{\cos i\theta_i}, \quad L = r + \ell, \quad L_h = L - \frac{h}{3}, \quad L_1 = L - \frac{\ell}{3}, \\ L_2 &= L - \frac{\ell_2}{3}, \quad L_3 = L - \frac{\ell_2 3}{3}, \quad \dots, \quad L_i = L - \frac{\ell_i}{3} : \end{aligned}$$

θ_i -ի արժեքը նշված արտահայտություններում տեղադրելու համաձայն՝

$$\ell_1 = L - \frac{r}{\cos \frac{\theta}{i+1}}, \quad \ell_2 = L - \frac{r}{\cos \frac{2\theta}{i+1}},$$

$$\ell_3 = L - \frac{r}{\cos \frac{3\theta}{i+1}}, \dots, \quad \ell_i = L - \frac{r}{\cos \frac{i\theta}{i+1}} :$$

$$L_1 = \frac{2}{3}h + \frac{r}{3\cos \frac{\theta}{i+1}}, \quad L_2 = \frac{2}{3}h + \frac{r}{3\cos \frac{2\theta}{i+1}},$$

$$L_3 = \frac{2}{3}h + \frac{r}{3\cos \frac{3\theta}{i+1}}, \dots, \quad L_i = \frac{2}{3}h + \frac{r}{3\cos \frac{i\theta}{i+1}} :$$

Համապատասխան մեծությունները (8) արտահայտությունում տեղադրելու, որոշ ձևափոխություններ կատարելու արդյունքում՝

$$M_p = rfG + kb \left[h \cdot \left(r + \frac{2h}{3} \right) + 2 \sum_{i=1}^m \left(\frac{2}{3}L + \frac{r}{3\cos \frac{i\theta}{i+1}} \right) \left(L - \frac{r}{\cos \frac{i\theta}{i+1}} \right) \right] \quad (9)$$

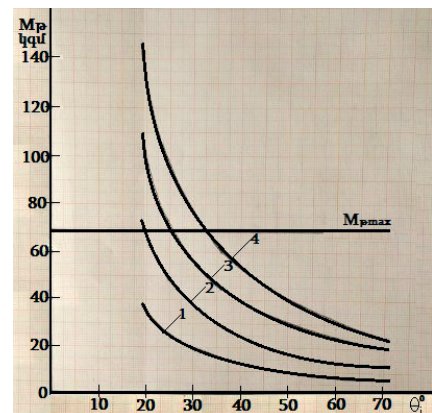
Այսպիսով՝ պլանետարային շարժահաղորդ մեխանիզմի թափուկի միջոցով ստեղծվող պտտող մոմենտը պայմանավորված է հողի տեսակարար դիմադրությամբ, թափուկի վրա ընկնող ծանրության ուժով, հողակառչիչի պարամետրերով, հողակառչիչների կազմած անկյունով և թափուկի տրամագծով:

Անհրաժեշտ է նշել, որ (9) բանաձևով դիմադրության մոմենտը որոշելու համար θ_i -ի միջանկյալ արժեքներն ընտրելիս պետք է նկատի ունենալ հողի սահքի պայմանի համաձայն ստացված θ -ի առավելագույն արժեքները (Ս.Խ.Պապյան և ուրիշ., 2018): Այսպես, ըստ հողի սահքի պայմանի նախնական հաշվարկների, կառչիչի առավելագույն խորության՝ $h_{\max} = 5, 10, 15, 20, 25, 30$ և 36 սմ, արժեքների դեպքում θ -ի առավելագույն արժեքները հավասար են՝ համապատասխանաբար

$\theta_{\max} = 40, 4^\circ, 52, 1^\circ, 58, 9^\circ, 63, 6^\circ, 67, 05^\circ, 69^\circ, 65^\circ, 69, 65^\circ$ և $72, 09^\circ$:

ℓ , b և θ_i որոշակի արժեքների համար (9) բանաձևով կատարված հաշվարկների արդյունքները ներկայացված են նկար 5-ում:

Ըստ (9) բանաձևով կատարված հաշվարկների արդյունքների և նկար 5-ում ներկայացված գրաֆիկների վերլուծության՝ (1) պայմանը կապահովվի, եթե միաժամանակ ակրկված լինեն $\theta_i = 36^\circ$ արժեքով երեք կառչիչներ, որոնց գումարային դիմադրության մակերեսը



Նկ. 5. Շարժահաղորդ թափուկի դիմադրության մոմենտի կախվածությունը θ_i անկյունից՝ $M_{p\max} = 69$ կգմ, $b = 0,2$ մ դեպքում:

0,06 մ² է: Հետևաբար պլանետարային մեխանիզմի շարժահաղորդ թմբուկի հողակառչիների նվազագույն քանակը պետք է կազմի 10:

Եզրակացություն

Կարտոֆիլահան մեքենայի կոշտամանրիչի շարժահաղորդ մեխանիզմի թմբուկի կառչիների քանակը (հաշվարկված ըստ հողի ճաքի պայմանի՝ θ անկյան առավելագույն մեծության) կոշտամանրիչ-փոխակրիչին անհրաժեշտ պտտական շարժում հաղորդելու և դինամիկական ուժեր ապահովելու համար բավարար չէ: Ակտիվ բանող օրգանով ռոտորային կոշտամանրիչ-փոխակրիչի տեխնոլոգիական լիարժեք գործընթացն ապահովելու համար անհրաժեշտ պտտող մոմենտը որոշվում է հողի հետ միաժամանակ ակրկվող հողակառչիների նվազագույն գումարային դիմադրության մակերեսով, որը, ըստ հողային և այլ պայմանների, կազմում է 0,06 մ²: Ընդ որում՝ հողակառչիչի լայնությունը սահմանափակվում է կարտոֆիլի մարգամիջյան տարածությունով, կոշտամանրիչի սեկցիաների միջև եղած հեռավորությամբ և չի կարող գերազանցել 20 սմ, իսկ

երկարությունը՝ առավելագույն խորացման չափը, հողի վիճակով և թմբուկի վրա ընկնող ծանրության ուժով:

Ռոտորային կոշտամանրիչի տեխնոլոգիական լիարժեք գործընթացն ապահովելու համար նաև անհրաժեշտ է պլանետարային շարժահաղորդ մեխանիզմի թմբուկի վրա տեղակայել 16x15 սմ չափսի առնվազն 10 կառչիչ: Վերջիններիս միջև անկյունը պետք է կազմի 36° ոչ ավելի:

Գրականություն

1. Թարվերդյան Ա.Պ., Եսոյան Ա.Մ., Մարիկյան Ս.Ս., Հայրապետյան Հ.Հ. Կարտոֆիլահանի ռոտորային կոշտամանրիչ: ՀՀ արտոնագիր 2866A. - Եր., 2018. - 6 էջ:
2. Պապյան Ս.Խ., Եսոյան Ա.Մ., Հայրապետյան Հ.Հ., Գալստյան Վ.Մ. Կարտոֆիլահան մեքենայի ռոտորային կոշտամանրիչի շարժաբերի պարամետրերի հիմնավորումը: Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարանի տեղեկագիր. - N 3. - Եր., 2018. - էջ 59-63:

АННОТАЦИЯ

Теория и расчет кинематико-геометрических параметров привода роторного комкормозельщика картофелекопателя

Установлена математическая связь между параметрами приводного механизма комкормозельщика картофелекопателя и площадью сопротивления шпор.

Предлагается установка на приводном барабане 10 или 11 шпор, с углом между шпорами, соответственно, 33°-36°, таким образом, чтобы суммарная площадь сопротивления одновременно зацепленных с почвой шпор составила от 0,03 м² до 0,06 м².

ABSTRACT

Theory and Calculation of Geometric and Kinematic Parameters of the Rotor Clod Crusher Drive in the Potato-Digger

The mathematical link between the drive mechanism of the clod crusher in the potato-digger and the resistance area in the grouser bars has been established.

It is recommended to install 10 or 11 grouser bars on the drive drum with inter-bar angles of 33°-36° respectively so that the total resistance area of the simultaneously anchored grouser bars in the soil would make 0.03 m²-0.06 m².

Ընդունվել է՝ 08.10.2018 թ.
Գրախոսվել է՝ 18.10.2018 թ.