



ՀՏԴ 631.317.004.5

doi: 10.52276/25792822-2024.3-180

ՀՈՂԱՄՇԱԿ ՖՐԵՉԻ ԴԱՆԱԿՆԵՐԻ ԿՈՂՄԻՑ ՓԵՐԵՑՎԱԾ ՀՈՂԱՉԱՆԳՎԱԾԻ ՇՊՐՏՄԱՆ ԻՆՏԵՆՍԻՎՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԱՉՏՅՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՄԻՋՈՑԱՌՈՒՄՆԵՐԻ ՄՇԱԿՈՒՄ

Ալբերտ Գրիգորյան^{id} տեխ.գ.թ., Արշալույս Թարվերդյան^{id} տեխ.գ.դ., Արթուր Ալթունյան^{id} տեխ.գ.թ.

Հայաստանի ագրարային ճարտարային խամալսարան

algrig1968@mail.ru, arshaluystar@gmail.com, artur_altunyan@mail.ru

ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆ

Բանալի բառեր՝

անկյունների կարգավորում,
դանակի շրջիտություն,
դանակի տեղակայման անկյուն,
կտրման անկյուն,
հողազանգվածի շարտում,
հողամշակ ֆրեզ

ԱՄՓՈՓԱԳԻՐ

Հողի ռոտացիոն մշակման ժամանակ դանակի կողմից հողազանգվածի անցանկալի ինտենսիվությամբ շարտման վրա ազդում են մեքենայի կառուցվածքատեխնոլոգիական առանձնահատկությունները և հողի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները: Հետազոտություններով հիմնավորվել է, որ հողազանգվածի շարտման ինտենսիվությունը հնարավոր է նվազեցնել տեխնոլոգիական պրոցեսների օպտիմալ պարամետրերի ընտրության և ռոտացիոն դանակների կառուցվածքի կատարելագործման միջոցով: Հողամշակ ֆրեզի դանակի և մշակվող հողազանգվածի փոխազդեցության առաջադրված խնդրի տեսական լուծման համար հիմք է ընդունվել մածուցիկ շիման պայմաններում երկու մարմինների շեղ հարվածի մոդելը:

Նախաբան

Ներկայումս գյուղատնտեսության վարման, մասնավորապես պտղատու և խաղողի այգիների հողամշակման աշխատանքներում լայն կիրառություն են ստացել ռոտացիոն հողամշակ բանող օրգաններով համալրված մեքենաները, որոնք ագրոտեխնիկական պահանջների տեսանկյունից ապահովում են հողի փխրեցման և մոլախոտային բուսականության ղնջացման առավել բարձր որակ:

Ուղղաձիգ պտտման առանցքով ռոտացիոն ֆրեզ-մեքենայի դանակների կտրման անկյունները դրանց շարժման հետագծի առանձին տեղամասերում գրեթե երկու անգամ գերազանցում են սովորական բանող օրգանների համար սահմանված օպտիմալ կտրման անկյունները (Синекоб, Панов, 1977): Նշված հանգամանքը ոչ միայն բարձրացնում է տեխնոլոգիական պրոցեսների էներգատարող

յունը, այլև բացասաբար է անդրադառնում հողի մշակման տեխնոլոգիական որակի վրա: Ռոտացիոն հողամշակ մեքենաների բարձր էներգատարողությունը պայմանավորված է նաև հողի մշակման ժամանակ կտրման բավական բարձր արագություններով (5-12 մ/վ), որոնց արդյունքում էականորեն փոխվում է բանող օրգանի և մշակվող միջավայրի փոխազդեցության տեխնոլոգիական բնույթը (Панов, 1970, Тарвердян и др., 2022): Ընդ որում այդ ընթացքում առաջացած լրացուցիչ դինամիկական դիմադրողականությունը պայմանավորված են ոչ միայն հողի կտրման, այլև կտրված հողային զանգվածի շարտման գործոններով և ուղղաձիգ պտտման առանցքով ֆրեզներին հատուկ թերություն են: Ի տարբերություն հորիզոնական ֆրեզների, որոնց դեպքում հողի կտրումը կրում է ընդհատ բնույթ, ուղղաձիգ ֆրեզների դանակներն աշխատանքի ողջ ընթացքում գտնվում են հողային խիտ միջավայրում:

Ուղղաձիգ պտտման առանցքով ֆրեզների կոշտ ամրակայվող դանակների տեղակայման անկյունն ընտրվում է այն հաշվարկով, որ դրանց հետագծի ամենածանրաբեռնված՝ ճակատային տեղամասում, կտրման անկյունը գտնվի օպտիմալ արժեքների միջակայքում՝ $\beta=(20-30)^\circ$ (Синеоков, Панов, 1977): Նման մոտեցման դեպքում դանակների շարժման հետագծի մնացած մասերում, հատկապես ֆրեզի թիկնամասում, կտրման անկյան մեծությունը գրեթե կրկնապատկվում է (Григорян, Алтунян, 2021), ինչի հետևանքով դիտվում է դանակի կանգնակի ներքին մակերևույթով արդեն իսկ մշակված հողային զանգվածի շարժման և քերթափման տեխնոլոգիական որակի ապահովման տեսանկյունից խիստ անցանկալի երևույթ:

Ուղղաձիգ պտտման առանցքով հողամշակ ֆրեզի դանակների տեղակայման հաստատուն անկյան դեպքում կտրման անկյունների փոփոխման օրինաչափությունները և դրանք հաստատուն պահելու պայմանները հանգամանորեն ներկայացվել են Նախորդ հոդվածում (Tarverdyan, et al., 2023):

Նյութը և մեթոդները

Որպես հետազոտության օբյեկտ է ընտրվել ուղղաձիգ առանցքով հողամշակ ֆրեզի ուղիղ հարթ դանակը:

Հողի շարժման անկյունը, հարաբերական և բացարձակ արագությունները որոշելիս մեր կողմից ընդունվել է, որ դանակի ու հողի փոխազդեցությունը կրում է հարվածի բնույթ (մածուցիկ շփման պայմաններում):

Դիտարկվել է առանձին վերցված հողային մասնիկի և դանակի ուղղաձիգ կանգնակի միջև β կտրման և i սրման անկյուններով ու v_a բացարձակ արագությամբ հարվածի

պրոցեսը (նկ. 1): Դանակի շարժման հետագիծը երկարացված ցիկլոիդ է, որը որոշվում է ռոտացիոն մեքենայի կինեմատիկական պարամետրով՝ $\lambda=V_o/V_{di}$, որտեղ V_{di} -ն մեքենայի համընթաց շարժման արագությունն է, V_o -ն՝ դանակի շրջագծային արագությունը: Հարվածի հակադարձելիության դեպքում կարելի է ընդունել, որ հողային մասնիկը v_a արագությամբ հարվածում է անշարժ դանակին՝ վերջինիս ուղղաձիգ մակերևույթին տարված N Նորմալի նկատմամբ $90^\circ-(\beta-i)$ անկյամբ: Հարվածից հետո հողային մասնիկի արագության \vec{u} վեկտորը N Նորմալի նկատմամբ կազմում է անդրադարձի β' անկյուն: Հողային մասնիկի միջհարվածային՝ v_a , և հետհարվածային՝ u , արագությունները ներկայացված են նկար 1-ում:

Համաձայն բացարձակ ոչ առաձգական մարմինների դեպքում շեղ հարվածի դասական տեսության՝ մասնիկի միջհարվածային և հետհարվածային արագությունների Նորմալ բաղադրիչների միջև առկա է հետևյալ կապը (Иванов, 1992).

$$\mu = \frac{u_n}{v_n}, \tag{1}$$

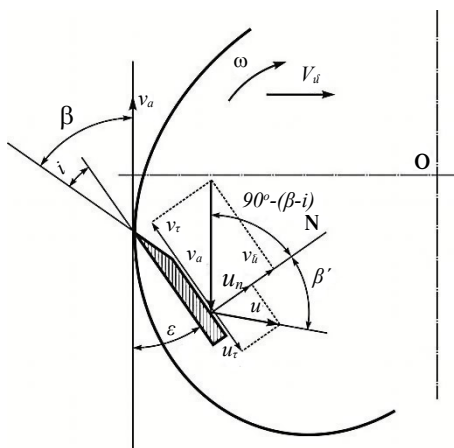
իսկ, ըստ մածուցիկ շփման հիպոթեզի, արագությունների շոշափող բաղադրիչների միջև՝ հետևյալ կախվածությունը.

$$u_\tau = (1-\varphi) \cdot v_\tau, \tag{2}$$

որտեղ v_n -ը և u_n -ը միջհարվածային և հետհարվածային արագությունների Նորմալ բաղադրիչներն են, v_τ -ն և u_τ -ն՝ միջհարվածային և հետհարվածային արագությունների շոշափող բաղադրիչները, $0 \leq \mu \leq 1$ -ը՝ հարվածվող մարմնի վերականգնման գործակիցը, φ -ն՝ շփման ակնթարթային գործակիցը հարվածի դեպքում: Ընդ որում՝ բացարձակ ոչ առաձգական հարվածին համապատասխանում են $\mu=0$, իսկ բացարձակ առաձգական հարվածին՝ $\mu=1$ արժեքները:

Շեղ հարվածի ընթացքում տեղի ունեցող պրոցեսների վերլուծության համար կարևորվում են հարվածի հիպոթեզը և ֆիզիկական հաստատուն մեծությունները՝ արագության վերականգնման, ակնթարթային և չոր շփման գործակիցները, որոնք որոշվում են միայն փորձնական ճանապարհով: Հայտնի է, որ այդ գործակիցների արժեքները պայմանավորված են փոխհարվածող մարմինների նյութով, ձևով, մակերևույթի վիճակով և մի շարք այլ գործոններով, որոնց համընդհանուր ազդեցությունը հարվածի վրա դեռևս լիովին բացահայտված չէ (Александров, Соколинский, 1969, Hunt, Crossley, 1975):

Տեղեկատվություն շփման ակնթարթային գործակցի արժեքները սովորաբար չեն նշվում, ինչը զգալիորեն դժվարացնում է շեղ հարվածի պայմաններում աշխատող համակարգերի հաշվարկը: Ուստի ակնթարթային շփման գործակցի համար ընդունել ենք Ռաուսի հիպոթեզը (Раус, 1983), որի համաձայն՝ շեղ հարվածի դեպքում շփումը հանգում է f շփման գործակցով չոր շփման:



Նկ. 1. Դանակի ուղղաձիգ հարթ մակերևույթին հողային մասնիկի հարվածի դեպքում հարաբերական արագության որոշման սխեման (կազմվել է հեղինակների կողմից):

Ըստ (1) և (2) հավասարումների՝ հողային մասնիկի միջհարվածային և հետհարվածային արագությունների բաղադրիչների միջև հաստատվում է գծային կապ:

Հարվածից հետո հողային մասնիկի շարժման հարաբերական արագությունը (սկ. 1) կազմում է՝

$$u = \sqrt{u_{\tau}^2 + u_n^2}$$

Հաշվի առնելով, որ $u_{\tau} = v_a(1-\varphi)\cos(\beta-i)$ և $u_n = v_a\mu\sin(\beta-i)$, միաժամանակ ըստ որոշակի փոխակերպումների՝

$$u = v_a \sqrt{(1-\varphi)^2 \cos^2(\beta-i) + \mu^2 \sin^2(\beta-i)}: \quad (3)$$

Անկախ նրանից, թե շեղ հարվածի դեպքում հարվածի որ հիպոթեզն է ընդունվում՝ մածուցիկ, թե չոր շփման, նյութական կետի հետհարվածային արագությունը շեղ հարվածից հետո որոշվում է հետևյալ կերպ (Блехман, 1979).

$$u = v_a \mu \frac{\cos(\beta-i)}{\sin \beta}: \quad (4)$$

Մածուցիկ շփման հիպոթեզի համաձայն՝ անդրադարձման β' և հարվածի $[90-(\beta-i)]$ անկյունները փոխկապակցված են հետևյալ արտահայտությամբ (Блехман, 1979).

$$\operatorname{tg} \beta' = \frac{1-\varphi}{\mu} \operatorname{tg} [90-(\beta-i)],$$

որտեղից՝

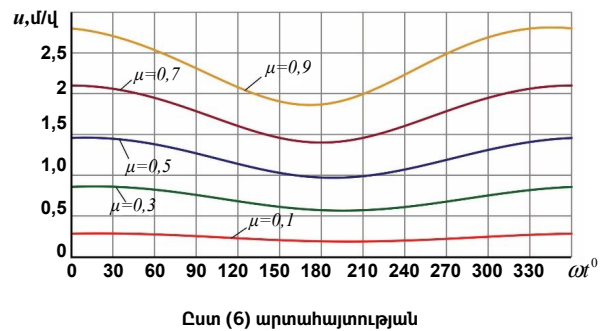
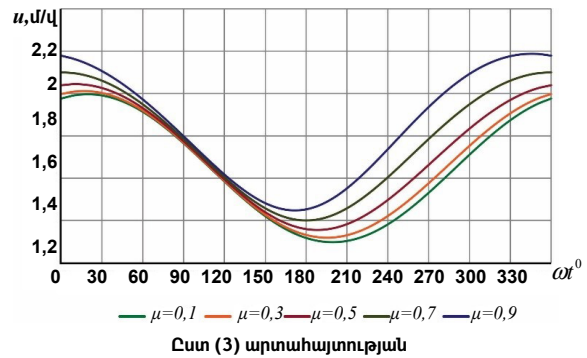
$$\beta = \operatorname{arctg} \frac{1-\varphi}{\mu \operatorname{tg}(\beta-i)}: \quad (5)$$

(5) հավասարումը տեղադրելով (4) արտահայտության մեջ՝ կստանանք հողային մասնիկի հետհարվածային հետևյալ հարաբերական արագությունը.

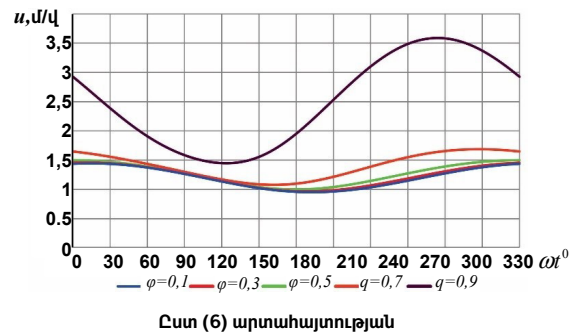
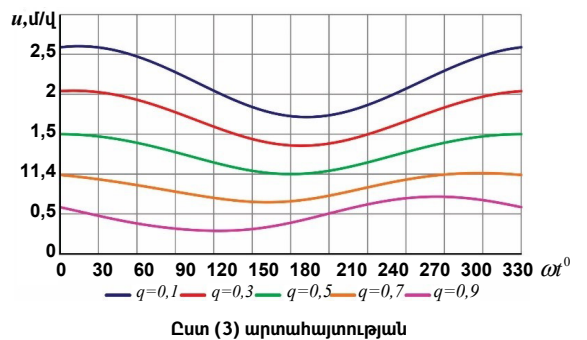
$$u = v_a \mu \frac{\cos(\beta-i)}{\sin \left[\operatorname{arctg} \frac{1-\varphi}{\mu \operatorname{tg}(\beta-i)} \right]}: \quad (6)$$

(3) և (6) արտահայտությունների հիման վրա նկար 2 և 3-ում պատկերված են հարվածից հետո հողային մասնիկի հարաբերական արագության փոփոխման գրաֆիկները μ և φ -ի տարբեր արժեքների դեպքում, ընդ որում՝ նկար 2-ում $\varphi = \operatorname{const} = 0,3$, իսկ նկար 3-ում $\mu = \operatorname{const} = 0,5$:

Նկար 2-ում ներկայացված գրաֆիկների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ, ըստ (3) և (6) արտահայտությունների, շփման գործակցի հաստատուն արժեքի դեպքում, արագությունների վերականգնման գործակցի աճին զուգընթաց՝ $\mu \rightarrow 1$, հարվածվող մարմնի հետհարվածային հարաբերական արագությունն աճում է, որը բացարձակ առաջնային մարմինների դեպքում ֆիզիկական իմաստով ընկալելի օրինաչափություն է, քանի որ հարվածի ողջ էներգիան ծախսվում է մարմնին հետհարվածային կինետիկ էներգիա հաղորդելու համար:



Նկ. 2. Հետհարվածային u հարաբերական արագության փոփոխման գրաֆիկները μ -ի տարբեր արժեքների դեպքում ($\varphi = \operatorname{const} = 0,3$, $V_a = 0,5$ մ/վ, $\lambda = 5$) (կազմվել է հեղինակների կողմից):

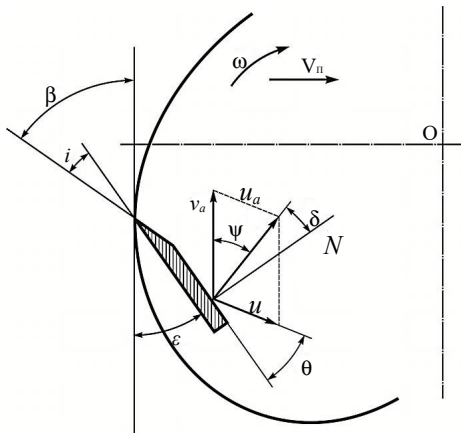


Նկ. 3. Հետհարվածային u հարաբերական արագության փոփոխման գրաֆիկները φ -ի տարբեր արժեքների դեպքում ($\mu = \operatorname{const} = 0,5$, $V_a = 0,5$ մ/վ, $\lambda = 5$) (կազմվել է հեղինակների կողմից):

Վերականգնման գործակցի հաստատուն արժեքի դեպքում շփման գործակցի աճը, ըստ (3) և (6) արտահայտությունների, ունենում է արմատապես հակառակ պատկեր: (3) հավասարման համաձայն՝ շփման գործակցի աճը հանգեցնում է մարմնի հետհարվածային հարաբերական արագության նվազման, իսկ ըստ (6)-ի՝ շփման գործակցի աճին զուգընթաց աճում է նաև մարմնի հետհարվածային հարաբերական արագությունը: Կարծում ենք, որ ըստ (6) արտահայտության ստացված պատկերը չի արտացոլում նշված պայմաններում հարվածի ֆիզիկական էությունը, քանի որ շփման գործակցի աճին զուգընթաց հետհարվածային հարաբերական արագությունը տրամաբանորեն պետք է նվազեր: Ուստի հետագա վերլուծությունների ժամանակ առաջնորդվել ենք (3) արտահայտությամբ:

Քանի որ իրականում շարժվում է դանակը, իսկ հողային մասնիկը միևնույն հարվածը գտնվում է դադարի վիճակում, ապա հարվածից հետո հողային մասնիկին կհաղորդվի նաև հարվածի ուղղությամբ շարժում: Հետևաբար հողային մասնիկի u_a բացարձակ արագությունը հարվածից հետո կորոշվի որպես v_a տեղափոխման և u հարաբերական արագությունների վեկտորային գումար (նկ. 4).

$$u_a = \sqrt{u^2 + v_a^2 - 2uv_a \cos(90 + \beta - i - \beta')}: \quad (7)$$



Նկ. 4. Հողային մասնիկի շարժման բացարձակ արագության և անկյան որոշման սխեման դանակի ուղղածից հարթ մակերևույթով հարվածի դեպքում (կազմվել է հեղինակների կողմից):

(3) արտահայտությունը տեղադրելով (7)-ի մեջ՝ կստանանք հողային մասնիկի հետհարվածային հետևյալ բացարձակ արագությունը՝

$$u_a = v_a \left[\frac{1 + (1 - \varphi)^2 \cos^2(\beta - i) + \mu^2 \sin^2(\beta - i) - 2\sqrt{(1 - \varphi)^2 \cos^2(\beta - i) + \mu^2 \sin^2(\beta - i)} \cdot \cos\left(90 + \beta - i - \arctg \frac{1 - \varphi}{\mu g(\beta - i)}\right)}{\dots} \right]^{1/2} : \quad (8)$$

Դանակի մակերևույթին հարվածից հետո հողի մասնիկի բացարձակ արագության (u_a) մեծ արժեքներով են պայմանավորված հողային զանգվածի շարժումը, ինչպես նաև դանակի դիմադրության մեծ ուժերը (Акимов и др., 2018): Հարկ է նշել, որ այդ գործոնները նաև պայմանավորված են ոչ միայն դանակի թևի տեղակայման անկյամբ, այլև թևի իրանի հատույթի երկրաչափական ձևով: Այդ տեսանկյունից կարելի է դիտարկել, թե ինչպիսին պետք է լինի դանակի թևի իրանի լայնական հատույթը հայտնի մակերեսի դեպքում, որպեսզի այն հողային միջավայրում շարժվելիս ունենա հնարավոր փոքր դիմադրություն և մակերևույթի տարբեր կետերում արագությունների նորմալ ու շոշափող բաղադրիչների այնպիսի հարաբերակցություն, որի դեպքում հողային զանգվածի մասնիկների շարժումը կլինի նվազագույնը: Հիդրոդինամիկայի և աերոդինամիկայի համանման խնդիրների դեպքում դիտարկվում է միջավայրում լավ շրջհոսելիություն ունեցող մարմինների շարժումը (Acharya, et al., 2019):

Ըստ հետազոտությունների արդյունքների՝ առաջադրված խնդրի լուծման համար անհրաժեշտ է, որ մասնիկների պոկումը մակերևույթից տեղի ունենա հնարավորինս ուշ, այսինքն՝ կատարվի դանակի հետին ծայրում, որտեղ մասնիկների մրկային շարժումը նվազագույն է:

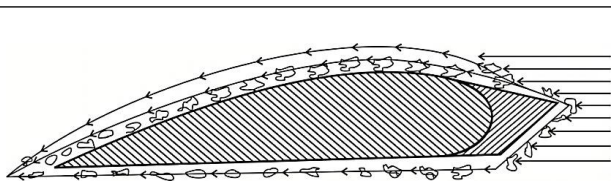
Արդյունքները և վերլուծությունը

Հողամշակ ֆրեզի դաշտային փորձարկումների և շահագործման պրակտիկայի համաձայն՝ մշակման ընթացքում հողի շարժման ինտենսիվությունը հիմնականում պայմանավորված է հողի ֆիզիկամեխանիկական հատկություններով, առավելապես խոնավությամբ: Մասնավորապես, ճմակաված և խոնավ հողատեսքերում հողազանգվածի շարժման ինտենսիվությունը նվազագույն է կամ լրիվ բացակայում է, իսկ չոր փոշիացված հողերում առավելագույն է: Չոր, փոշիացված սորուն հողազանգվածի շարժման ինտենսիվությունը կարելի է գնահատել ըստ վերոնշյալ համանմանության:

Հաշվի առնելով համանմանության հայտնի դրույթները՝ դանակի թևի լայնական հատույթին պետք է տալ այնպիսի ձև, որի դեպքում եզրագծի երկարության այն հատվածում, որտեղ միջավայրի դիմադրությունն աճում է, հողի և դանակի մակերևույթի միջև փոխազդեցությունը կընթանա դանդաղ և սահուն կերպով: Դրա համար անհրաժեշտ է հատույթին տալ երկարացված տեսք՝ այնպես, որ շրջհոսելիության ուղղությամբ մակերևույթները աստիճանաբար մոտենան իրար՝ միացման տեղում ստեղծելով սուր ծայր, իսկ առջևի մասում հատույթն ունենա կլորացում:

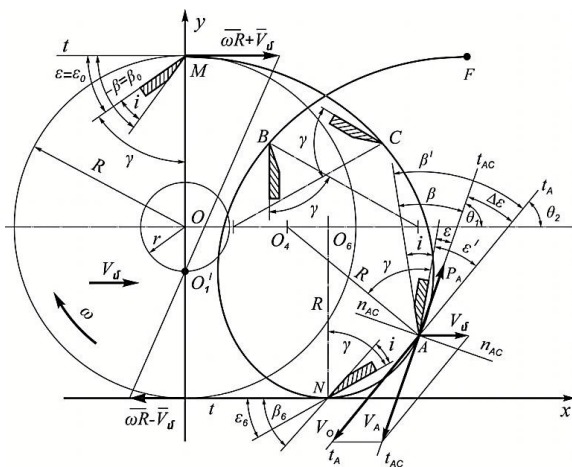
Նշված պայմաններին առավելագույնս բավարարում է շրջհոսելի ձևի հատույթը (նկ. 5):

Ավնհայտ է, որ շրջհոսելի ձև պետք է ունենա դանակի թևի ամբողջ իրանը, իսկ հողից տաշեղի շերտը կտրելու համար դանակի առջևի կլորացված մասում պետք է ամրացված լինի դանակի կտրող եզրը:



Նկ. 5. Հողամշակ ֆրեզ-մեքենայի դանակի շրջնուսելի թևի լայնական հատույթի սխեման (կազմվել է հեղինակների կողմից):

Ուղղաձիգ պտտման առանցքով ֆրեզի դանակն աշխատանքի ընթացքում կատարում է բարդ պտտական շարժում՝ ω անկյունային արագությամբ ռոտորի առանցքի շուրջ և համընթաց V_d արագությամբ: Արդյունքում դանակի կետերը կատարում են ցիկլոիդային (տորիսոիդային) հետագծով շարժում՝ մշակվող հողից կտրելով տաշեր, որի հաստությունը պայմանավորված է մեքենայի կինեմատիկական պարամետրերով, դանակի տեղակայման անկյամբ և երկրաչափական պարամետրերով: Հողի կտրման պրոցեսը, կինեմատիկական և դինամիկական ցուցանիշները բնութագրվում են հետագծի կամայական A կետում համապատասխան պարամետրերով (Նկ. 6):



Նկ. 6. Ֆրեզի դանակի հետագծի և կտրման անկյունների փոփոխման սխեման ռոտորի մեկ պտույտի ընթացքում (կազմվել է հեղինակների կողմից):

Դանակի տեղակայման անկյունը՝ γ , դանակի թևի և ռոտորի տվյալ դիրքում $O_4A=R$ շառավղի կազմած անկյունն է, β -ն առջևի կտրման իրական անկյունն է՝ կազմված դանակի առջևի սայրի և հետագծի A կետում ցիկլոիդին տարված t_{AC} շոշափողի միջև, ε -ը հետևի կտրման իրական անկյունն է՝ կազմված դանակի թևի և ցիկլոիդին տարված t_{AC} շոշափողի միջև, $\Delta\varepsilon$ -ը A կետում իրական ցիկլոիդային հետագծին և այդ կետում R շառավղով շրջանագծին տարված t_{AC} և t_A շոշափողների միջև կազմած անկյունն է:

Դանակի A կետի $V_0=\omega R$ շրջագծային արագությունն ուղղված է t_A շոշափողով, իսկ իսկ $\overline{V_A} = \overline{V_0} + \overline{V_d}$ բացարձակ արագությունը՝ ցիկլոիդային հետագծի t_{AC} շոշափողի ուղղությամբ:

Շրջագծային արագության $\overline{V_0}$ վեկտորը դանակի թևի հարթության հետ կազմում է $\varepsilon' = 90^\circ - \gamma$ անկյուն, իսկ $\overline{V_A}$ վեկտորը՝ $\alpha = \varepsilon$ անկյուն, $\overline{V_0}$ և $\overline{V_d}$ վեկտորները միմյանց հետ կազմում են $\varphi_1 = \Delta\varepsilon$ անկյուն:

Ուղղաձիգ պտտման առանցքով հողամշակ գործող ֆրեզ-մեքենաներում, գրեթե առանց բացառության, դանակի տեղակայման γ անկյունը հաստատուն է, ինչը ենթադրում է դանակի կոշտ ամրացում ռոտորի իրանին, յուրաքանչյուր կոնկրետ դեպքում հաստատուն է նաև դանակի սրման անկյունը՝ i : Այդ պայմաններում ռոտորի մեկ պտույտի ընթացքում կտրման իրական անկյունները (β և ε) ենթարկվում են փոփոխության $\pm\Delta\varepsilon$ չափով, ինչը, ըստ կինեմատիկական պարամետրի (λ), ստանում է տարբեր արժեքներ, սակայն բոլոր դեպքերում կտրման անկյունների կարգի մեծություն է:

Կտրման անկյունների զգալի փոփոխությունները հիմնականում ազդեցություն են գործում ֆրեզ-մեքենայի աշխատանքի կայունության ցուցանիշների վրա: Մեքենան աշխատում է ցնցումներով, անհավասարաչափ, մշակված հողաշերտը շարտվում է մշակման գոտուց:

Պողատու և խաղողի այգիների միջշարային, միջբևալին ու միջվազային տարածությունների մշակման ուղղաձիգ պտտման առանցքով ֆրեզ-մեքենաների դաշտային փորձարկումների և շահագործման ընթացքում վերը նշված ոչ ցանկալի երևույթների հետազոտությունների շրջանակում խնդիր է դրվել մշակել դանակի տեղակայման այնպիսի սխեմա, որի դեպքում ռոտորի մեկ պտույտի ընթացքում կտրման β և ε անկյունները, որոնցով բնութագրվում է բուն հողամշակման տեխնոլոգիական պրոցեսը, պահպանվեն հնարավորինս հաստատուն, իսկ տեղակայման γ անկյունը ենթարկվի ծրագրավորված, կարգավորվող փոփոխության: Նշված խնդրին անդրադարձել են նաև մի շարք հետազոտողներ (Damanauskas, et al., 2019, Schjønning, Rasmussen, 2000, Tarverdyan, et al., 2023):

Մեր կողմից կատարված հետազոտությունների (Tarverdyan, et al., 2023) արդյունքում անալիտիկ արտահայտությամբ որոշվել է γ -ի փոփոխման օրինաչափությունը ռոտորի մեկ պտույտի ընթացքում՝ պայմանավորված տարիչի պտտման անկյամբ՝ $\varphi = \omega t$.

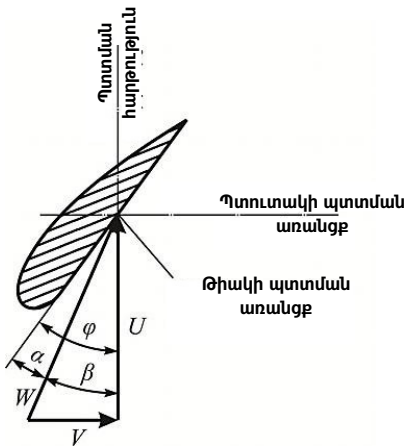
$$\gamma_\varphi = \frac{\pi}{2} - \beta + i \mp \arccos\left(\frac{\lambda \pm \cos \varphi}{\sqrt{1 + \lambda^2 \pm 2\lambda \cos \varphi}}\right), \quad (9)$$

որտեղ $\mp \arccos\left(\frac{\lambda \pm \cos \varphi}{\sqrt{1 + \lambda^2 \pm 2\lambda \cos \varphi}}\right)$ անդամը կտրման անկյունների փոփոխությունն է ռոտորի մեկ պտույտի ընթացքում $\Delta\varepsilon$:

Ապահովելով դանակի տեղակայման անկյան փոփոխությունը ներկայացված օրինաչափությամբ՝ միաժամանակ ապահովվում է ֆրեզ-մեքենայի կայուն, անցնում աշխատանք: Այդ ուղղությամբ աշխատանքները դեռևս շարունակվում են:

Խիտ միջավայրում շրջիստելի ձև ունեցող մարմնի բարդ շարժման, ինչպիսին հողամշակ ֆրեզ-մեքենայի դանակին է, լավագույն շրջիստելիության, հողի մասնիկների սահուն՝ առանց դանակի թևի մակերևույթից պոկվելու, մրրկային նվազագույն շարժում ապահովվում է հետևյալ պայմանի դեպքում (Александров, 1951).

$$\alpha = \varphi - \beta = const: \tag{10}$$



Նկ. 7. Պտտման թիակի արագությունների և անկյունների սխեման (կազմվել է հեղինակի կողմից):

Ըստ նկարներ 6-ում և 7-ում պատկերված սխեմաների համեմատությամբ՝ α անկյունը համարժեք է ε -ին, β -ն՝ $\pm \Delta\varepsilon$ -ին, φ -ն՝ θ -ին, հետևաբար (10) արտահայտությունը կընդունի հետևյալ տեսքը.

$$\varepsilon = \frac{\pi}{2} - \gamma \pm \Delta\varepsilon = const: \tag{11}$$

(11) արտահայտությունից հետևում է, որ հողի մասնիկների շրջիստելիությունն ապահովվելու և հողային զանգվածի շարտումը բացառելու համար անհրաժեշտ է, որ կտրման հետևի անկյունը լինի հաստատուն, ինչը մեկ անգամ ևս հաստատում է նախորդ հողվածում (Tarverdyan, et al., 2023) ամփոփված հետազոտությունների արդյունքները:

Ավնհայտ է, որ հաստատուն պետք է լինի նաև առջևի կտրման β անկյունը, քանի որ $\varepsilon = \beta - i$, իսկ հողամշակ ֆրեզ-մեքենայի դեպքում դա հնարավոր է միայն մեկ դեպքում, երբ դանակի տեղակայման անկյունը՝ γ -ն, փոփոխական մեծություն է ռոտորի մեկ պտույտի ընթացքում: Ընդ որում՝ γ -ի փոփոխությունը (կարգավորումը) պայմա-

նավորված է ռոտոր-տարիչի պտտման անկյամբ (φ) և պետք է կատարվի ըստ (9) կախվածության: Ուշագրավ է, որ հողամշակ ֆրեզ-մեքենայի դանակի տեղակայման և կտրման անկյունների օպտիմալ ու նպաստավոր արժեքների որոշումը դիմադրության ուժային գործոնների հավասարաչափության (Tarverdyan, et al., 2023) և նվազագույն պայմանների տեսանկյունից, ինչպես նաև ըստ հողի զանգվածի մասնիկների շրջիստելիության և շարտման բացառման՝ ապահովում են դանակի կտրման անկյունների հաստատունության և տեղակայման անկյան փոփոխության խիստ որոշակի օրինաչափությամբ արդյունք:

Հետազոտությունների արդյունքները գործնականում կիրառելու նպատակով առաջին հերթին առաջարկվում է հողամշակ ֆրեզ-մեքենայի ռոտորի և դանակների հողակապային ամրացումը կատարել առաձգական տարրով, որը դիմադրության ուժերի ազդեցությամբ փոփոխման ենթարկվելով տեղակայման անկյունը՝ հնարավորինս հաստատուն կպահի կտրման անկյունը:

Եզրակացություն

Հետազոտությունների արդյունքների համաձայն՝ ուղղաձիգ պտտման առանցքով հողամշակ ֆրեզի անհավասարաչափ, ցնցումներով աշխատանքը և մշակման գոտուց հողազանգվածի շարտումը հիմնականում պայմանավորված են ֆրեզի սկավառակին դանակների կոշտ ամրացմամբ (դանակի տեղակայման անկյան հաստատուն արժեքով) և դրանց իրանի լայնական հատույթի ձևով:

Սահմանվել է, որ ուղղաձիգ պտտման առանցքով հողամշակ ֆրեզի դիմադրության ուժերը, հետևաբար և էներգածախսումներն ու հողազանգվածի շարտումը կտտանան հնարավոր նվազագույն արժեքներ, եթե ռոտորի մեկ պտույտի ընթացքում դանակի կտրման անկյունը լինի հաստատուն: Իսկ վերջինս հնարավոր է միայն այն դեպքում, եթե դանակի տեղակայման անկյունը մեկ պտույտի ընթացքում լինի փոփոխական և կարգավորվող: Տեսականորեն ստացվել են արտահայտություններ, որոնք բնութագրում են դանակի տեղակայման անկյան փոփոխման օրինաչափությունը:

Հողամշակ ֆրեզի դիմադրության ուժերի և մշակված հողազանգվածի շարտման նվազեցումը պայմանավորված է ոչ միայն դանակի տեղակայման անկյան կարգավորմամբ, այլև դանակի իրանի լայնական հատույթի ձևով: Սահմանվել և հիմնավորվել է, որ դանակի իրանի ամենանպաստավոր լայնական հատույթը խիտ միջավայրում շրջիստելիություն ունեցող մարմնի հատույթն է:

Գրականություն

1. Акимов А.П. и др. Математическая модель взаимодействия фрезерного ножа с почвой / А.П. Акимов, Ю.В. Константинов, Б.В. Туровский // Вестник Казанского государственного аграрного

- университета. - 2018. - Т. 12. - N 4. - С. 29-35. http://dx.doi.org/10.12737/article_5a5f06808b59a5.62332052.
2. Александров В.Л. Воздушные винты. - М.: Оборонгиз, 1951. - 475 с.
 3. Александров Е.В., Соколинский В.Б. Прикладная теория и расчеты ударных систем. - М.: Наука, 1969. - 201 с.
 4. Вибрации в технике. Справочник. В 6-ти томах / Ред. совет: В.Н. Челомей (пред.). - Т. 2. Колебания нелинейных механических систем / Под ред. И.И. Блехмана. - М.: Машиностроение, 1979. - 351 с.
 5. Иванов А.П. Энергетика удара с трением // Прикладная математика и механика. - 1992. - Т. 56. - Вып. 4. - С. 527-534.
 6. Григорян А.С., Алтунян А.В. Влияние некоторых факторов на угол резания вертикального ножа при ротационной обработке почвы // Агронаука и технология, АНАУ. - N 3/75. - 2021. - С. 230-234. <http://dx.doi.org/10.52276/25792822-2021.3-230>.
 7. Попов Г.Ф. К методике проектирования рабочих органов фрезерных культиваторов // Материалы НТС ВИСХОМ. - Вып. 27. - М., 1970. - С. 490-497.
 8. Раус Э.Дж. Динамика системы твердых тел. - Т. I. - М.: Наука, 1983. - 463 с.
 9. Синеоков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. - М.: Машиностроение, 1977. - С. 250-253.
 10. Тарвердян А.П., Григорян А.С., Алтунян А.В. Кинематическое исследование садовой почвообрабатывающей фрезы с планетарным приводом // Агронаука и технология, АНАУ. - N 3/79. - 2022. - С. 231-237. <http://dx.doi.org/10.52276/25792822-2022.3-231>.
 11. Acharya, B.S., Dodla, S., Gaston, L.A., Darapuneni, M., Wang, J.J., Sepat, S., et al. (2019). Winter Cover Crops Effect on Soil Moisture and Soybean Growth and Yield under Different Tillage Systems. Soil and Tillage Research, 104430. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104430>.
 12. Damanauskas, V., Velykis, A., and Satkus, A. (2019). Efficiency of Disc Harrow Adjustment for Stubble Tillage Quality and Fuel Consumption. Soil & tillage Research 194. <http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2019.104311>.
 13. Hunt, K.H., Crossley, F.R.E. (1975). Coefficient of restitution interpreted as damping in vibro-impact. ASME Journal of applied mechanics, N 6, - pp. 440-445. <http://dx.doi.org/10.1115/1.3423596>.
 14. Schjønning, P., & Rasmussen, K. J. (2000). Soil Strength and Soil Pore Characteristics for Direct Drilled and Ploughed Soils. Soil and Tillage Research, 57, 69e82. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(00\)00149-5](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(00)00149-5).
 15. Tarverdyan, A.P., Altunyan, A.V., Grigoryan, A.S. (2023). Development and Justification of a Self-Regulating System for Adjusting the Angle of Rotary Tiller Blade with a Vertical Rotation Axis, "AgriScience and Technology", ANAU International Scientific Journal 2023 2/82, - pp. 117-123. <http://dx.doi.org/10.52276/25792822-2023.2-117>.

Разработка технико-технологических мер по уменьшению интенсивности отбрасывания разрыхленной почвы ножом почвообрабатывающей фрезы

Альберт Григорян, Аршалуйс Тарвердян, Артур Алтунян

Национальный аграрный университет Армении

Ключевые слова: *обтекаемость ножа, отбрасывание почвы, почвообрабатывающая фреза, регулирование углов, угол резания, угол установки ножа*

Аннотация. На интенсивность отбрасывания ножом почвенной массы при ротационной обработке почвы влияют конструктивно-технологические параметры машины и физико-механические свойства грунта. Исследованиями обосновано, что снизить интенсивность отбрасывания почвы возможно посредством выбора оптимальных параметров технологических процессов и усовершенствования конструкции ротационных ножей. В основу теоретического решения предложенной задачи взаимодействия ножа почвообрабатывающей фрезы с почвой легла модель косоугольного удара двух тел в условиях вязкого трения.

Development of Technical and Technological Measures to Reduce the Throwing Intensity of the Soil Mass Loosened with the Blades of Rotary Tiller

Albert Grigoryan, Arshaluys Tarverdyan, Artur Altunyan

Armenian National Agrarian University

Keywords: *angles adjustment, blade installation angle, blade streamlining, cutting angle, rotary tiller, soil mass throwing*

Abstract. Rotary tillage often leads to the undesirable phenomenon of soil being thrown back by the rotary blade, which diminishes the technological quality of soil preparation. This is evidenced by the exposure of certain areas and the formation of grooves behind the working element in the already cultivated soil strip. The soil throwing intensity is influenced by the technological and structural parameters of the machine blades, as well as the physical and mechanical properties of the soil. However, it is evident that soil throwing intensity can be reduced by either optimally selecting the kinematic parameters of the tillage process or by structural improvement of rotary blades. The article explores the kinematics of soil throwing process, considering the impact interaction of the rotary working element with the soil based on the hypothesis of viscous friction under oblique impact. It has been also established that the most effective characteristics for reducing environmental resistance and soil thrust are endowed by the blades with a streamlined cross-sectional profile.

Շահերի հայտարարագիր

Չեղինակները հայտարարում են, որ այս հոդվածի հետազոտության, հեղինակության և/կամ հրատարակման հետ կապված շահերի բախում առկա չէ:

Ընդունվել է՝ 22.05.2024 թ.
Գրախոսվել է՝ 03.06.2024 թ.