ԱԳՐՈԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱ
Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան
AGRISCIENCE AND TECHNOLOGY АГРОНАУКА И ТЕХНОЛОГИЯ
Միջազգային գիտական պարբերական
ISSN 2579-2822

ՀՏԴ 631.356.02
doi: 10.52276/25792822-2024.3-207

ԱՐՄԱՏԱՊՏՈՒՂՆԵՐԻ ԲԵՐՔԱՀԱՎԱՔԻ ՓՈՔՐԱՉԱՓ ՄԵՔԵՆԱՅԻ ԳՆԴԱՁԵՎ ԲԱՆՈՂ ՕՐԳԱՆԻ ԱՆԿՅՈՒՆԱՅԻՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱՎՈՐՈՒՄ

Անուշ Տոնապետյան
Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան
an7_777@bk.ru

ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆ

Բանալի բառեր՝
անկյունային արագություն,
արմատապտուղ,
բանող օրգան,
սկավառակ,
օպտիմալ պարամետր

ԱՄՓՈՓԱԳԻՐ

Արմատապտուղների բերքահավաքի փոքրաչափ մեքենայի գնդաձև սկավառակավոր բանող օրգանի անկյունային արագության որոշման նպատակով կատարվել են տեսական հետազոտություններ և լաբորատոր փորձարկումներ, ինչպես նաև մշակվել է լաբորատոր փորձարկումների ստենդ: Ուսումնասիրվել է սկավառակի գնդաձև մակերևույթի, իներցիայի մոմենտի, ընթացքի խորության և գրոհի անկյան ազդեցությունը պտտման անկյունային արագության վրա: Ստացվել է սկավառակի անկյունային արագության որոշման մաթեմատիկական արտահայտություն, որը կիրառելի է նմանատիպ բանող օրգանների համար:

Նախաբան

Գնդաձև սկավառակները սկավառակավոր գութաններ-ի, երեսվարիչների, ցաքանների, ինչպես նաև արմատապտուղների բերքահավաքի մեքենաների հիմնական բանող օրգաններն են: Ուշագրավ է, որ սկավառակավոր բանող օրգանները հողամշակման գործընթացում ապահովում են մշակման բարձր որակ, ունեն նվազագույն քարշային դիմադրություն և, մյուս բանող օրգանների համեմատությամբ, բարձր անցանելիություն: Օպտիմալ պարամետրերի դեպքում սկավառակավոր բանող օրգաններն արմատապտուղներն ավելի լավ են դուրս մղում հողից: Արմատապտուղների անջատումը հողից հիմնականում տեղի է ունենում սկավառակի պտտման անկյունային արագության ազդեցությամբ (Летошнев, 1995, Тонапетян, Карапетян, 2022, Տոնապետյան, 2023): Վերջինիս վերաբերյալ կատարվել են սակավաթիվ հետազոտություններ և որոշակի արդյունքներ չեն ստացվել:

Հաշվի առնելով նշված հանգամանքը՝ առաջարկվել է մեր կողմից նախագծված արմատապտուղների բերքահավաքի փոքրաչափ մեքենայի վրա տեղակայել գնդաձև սկավառակ, որը պտտական շարժումը ստանում է հողի հետ փոխազդեցության ժամանակ:

Խնդիր է դրվել վերլուծել գնդաձև սկավառակի աշխատանքը և որոշել սկավառակի պտտման անկյունային արագությունը:

Նյութը և մեթոդները

Արմատապտուղների բերքահավաքի փոքրաչափ մեքենայի աշխատանքի ժամանակ գնդաձև սկավառակի մակերևույթով հողաշերտի մասնիկների շարժման հետագիծը հիմնականում պայմանավորված է սկավառակի շարժումով: Գնդաձև սկավառակը և հողը փոխազդեցության արդյունքում միասին պտտվում են որոշակի անկյունային արագությամբ: Վերջինիս վրա ազդեցություն են գործում սկավառակի և հողի իներցիայի մոմենտները, սկավառակի

առանցքակալներում շփումը, սկավառակի ընթացքի խորությունը, գրոհի անկյունն ու համընթաց շարժման արագությունը (Базикян и др., 2013a, Базикян и др., 2013b, Есоян и др., 2006, Shavazov, et al., 2022):

Արմատապտուղների բերքահավաքի փոքրաչափ մեքենայի գնդաձև սկավառակավոր բանող օրգանի անկյունային արագությունը որոշելու համար կատարվել են տեսական հետազոտություններ և լաբորատոր փորձարկումներ: Վերջիններս իրականացվել են 2023 թվականին Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարանի ավտոտրակտորների և գյուղատնտեսական մեքենաների ամբիոնի լաբորատորիայի հողային խրամատում:

Արդյունքները և վերլուծությունը

Գնդաձև սկավառակի իներցիայի մոմենտը պտտման Z առանցքի նկատմամբ որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ (Мисюрев, 1963, Кучкоров, Улмасов, 2023).

$$I_Z = \frac{Mr^2}{2}, \quad (1)$$

որտեղ M-ը սկավառակի զանգվածն է, r-ը՝ սկավառակի շառավիղը:

Անկյունային արագությունը որոշելու համար կիրառվում է պտտման Z առանցքի նկատմամբ սկավառակ - հողաշերտ համակարգի կինետիկ մոմենտի փոփոխման օրենքը (նկ. 1):

Նշված համակարգի վրա ազդեցություն է գործում շարժվող հողի կողմից սկավառակի վրա ազդող ուժը:

Մոմենտների հավասարումն է՝

$$L_z + L_{oz} = 0, \quad (2)$$

որտեղ L_z-ը հողի և սկավառակի փոխազդեցության մեջ մտնելուց հետո համակարգի կինետիկ մոմենտն է պտտման Z առանցքի նկատմամբ, L_{oz}-ը՝ կինետիկ մոմենտը նույն պտտման առանցքի նկատմամբ՝ մինչև հողի և սկավառակի փոխազդեցությունը:

$$L_Z = L_{Z1} + L_{Z2}, \quad (3)$$

որտեղ L_{Z1}-ը սկավառակի կինետիկ մոմենտն է.

$$L_{Z1} = I_{Z1} \cdot \omega, \quad (4)$$

L_{Z2}-ը՝ սկավառակի հետ փոխազդեցության մեջ գտնվող հողի շերտի կինետիկ մոմենտը.

$$L_{Z2} = I_{Z2} \cdot \omega: \quad (5)$$

Վերջին երկու արտահայտություններում ω-ն սկավառակի շարժման անկյունային արագությունն է:

Ըստ (1) բանաձևի՝

$$L_{Z1} = \frac{Mr^2}{2} \cdot \omega: \quad (6)$$

Շարժման մեջ գտնվող հողաշերտի իներցիայի մոմենտը Z առանցքի նկատմամբ որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$I_{Z2} = ml^2, \quad (7)$$

որտեղ l-ը սկավառակի պտտման առանցքի հեռավորությունն է հողում խրված սեգմենտի ծանրության կենտրոնից, m-ը՝ սկավառակի բանող մակերևույթի հետ փոխազդեցության մեջ գտնվող հողի շերտի զանգվածը վայրկյանում: Այդ զանգվածը որոշվում է ըստ առի ծավալի. ընդունվում է՝ $V=const$.

$$\frac{dm}{dt} = S \cdot V \cdot \rho, \quad (8)$$

որտեղ S-ը սկավառակի հետագծի նորմալի նկատմամբ առի հատույթի մակերեսն է, ρ-ն՝ հողի ծավալային կշիռը:

Շարժման մեջ գտնվող հողաշերտի կինետիկ մոմենտը Z առանցքի նկատմամբ կազմում է՝

$$L_{Z2} = ml^2 \cdot \omega: \quad (9)$$

Տեղադրելով համապատասխան արժեքները (3) արտահայտությունում՝ կստանանք՝

$$L_Z = (\frac{Mr^2}{2} + ml^2)\omega: \quad (10)$$

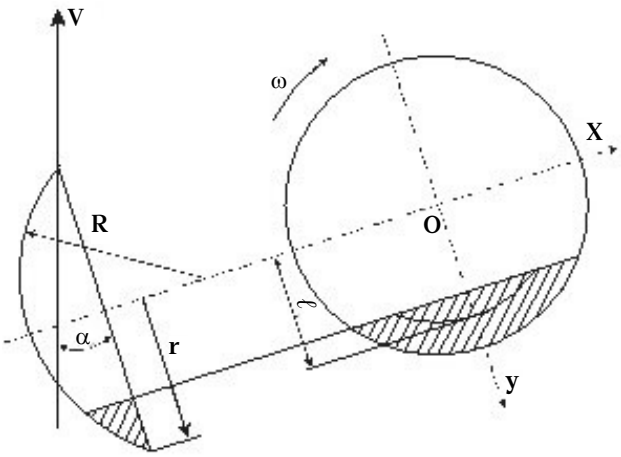
Մինչև հողի և սկավառակի փոխազդեցությունը կինետիկ մոմենտը պտտման Z առանցքի նկատմամբ որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$L_{OZ} = mvl\cos\alpha, \quad (11)$$

որտեղ v-ն համընթաց շարժման արագությունն է, α-ն՝ սկավառակի գրոհի անկյունը:

(10) և (11) արտահայտությունների համապատասխան արժեքները (2)-ում տեղադրելու արդյունքում՝

$$\left(\frac{Mr^2}{2} + ml^2\right)\omega - mvl\cos\alpha = 0: \quad (12)$$



Նկ. 1. Գնդաձև սկավառակի և հողի փոխազդեցության սխեման *(կազմվել է հեղինակի կողմից)*:

Վերջինիս համաձայն որոշվում է սկավառակի անկյունային արագությունը՝

$$\omega = \frac{\upsilon \cos\alpha}{\frac{Mr^2}{2ml} + l}: \qquad (13)$$

Սկավառակի անկյունային արագության և գլորման շառավղի միջև գոյություն ունի հետևյալ կապը.

$$\omega = \frac{\upsilon}{R_{\text{գլ.}}}: \qquad (14)$$

Հավասարեցնելով (13) և (14) հավասարումների աջ կողմերը՝ կստանանք՝

$$\frac{\upsilon \cos\alpha}{\frac{Mr^2}{2ml} + l} = \frac{\upsilon}{R_{\text{գլ.}}}: \qquad (15)$$

Վերջին արտահայտության համաձայն՝

$$\frac{Mr^2}{2ml} + l = R_{\text{գլ.}}: \qquad (16)$$

Տեսական հետազոտությունների ժամանակ հաշվի չենք առել սկավառակի կտրման դիմադրությունը, հողում խրվելու գործոնը, սկավառակի առանցքակալներում շփումը: Քանի որ նշված գործոններն իրականում ազդում են գլորման շառավղի վրա, ուստի դրա մեծությունն ընդունենք ΔR:

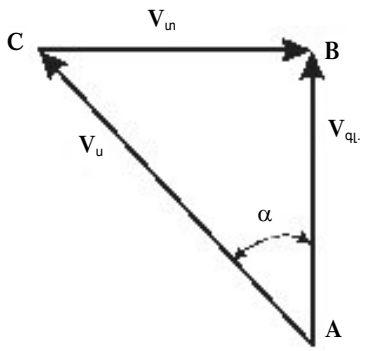
Այսպիսով՝ գլորման շառավղի իրական մեծությունը կկազմի՝

$$R_{\text{գլ.իր.}} = R_{\text{գլ.}} + \Delta R: \qquad (17)$$

Գնդաձև սկավառակը տրակտորի շարժմանը զուգընթաց կատարում է բարդ շարժում: Այն տեղաշարժվում է A կետից B կետը՝ կատարելով միաժամանակ մաքուր գլորում և սահում (նկ. 2):

Նման շարժման արագությունը կկազմի՝

$$\overline{\upsilon}_{\text{գլ.}} = \overline{\upsilon}_{\text{տ}} + \overline{\upsilon}_{\text{ս}}, \qquad (18)$$



Նկ. 2. α գրոհի անկյամբ շարժվող սկավառակի արագության որոշման սխեման *(կազմվել է հեղինակի կողմից)*:

որտեղ $\upsilon_{\text{գլ.}}$-ը մաքուր գլորման արագությունն է, $\upsilon_{\text{տ}}$-ն՝ տրակտորի շարժման արագությունը, $\upsilon_{\text{ս}}$-ն՝ մաքուր սահքի արագությունը:

ABC եռանկյան համաձայն՝

$$\upsilon_{\text{ս}} = \upsilon_{\text{գլ.}} cos\alpha, \qquad (19)$$

հետևաբար՝

$$\omega = \frac{\upsilon_{\text{գլ.}} \cos\alpha}{R_{\text{գլ.}}}: \qquad (20)$$

Համապատասխան արժեքները տեղադրելու արդյունքում՝

$$\omega = \frac{\upsilon_{\text{գլ.}} \cos\alpha}{\frac{Mr^2}{2ml} + l + \Delta R}: \qquad (21)$$

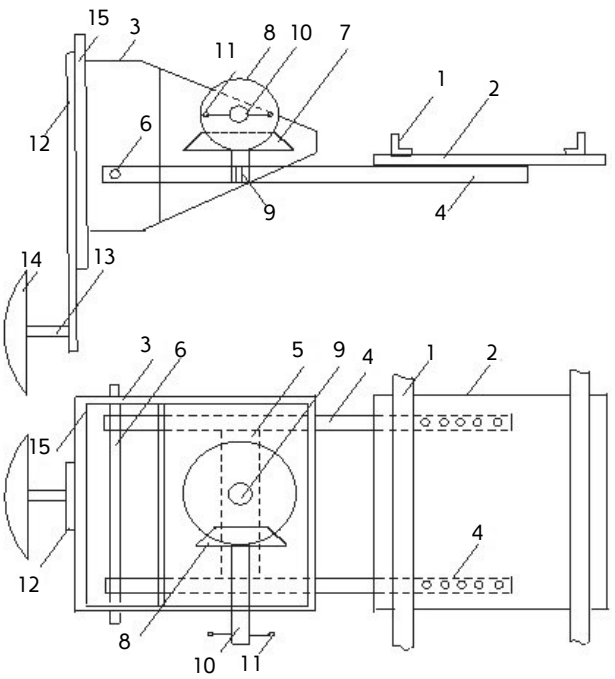
Գլորման շառավղի իրական արժեքը որոշելու համար մեր կողմից մշակվել է փորձարկումների ստենդ (նկ. 3), իսկ ՀԱԱՀ ավտոտրակտորների և գյուղատնտեսական մեքենաների ամբիոնի լաբորատորիայի հողային խրամատում իրականացվել են փորձնական հետազոտություններ:

Ստենդը բաղկացած է շրջանակից, շրջանակին կոշտ ամրացված թիթեղից, իրանից, վերջինիս հոդակապով միացված երկթև եղանիկից, վերջինիս թևերը միացնող գոտուց, հոդակապային սռնուց, ուղղաձիգ ձողից, սկավառակից, վերջինիս սռնուց և իրանի հենապատից:

Իրանին կոշտ ամրացված է կարգավորիչ հանգույցը, որը բաղկացած է ուղղաձիգ և հորիզոնական պտտման առանցքներով ատամանիվներից, ուղղաձիգ պտտման առանցքով պարուրակային վերջույթով սռնուց, հորիզոնական պտտման առանցքով ատամանվի սռնուց և դրա ծայրին միացված լծակից:

Սկավառակավոր բանող օրգանի շահագործման պարամետրերի փոփոխությունը կատարվում է որոշակի հաջորդականությամբ: Սկավառակի գրոհի անկյունը փոխելու համար շրջանակին կոշտ միացված թիթեղի վրա բացված տարբեր անցքերը հնարավորություն են տալիս երկթև եղանիկը թիթեղին ամրացնել հորիզոնական հարթության մեջ փոփոխական անկյամբ: Եղանիկի դիրքի նման փոփոխությունը հանգեցնում է սկավառակի գրոհի անկյան փոփոխության:

Սկավառակի դիրքն ընթացքին ուղղաձիգ հարթությունում կարգավորվում է կարգավորիչ հանգույցի և իրանին հոդակապով միացված եղանիկի օգնությամբ. լծակի միջոցով հորիզոնական պտտման առանցքով սռնին և դրա վրա կոշտ նստած ատամանիվը պտտելով՝ պտտական շարժում է հաղորդվում ուղղաձիգ պտտման առանցքով ատամանվին և դրան կոշտ միացված սռնուն: Վերջինս ստորին հատվածում պարուրակային կապով միացված է երկթև եղանիկի թևերն իրար կոշտ միացնող գոտուն և նպաստում է, որ եղանիկն իջնի կամ բարձրանա՝ ամբողջ իրանը պտտելով հոդակապային սռնու շուրջ, ինչի արդյունքում էլ փոխվում է ուղղաձիգ ձողի և դրան սռնիով միացված սկավառակի դիրքն ուղղաձիգ հարթությունում:



Նկ. 3. Սկավառակի լաբորատոր փորձարկումների ստենդ. *1 - շրջանակ, 2 - թիթեղ, 3 - իրան, 4 - երկթև եղանիկ, 5 - եղանիկի թևերը միացնող գոտի, 6 - հոդակապային սռնի, 7, 8 - ուղղաձիգ և հորիզոնական պտտման առանցքներով ատամանիվներ, 9 - ուղղաձիգ պտտման առանցքով պարուրակային վերջույթով սռնի, 10 - հորիզոնական պտտման առանցքով ատամանվի սռնի, 11 - լծակ, 12 - ուղղաձիգ ձող, 13 - սկավառակ, 14 - սկավառակի սռնի, 15 - իրանի հենապատ (կազմվել է հեղինակի կողմից)*:

Մշակման խորությունը կարգավորելու համար իրանի հենապատի և դրան միացվող ուղղաձիգ լծակի վրա ուղղաձիգ ուղղությամբ բացված են փոքր քայլերով անցքեր:

Նշված մեքենամասերի միացումը կատարվում է հեղույս - մանեկ զույգերի միջոցով: Միացվող անցքերի փոփոխմամբ կարգավորվում է սկավառակի ուղղաձիգ դիրքը, հետևաբար՝ նաև մշակման խորությունը:

Փորձարարական հետազոտությունները կատարվել են գիտափորձերի պլանավորման տեսության մեթոդներով (Баращук и др., 1984, Вознесенский, 1973, Солодов, Юдин, 2006):

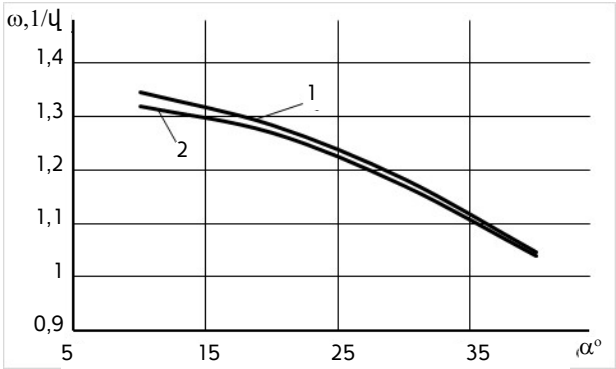
Հողային խրամատում ընտրվել է L երկարությամբ տեղամաս, հաշվարկվել են սկավառակի Z պտուտաթվերն այդ տեղամասն անցնելու ժամանակահատվածում, ապա որոշվել է գլորման շառավիղը՝

$$R_{\text{գլ.}}^{\text{փ}} = \frac{L}{2\pi Z}: \qquad (22)$$

Փորձարկումները կատարվել են սկավառակի ընթացքի 80, 120 և 160 մմ խորությունների, գրոհի 20°, 30°, 40° անկյունների, ինչպես նաև համընթաց շարժման տարբեր արագությունների դեպքում:

Փորձարարական հետազոտությունների ընթացքում ստացված տվյալների մշակման արդյունքում պարզվել է, որ սկավառակի գնդաձև մակերևույթը, իներցիայի մոմենտը, ինչպես նաև սկավառակի ընթացքի խորությունն ագրոտեխնիկական պահանջներին համապատասխանող համընթաց շարժման արագությունների դեպքում (փոքր արագություններ) գլորման շառավղի վրա գրեթե ազդեցություն չեն գործում: Գլորման շառավղի վրա հիմնականում ազդում է սկավառակի գրոհի անկյունը, ինչը երևում է տեսական և փորձարարական հետազոտությունների արդյունքների հիման վրա կառուցված $\omega=f(\alpha)$ գրաֆիկներից (նկ. 4):

Այսպիսով՝ կարելի է ընդունել, որ գլորման շառավիղը գրեթե հավասարվում է սկավառակի շառավղին:



Նկ. 4. Սկավառակի անկյունային արագության փոփոխությունն ըստ գրոհի անկյան. *1 - տեսական, 2 - փորձնական (կազմվել է հեղինակի կողմից)*:

Եզրակացություն

Սկավառակի գնդաձև մակերևույթը, իներցիայի մոմենտը և ընթացքի խորությունն ագրոտեխնիկական պահանջներին համապատասխանող համընթաց շարժման արագությունների (փոքր արագություններ) դեպքում գրեթե ազդեցություն չեն գործում գլորման շառավղի վրա: Վերջինիս վրա հիմնականում ազդում է սկավառակի գրոհի անկյունը:

Տեսական և փորձարարական հետազոտությունների հիման վրա ստացվել է սկավառակի անկյունային արագության որոշման մաթեմատիկական արտահայտություն, որը կիրառելի է նմանատիպ բանող օրգանների համար:

Գրականություն

1. Տոնապետյան Պ.Ա. Հողի մշակման էներգախնայող տեխնոլոգիայի և համապիտանի ագրեգատի մշակում: Մենագրություն. - Եր., 2023. - 266 էջ:
2. Базикян Н.А., Тонапетян П.А., Тонапетян А.П. Влияние установочных параметров сферических дисков на качество обработки почвы // Техника будущего: перспективы развития сельскохозяйственной техники. Сборник статей международной научно-практической конференции. - Краснодар, 2013. - С. 103-105.
3. Базикян Н.А., Тонапетян П.А., Тонапетян А.П. К теории работы плоских почвообрабатывающих дисков // Техника будущего: перспективы развития сельскохозяйственной техники. Сборник статей международной научно-практической конференции. - Краснодар, 2013. - С. 141-143.
4. Баращук В.И. и др. Планирование эксперимента в технике. - Киев: Техника, 1984. - 200 с.
5. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-технологических исследованиях. - М.: Статистика, 1973. - 192 с.
6. Есоян А.М., Тонапетян П.А., Аракелян А.А. К теории оптимизации параметров сферических дисков почвообрабатывающих машин // Известия ГАУА. - N 2. - Ереван, 2006. - С. 59-62.
7. Қучқоров Ж.Ж., Улмасов С.Х. Теоретическая попытка определения угловой скорости сферического диска // Журнал инноваций нового века. - Т. 25. - N 2. - 2023. https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskaya-popytka-opredeleniya-uglovoy-skorosti-sfericheskogo-diska.
8. Летошнев М.И. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчет, проектирование и испытание. - М-Л.: Сельхозгиз, 1995. - 764 с.
9. Мисюрев М.А. Методика решения задач по теоретической механике. - М., 1963. - 308 с.
10. Солодов В.С., Юдин Ю.И. Применение методов планирования активного эксперимента для идентификации комплекса “судно-трап” // Вестник МГТУ. - Т. 9. - N 2. - 2006. - С. 195-199. https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-metodov-planirovaniya-aktivnogo-eksperimenta-dlya-identifikatsii-sudovogo-kompleksa.
11. Тонапетян П.А., Карапетян М.А. Дисковые почвообрабатывающие рабочие органы. Уч. пособие. - М., 2022. - 77 с.
12. Shavazov, K., Tonapetyan, P., Karapetyan, M. (2022) Justification of technological parameters of disk tillage working bodies. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Vol. 1076, II International conference on Agricultural Engineering and Green Infrastructure Solutions 18/05/2022- 20/05/2022 Tashkent, - 5 p. http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/1076/1/012017.

Обоснование угловой скорости сферического рабочего органа малогабаритной корнеуборочной машины

Ануш Тонапетян

Национальный аграрный университет Армении

Ключевые слова: *диск, корнеплод, оптимальный параметр, рабочий орган, угловая скорость*

Аннотация. С целью определения угловой скорости сферического дискового режущего органа малогабаритной корнеуборочной машины были проведены теоретические исследования и лабораторные испытания, а также разработан лабораторный испытательный стенд. Изучено влияние сферической поверхности, момента инерции, глубины хода и угла атаки диска на угловую скорость вращения. Получено математическое выражение для определения угловой скорости диска, применимое к аналогичным рабочим органам.

Justification of the Angular Velocity of the Spherical Working Body in a Small-Sized Root Crops Harvester

Anush Tonapetyan

Armenian National Agrarian University

Keywords: *angular velocity, disc, optimal parameter, root crop, working body*

Abstract. When applied in soil cultivation processes, disc working bodies demonstrate high quality of soil tillage and have minimal traction resistance. Disc working bodies with optimal parameters better push out the root crops from the soil. Theoretical investigations were conducted to determine the angular velocity of the spherical disc working body of a small-sized root crop harvesting machine. Laboratory test-stand for the disc was designed and relevant laboratory experiments were carried out. The impact of the spherical surface, moment of inertia, depth of the disk motion, and the angle of disk attack on the angular velocity of rotation was studied, and a mathematical model for determining the angular rotation velocity of the disk was designed. As a result of the data processing acquired from the experimental studies, the effect of the disc spherical surface, the moment of inertia, as well as the motion depth of the low speed disc on the rotation radius was disclosed. The rotation radius is mainly affected by the angle of disc attack.

Շահերի հայտարարագիր

Հեղինակը հայտարարում է, որ այս հոդվածի հետազոտության, հեղինակության և/կամ հրապարակման հետ կապված շահերի բախում առկա չէ:

Ընդունվել է՝ 27.06.2024 թ.
Գրախոսվել է՝ 15.07.2024 թ.