

ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԳՐԱՐԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ՏՈՆԱՊԵՏՅԱՆ ՊԱՐԳԵՎ ԱՐԱՄԱՅԻՍԻ

ԼԱՆՋԵՐՈՒՄ ՀՈՂԻ ՆՎԱԶԱԳՈՒՅՆ ՄՇԱԿՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ
ԵՎ ՄԵՔԵՆԱՆԵՐԻ ԲԱՆՈՂ ՕՐԳԱՆՆԵՐԻ ՄՇԱԿՈՒՄ

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅՈՒՆ

Ե.20.01. «ԳՅՈՒՂԱՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՄԵՔԵՆԱՅԱՑՈՒՄ
ԵՎ ՄԵՔԵՆԱՆԵՐ» ՄԱՍՆԱԳԻՏՈՒԹՅԱՄԲ ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ
ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԴՈԿՏՈՐԻ ԳԻՏԱԿԱՆ ԱՍՏԻՃԱՆԻ ՀԱՅՅՄԱՆ
ՀԱՄԱՐ

ԳԻՏԱԿԱՆ ԽՈՐՀՐԴԱՏՈՒ՝ տեխնիկական գիտությունների դոկտոր,
ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս Ա.Պ. ԹԱՐՎԵՐԴՅԱՆ

ԵՐԵՎԱՆ 2018

Ներածություն	5
1. Հիմնախնդրի վիճակը և հետազոտությունների խնդիրները	11
1.1. Հողի մշակման տեխնոլոգիաները	11
1.2. Լանջերի մշակման առանձնահատկությունները	25
1.3. Հողի մշակման էներգախնայող տեխնոլոգիաները	30
1.4. Հողի նվազագույն մշակման տեխնոլոգիայի առանձնահատկությունները և ընտրությունը գոտիականությանը համապատասխան	37
1.5. Երկրագործության լեռնային գոտում աշխատող մեքենատրակտորային ագրեգատներին ներկայացվող պահանջները	46
1.6. Եզրակացություններ	53
1.7. Հետազոտությունների նպատակն ու խնդիրները	55
2. Լեռնային երկրագործությունում նվազագույն տեխնոլոգիայով հողերի մշակման տեխնիկական միջոցների էներգատեխնոլոգիական հաշվարկի տեսություն	56
2.1. Լանջի նվազագույն մշակման կոմբինացված ագրեգատի կառուցվածքը, աշխատանքը և տեղակայման պարամետրերը	57
2.2. Հողի շերտավոր մշակման բանող օրգանի տեխնոլոգիական պարամետրերի հիմնավորումը	64
2.3. Փխրիչի սլաքաձև թաթիկի և հողի ուժային վերլուծությունը	69
2.4. Փխրիչի սլաքաձև թաթիկի երկրաչափական պարամետրերի հիմնավորումը	75
2.5. Փխրիչի քարշային դիմադրության նվազեցման ուղիները	81
2.6. Լանջերի հողի երկշերտ մշակման բանող օրգանի քարշային դիմադրությունը	85
2.7. Հողի մակերեսային մշակման պասիվ գործողության բանող օրգանների երկրաչափական պարամետրերի ազդեցությունը երկարակեցության վրա	89
2.8. Սկավառակավոր բանող օրգանի տեխնոլոգիական պարամետրերի հիմնա- վորումը	96
2.9. Սֆերիկ սկավառակների և հողի փոխազդեցության հաշվարկի տեսությունը	102
2.10. Սֆերիկ սկավառակների տեղակայման պարամետրերի ազդեցությունը հողի մշակման որակի վրա	106

2.11. Լանջում աշխատող հողամշակ ագրեգատի կայունության ապահովումը հարթ սկավառակի պարամետրերի օպտիմալացումով	112
2.12. Կոմբինացված ագրեգատում փխրիչ թաթիկների և սկավառակների տեղա- կայման հաշվարկի տեսություն	119
2.13. Հողամշակ մեքենաների շահագործական ցուցանիշների լավարկումը	123
2.14. Լանջում աշխատող փխրիչի ընդգրկման լայնության փոփոխության գնահա- տումը	131
2.15. Մեքենատրակտորային ագրեգատի ուղղույթի կայունությունը լանջում	135
2.16. Փխրիչի ընթացքի խորության կայունությունը լանջում	141
2.17. Փխրիչի ուժային ասիմետրիկության ազդեցությունը կախոցի տատանումների վրա	146
2.18. Լանջում աշխատող տրակտորի հզորության կորուստը	152
2.19. Լանջերի երկշերտ մշակման կոմբինացված ագրեգատի քարշային դիմադրու- թյունը	157
2.20. Հողի նվազագույն մշակման թրթռափխրիչի տեխնոլոգիական պարամետրերի հիմնավորումը	163
2.21. Եզրակացություններ	170
3. Գիտափորձնական հետազոտությունների ծրագիրը, մեթոդիկական և օբեկտները	173
3.1. Լաբորատոր - դաշտային գիտափորձնական հետազոտությունների ծրագիրը և կատարման մեթոդիկական	174
3.2. Գիտափորձերի պլանավորման և չափումների արդյունքների մաթեմատիկական մշակման մեթոդիկական	186
4. Գիտափորձնական հետազոտությունների արդյունքները և վերլուծությունը	195
4.1. Լանջի նվազագույն մշակման տեխնոլոգիային համապատասխան կոմբինացված ագրեգատի բանվորական օրգանների ընթացքի խորության անհավասարաչափու- թյան գնահատումը	195
4.2. Լանջի նվազագույն մշակման կոմբինացված ագրեգատի քարշային դիմադրությունը	203
4.3. Լանջի հողի մշակման որակի վրա սֆերիկ սկավառակների տեղակայման	

պարամետրերի ազդեցության գնահատումը	210
4.4. Փխրիչի ընդգրկման լայնության փոփոխության գնահատումը	228
4.5. Լանջով աշխատող ՄՏԱ - ի ուղղույթի կայունության գնահատումը	234
4.6.Եզրակացություններ	240
5. Լեռնային երկրագործությունում հողամշակման էներգախնայող տեխնիկական միջոցների կատարելագործումը	242
5.1.Լանջերի հակաէրոզիոն փխրիչի բանող օրգանի կառուցվածքը և աշխատանքը	243
5.2.Հողի նվազագույն մշակման սկավառակավոր բանող օրգանի կառուցվածքը և աշխատանքը	244
5.3.Լանջերի մշակման էներգախնայող բանող օրգանի կառուցվածքը և աշխատանքը	245
5.4.Լանջերի հողի շերտավոր մշակման ագրեգատի կառուցվածքային առանձնահատկությունները	246
5.5.Տրակտոր-փխրիչ ագրեգատի կախոցի կատարելագործումը լանջերում աշխատելու համար	248
5.6.Ագրեգատի ընթացքի խորության հավասարաչափության և ուղղույթի կայունության կարգավորման հարմարանքի կառուցվածքը և աշխատանքը	253
5.7.Լանջերում հողամշակ մեքենաների բանող օրգանի խորության և ագրեգատի ուղղույթի կայունության կարգավորման ավտոմատ համակարգի կառուցվածքը և աշխատանքը	255
6. Լանջերում հողի նվազագույն մշակման տեխնիկական միջոցների արտադրական փորձարկումների արդյունքները և կիրառման տնտեսական արդյունավետությունը	258
Ընդհանուր եզրակացություններ և առաջարկություններ	263
Գրականություն	267
Հավելվածներ	283

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Թեմայի արդիականությունը: 1990-ական թվականներից տնտեսական համակարգային փոփոխությունների արդյունքում, շուկայական հարաբերությունների ձևավորմանը զուգընթաց, ագրոպարենային ոլորտում ի հայտ եկան մի շարք խնդիրներ, որոնց մեջ առանձնակի կարևորվում է տեխնիկական միջոցներով ապահովվածությունն ու դրանց արդյունավետ օգտագործումը:

Հայաստանի հանրապետության ագրարային համալիրի ազգային անվտանգությունն ապահովող, էկոլոգիապես մաքուր մթերքների արտադրության ծավալի աճն, ինչպես նաև, արտադրանքի մրցունակությունը հայրենական և աշխարհի շուկաներում համարվում է պետական ստրատեգիական նշանակության կարևորագույն խնդիրներից մեկը, որը պահանջում է անհետաձգելի լուծում: Այն հնարավոր չէ լուծել առանց նոր ագրոտեխնոլոգիաների, տեխնիկական միջոցների մշակման, օգտագործման և արտադրության տեխնիկական վերազինման:

Այսօր առավել ակնհայտ է, որ հասարակության զարգացման մակարդակը զգալիորեն բնութագրվում է նաև տեխնիկայի զարգացման աստիճանով, որը մեծապես կախված է գիտության զարգացման մակարդակից: Հասարակության արտադրողական ուժերի հետագա զարգացման անհրաժեշտությունից կախված տեխնիկայի տվյալ ժամանակահատվածի մակարդակը գիտության առջև նորանոր խնդիրներ է դնում՝ հիմնավոր ընտրելու հետագա գիտական հետազոտությունների ուղղությունները:

Գյուղտեխնիկայի հետագա զարգացման ժամանակակից խնդիրները գիտականորեն հիմնավոր լուծելու համար, անհրաժեշտ է իմանալ նրա զարգացման օբյեկտիվ միտումները և օրինաչափությունները, ճիշտ գնահատել տեխնիկայի զարգացման առանձնահատկությունները և պոտենցիալ հնարավորություններն այսօրվա դրությամբ, հաշվի առնելով նաև հասարակության զարգացման հասունացած պահանջները: Տեխնիկայի զարգացումը դիտարկվում է որպես բնական, տեխնիկական և հասարակական գիտությունների սահմանակետում զարգացող երևույթ:

Հայաստանում իրագործված հողի սեփականաշնորհումը, էներգակիրների, նոր գյուղ. տեխնիկայի և պահեստամասերի թանկությունը, եղածի մաշվածությունը,

հասարակության սոցիալ-տնտեսական ծանր պայմանները բացասաբար են անդրադարձել նաև հողօգտագործման վրա: Զգալիորեն աճել է ձեռքի ծանր աշխատանքի տեսակարար կշիռը, խախտվել տեխնոլոգիական գործընթացների կատարման ագրոժամկետներն ու որակը, երբեմն էլ առհասարակ շրջանցվել: Հետևանքներն ակնհայտ են՝ բերքատվության անկում, արտադրանքի ինքնարժեքի բարձրացում:

Ներկայումս ՀՀ – ում գյուղատնտեսական հիմնական մշակաբույսերի մշակման տրադիցիոն տեխնոլոգիան չի համապատասխանում «իր պարտականություններին»: Այսօր շուկան գյուղատնտեսությանը դրել է խիստ շրջանակների մեջ, տեխնիկայի, վառելանյութերի, պարարտանյութերի, բույսերի պաշտպանության միջոցների գների անընդհատ աճի պայմաններում անհնար է պահպանել բուսաբուծության տնտեսական արդյունավետություն, ուստի ավելի է կարևորվում հատկապես դաշտավարության մեքենայացման էներգախնայող և բարձր տեխնոլոգիական որակ ապահովող տեխնիկական միջոցների մշակումը: Արտադրողական միջոցների գլխավոր բաղադրիչը՝ հողը շարունակում է աղքատանալ, ուստի և պահանջվում է հողի բերրիության վերականգնման նոր ծախսումներ: Այս հիմնախնդրի լուծման ճանապարհները գտնված են՝ մշակված են էներգախնայող և բարձրորակ տեխնոլոգիաներ, որոնք տնտեսության էկոնոմիկան դարձնում են արդյունավետ, ապահովում է արտադրության էկոլոգիականությունը, ցանքը կատարվում է կարճ ժամկետներում նվազագույն ծախսումներով, բարձրանում է մշակաբույսերի բերքատվությունը, տնտեսվում է վառելիքը, ցանքի հետ միաժամանակ պայքար է տարվում մոլախոտերի դեմ, բարելավվում է հողի օդաջրային շրջանառության համակարգը, և որ ամենակարևորն է, հողի էներգախնայող, զրոյական և նվազագույն մշակման նորագույն տեխնոլոգիաների ներդրումը՝ առի շրջման բացակայությունը մեծացնում են հողի ինքնաառողջացման բնական մեխանիզմը, այն դառնում է փակ էկոհամակարգ:

Հողի մշակման էներգախնայող նվազագույն և զրոյական մշակման տեխնոլոգիաների կիրառությունն առանձին մշակաբույսերի համար պետք է լինեն գիտականորեն հիմնավորված ըստ գյուղատնտեսական գոտիների: Հողի մշակման համակարգերի մշակման ժամանակ անհրաժեշտ է հաշվի առնել տեղային պայմանները, մշակաբույսերի կենսաբանական առանձնահատկություններն, այն

պետք է լինի հողապաշտպան, էներգախնայող, հողի բերրիության պահպանման հնարավորությամբ, կանխարգելի բոլոր տեսակի էրոզիաները, բարձրացնելով գյուղատնտեսական մշակաբույսերի բերքատվությունը:

Գյուղատնտեսական նշանակության հողերի նվազագույն մշակման տեխնոլոգիաները ներկայումս լայնորեն ներդրված են աշխարհի շատ երկրներում՝ Ռուսաստանի դաշնությունում, Ռումինիայում, Բուլղարիայում, ԱՄՆ-ում, Մեծ Բրիտանիայում, Գերմանիայում և այլն[118,140,151,203]:

Համաձայն Ա.Ի. Բարաեվի (1963թ.), Ա.Ն. Կաշտանովի (1975թ.), Մ.Ն. Զասլավսկու (1984թ.), Ա.Ի. Շաբաեվի (2003թ.) և այլ գիտնականների բազմաթիվ գիտափորձնական հետազոտությունների, հողի նվազագույն մշակման ներդրումն ուղեկցում է էրոզիայի նվազեցման, ի հաշիվ հողում հումուսի պահպանման և կուտակման, հողի կազմության պահպանմամբ և բարելավմամբ, ջրաթափանցման բարձրացմամբ, հողապաշտպան բուսական շերտի բարելավմամբ [45, 46, 47, 86, 87, 88]:

Ելնելով վերը շարադրվածից, լեռնային երկրագործության մեքենատրակտորային ագրեգատների աշխատունակության բարձրացման և կատարվող գործընթացների ագրոտեխնոլոգիական ցուցանիշների բարելավմանը նպատակաուղղված տեսական-գիտափորձնական հետազոտությունները ունեն արդիական բնույթ և մեծ նշանակություն լանջերում հողի նվազագույն մշակման տեխնոլոգիայի և մեքենաների բանող օրգանների մշակման բնագավառում:

Աշխատանքի նպատակը և հետազոտության խնդիրները: Աշխատանքի նպատակն է՝ լեռնային երկրագործության գոտում հողի նվազագույն մշակման կատարելագործված տեխնոլոգիայի և մեքենաների բանող օրգանների մշակում՝ ուղղված հողամշակման գործընթացների ագրոտեխնիկական ցուցանիշների բարելավմանը և էներգածախսերի կրճատմանը: Այդ նպատակին հասնելու համար առաջ են քաշվել հետազոտության հետևյալ խնդիրները. տեսական և գիտափորձնական հետազոտություններով բացահայտել լեռնային երկրագործության պայմաններում, մասնավորապես՝ լանջերում շահագործվող հողամշակ մեքենաների կառուցվածքային և տեխնոլոգիական թերությունները, հիմնախնդրի ագրոտեխնի-

կական ու տեխնիկատնտեսական պահանջներին համապատասխան՝ մշակել լանջերում հողի նվազագույն մշակման տեխնոլոգիա և մեքենաների բանող օրգանների տեխնոլոգիական սխեմաները, մշակել առաջարկված բանող օրգանների ու միջավայրի միջև ուժային փոխազդեցության հաշվարկի տեսություն և որոշել կառուցվածքա-տեխնոլոգիական պարամետրերը, առաջարկվող տեխնիկայի տեխնոլոգիական սխեմաների հիման վրա մշակել բանող օրգանների էսքիզային նախագծերը, պատրաստել նախագծված բանող օրգանների փորձանմուշներ, իրականացնել գիտափորձական հետազոտություններ, կատարել արդյունքների վերլուծություն, ճշտել բանող օրգանների կառուցվածքատեխնոլոգիական պարամետրերը և այն օգտագործել նախագծերում, կատարել մշակված հողամշակ բանող օրգաններով ագրեգատի արտադրական փորձարկումները և հիմնավորել գիտական առաջարկու-թյունների տեխնիկատնտեսական արդյունավետությունը:

ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅԱՆ ՕԲՅԵԿՏԸ: Հետազոտության օբյեկտ են հանդիսացել լանջի նվազագույն հողամշակման առաջարկվող փորձանմուշի կոմբինացված ագրեգատը, ԲԴՆ-2.6 և առաջարկվող սֆերիկ սկավառակավոր բանող օրգաններով փորձական նմուշի ցաքանը, հողամշակ մեքենաների ընթացքի խորության համաչափության և ագրեգատի ուղղույթի կայունության կարգավորման հարմարանքը, հողի մշակման խորությունը գրանցող սարքը:

Դաշտային գիտափորձերը և արտադրական փորձարկումները կատարվել են Արագածոտն մարզի «Արագածի բերրիություն» ՓԲԸ-ի և Հնաբերդ գյուղի դաշտերում:

ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԸ: Տեսական և գիտափորձական հետազոտությունների կատարման համար օգտագործվել են գիտական հետազոտու-թյունների տրամաբանական մոտեցումները, ֆիզիկական ու մաթեմատիկական մոդելավորման, մաթեմատիկական վերլուծության և հավանականության, ինչպես նաև գիտափորձերի պլանավորման տեսության ու մաթեմատիկական վիճակագրության մեթոդները:

ԳԻՏԱԿԱՆ ՆՈՐՈՒՅԹԸ: Ընդհանրացվել են լեռնային երկրագործության մեքենայացման տեխնոլոգիական գործընթացների հիմնախնդիրները և մշակվել բարելավման հեռանկարային ուղղությունները:

Մշակվել են լեռնային երկրագործության, մասնավորապես՝ լանջերում հողի նվազագույն մշակման տեխնոլոգիա և շերտավոր մշակման կոմբինացված ագրեգատ, էրոզիայի կանխարգելման, էներգախնայող, սկավառակային ունիվերսալ բանող օրգաններ, որոնց կիրառմամբ կանխարգելվում է հողի էրոզիան, իջեցվում խոնավության գոլորշիացումը, բարձրացվում հողի բերրիությունը և նվազեցվում էներգածախսերը:

Մշակվել է բանող օրգանների պարամետրերի օպտիմալացման և հողի հետ ուժային փոխազդեցության հաշվարկի տեսություն: Արդյունքում ստացվել են առաջարկված բանող օրգանների տեխնոլոգիական և կառուցվածքային պարամետրերի որոշման հաշվարկային բանաձևեր:

Գիտափորձնական հետազոտություններով մշակվել է լանջերում աշխատող ՄՏԱ-ի ուղղույթի կայունության, բանող օրգանների ընթացքի խորության հավասարաչափության և հողամշակման տեխնոլոգիական գործընթացի բարելավման համակարգ:

Որոշվել է նոր առաջարկված ու կատարելագործված մեքենասարքավորումների շահագործման տնտեսական արդյունավետությունը:

Նոր մշակված մեքենասարքավորումների համար ստացվել է ՀՀ ութ արտոնագիր:

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԳՈՐԾՆԱԿԱՆ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ԻՐԱՑՈՒՄԸ: Աշխատանքի գործնական նշանակությունը կատարված տեսական և գիտափորձնական հետազոտությունների արդյունքների օգտագործումն է լեռնային երկրագործությունում, մասնավորապես՝ լանջերում, հողամշակ մեքենաների աշխատանքային գործընթացների բարելավման համար:

Լանջերում հողի նվազագույն մշակման առաջարկված տեխնոլոգիան և շերտավոր մշակման կոմբինացված ագրեգատը, ինչպես նաև էրոզիայի կանխարգելման, էներգախնայող, սկավառակային ունիվերսալ բանող օրգանները ապահովում են տեխնոլոգիական բարձր որակ և տեխնիկատնտեսական ցուցանիշներ, որոնք թույլ են տալիս երաշխավորել դրանց խմբաքանակի արտադրությունը:

Մշակված հաշվարկի տեսության և գիտափորձնական հետազոտությունների արդյունքները կարելի է օգտագործել տեխնոլոգիապես նմանատիպ մեքենաների մշակման համար:

Ատենախոսական աշխատանքին վերաբերող նյութերն արտացոլված են «Գյուղատնտեսական մեքենաներ» և «Երկրագործական մեխանիկա» առարկաների ուսումնական ծրագրերում և օգտագործվում են դասավանդման գործընթացում:

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԱՊՐՈԲԱՑԻԱՆ: Ատենախոսական աշխատանքի հիմնական դրույթները զեկուցվել և հավանության են արժանացել «Գյուղատնտեսության էկոլոգիական հիմնախնդիրները» (2007թ.), «Հարավկովկասյան տարածաշրջանի ջրային պաշարների պահպանման և օգտագործման հիմնախնդիրները» (2008թ.), «Հողային պաշարների օգտագործման և կառավարման հիմնախնդիրները» (2009թ.), «Հայաստանի պետական ագրարային համալսարանի հիմնադրման 80 ամյակին նվիրված» (2010թ.), «Գյուղատնտեսության էկոլոգիական և օրգանական ժամանակակից հիմնախնդիրները» (2011թ.), «Ապագայի տեխնիկա՝ գյուղատնտեսական տեխնիկայի զարգացման հեռանկարները» (Կրասնոդար 2013թ.) միջազգային գիտաժողովներում, «Ավտոմոբիլներ և տրակտորներ» և «Գյուղատնտեսական մեքենաներ» ամբիոնների սեմինար խորհրդակցություններում (2007-2017թ.թ.) և ընդլայնված նիստում (2018թ.):

ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿՈՒՄԸ: Ատենախոսության հիմնական դրույթներն արտացոլված են 33 գիտական աշխատանքներում և 8 գյուտի արտոնագրերում: Դրանցից 11-ը հրատարակվել է արտասահմանյան երկրներում:

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ ԵՎ ԾԱՎԱԼԸ: Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, 6 գլուխներից, ընդհանուր եզրակացություններից ու առաջարկություններից, օգտագործված գրականության ցանկից՝ 232 անվանումով, և 16 հավելվածներից: Աշխատանքի հիմնական տեքստը շարադրված է համակարգչային տպագրության 282 էջի վրա, ընդգրկում է 123 նկար և 21 աղյուսակ:

1. ՀԻՄՆԱԽՆԴՐԻ ՎԻՃԱԿԸ ԵՎ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԽՆԴԻՐՆԵՐԸ

Գյուղատնտեսական հողատարածքներին բնորոշ է խիստ բազմազանություն, որն արտահայտվում է հողի տեսակով, ֆիզիկամեխանիկական հատկություններով, բնակլիմայական պայմաններով, զբաղեցրած դիրքով, օգտագործման բնագավառով և այլն: Ըստ տարածքների տարբեր հողատիպերի առավել արդյունավետ օգտագործման բնական ձգտումը հանգեցրել է երկրագործության վարման զանազան համակարգերի և առաջին հերթին՝ հողի մակերեսային և հիմնական մշակման տարբեր տեխնոլոգիաների և դրանց ներկայացվող պահանջների մշակման: Երկրագործության անհրաժեշտ մակարդակի վարման դեպքում հողի մշակման միասնական համակարգ չպետք է լինի, նույնիսկ մեկ տնտեսության պայմաններում, քանի որ հողատարածքները իրարից տարբերվում են մեխանիկական կազմով, բնակլիմայական պայմաններով, զբաղեցրած դիրքով և այլն: Դրանց լավագույն մշակման համար պահանջվում են տարբեր բանող օրգաններ կամ մեքենատրակտորային ագրեգատներ: Եվ ընդհանրապես, եթե նկատի ունենանք, որ հողի ֆիզիկամեխանիկական հատկություններով է պայմանավորվում նրա մշակման տեխնոլոգիայի ընտրությունը, ապա վճռական գործոններ են դառնում նաև մեքենատրակտորային ագրեգատի տեսակը, երկրաչափական ձևը և քարշակի ընտրությունը:

1.1. Հողի մշակման տեխնոլոգիաները

Հողի բերրիության, հետևաբար գյուղատնտեսական մշակաբույսերի բերքատվության բարձրացումը պետք է ապահովվի մեխանիկական մշակումով անհրաժեշտ էկոլոգիական մաքրությամբ:

Ներկայումս աշխարհում կիրառվում է հողի մշակման երեք հիմնական տեխնոլոգիաներ.

- պարզ (տրադիցիոն), որը կիրառվում է ցածր շահույթաբերություն ապահովող գյուղատնտեսական ձեռնարկություններում: Այս տեխնոլոգիայի կիրառման

- դեպքում հացահատիկային մշակաբույսերի բերքատվության պոտենցիալ հնարավորությունը հասնում է մինչև 2տ/հա: Պարզ տեխնոլոգիաներով հողի մշակման դեպքում կիրառվող տեխնիկական միջոցները հիմնականում հին սերնդի, ցածրարժեք մեքենաներ են, որոնք օգտագործելի չեն հողապաշտպան մշակման համար,
- ինտենսիվ, հաշվարկված են գյուղատնտեսական արտադրության գործընթացներում, հանքային պարարտանյութերի և բուսապաշտպան միջոցների փոքրածավալ և դիֆերենցված կիրառմամբ: Այսպիսի տեխնոլոգիայի դեպքում հացահատիկային մշակաբույսերի բերքատվությունը հասնում է 3–4 տ/հա [29, 30, 72, 91, 95],
 - բարձր ինտենսիվ նյութախնայողական տեխնոլոգիաներ, որոնց կիրառությունը հնարավորություն է տալիս հացահատիկային մշակաբույսերի բերքատվությունը հասցնել 5 – 6 տ/հա: Այս տեխնոլոգիաների համար կիրառվող տեխնիկական միջոցներն ապահովում են հողօգտագործման խնայողություն, գյուղատնտեսական մշակաբույսերի արտադրության, բերքահավաքի և դրանց պահպանման գործընթացների ճշգրիտ կառավարում: Որպես օրենք, այս մեքենաներն ինքնակառավարում են կատարվող տեխնոլոգիական գործընթացների որակը, հաշվի առնելով լանդշաֆտի փոփոխական պայմանները օպտիմալացնում են բոլոր տեսակի ռեսուրսների օգտագործումը:

Հողի մշակման ժամանակակից, արմատավորված տեխնոլոգիան ենթադրում է տրակտորային ագրեգատների և կոմբայնների բազմընթաց տեխափոխություններ, որի հետևանքով այդ ագրեգատների ընթացքային համակարգերի հետքերը կազմում են դաշտի 40 – 80% - ը: Այդ հետքերի տակ հողը խտանում է մինչև 1,5 մ խորությամբ, որը հանգեցնում է մշակման դիմադրության բարձրացման, մինչև երկու անգամ, իջնում է հողի շերտի ընդհանուր և մազանոթային ծակոտկենությունը: Արդյունքում զգալիորեն իջնում է միկրոօրգանիզմների կենսագործունեությունը, հողը դեգրադացվում է և վերջին հաշվով, նվազում բերքատվությունը 20-40% - ով [29, 30, 49, 83, 95, 136, 154]:

Գոյություն ունեցող գութաններով և հարթահատներով հողի մշակման ժամանակ առաջանում է, այսպես կոչված, պնդացված ակոսահատակ, որը խոչընդոտում է

մթնոլորտային տեղումների ներթափանցմանն, ինչպես նաև, գրունտային ջրերի ավելորդ խոնավության գոլորշիացմանը: Լանջերում դա հանգեցնում է հողային էրոզիայի, իսկ հարթավայրերում՝ խոնավ «պնակների» [49, 106, 136, 178]:

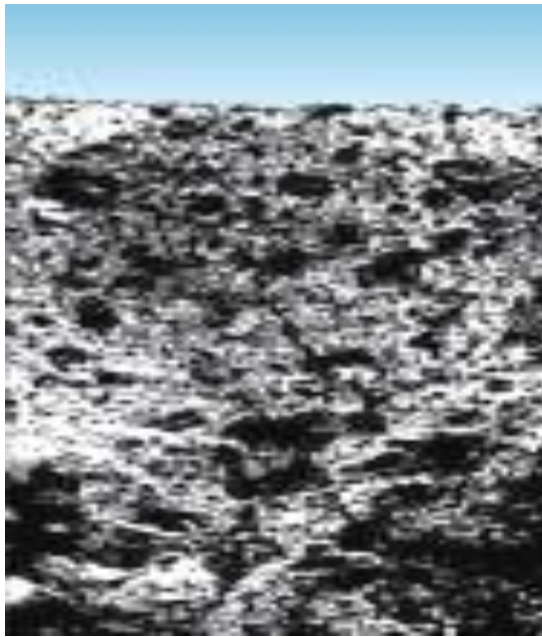
Վերջին տարիներին մասնագիտական գրականությունում ավելի հաճախ է հանդիպում «հողի մեքենայական դեգրադացիա» տերմինը, որն իրենից ներկայացնում է հողամշակ մեքենաների բանող օրգաններով, անիվներով և թրթուրներով հողին հասցված վնասակար հետևանքների համալիր: Մեքենայական դեգրադացման առավել սպառնացող գործոն է հանդիսանում հողի պնդացումը:

Որպեսզի բույսերի աճն ընթանա նորմալ, պահանջվում է ապահովել հողի հիմնական կառուցվածքային մասնիկների (հողի ամուր մասնիկներ, ջուր, օդ) միջև որոշակի հարաբերակցություն: Օպտիմալ համարվում է այն հողը, որի մասնիկների 50% – ն ամուր զանգվածն է, 30% – ը կազմում է ջուրը և 20% – ն՝ օդը (նկ.1.1, ա) [113]: Պնդացված հողի (նկ.1.1,բ) բերքատվությունը կտրուկ նվազում է: Դա բացատրվում է նրանով, որ պնդացված հողերում մթնոլորտային տեղումները վատ են ներծծվում:

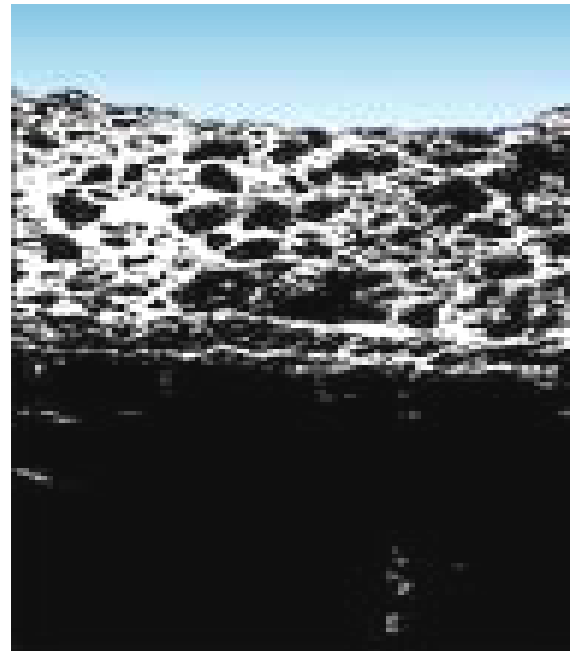
Պնդացված և չպնդացված հողերի վերին շերտի կտրվածքներից ցայտուն երևում է, որ գյուղատնտեսական մեքենաների անիվների կամ թրթուրների տակ կրճատվում է օդի և ջրի համար անհրաժեշտ տարածությունները: Այդ տարածությունների ծավալների մեծացումը կբարելավի հողի բերրիությունը [106, 113, 178, 195]:

Ամերիկացի մասնագետների կողմից կատարված հետազոտություններից պարզվել է, որ ԱՄՆ–ի այն շրջաններում, որտեղ մշակվում է հացահատիկային մշակաբույսեր, հողի պնդացման պատճառով հացահատիկի բերքատվությունը նվազում է 8-13% - ով [136, 178]:

Աշխարհի, այդ թվում նաև ԱՊՀ շատ երկրներում, կատարվել է հատուկ հետազոտություններ, որոնք ցույց են տվել, որ երբ անիվը սեղմում է հողը 2 կգ/սմ^2 ճնշումով, կարտոֆիլի բերքատվությունն իջնում է ավելի քան 50% - ով: Կան տվյալներ, որ բերքատվությունը տեսանելիորեն նվազում է նաև այն դեպքերում, երբ հողի ծավալային կշիռը մեծանում է նույնիսկ 0.01 գ/սմ^3 –ով [31, 106, 136, 169, 148, 171, 178, 195]:



ա.



բ.

Նկ.1.1. Հողի վերին շերտի կտրվածքը. ա- չպնդացված հող, բ- պնդացված հող
Սպիտակ գույնը – ջրի կամ օդի տարածությունն է, սև գույնը – հողն է

Այսօր անհրաժեշտ է ունենալ նոր, գիտական սկզբունքներին համապատասխան տեխնիկա: Տրադիցիոն տեխնիկայի դեպքում մեկ հա վարին բաժին է ընկնում 300 կգ մետաղ, որը բերում է հողի պնդացման և դեգրադացման [82, 154, 178, 195]: Ուստի անհրաժեշտություն է առաջանում կիրառելու ռեակտիվ գութաններ, թրթռափխրիչներ, ռոտորային կոմբայններ, պնևմոթրթուրային տրակտորներ, գութանները փոխարինել հարթահատներով: Կանադայում, 1963թ.- ից սկսած, գութաններ չեն օգտագործվում, իսկ Հոլանդիայում կիրառվում է կամրջակային հողագործություն [32, 82, 83, 178, 192, 195]:

Որպեսզի վերականգնվի և պահպանվի հողի բերրիությունն, անհրաժեշտ է սովորել գյուղատնտեսական մշակաբույսերն աճեցնել առանց հողը պնդացնելու և քայքայելու:

Շատ երկրներում հետազոտողների կողմից առաջարկված է նշված խնդրի լուծման բազմաթիվ մեթոդներ և մեքենաների ու տեխնոլոգիաների զարգացման միտումներ, որոնց վերլուծությունը հնարավորություն է ընձեռնում մշակելու խնդրի լուծման նոր եղանակներ:

Հողը քայքայում և պնդացնում են գյուղտեխնիկայի՝ տրակտորների, կոմբայնների, բեռնատարների, ցանիչների, հնձիչների և այլ տեխնիկական միջոցների անիվները և թրթուրները: Այդ տեխնիկական միջոցները կարելի է ներկայացնել որպես հողի և բուսականության մշակման համակարգ, կազմված երկու մասերից. մշակման գործիքներ (գործիք) և մեքենաներ (քարշակ), որոնք դաշտով տեղափոխում են այդ գործիքները:

Քարշակի գլխավոր օգտակար գործողությունը դաշտով գյուղ գործիքի տեղափոխելն է, որի դեպքում առաջանում է ոչ ցանկալի ազդեցություն՝ հողի քայքայում և պնդացում:

Գյուղգործիքի գլխավոր օգտակար գործողությունը հողի մշակումն է, իսկ ոչ ցանկալի ազդեցությունն, որն առաջանում է այս դեպքում, նույնպես հողի քայքայումն ու պնդացումն է:

«Քարշակ+գյուղգործիք» համակարգի գլխավոր գործողությունը հողի և մշակաբույսերի մշակումն է առաջադրված ագրոտեխնիկական պահանջներին համապատասխան:

Ըստ գյուտարարական խնդիրների լուծման տեսության կանոնակարգերի, տեխնիկական համակարգերի զարգացման հիմնական միտումը գլխավոր օգտակար գործընթացի պարամետրերի անընդհատ աճն է և կատարվող աշխատանքների հետ կապված տարբեր տեսակի ծախսերի ու կատարվող գործողության ընթացքում առաջացող ոչ ցանկալի ազդեցությունների կրճատումը [33, 64, 118, 140, 171]:

Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ գյուղատնտեսական տեխնիկայի մշակողների ձգտումները՝ հետևելու զարգացման այդ միտումներին, բերում է հակադրությունների: Այսպես՝ որպեսզի քարշակը կարողանա դաշտով տեղափոխել մեծ ընդգրկման լայնության գյուղմեքենա, այն պետք է լինի հզոր և ունենա հողի հետ ընթացքային մասով լավ կցման հատկություններ: Սակայն հզոր քարշակն ավելի ծանր է, և նշանակում է ավելի ինտենսիվ կքայքայի հողի կառուցվածքը և ավելի շատ կպնդացնի այն: Որպեսզի խուսափենք հողի պնդեցման և քայքայման երևույթներից, պետք է ընտրել թեթև քարշակ: Հետևաբար կոնստրուկտորները հանդիպում են «քարշակը պետք է լինի ծանր և թեթև» հակասությունը հաղթահարելու խնդրի լուծման:

Գիտնականների կողմից առաջարկվել և առաջարկվում են եղանակներ այս հակասությունից ազատվելու համար:

Առաջին եղանակ - Նվազեցնել հողի վրա ճնշումը:

Ակնհայտ է, որ հողի վրա ճնշումը կարելի է նվազեցնել.

- փոքրացնելով ագրեգատի զանգվածը,

- մեծացնելով հողի հետ անիվների կցման մակերեսը:

Առաջին դեպքում հանդիպում ենք նույն հակասությանը: Եթե փոքրացվի տրակտորի կշիռն, ապա ճնշումը հողի վրա կփոքրանա, սակայն կվատանա նրա քարշային բնութագիրը: Որպեսզի այն պահպանվի ագրոտեխնիկական գործողությունների կատարման համար անհրաժեշտ մակարդակի, օգտագործվում է մեծ հողակառչիչներ (грунтозацепы), մեծացվում անիվի և հողի կցման մակերեսը: Վերջինիս կարելի է հասնել ի հաշիվ հետևի և առջևի անիվների զույգավորման, եռյակ անիվների, լայն պրոֆիլով և կամարային անիվների տեղակայման, անիվներում օդի ճնշման նվազեցման ճանապարհով (Նկ.1.2, 1.3, 1.4)[46, 47, 107, 151, 153, 164]:



Նկ.1.2. Զույգավորված անիվներով տրակտոր



Նկ.1.3. Եռյակ անիվներով տրակտոր

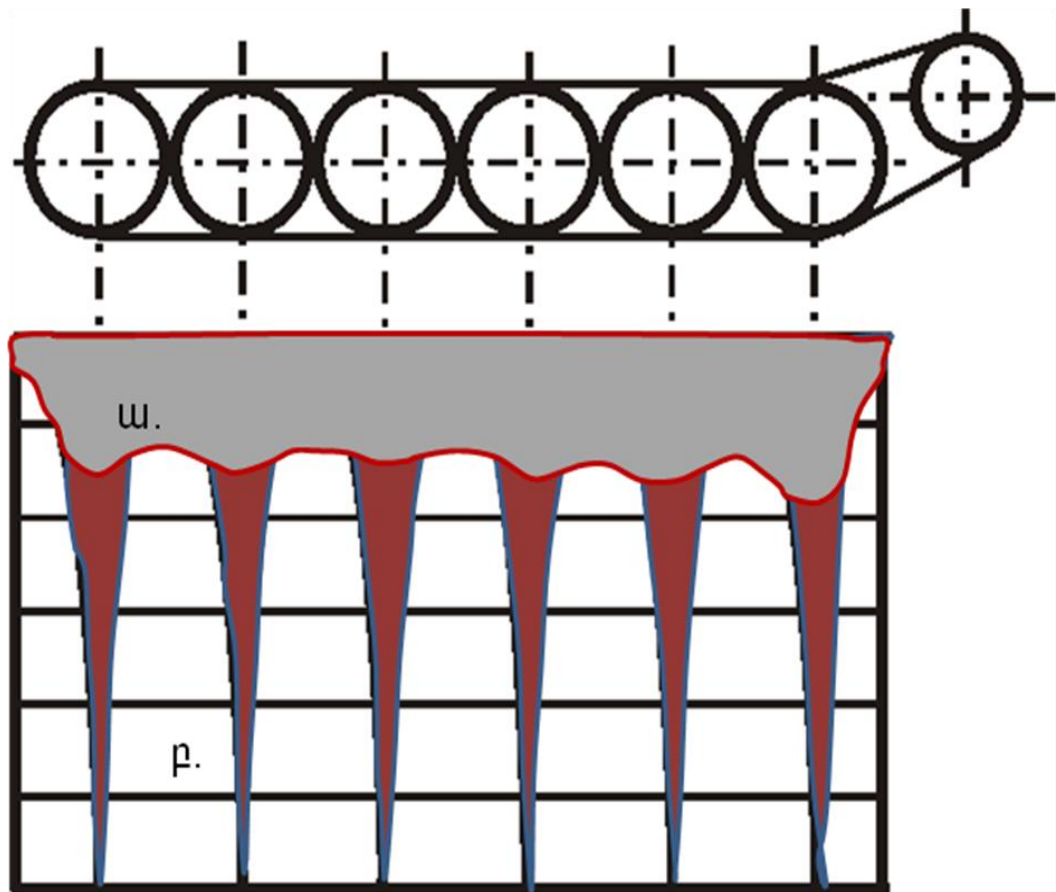


Նկ.1.4. Կամարային անիվներով տրակտոր

Փորձերը ցույց են տվել, որ անիվների զույգավորման դեպքում նվազում է հողի վրա տեսակարար ճնշումը, փոքրանում է տրակտորի անիվների հետքերի տակ հողի պնդացումը 1.5 – 2 անգամ, բարձրանում է ագրեգատի անցանելիությունը[45, 153]:

Հողի վրա ճնշման նվազեցումը թրթուրավոր տրակտորների կիրառումով ունի իր թերությունները.

- մի հողակտորից մյուսն անցնելիս քանդում են ճանապարհածածկը,
- շարժիչի և մեխանիզմների տատանումները փոխանցվում է հողին, որի ազդեցությամբ այն պնդանում է,
- յուրաքանչյուր գլանվակի տակ ուղղաձիգ ճնշումը փոխանցվում է հողին թրթուրահողերով, որի հետևանքով թրթուրների և հողի կցման գոտում ստատիկական ճնշումը մեծանում է մի քանի անգամ [136] (Նկ.1.5,բ):



Նկ.1.5. Հողի վրա ճնշման բաշխումը

ա – անևնոռետինային թրթուրներով, բ – մետաղական թրթուրներով

Որպեսզի պահպանվի ճանապարհածածկը քանդումից, փոքրանա թրթռման ազդեցությունները հողի վրա, գոյություն ունեն տարբեր առաջարկություններ, այսպես՝ փոխարինել մետաղական թրթուրները ռետինով, որի դեպքում հենամակերևույթների վրա ճնշումը բաշխվում է ավելի հավասարաչափ, նվազեցնելով հողի դեֆորմացիան, քայքայումը ու պնդացումը (Նկ.1.5,ա) [136, 178, 204]: Հողի վրա ճնշման փոքրացման համար Ա.Մ. Եսոյանը առաջարկել է թրթուրավոր տրակտորի ընթացքային մաս, կախոց [79], Ն.Ա. Բազիկյանի և Գ. Մանասարյանի կողմից մշակված է տրանսպորտային միջոցի անիվ [38]:

Երկրորդ եղանակ – հաստատուն տեխնոլոգիական միջանվային հեռավորությամբ մեքենաների կիրառում:

Հողի պնդացումից խուսափելու խնդրի լուծումներից մեկն էլ կայանում է հողի վրա անիվների կողմից միջին ճնշման նվազեցումը մինչև 0,15 կգ/սմ²: Սակայն մինչև այսօր դրան հասնել դեռևս չի հաջողվել: Ուստի, շատ ֆերմերներ նպատակահարմար են գտնում կիրառել հաստատուն միջանվային հեռավորությամբ մեքենաներ, որոնք մշակման ժամանակ կշարժվեն նույն հետքերով, առանց կպչելու մշակաբույսերին [108, 133, 134, 203]:

Հաստատուն տեխնոլոգիական միջանվային հեռավորության կիրառմամբ հողի մշակումը, կամ, ինչպես դրան անվանում են արտասահմանյան հետազոտողները, դաշտով շարժման կառավարմամբ (Controlled Traffic Farming-CTF) հողամշակումը – իրենից ներկայացնում է դաշտով շարժման գոտու առանձնացում մշակաբույսերի աճեցման գոտուց [44, 82, 204]: Գործնականում դա նշանակում է.

- միևնույն միջանվային հեռավորությամբ մեքենաների կիրառում հողի նախա-
ցանքային մշակման, ցանքի, պարարտացման և բերքահավաքի ժամանակ;
- բոլոր տրակտորների և մեքենաների անիվների տեղակայում միևնույն
միջանվային հեռավորությամբ (Նկ.1.6) [44, 82, 96, 108, 132, 133, 134, 190]:

Ավստրալիայում մոտ մեկ մլն հա հող մշակվում է դաշտով շարժման կառավարման տեխնոլոգիայի կիրառմամբ[16]:



Նկ.1.6. Միևնույն միջանվային հեռավորությամբ մեքենաների հետքերը

Հաստատուն տեխնոլոգիական միջանվային հեռավորությամբ հողամշակման համակարգն ունի հետևյալ առավելությունները [132, 133, 190, 204, 206, 207, 208].

- կատարվող ագրոտեխնիկական գործընթացի արժեքը նվազում է կախված վառելիքի, աշխատանքային և ժամանակի ծախսերի կրճատման, սերմերի և պարարտանյութերի տնտեսման հետ: Այդ տնտեսումները կարող են հասնել մինչև 10-25%-ի,

- նվազում է հողի էրոզիան, շարքերի ուղղությունների ճիշտ ընտրությամբ պայմանավորված, ավելի լավ է պահպանվում խոնավությունը հողում,
- հնարավորություն է ընձեռնվում միջշարքային տարածություններում տնկելու մշակաբույսեր, հողը փխրեցնել և պարարտացնել,
- ճշգրիտ գյուղատնտեսական մեքենաների և համակարգերի կառավարման բարելավում,
- արտադրողականության բարձրացում:

Երրորդ եղանակ - Դուրս բերել քարշակը մշակվող տարածությունից:

Վերը ձևավորված հակասությունը՝ քարշակը պետք է լինի ծանր, որպեսզի ապահովի հողի հետ կցման լավ հատկություններ, և թեթև, որպեսզի չպնդացնի հողը, կարելի է լուծել դուրս բերելով քարշակը և ագրեգատի անիվները դաշտի տարածությունից:

Հողի մշակման այսպիսի համակարգ առաջին անգամ առաջարկել է XIX-րդ դարի վերջում գերմանացի ագրոինժեներ Մաքս Այթը (նկ.1.7)[178, 206, 207]:



Նկ.1.7. Մաքս Այթի ինքնաշարժ շոգեգութանը

4-րդ եղանակ - Կրճատել կատարվող ագրոտեխնիկական գործողությունները:

Կրճատելով ագրոտեխնիկական գործողությունների քանակն, առանց վնասելու աճեցվող մշակաբույսերին և իջեցնելու բերքատվությունը, նվազում է տեխնիկայի անցումների քանակը դաշտով, հետևաբար և նվազում հողի պնդացումը:

Ագրոտեխնիկական գործողությունների քանակի կրճատման եղանակներից են.

1. դաշտով մեքենայի մեկ ընթացքի ժամանակ մի քանի գործողությունների կատարում:

Դա կարելի է իրականացնել հողի միագործողության ագրեգատներով բազմապատիկ մշակման միջոցով, կուլտիվատորներով, ցաքաններով, սկավառակավոր գործիքներով, տարբեր գլանվակներով և այլն: Սակայն այս դեպքում առաջանում են մի շարք խնդիրներ՝ գյուղատնտեսական մեքենաների ձեռք բերման և էներգոռեսուրսների լրացուցիչ ծախսեր (վառելիք, աշխատուժ), ցանքի նախապատրաստման ժամկետի երկարում, հողի պնդացում և այլն: Այս խնդրի լուծման համար կիրառվում է կոմբինացված ագրեգատներ, որոնք հնարավորություն են ընձեռում համատեղելու առանձին տեխնոլոգիական գործողություններ և արագացնում հողի նախացանքային մշակությունը, որը բերում է ագրեգատի արտադրողականության աճի 1.5 – 3 անգամ, 1/3 – ով կրճատում աշխատածախսերը և նվազեցնում վառելիքի ծախսը մոտ 30 – 39 % - ով: Բացի այդ, մեկ կոմբինացված ագրեգատի պատրաստման համար օգտագործվում է 20 – 30 % - ով ավելի պակաս մետաղ, քան առանձին գործողությունների համար նախատեսնված ագրեգատի պատրաստման համար:

2. Անցում հողի մշակման էներգոխնայողական տեխնոլոգիաներին:

Հողի մշակման էներգոխնայողական տեխնոլոգիաների թվին են պատկանում հողի անթև մշակությունը, նվազագույն և զրոյական մշակման (no-till) տեխնոլոգիաները [125, 135, 150, 160, 209]:

No-till տեխնոլոգիայի կիրառումը հանդիսանում է հողը չպնդացնելու ամենա արմատական եղանակը, որին օժանդակում է տեխնոլոգիայի հետևյալ առանձնահատկությունները և հանգամանքները.

- միանգամայն նվազում է տեխնիկայի անցումների քանակը դաշտով՝ ցանող մեքենան դաշտով անցնում է միայն մեկ անգամ, ամբողջ սեզոնի ընթացքում մեքենաները դաշտ են դուրս գալիս ոչ ավել քան 3 – 5 անգամ,
- հողը չի վարվում,
- հողն ավելի քիչ է ենթարկվում պնդեցման [125, 160, 209]:

No-till տեխնոլոգիայով հողի մշակման դեպքում ավելի քիչ տեխնիկական միջոցներ է օգտագործվում քան սովորական, տրադիցիոն տեխնոլոգիայի ժամանակ: No-till տեխնոլոգիայով աշխատանքի դեպքում անհրաժեշտ է ունենալ սրսկիչներ, ուղիղ ցանքի ցանիչներ և կոմբայներ կահավորված դաշտի մակերևույթով ծղոտի և բուսական մնացորդների հավասարաչափ ցրման հարմարանքներով [125, 160, 209]:

No-till տեխնոլոգիայի առավելությունների մասին «Агро – Союз» ընկերության նախագահ Ռոման Նազարենկոն նշում է. «Ամերիկայի դաշտերում, որտեղ արդեն 34 տարի է չեն կիրառել գութաններ, վառելիքի ծախսը 1հա-ի հաշվով կազմում է 11,4 լիտր ամբողջ ագրոսեզոնի ընթացքում: Եթե ֆերմերները կատարում են նաև նախացանքային կուլտիվացիա, վառելիքի ծախսը ավելանում է 3,6 լիտր/հա - ով: ... Առանց վարի հողամշակման համակարգին անցնելու դեպքում յուրաքանչյուր 10 հա ցանքատարածության համար անհրաժեշտ կլինի միայն մեկ տրակտոր, մեկ ցանքի մեքենա, մեկ սրսկիչ և մեկ կոմբայն: Պայմանով, որ նշված բոլոր տեխնիկական միջոցները պետք է ունենան մեծ ընդգրկման լայնություն, բարձր արտադրողականություն և առավելագույն հզորություն: Այսպես «Агро – Союз» ընկերության դաշտերում աշխատում են 400 – 450 հզոր տրակտորներ, 18 մետր ընդգրկման լայնություն ունեցող շարքացաններ, 11 մետր ընդգրկման լայնությամբ կոմբայներ, 27 մետր ընդգրկման լայնության սրսկիչներ: Արդյունքում, միայն վերջին երեք տարվա ընթացքում «Агро – Союз» ընկերության բուսաբուծության բնագավառում եկամտաբերությունն աճել է 6 անգամ» [180]:

3. Ցանել մեկ անգամ մի քանի տարվա ընթացքում:

Ցանքի այսպիսի անսովոր տեխնոլոգիա մշակվել է Ռուսաստանի դաշնության Գյուղատնտեսական մեքենաշինության գիտահետազոտական ինստիտուտում («ВИСХОМ» ОАО) Զինով Ժուկի ղեկավարությամբ [132]: Համաձայն այս տեխնոլոգիայի

յուրաքանչյուր սերմնահատիկ տեղավորվում է հատուկ պատյանում, որն արտաքին տեսքով հիշեցնում է փոքր չափսերի գնդիկներ (конфеты-драже): Ենթադրվում է այսպիսի գնդիկները թաղել հողի մեջ 2 – 3 տարին մեկ անգամ, տրակտորից կախված և հողի հետ չշփվող 30մ երկարությամբ հեծանների վրա տեղակայված մեխանիզմներով [206]:

4. Սերմը հողում չթաղելով:

Ճապոնացի ֆերմեր Մասանորու Ֆուկուոկան, որը տնորինում էր 1 հա հացահատիկային և 5 հա ցիտրուսային այգու, ծառերի միջև աճեցնում էր նաև բանջարեղեն: 1975 թ-ին երբ նա գրեց իր նշանավոր գիրքը [180], 25 տարի էր ինչ նրա տնտեսությունում հողը չէր վարվում:

Իր մեթոդի համաձայն Ֆուկուոկան հրաժարվեց տարբեր ագրոտեխնիկաների կիրառումից և բրինձը շաղ տվեց ուղիղ հողի վրա օգտագործելով բազմացման բնական օրենքը: Որպեսզի սերմը չոչնչացվի կրծողների և թռչունների կողմից, նա այն պատում էր կավի և կենսահումուսի խառնուրդով, դարձնելով գնդիկներ, վերջիններս պահում են սերմը կրծողներից, թռչուններից ինչպես նաև արևից, քամիներից և այլն: Անհրաժեշտ քանակի տեղումների դեպքում, սերմի ծլումը և արմատային համակարգի սնուցումը տեղի է ունենում սերմի վրա պատված կենսահումուսից:

Ցանկացած գործընթացի գլխավոր ֆունկցիան պահանջվող քանակի որակյալ արդյունք ստանալն է: Ըստ իդեալական տեխնոլոգիական համակարգի[45] մասին բանաձևի անալոգիայի կարելի է ասել, որ «իդեալական գործընթացն այն գործընթացն է, երբ գործընթաց չի կատարվում, իսկ պահանջվող քանակի որակյալ արտադրանք ստացվում է»: Տեխնոլոգիական գործընթացների զարգացումը նպատակաուղղված է դրանց կատարելության աստիճանի մեծացմանը:

Ագրոտեխնիկական գործողությունների քանակի կրճատման վերը թվարկված եղանակները ցույց են տալիս, որ գյուղատնտեսական մշակաբույսերի աճի գործընթացները նույնպես զարգանում են նպատակաուղղված կատարելիության աստիճանի բարձրացմանը:

Կարելի է առանձնացնել այդ զարգացմանը նպատակաուղղված հետևյալ քայլերը.

- գործողությունների միավորում - դաշտում մեքենայի մեկ ընթացքով մի քանի տարբեր գործողությունների իրականացում,
- գյուղատնտեսական մշակաբույսերի աճի ընթացքում գործողությունների քանակի կրճատում:

Գործողությունների միավորումը և դրանց քանակի կրճատումը նվազեցնում է դաշտով մեքենայի ընթացքների քանակը, հետևաբար և հողի պնդեցումը:

Այսպիսով, գոյություն ունի գյուղատնտեսական մշակաբույսերի բերքատվության ու որակի բարձրացմամբ հողի վրա ճնշման նվազեցման հետևյալ ուղղությունները.

- 1) Անցում հողի հետ մեքենայի անհպում շարժման:
- 2) Հաստատում տեխնոլոգիական միջանվային հեռավորության կիրառում:
- 3) Ինքնագնաց գյուղատնտեսական մեքենաների կիրառում:
- 4) Դաշտով տեխնիկայի անցումների քանակի նվազեցում ի հաշիվ ագրոտեխնիկական միջոցառումների միավորման:

1.2. Լանջերի մշակման առանձնահատկությունները

Աշխարհի շատ երկրներում, այդ թվում Հայաստանում, լանջերի մշակովի հողատարածքները, գյուղատնտեսական ընդհանուրի նկատմամբ, կազմում է բավականին մեծ տոկոս [38, 119, 123, 124, 128, 131, 145]: Այսպես՝ ՀՀ-ում գյուղատնտեսական ընդհանուր հողատարածքների մոտ 84%-ը գտնվում է լանջերում, Տաջիկստանում՝ մոտ 93%-ը, Վրաստանում՝ մինչև 33%-ը և այլն:

Տեխնոլոգիական գործընթացների մեքենայացումը լեռնային պայմաններում իրականացվում է այնպիսի եղանակներով ու մեքենաներով, որոնք նախատեսված են հարթավայրային պայմանների համար և որոնք շահագործվում են լանջերում՝ առանց հաշվի առնելու լեռնային երկրագործության առանձնահատկությունները: Այլ տարբերակի բացակայության պայմաններում երկրագործը ապավինում է այդ մեթոդին՝ այն համարելով լանջերի մշակման միակ ճիշտ ուղղությունը: Մինչդեռ գիտատեխնիկական առաջընթացի ներկա պայմաններում հիմնախնդրի լուծումը պետք է լինի տարբերակված և առանձնահատուկ, ըստ համապատասխան ագրոտեխնիկական

պայմանների: Լեռնային երկրագործության ռացիոնալ տեխնիկական միջոցների ընտրությունը և ստեղծումը պետք է իրականացվեն՝ հիմք ընդունելով առաջավոր ագրոտեխնիկական պահանջները և լանջերում մեքենաների գիտափորձնական հետազոտությունների արդյունքները [62, 97, 98]:

Մի շարք պատճառներով լեռնային երկրագործությունը դեռևս չի ստացել անհրաժեշտ զարգացում, սակայն այն իր մեջ պարունակում է բավականին մեծ քանակությամբ ռեզերվ, արտադրության ընդլայնման և բարձրորակ գյուղատնտեսական արտադրանքի լրացուցիչ արտադրության գործում [120, 121, 146, 161, 170]:

Այն հողերը, որոնք գտնվում են թեքությունների վրա, ենթարկվում են ինտենսիվ էրոզիայի, որի հետևանքով հողի բերրի շերտի հզորությունն աստիճանաբար նվազում է, և եթե չձեռնարկվեն համապատասխան միջոցառումներ, այդ հողատեսքերը կարող են դառնալ անօգտագործելի, գյուղատնտեսությանը հասցնելով զգալի տնտեսական վնաս:

Լանջերի հողի էրոզիայի կանխարգելման նպատակով օգտագործվում են տարբեր միջոցառումներ, որոնցից ամենաարդյունավետը և տարածվածը հողի մշակման ճիշտ իրականացումն է [56, 164]: Լանջի հողի մշակման համակարգում առավել կարևոր նշանակություն ունի վարը: Վերջինիս ոչ ճիշտ իրականացման դեպքում կարող է հողատարվել գրեթե ամբողջ հողածածքը: Այսպես՝ ՀՀ – ում լանջերի հողի վարի ոչ ճիշտ կազմակերպման արդյունքում 100000 հա-ից ավելի վարելահող լվացվել է [9, 18]:

Լանջի հողամշակման գործընթացն իր մեջ ներառում է հողակազմության գնահատում, գյուղատնտեսական մշակաբույսերի ընտրություն և համապատասխան ագրոտեխնիկական միջոցառումներ, դրանց աճեցման համար, հաշվի առնելով հողի հնարավոր էրոզիան: Այստեղ գլխավոր դերը պատկանում է համապատասխան հողամշակ մեքենայի ընտրությանը և դրա ճիշտ օգտագործմանը: Այս գործոնների համախումբը և դրանց օգտագործման ճշգրիտ կատարումով որոշվում է լանջի հողամշակման մակարդակը: Լանջերի մշակման մակարդակի կարևորագույն տարրերից է աշխատանքների ճիշտ իրականացումը, իսկ երկրագործության ընդհանուր պահանջներից հատկապես կարևոր է առանձնացնել հետևյալ երկու հարցերը.

1. լանջի մշակման համար առանձնացված ՄՏԱ - ի առավել արդյունավետ օգտագործման հնարավորությունը,
2. լանջի հողի էրոզիայի կանխարգելմանը կամ նվազմանն ուղղված միջոցառումները:

Լանջերի հողի մշակման աշխատանքների ճիշտ կազմակերպման շարքում մեծ նշանակություն ունի մեքենայի կառուցվածքը, որով անմիջականորեն մշակվում է հողը, և որով պայմանավորված է էրոզիայի ինտենսիվացումը: Ցավոք, հողամշակ մեքենաների նախագծման ժամանակ հարցի այս կողմին բավարար ուշադրություն չի դարձվում: Սրանով կարելի է բացատրել ընդհանուր նշանակության գյուղատնտեսական մեքենայի անհարմարվելիությունը, թեկուզ փոքր թեքությունների լանջի մշակմանը: Լանջի մշակման ժամանակ ընդհանուր նշանակության հողամշակ մեքենան կորցնում է ուղղույթի կայունությունը և իջնում հողի մշակման տեխնոլոգիական որակը:

Լանջերի մշակման որակի բարձրացման և հողի էրոզիայի կանխարգելման հիմնարար միջոցառումներից է հատուկ նշանակության հողամշակ մեքենաների ստեղծումը, որոնք լինեն ունիվերսալ, ապահովեն հողամշակման որակն ինչպես հարթավայրում, այնպես էլ լանջերում: Հարցն անհրաժեշտ է դնել այնպես, որ հողամշակ գործիքների նախագծման ժամանակ առավել կարևոր գործոնների հետ միաժամանակ հաշվի առնվի բնակլիմայական գործոնը:

Առաջադրված խնդրի լուծման համար անհրաժեշտ է, որ համապատասխան նախագծային կազմակերպություններն իրենց տրամադրության տակ ունենան տեսականորեն մշակված և գիտափորձերով հաստատված նյութեր և լանջի մակերևույթի բնութագրական տվյալները: Պատահական չէ, որ 20-րդ դարի վերջին տասնամյակներին, և ներկա էտապում, արտասահմանյան երկրներում նկատվում է մեծ շահագրգռվածություն լանջերի մշակման մեքենայացման խնդիրների ուսումնասիրման և հողամշակ գործիքների բանող պարամետրերի բարելավման միջոցառումների մշակման նկատմամբ: Դա կարելի է բացատրել նրանով, որ ընդլայնվել է լանջերի հողերի օգտագործումը ցանքի համար և ֆերմերների հետաքրքրությունը լեռնային շրջաններում դաշտավարության գործընթացների մեքենայացման ուղղությամբ:

Ներկայումս արտասահմանյան շատ երկրներում կատարվում են բավականին մեծ ծավալի աշխատանքներ, նվիրված լեռնային երկրագործության մեքենայացմանը: Այսպես՝ Իտալիայում հատուկ ուշադրություն է դարձվում լանջերի մշակման մեքենայացմանը [216, 217], ինչպես նաև իրականացվում են գյուղատնտեսական նշանակության տրակտորների, գյուղ. մեքենաների և գործիքների համեմատական փորձարկումներ [218, 219, 220], մեծ թեքությունների վրա ճոպանային քարշի օգտագործումով և այլն [221, 222]:

Գերմանիայում նույնպես աշխատանքներ են իրականացվում լանջերում հողի մշակման պայմանների գնահատման և հողամշակ մեքենաների աշխատանքների կազմակերպման ուղղությամբ [223, 224, 225]: Աշխատանքներ են կատարվում նաև լեռնային պայմաններում գյուղատնտեսական գործիքների համեմատական փորձարկումների ուղղությամբ:

Նույնատիպ աշխատանքներ են տարվում Ավստրիայում, Շվեյցարիայում, Ֆրանսիայում և այլ եվրոպական երկրներում [226, 227, 228, 229, 230, 231, 232]:

ԱՄՆ-ում հիմնականում հետազոտություններն ուղղված են գոյություն ունեցող մեքենաների վրա տարբեր տեսակի մեխանիզմների և հարմարանքների մշակմանը, որը կբարելավի լանջերի մշակման որակը [228, 231, 232]:

Մինչև 20-րդ դարի 2-րդ կեսը արտասահմանյան երկրներում լանջերի մշակման ուղղությամբ տարվող աշխատանքները հիմնականում կրում էին նկարագրական բնույթ, անբավարար տևական և շահագործական հիմնավորումներով: Բացառություն էին կազմում առանձին աշխատանքներ, որոնց հիմքում ընկած էր գոյություն ունեցող գյուղմեքենաների բազմակողմանի փորձարկումների արդյունքների, տվյալ գոտու լեռնային երկրագործությանը համապատասխանեցնելու հնարավորությունների որոնման նպատակով:

Նման ուղղությունը բավականին աշխատատար և թանկարժեք է, սակայն հնարավորություն է տվել ստեղծելու լեռնային պայմաններում աշխատելու մի ամբողջ շարք հողամշակ մեքենաների կառուցվածքային առաջարկություններ[226]:

ԱՊՀ երկրներում լեռնային երկրագործության մեքենայացման խնդիրներով զբաղվում են մոտ 50 տարի: Մասնավորապես, ՌԴ-ում, Ուկրաինայում, Վրաստանում,

Հայաստանում, Մոլդավիայում, ինչպես նաև միջին Ասիական երկրներում վերջին տարիներին լեռնային երկրագործության մեքենայացմանն ուղղված հետազոտությունները դարձել են առանցքային խնդիր:

Երկրագործական մեխանիկայի հիմնադիր ակադեմիկոս Վ.Պ. Գորյաչկինը [62, 63] հետազոտություններում մաթեմատիկական մեթոդների կիրառման կողմնակից է, քանի որ դրանք հնարավորություն են տալիս ժամանակի նվազագույն ծախսումով և միջոցներով ստանալու բավականաչափ օգտակար ընդհանրացված արդյունքներ: Նրա գործի շարունակողները (Ի.Ի. Արտաբոլեվսկին, Վ.Ա. Ժելիգովսկին, Մ.Ն. Լետոշնևը և ուրիշներ) պահպանեցին և ընդլայնեցին երկրագործական մեխանիկայի տեսության ուսումնասիրվող խնդիրների գլխավոր դրույթները: Հիմնականում այս պատճառով էլ նախկին ԽՍՀՄ – ում և ներկայումս ԱՊՀ երկրներում գիտնականների կողմից տարվող գիտահետազոտական աշխատանքները տեսական մակարդակով գերազանցում են աշխարհի մյուս երկրներին: Այս հանգամանքը հատկապես ցայտուն երևում է լեռնային երկրագործության մեքենայացման խնդիրներին նպատակաուղղված հետազոտություններում [34, 111, 146, 194]:

Լանջերի հողի մշակումն ունի մի շարք առանձնահատկություններ. առաջինը – կարևոր նշանակություն ունի ագրեգատի շարժման ուղղության ընտրության հարցը: Լանջի մշակման համար ագրեգատի շարժման գոյություն ունեցող բոլոր հնարավոր ուղղություններից առավել նպատակահարմարը լանջի ընդլայնական ուղղությունն է: Այսպիսի ուղղության ընտրությունն ունի մի շարք առավելություններ.

1. լանջն ընդլայնական ուղղությամբ մշակելու դեպքում նվազում է հողի էրոզիոն գործընթացը: Պրոֆեսոր Ս.Ս. Սոբոլեվը [164] գտնում է, որ 2^0 – ից բարձր թեքությունների դեպքում լանջի հորիզոնականներով մշակությունը համարվում է հողի էրոզիայի կանխարգելման լավագույն միջոցներից: Նման եզրահանգում են արել նաև մի շարք այլ գիտնականներ [138, 139, 175],
2. լանջի մշակումը հորիզոնականներով բերում է գյուղատնտեսական մշակաբույսերի բերքատվության բարձրացման: Ըստ Գ.Ա. Չերեմիսինովի [189] $4,5^0$ թեքության լանջը հորիզոնականներով մշակելու դեպքում, այլ ուղղությունով մշակելու հետ համեմատած, ցորենի բերքատվությունը

բարձրանում է 3,3 g/հա: Նմանատիպ ցուցանիշներ են գրանցվել նաև այլ հետազոտողների մոտ [97, 101, 153],

3. լանջի հորիզոնականներով մշակման դեպքում նվազում է տրակտորի հզորության կորուստը [54, 68, 186, 227]:

Այսպիսով լեռնային երկրագործությունում հողամշակ մեքենաների հետ տարվող հետազոտությունները պետք է կատարվեն լանջի ընդլայնական ուղղություններով շարժման պայմաններում:

1.3. Հողի մշակման էներգախնայող տեխնոլոգիաները

Գյուղատնտեսական հիմնական մշակաբույսերի մշակման տրադիցիոն տեխնոլոգիան գյուղատնտեսությանը դրել է խիստ շրջանակների մեջ, առի շրջումով սովորական վարը բավականին «թանկ» հաճույք է: Տեխնիկայի, վառելիքի, պարարտանյութերի, բույսերի պաշտպանության միջոցների գների անընդհատ աճն, ստիպում է պահպանել բուսաբուծության տնտեսական արդյունավետությունը, պետք են բոլորովին այլ ագրոմիջոցառումներ: Գլխավորը - հողը զրկվում է բուսական մնացորդներից, աղքատանում է, ուստի և պահանջվում է սննդանյութերով հողի վերականգնման նոր ծախսումներ: Այս խնդրի լուծման ճանապարհները էներգա-խնայող տեխնոլոգիաների կիրառությունն է, որոնց կարևորագույն արժեքներն են՝

- հողամշակությունը դարձնում է արդյունավետ,
- ապահովում է արտադրության էկոլոգիականությունը,
- ցանքը կատարվում է կարճ ժամկետներում, նվազագույն ծախսումներով,
- բարձրանում է բերքատվությունը,
- տնտեսվում է վառելիքը,
- ցանքի հետ միաժամանակ պայքար է տարվում մոլախոտերի դեմ,
- բարելավվում է հողի օդաջրային շրջանառության համակարգը,
- առի շրջման բացակայությունը միացնում է հողի ինքնաառողջացման բնական մեխանիզմն, այն դառնում է փակ էկոհամակարգ:

Կարևոր է, որ մարդը գյուղատնտեսական մշակաբույսեր մշակի բնության հետ և ոչ թե նրա դեմ, անհրաժեշտ է, որ բույսերն, արմատներն, անձրևաորդերը և այլ օգտակար օրգանիզմները, որպես լավագույն կուլտիվատորներ (культивация-cultivo-обработываю, возделываю) աշխատեն, վերադարձնելու հողի նախկին «ուժերը» [30, 152, 153, 176, 178]:

Գյուղատնտեսական մշակաբույսերի մշակման նոր տեխնոլոգիային անցնելու համար անհրաժեշտ են որոշ ելքային նյութեր. իմանալ հողի տիպը, խտությունը, մեխանիկական կազմը, էրոզիականությունը, գրունտային ջրերի մակարդակը և կազմը, ստուգել հողամշակման գործիքները, բացահայտել դրանց հնարավորությունները: Անհրաժեշտ է հաշվի առնել տնտեսության խոշոր եղջերավոր անասունների առկայությունը, որպես օրգանական պարարտանյութերի հիմք: Այս բոլորի հետ անհրաժեշտ են լրջորեն մտածել տեխնոլոգիական անհրաժեշտ համակարգի մասին:

Աշխատանքների կատարման հաջորդ պահանջը՝ տեխնոլոգիական գործընթացների ժամանակին կատարումն է: Առանձնահատուկ ուշադրություն պետք է դարձնել նախորդ մշակաբույսերի բերքահավաքից հետո հողի խոզանափխրեցման ժամանակին կատարման վրա, որը հնարավորություն է տալիս. առաջինը՝ այն կատարելու բարձրորակ, նվազագույն էներգածախսումներով, միաժամանակ օգտագործելով հողի հետբերքահավաքային «հասունությունը», երկրորդը՝ պահպանելու նախորդ մշակաբույսի չօգտագործած արդյունավետ խոնավությունը ապագա մշակաբույսերի համար, երրորդը՝ արգելակել նախորդ մշակաբույսի «հովանու» տակ աճած մոլախոտերի սերմնատարածվելը:

Անհրաժեշտ է խստորեն հիշել, որ նախորդ մշակաբույսի բերքահավաքից հետո խոզանափխրեցման ժամկետը 1-2 օրից ձգձգելով մինչև երկու շաբաթ ստացվում է հացահատիկի 7g/հա կորուստ [105, 109, 143, 193]:

Հաջորդ գլխավոր խնդիրը-բուսական մնացորդների դերն է: Դրանք հողը պաշտպանում են էրոզիայից, իրենց վրա են վերցնում անձրևի կաթիլի հարվածը՝ բացառելով հողի մասնիկների քայքայումը: Բուսական մնացորդները նույնպես իջեցնում են հողի կեղևակալումը և հողային ծակոտիների փակումն, ավելացնում են

ինֆիլտրացիան և մշակաբույսերի բուռն աճի տեմպերը՝ պաշտպանելով անձրևից ու քամուց, իջեցնելով գոլորշիացման աստիճանը: Բացառվում է խոզանի հրդեհման հասկացությունը, որը հանգեցնում է արժեքավոր օրգանական զանգվածի ոչնչացման՝ հողի կենսագործունեությանը հասցնելով զգալի վնաս [152, 153, 176]:

Հաջորդ կարևոր խնդիրը՝ ցանքաշրջանառության մեջ, մշակաբույսերի հերթականությունը և ծավալի ճիշտ ընտրությունն է՝ չմոռանալով ցելի առկայությունը:

Ներկայումս, շուկան թելադրում է հետևյալ պայմանները՝ ինչ մշակաբույսեր ցանել, ինչ ծավալով, որքանով է այս կամ այն ցանքաշրջանառությունը շահավետ, անհրաժեշտ է, որ յուրաքանչյուր մշակաբույս բերի իր շահույթը և հաջորդ մշակաբույսի համար լինի լավագույն նախորդը: Նման տեխնոլոգիան նպաստում է պաթոգեն միկրոօրգանիզմների և վնասատուների բազմացման ընդհատմանը, բույսերի կողմից սննդանյութերի առավել արդյունավետ յուրացմանը:

Մշակաբույսերի ցանքաշրջանառության համակարգի պլանավորման ժամանակ անհրաժեշտ է հաշվի առնել բույսերի դանդաղ զարգացման գործոնը սկզբնական փուլում և նրանց աճի ավելի երկարատև ցիկլը և հասունացումը:

Ճիշտ ցանքաշրջանառության դեպքում, հողի մշակման էներգախնայող տեխնոլոգիայի կիրառման պայմաններում, բերքատվությունն աճում է առնվազն 10% - ով [105, 109]:

Գոյություն ունեն հողի բերրիության բարձրացման 3 հատուկ տերմիններ[156].

1. կանաչ պարարտանյութեր.
2. ծածկամշակաբույսեր,
3. միջանկյալ մշակաբույսեր:

Կանաչ պարարտանյութերի մշակաբույսերն աճեցվում են օժանդակելու հողի օրգանական նյութերի ավելացման, ազոտի յուրացման լավացման նպատակով:

Միջանկյալ մշակաբույսերը նախատեսված են օժանդակելու հողում լավ սննդարար նյութերի մակարդակի վերականգնման և սննդանյութերի լվացման կանխարգելմանը: Ծածկամշակաբույսերի օգտակարությունը կախված է այն մշակաբույսից, որն աճեցվում է, և այն բանից, թե որքան երկար ժամանակաընթացքում է այն աճում հողում: Ծածկամշակաբույսերն օգտագործվում է նախքան հողի

նախապատրաստումը հաջորդ մշակաբույսի համար: Որքան մեծ ծավալի բուսական մնացորդներ ենք թողնում հողին, այնքան լավ [105, 143, 193]:

Ծածկամշակաբույսերը զգալի սննդանյութ են մատակարարում հաջորդ մշակաբույսերին, դանդաղեցնում մոլախոտերի աճը, քայքայում պարազիտային ցիկլերը: Ծածկամշակաբույսերը և դրանց մնացորդները բարձրացնում են ջրի ինֆիլտրացիան հողում, դրանով իսկ լրացնելով ծածկամշակաբույսի կողմից օգտագործվող ջրի պակասը: Ուղղակի ցանքի և մշակաբույսի հետագա աճեցման համար պահանջվում է համապատասխան տեխնիկա, էներգախնայող երկրագործության տրակտոր, ունենա ցածր ճնշման դողեր և քառանիվ շարժաբեր, միավոր քարշին ունենա մեծ հզորություն:

Չափազանց կարևոր է հսկել հողի թթվային վիճակը, օգտագործելով նրա չեզոքացման արդյունավետ եղանակ, օրինակ՝ օգտագործել կալցի-կարբոնատ:

Ինչպես տեսնում ենք, անցումն էներգախնայող տեխնոլոգիային պահանջում է աշխատանքի և նյութական միջոցների լրացուցիչ ծախսեր, որոնք անպայման կփոխհատուցվեն և գյուղատնտեսական արտադրությունը կդարձնեն շահավետ, արտադրանքը էկոլոգիապես մաքուր:

Հողի մշակման էներգախնայող տեխնոլոգիաներն իրենց մեջ ներառում են հիմնականում հողի անթև, նվազագույն և գրոյական մշակություններ:

Հողի անթև մշակման կիրառման նկատմամբ հետաքրքրությունը սկսվել է շատ վաղուց: 19-րդ դարի 80-ական թվականներից ռուս գիտնականներ Դ.Ի. Մենդելեևը և Պ.Ա. Կոստիչևը գտնում էին, որ առի շրջումով վարը պարտադիր չէ ամեն տեղ և ամեն անգամ [59, 158]: 19-րդ դարի վերջում Ի.Ե. Օվսիանսկին առաջարկում է «երկրագործության նոր համակարգ» [136, 137], որտեղ առաջարկում է առի շրջումով մշակումը փոխարինել միանգամյա, 5-6 սմ խորությամբ, մակերեսային մշակմամբ: Ֆրանսիայի հարավային շրջաններում առաջարկվեց մակերեսային անթև մշակություն զսպանակավոր կուլտիվատորներով (1920թ.): Գերմանիայում հողի մշակման այդ տեխնոլոգիան սկսեցին ուսումնասիրել 1921-ից (Ֆ. Ախենբախ և ուրիշներ 1921թ.): Այս տեխնոլոգիան լայն կիրառություն է ստացել Կանադայում, Անգլիայում, ինչպես նաև

Գերմանիայում տարվեցին նպատակային ուսումնասիրություններ, սակայն տեխնոլոգիայի ներդրում տեղի չի ունեցել [137]:

1943թ. ամերիկացի Ֆերմեր Է. Ֆոլկներն առաջարկում է սովորական վարը փոխարինել մակերեսային մշակությամբ [49]: Նա իրավամբ գտնում էր, որ առի շրջումով խոր վարը խախտում է հողում ընթացող նորմալ կենսաքիմիական գործընթացները և պատճառ դառնում էրոզիայի:

Հողի նվազագույն մշակությունը թույլ է տալիս լուծելու լուրջ հիմնախնդիրներ.

- կանխարգելել ջրային և քամու էրոզիան,
- հողում սննդարար ջրերի կուտակումը,
- բերրիության վերականգնման պրոցեսների ուժեղացումը և դրա հետ մեկտեղ էներգոծախսումների տնտեսում,
- առաջանում է հզոր բերրի հողաշերտ,
- հողը մոտենում է իր բնական վիճակին,
- մետրական խորության վրա հավաքում և պահպանում է 10-20% ավել խոնավություն,
- վառելանյութի տնտեսում 40-50%-ով:

Հողի մշակման այս տեխնոլոգիան կախված է նրա խտությունից, այն կիրառվում է մինչև 1,3գ/սմ³ խտությամբ հողերում:

Ցանկաշրջանառության ճիշտ իրականացման դեպքում հողի 10-12սմ խորությամբ մշակումը բոլոր հացազգի մշակաբույսերի բերքատվությունը բարձրացնում է 5-6գ/հա-ով, 28-30սմ խորությամբ ամենամյա վարի համեմատությամբ:

Հողի զրոյական մշակման դեպքում հողն ընդհանրապես չի մշակվում: Միայն ցանվում է մեծ ընդգրկման լայնության շարքացաներով և հավաքվում բերքը: Այսօր աշխարհի շատ երկրներում հողի զրոյական մշակությունը հայտնի է որպես «N₀-Till» (բառացի թարգմանությամբ-не удей-մի սպանիր) համակարգ[160]:

Հողի զրոյական մշակման դրական կողմերն են.

- բացառվում է հողի մշակման ցաքանները,
- կանխարգելում է հողի էրոզիան, տնտեսվում վառելիքը,
- ավելանում է խոնավակուտակումը:

Հողի մշակման այս եղանակի կիրառման դեպքում անհրժեշտ է խստիվ կիրառել ցանքաշրջանառությունը, 1.3գ/սմ³-ից բարձր խտության դեպքում ցանկալի է հողը վարել:

N₀-Till համակարգը բուսաբուծության տնտեսական մոդելն է, որի հիմքում ընդունված է հողի մշակման գրոյական տեխնոլոգիան: Գյուղատնտեսության ժամանակակից արտադրության դեպքում բերքի 80%-ը կախված է բնությունից: N₀-Till համակարգի դեպքում եղանակի ազդեցությունը բուսաբուծության արդյունավետության վրա հասցվել է 20%-ի, մնացած 80%-ն ընկնում է գյուղատնտեսության կառավարման տեխնոլոգիաներին:

Պետք է հիշել, որ անցումը նվազագույն տեխնոլոգիայի սկսվում է բերքահավաքի գործընթացից, որի ժամանակ խոզանի մնացորդները հավասարաչափ բաշխվում են դաշտի վրա, որը ապահովում է.

- խոնավության պահպանումը,
- հողի պաշտպանությունը երաշտից ,
- ցանքերի պաշտպանությունը մոլախոտերից,
- հողի էրոզիայի կանխարգելումը,
- հնարավորությունը հրաժարվել ցեղավարից,

Ցանքաշրջանառության կազմման վրա ազդող գործոնները.

- ջրօգտագործումը,
- ձյունապահպանման հատկությունը,
- հիվանդաբեր օրգանիզմները,
- վնասատուների կիսացիկը,
- ֆիտոթունավորությունը,
- մոլախոտերի տարածման հսկողությունը,
- ցանքի և բերքահավաքի աշխատանքների ժամկետները,

Ցանքաշրջանառության գործառույթներն են.

- մոլախոտերի աճի իջեցումը,
- մշակաբույսերի հիվանդացման փոքրացումը,
- խոնավության սննդանյութերի օգտագործման օպտիմալացում:

Սիդերատներ - հողի մեջ օրգանական նյութերի ավելացման համար հողային ազոտի առաջացման և միկրոկիսագործունեության ակտիվացման, մոլախոտերի աճի ճնշման, հողի կառուցվածքի լավացման, էրոզիայի իջեցման և ջրապահպանման համար ցանվում են սիդերատային մշակաբույսեր:

Սիդերատները խնայողական երկրագործության մեջ արդյունավետ գործիք են, պայմանով, որ այն ճիշտ ինտեգրվի ցանքաշրջանառության համակարգում:

Սիդերատների գործառույթները.

- հողի օրգանական նյութերի ավելացումը,
- պարարտացման ծախսերի փոքրացումը,
- ազոտի կուտակումը,
- ջրի ինֆիլտրացիայի մեծացումը,
- հողի առողջ վիճակի ապահովումը,
- մոլախոտերի աճի վրա հսկողության ապահովումը,
- հերբիցիդների օգտագործման կրճատումը,
- գյուղատնտեսական մշակաբույսերի կենսակայունության բարձրացումը:

Անցումը խնայողական հողապաշտպան երկրագործության կախված է երեք հիմնական չափանիշներից.

- բերքահավաքի ժամանակ խոզանի բարձրությունը 10-20սմ (մշակաբույսի և ցանքի ժամկետները հաշվի առնելուց հետո),
- բերքահավաքի ոչ ապրանքային զանգվածի մանրացումը փոքր 5սմ-ից,
- մանրվածքի(խոզանի) հավասարաչափ բաշխումը դաշտի մակերևույթին:

Անցումը հողի մշակման նոր տեխնոլոգիային՝ No-till համակարգին, պետք է անցնել աստիճանաբար:

Երկու-երեք տարի կատարվում է հողի նվազագույն մշակությունը - համատարած կուլտիվացիա 5 - 7սմ: Ցանկալի է այդ աշխատանքները սկսել աշնանը: Դաշտը մշակվում է համատարած ազդեցության հերբիցիդորներով, 2-3 շաբաթ հետո կատարվում է համատարած կուլտիվացիա: Գարնանը կատարվում է ուղղակի ցանք:

Անհրաժեշտ է հիշել, որ 12-15սմ բարձրության խոզանը չի խանգարում հողի հետագա մշակմանը և ցանքին: Այդ 2-3 տարիների ընթացքում անհետանում է վարատակի պնդությունը:

Ներկայումս No - till տեխնոլոգիայով աշխարհի տարբեր երկրներում մշակվում է 100մլն. հա. հող, որն աստիճանաբար աճում է: Այդ տեխնոլոգիան ԱՊՀ երկրներում տարածվում է 1մլն.հա/տարի արագությամբ [113, 125, 169]:

1.4.Հողի նվազագույն մշակման տեխնոլոգիայի առանձնահատկությունները և ընտրությունը գոտիականությանը համապատասխան

Հողի մշակման տեխնոլոգիաներով զբաղվել են դեռևս 18-րդ դարում: Այս կարգի գիտական ինտենսիվ պրպտումներ արձանագրվել են Եվրոպական երկրագործների մոտ: Շնորհիվ օրգանական պարարտանյութերի օգտագործման և խոտացանքի, աղքատ հողերի գութանով չափավոր մշակման Եվրոպան զգալի հաջողությունների հասավ: Կ. Մարքսի արտահայտությամբ աղքատ հողերը «վերածվեցին առաջնավարգի» և Եվրոպան դարձավ ցորենի արտադրության «Ֆաբրիկա» [117]:

Տրակտորային էներգետիկայի ի հայտ գալուց հետո լայն տարածում գտավ խոր վարը, հերթական մակերեսային շերտի մանրակրկիտ մշակումով, որը բավարար և ավելցուկային խոնավության պայմաններում, գոմաղբի գերօգտագործումով և խոտացանքով հողի մշակման այդ համակարգն ապահովեց բարձր բերրիություն:

Հողի մշակման այդ տեխնոլոգիայի «կուրորեն» ներդրումն արևելյան Եվրոպայում, Սիբիրում և այլ ուր, որտեղ զգացվում էր խոնավության խիստ պակաս, հատկապես տափաստանային գոտիներում, երկրագործությունը սնանկացավ՝ խոտացանությունը չարդարացվեց, իսկ օրգանական պարարտանյութը դարձավ նվազ արդյունավետ: Նույն ողբերգական վիճակի մեջ հայտնվեցին նաև ԱՄՆ-ի և Կանադայի երկրագործները, հողի անընդհատ խոր վարի հետևանքով ուժեղացավ աերացիան, որը հանգեցրեց հումուսի արագացված քայքայման, հողի ստրուկտուրայի կորստի և ջրային ու քամու էրոզիայի:

Հողի մշակման տեխնոլոգիայի ոչ ճիշտ ներդրման հետևանքով, 1934թ. փոշու փոթորիկն ընդգրկում է ԱՄՆ-ի հսկայական տարածքների ավելի քան 40 մլն. հա [162] և օվկիանոս է տանում 300 մլն.տոն և ավելի բերրի հող [182]:

Երկրագործության այդ ողբերգությունը մոբիլիզացրեց առաջավոր պետությունների գիտնականներին որոշելու և գտնելու հիմնախնդրի լուծման ճանապարհը՝ 1943թ. լույս տեսավ Է. Ֆոլկների խճճված ինտրիգայով (Безумие пахара) գիրքը, որը լայն արձագանք գտավ երկրագործների մոտ[162, 179]: Ֆոլկները խիստ քննադատելով հողի մշակման վարն, առաջարկում է հողի մակերեսային մշակություն 7-7.5 սմ խորությամբ՝ պարարատանյութը հողի վերին շերտի հետ խառնելու նպատակով: Է. Ֆոլկների հողի մշակման տեխնոլոգիան լավագույն արդյունք է տալիս ցածր խոնավության պայմաններում, այդ պատճառով բավարար խոնավության պայմաններում դրա կիրառումը տվեց հակառակ արդյունք [162, 179]: Այս առիթով Ա.Լ. Շենյավսկու մոտ կարդում ենք [191].

«...կույր, նմանակման, այդ փորձի չքննադատված տեղափոխությունն այլ պայմաններ, այլ իրավիճակում հանդիսանում է մեծագույն սխալ»:

Հողի մշակման տեխնոլոգիայի մեխանիկական տեղափոխությունն այլ պայմաններով երկրագործության մեջ խիստ քննադատության է ենթարկել նաև ռուս գիտնական Վ.Վ. Դոկուչանը, Դ.Ի. Մենդելեևը. «Անգլիական դասական պտղափոխության մեխանիկական տեղափոխությունը Ռուսաստանի պայմաններում անթույլատրելի է» [165]:

Հսկայական է հատկապես 1953թ. Տ.Ս. Մալցևի առաջարկությունը՝ հողը գութանով վարել 3-5 տարին մեկ, մնացած ժամանակ հողը պետք է մշակել անթև գործիքներով [9]:

Է. Ֆոլկների քննադատական վերլուծությունից հետո լուրջ աշխատանքներ սկսեցին հողի մշակման տեխնոլոգիայի վերաբերյալ, առաջարկվեց վերանայել գիտական երկրագործության հիմունքները: Այդ գիտական գործընթացի բնութագրական առանձնահատկությունը հանդիսացավ հողի մշակման միասնական ռեցեպտուրան:

Ստանդարտ սխեմաներից անցում կատարվեց դեպի ստեղծագործական մոտեցում, որը հիմնված էր գիտական ձեռքբերումների և առաջավոր փորձի վրա, հաշվի առնելով տեղական պայմանները:

Համաձայն Գ. Կանտի նվազագույն մշակման նշանաբանի, կարդում ենք. «Այնքան, որքան պետք է, բայց հնարավորինս քիչ» [92]: Հողի մշակման այս եղանակն առաջին անգամ փորձարկել է 1945թ. ԱՄՆ-ում: Ներկայումս ԱՄՆ-ի հարավային տարածքի 50%-ը մշակվում է նվազագույն և զրոյական տեխնոլոգիաներով: Նախատեսվում է 2013թ. ամբողջ ցանքատարածությունը մշակել այս տեխնոլոգիայով [103]: Հաստատված է, որ հացահատիկային մշակաբույսերի ցանքի համար նախատեսված հողը պետք է ունենա 1.1-1.3 գր/սմ³ խտություն, կարտոֆիլի և արևածաղկի համար 1-1.2գր/սմ³, շաքարի ճակնդեղի համար՝ 1.1-1.5 գր/սմ³ [171]: Կնշանակի, եթե հողի խտությունն առաջադրվածից փոքր է, պետք է գլանվակել, մեծի դեպքում՝ կատարել մակերեսային մշակություն: Այս կապակցությամբ Ի.Բ. Ռևուտի մոտ կարդում ենք՝ «հողի խտության շեղումն օպտիմալից 0.1-0.3 գր/սմ³ հանգեցնում է 20-40% բերքի կորստի» [149]:

Հողի նվազագույն մշակման տարատեսակ է «զրոյական» մշակությունը, որի դեպքում ցանքը կատարվում է չմշակված հողում, իսկ մոլախոտերի դեմ պայքարն իրականացվում է հերբիցիդով: Այդ դեպքում վառելիքը տնտեսվում է մինչև 80%, իսկ աշխատածախսումները կրճատվում են 60%-ով [130]:

Մինչև 1990-ական թվականներն ԱՄՆ-ի գյուղատնտեսության արտադրությունում, իսկ այսօր նաև Հայաստանի հանրապետությունում [9], հողի նվազագույն մշակությունը համակցվում է կոնսերվանտների հետ, այսինքն՝ հողի մշակման գործընթացում թողնվում է խոզանի մնացորդները, որի հետևանքով ոչ միայն ավելանում է բերքն, այլ կանխարգելվում է նաև էրոզիան: Այս դեպքում անհրաժեշտ է այս տեխնոլոգիան համակցել պարարատացման և բույսերի հիվանդություններից, վնասատուներից և մոլախոտերից պաշտպանության հետ: Խոզանի մնացորդի առկայությունը հողի մակերեսին լավացնում է խոնավության ինֆելտրացիան, նվազեցնում է գոլորշիացումը, սակայն պահանջվում է մեծ քանակի ազոտական պարարատանյութ, քանի որ խոզանի մեջ եղած ազոտը հող չի մտնում և քայքայվում է անօգուտ:

Ամփոփելով բերված համառոտ գիտական ակնարկային տվյալները չի կարելի ընդունել, որ նվազագույն տեխնոլոգիան նորագույն ձեռքբերում է: Ավելի շուտ այն գյուղատնտեսական պրակտիկայի և գիտական մտածողության նոր և ընդարձակ ուղղություն է: Հողի նվազագույն մշակման տեխնոլոգիան ըստ արժանավույն համարվում է երկրագործության գիտատեխնիկական հեղափոխության կարևորագույն արդյունք:

Ինչ մնում է այն կարծիքին, որ հողը պարտադիր պետք է վարել 3-5 տարին մեկ անգամ, անհրաժեշտ ենք համարում ներկայացնել գերմանացի հանրահայտ պրոֆեսոր Գ. Կանտի կարծիքը հետևյալի մասին - պրոպագանդելով հացահատիկային մշակաբույսերի առանց վարի մշակման տեխնոլոգիան, ստիպված էր խոստովանել, որ «Թևավոր գութանին լրիվ փոխարինող գտնել դժվար է կամ գործնականորեն անհնարին»: Նա գտնում է, որ «Հողի մակերևույթի մաքրումը կարող է տեղի ունենալ միայն մանրակրկիտ շրջումով գութանի այդ գործողության չի եղել փոխարինող և չկա»[213,214]:

Երկրագործությունում հողի մշակությունը պահանջում է 180 - 320 կՎտ/հա էներգատարություն, որը համապատասխանում է 50 – 80 կգ/հա դիզելային վառելիքի և կազմում է տնտեսությունում դրա ընդհանուր պահանջարկի 20-25% - ը: Հողի մշակման գործընթացներից առավել էներգատարը (26-50%) վարն է: Ներկայումս տնտեսություններում կիրառվող տեխնոլոգիաներով և մեքենաներով հողի մշակման արժեքը կազմում է մոտ 45 - 48 դոլար/հա [210, 211, 212]: Էժան գյուղատնտեսական արտադրանք ստանալու համար անհրաժեշտ է կրճատել նշված ծախսումները:

Հողի մշակման էներգատարության և ծախսերի վրա ազդող գործոնների բացահայտման, ինչպես նաև, դրանց կրճատման լուծումների որոնման նպատակով կատարված է բազմաթիվ տեսական և գիտափորձնական հետազոտություններ, հաշվի առնելով հետևյալ հիմնական տեսանկյունները.

Ագրոնոմիական տեսանկյուն – Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ խորը վարից հետո (20 - 25սմ) հետագա երկու տարիներին կարելի է հողը մշակել երեսանց (15 - 18սմ), առանց վնաս հասցնելու բեքատվությանը: Այս դեպքում առի հատակի փխրեցումը (եթե կա դրա անհրաժեշտությունը) խորհուրդ է տրվում իրականացնել

իրանին ամրացված թաթիկով (Квернеланд, эко-лемех): Վարի խորության նվազեցումը 1սմ-ով կրճատում է վառելիքի ծախսը 0.4-0.6կգ/հա, իսկ դրամական ծախսերը՝ 0.43-0.52 դոլլար/հա: Դաշտի նախապատրաստումը ցորենի ցանքին կոմբինացված ագրեգատներով կուլտիվացիայի դեպքում, ստացվել է նույնիսկ ավել բերք, քան կրկնակի կուլտիվացիայի ժամանակ, իսկ ծախսումները կրճատվում է մոտ երկու անգամ, վառելիքը տնտեսվում է 3.5-4կգ/հա [58, 212, 214]:

Գոյություն ունեն առանց վարի հացահատիկային մշակաբույսերի և բանջարեղենի աճեցման փորձեր [58, 212]: Պարզվել է որ, թե ագրոտեխնիկական և թե էներգետիկական ու էկոնոմիկական տեսանկյուններով առավել նպատակահարմար է իրականացնել հողի մակերեսային փխրեցում չիզել-կուլտիվատորներով: Այսպիսի մշակման դեպքում ստացվել է ավելի լավ արդյունք, քան վարի դեպքում:

Հողի նվազագույն մշակման համար առավել նպատակահարմար է կիրառել դանակավոր ակտիվ գործողության բանող օրգաններով մեքենաները, քանի որ դրանք ավելի լավ են թաղում բուսական մնացորդները, հարթեցնում դաշտի մակերևույթը:

Էներգետիկական տեսանկյուն - Պասիվ գործողության բանող օրգաններով հողի մշակման դեպքում ծախսվող էներգիան որոշվում է տեսակարար քարշային դիմադրությամբ [140, 151, 215].

$$E_m = K_1 = k_1 + \varepsilon_1 \cdot V^2, \quad (1.1)$$

որտեղ՝ E_m – ը հողի մշակման տեսակարար էներգատարությունն է, Ն/մ²,

K_1 – ը մեքենայի տեսակարար քարշային դիմադրությունը, Ն/մ,

k_1 – ը ընդհանուր տեսակարար ստատիկ դիմադրությունը, Ն/մ,

ε_1 – ը դինամիկական դիմադրության գործակիցը, Նվ²/մ³,

V – ն մեքենայի աշխատանքային արագությունը, մ/վ:

Հողի մշակման համար անհրաժեշտ վառելիքի տեսակարար ծախսը (վար, կուլտիվացիա փխրեցում) որոշվում է հետևյալ բանաձևով [58, 211, 213].

$$Q_0 = 2.778 \cdot 10^{-6} g_e \eta_{V \max} (k_1 + \varepsilon_1 V^2) e^{c(V_0 - V)^2}, \quad (1.2)$$

որտեղ՝ Q_0 -ն վառելիքի տեսակարար ծախսն է, կգ/հա,

g_e -ն տրակտորի շարժիչի վառելիքի տեսակարար ծախսն է, գ/կՎտժ,

$\eta_{V \max}$ -ը տրակտորի քարշային հզորության գործակցի առավելագույն արժեքն է

$e = 2.718$ բնական լոգարիթմի հիմքն է,

V_0 – ն առավելագույն քարշային հզորությանն համապատասխան արագությունն է, մ/վ,

c-ն հողի ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունները և տրակտորի բանող պայմանները (հողի հետ անիվի կամ թրթուրի կցումը, շրջման դիմադրությունը և այլն) հաշվի առնող գործակից է: Անիվավոր տրակտորների համար՝ $c \approx 0.15 \pm 0.05$ խտացված հողերի համար, $c \approx 0.3 \pm 0.05$ փխրեցված հողերում:

Բերված բանաձևը (1.2) ցույց է տալիս, որ հողի մշակման համար վառելիքի տեսակարար ծախսը տեխնոլոգիական գործընթացի էներգատարությամբ (ստատիկական և դինամիկական դիմադրություններով) և տրակտորի էներգետիկական բնութագրով (շարժիչի էկոնոմիկական, քարշային գործակցով), ինչպես նաև, դրանց տարափոխման բնութագրով որոշվում են այդ մեծությունների արժեքները [58, 210, 211, 212] (աղյուսակ-1-1):

Աղյուսակում բերված տվյալները ցույց են տալիս, որ հողերի վարը համարվում է ավելի էներգատար քան մյուս գործընթացները: Բացի այդ, վարած հողի նախացանքային մշակությունը կապված է լրացուցիչ էներգածախսերի հետ: Այդ պատճառով էլ, էներգածախսերի կրճատման նպատակով, նպատակահարմար է վարը փոխարինել հողի մշակման այլ եղանակներով:

Տեխնիկական տեսանկյուն - առավել արդյունավետ մեքենաների ներդրում:

Վառելիքի ծախսը որոշող հիմնական ցուցանիշներից են հանդիսանում մեքենայի տեսակարար քարշային դիմադրությունը, որը բնութագրվում է ստատիկական դիմադրությամբ (k'_1) և դինամիկական դիմադրության գործակցով (ε_i): Դրանց մեծությունը կախված է հողի ֆիզիկա - մեխանիկական հատկություններից, մեքենայի կառուցվածքից և բանող օրգաններից, ինչպես նաև, դրանց պիտանելիությունից, կոնկրետ տվյալ պայմաններում աշխատելու համար [210, 211, 212]: Որքան այդ ցուցանիշները ցածր են, այնքան քիչ վառելիք կպահանջվի, արտադրողականությունը կլինի բարձր, իսկ կատարվող աշխատանքը ավելի էժան:

Աղյուսակ-1.1

Հողամշակ մեքենաների էներգետիկական բնութագրերը
արագության 1.5 - 3մ/վ (5-11կմ/ժ) սահմաններում

Աշխատանքի տեսակը, կիրառվող մեքենան	Ստատիկական դիմադրությունը, k_1 , Ն/մ	դինամիկական դիմադրության գործակիցը, ε , Նվ ² /մ ³
Վար 20-21սմ խորությամբ. -կուլտուրական տիպի իրան- ներով կցովի գութանով	7000-18000	400-700
-կուլտուրական տիպի իրաններով կախովի գութանով	6000-15000	400-700
-պտուտակային տիպի իրաններով կախովի գութանով	5000-12000	250-450
Երեսվար կուլտիվացիա 8-12սմ խորությամբ. - S-աձև բանոլ օրգաններով կուլտիվատորներով	1500-2300	100-400
-ծանր սկավառակավոր փխրիչով	1300-3500	80-400
-կոմբինացված արագընթաց մեքենաներով	2000-3600	60-400
կրկնակի կուլտիվացիա 8-12սմ խորությամբ- S-աձև բանոլ օրգաններով կուլտիվատորներով	4000-5500	200-550
Խորը փխրեցում (15-20սմ) կոմբինացված մեքենաներով	800-1000	50-100
	2000-5300	150-500

Բարձրացված արագությամբ(9-12կմ/ժ)աշխատելու դեպքում առավել հարմար է կիրառել այնպիսի մեքենաներ, որոնց մոտ ավելի ցածր է դինամիկական դիմադրության գործակիցը՝ պտուտակավոր խոփ-թևային մակերևույթով իրաններով գութաններ, S-աձև զսպանակավոր ատամներով կուլտիվատորներ, պտտվող դանակներով փխրիչ-

ներ, չիզել-կուլտիվատորներ և դրանց հիմքով կոմբինացված մեքենաներ (աղյուսակ-1.2): Իրանների ընդգրկման լայնության մեծացումը մինչև 45-50 սմ ի նվազեցնում է վարի էներգատարությունը և համապատասխանաբար վառելիքի տեսակարար ծախսը:

Աղյուսակ-1.2

Ռացիոնալ կառուցվածքով մեքենաների ներդրման արդյունավետությունը

Աշխատանքի տեսակը	մեքենան կամ բանող օրգանը		վառելիքի տնտեսում	
	ներդրվող	փոխարինվող	կգ/հա	%
Վար 20-22սմ խորությամբ	Պտուտակային իրան (Квернелад 8)	Կուլտուրական ПГЦ61000 իրանի	2.1	14
	իրանի ընդգրկման լայնությունը 50սմ	ընդգրկման լայնությունը 30-35սմ	2-3	16
Չիզելում (2 հետքով)	Պտտվող դանակներով փխրիչ	Ծանր սկավառակավոր փխրիչ (БДТ-3)	1.6	24
Չիզելում	Չիզել կուլտիվատորներ	Ծանր սկավառակավոր փխրիչներ	1.5	19
Տափանում	կախովի տոփան - փխրիչներ	Կցովի տափան բալկա	1.2	19
Կուլտիվացիա	S- աձև զսպանակավոր բանող օրգաններով	c - աձև զսպանակավոր ատամներով	0.4-0.6	10-15
Խորը փխրեցում	Չիզել կուլտիվատորներով (Квернелад турбо)	Քարքարոտ հողերի գութան (ПГПտեսակի)	4-5	40

- Կոմբինացված մեքենաների և ագրեգատների կիրառում.

Վառելիքի առավել խնայողության կարելի է հասնել կատարվող տեխնոլոգիական գործընթացների համատեղման ճանապարհով: Նպատակահարմար է կիրառել կոմբինացված ագրեգատներ և մեքենաներ, հետևյալ գործընթացների համատեղման համար՝

- հողի հիմնական մշակում(վար, չիզելում)' միաժամանակյա լրացուցիչ մշակմամբ,
- նախացանքային մշակում հերբիցիդների և պարարտանյութի ներարկմամբ,
- հացահատիկային և այլ մշակաբույսերի ցանք՝ հերբիցիտների և պարարտանյութի ներարկմամբ:

Նշված գործընթացների դեպքում վառելիքի տնտեսումը կազմում է 15-30%:

Վառելիքի ծախսի տնտեսման կարելի է հասնել նաև ագրեգատավորման եղանակի կատարելագործման ճանապարհով:

Տնտեսական տեսանկյուն - հողի ինտենսիվ մշակման դեպքում, ինչպես բանող, այնպես էլ վառելիքի և այլ միջոցների ծախսերը ստացվում է 1.5 անգամ ավելի շատ, քան սովորական տեխնոլոգիայի դեպքում: Մշակման տեխնոլոգիայի պարզեցման դեպքում հնարավոր կլինի կրճատել ծախսերը 30 % - ով՝ կիրառելով նվազագույն մշակման տեխնոլոգիա՝ վարով-2 անգամ, առանց վարի-6 անգամ [58, 210, 212, 215]:

Սակայն, չնայած որ անթև մշակությունը տալիս է զգալի տնտեսական արդյունավետություն, այն ոչ բոլոր դեպքերում է հնարավոր կիրառել: Օրինակ՝ բազմամյա խոտհարքների մշակման դեպքում վարը համարվում է առավել արդյունավետ: Այն անհրաժեշտ է կանաչ պարարտանյութը (սիդերատային բույսեր) [213], ինչպես նաև մեծ քանակությամբ բուսական մնացորդները հողում թաղելու համար: Վերջինիս դեպքում առավել արդյունավետ է կիրառել չիզել - գութաններ:

Էկոլոգիական տեսանկյուն. - հողի նվազագույն մշակությունը համարվում է էկոլոգիապես արդարացված: Այն տալիս է.

- ագրեգատի ընթացքների թվի կրճատում,
- հողի անցանկալի խտացումների նվազում,
- մթնոլորտ արտանետվող թունավոր գազերի քանակի նվազում:

1.5. Երկրագործության լեռնային գոտում աշխատող մեքենատրակտորային ագրեգատներին ներկայացվող պահանջները

Մեքենա-տեխնոլոգիական գործընթացների բնույթի վրա գերակշռող դերը պատկանում է մշակվող մակերևույթի նկատմամբ մեքենայի բանող օրգանների դասավորությանը և դրանց շարժման ուղղությանը, ինչպես նաև ակտիվ ուժերին, իսկ վերջիններս էլ կախված են տեղանքի բնակլիմայական պայմաններից:

Դիտարկումները ցույց են տվել, որ բավարար կարգավորված մեքենան, որը լավ է իրականացնում տվյալ տեխնոլոգիական գործընթացը հարթավայրում, նույն տեխնոլոգիական գործընթացը լանջերում կատարում է անբավարար՝ չապահովելով առաջադրված ագրոտեխնիկական պահանջները: Դա ակներև է դառնում, երբ հողամշակ մեքենան աշխատում է լանջերում՝ սկսած լանջի 2-3⁰ թեքությունից:

Պրակտիկան ցույց է տվել, որ հողի մշակման ժամանակ ստանդարտ ունիվերսալ ձևերի կիրառումը չի կարող ապահովել բարձր արդյունավետություն: Երկրագործության մակարդակի բարձրացման համար անհրաժեշտ է դիֆերենցված մոտեցում, որը հաշվի կառնի տեղական բնակլիմայական պայմանները, գոտիականությունը և հողի տեխնոլոգիական հատկությունները:

Երկրագործության բարձր կուլտուրայի պայմաններում, որը միանգամայն անհրաժեշտ է գյուղատնտեսական մշակաբույսերի մշակման ինտենսիվ տեխնոլոգիաներին անցնելիս, ոռոգելի երկրագործության մեջ լանջերի, դարավանդների մշակման դեպքում հողի փխրեցման գործընթացն այլընտրանք չունի: Ինչպես վկայում են երկարաժամկետ նախնաճառության ուղղությամբ Մեքենայացման Համառուսաստանյան Ինստիտուտում կատարված ուսումնասիրությունները, մինչև 2100 թիվը Ռուսաստանի Դաշնությունում լանջերի մշակումը կգտնի լայն կիրառում: Այն ավելի կենսունակ է դառնում Հայաստանում, որտեղ վարելահողերի բավականին մեծ մասը գտնվում է լանջերում:

Մեքենատրակտորային ագրեգատի աշխատանքի առանձնահատկությունները պարզելու նպատակով, կատարենք նրա աշխատանքի պայմանների համեմատական վերլուծություն հարթավայրում և լանջերում:

Հարթավայրերում ՄՏԱ - ներն աշխատում են գրեթե հորիզոնական հարթությամբ, որտեղ տեղանքի թեքության անկյունը չի գերազանցում 2⁰-ից, բացառիկ դեպքերում մինչև 3-4⁰: Այս պայմաններում կարելի է ընդունել գործի ցանկացած երկարություն, այսինքն այնպիսին, որը կլինի տվյալ տեղանքի և տվյալ տեխնոլոգիական գործընթացի իրականացման համար արդյունավետ: Հարթավայրային պայմանները հնարավորություն են տալիս տրակտորն ագրեգատավորել անհրաժեշտ քանակի գյուղատնտեսական մեքենաներով՝ լրիվ օգտագործելով նրա հզորությունը: Գործի վերջում մեքենատրակտորային ագրեգատի շրջադարձն իրականացվում է առանց առանձնակի դժվարությունների, բարձր արագություններով, մեքենավարից չի պահանջվում լրացուցիչ ջանքեր:

Հարթավայրում տրակտորի շարժման պայմանները և գյուղմեքենայի քարշային դիմադրությունը գրեթե չեն փոխվում, որը թույլատրում է եզրակացնել, որ շարժիչն աշխատում է կայուն ռեժիմով: Կատարվող տեխնոլոգիական գործընթացի որակը գործի երկու ուղղություններով էլ ստացվում է նույնը: Մինչդեռ լեռնային երկրագործության պայմաններում, մեքենատրակտորային ագրեգատն աշխատում է հիմնականում թեքությունների վրա, որտեղ լանջի մշակումը կատարվում է լայնական ուղղությամբ, որի դեպքում հնարավոր է մեքենատրակտորային ագրեգատի լայնական կայունության կորուստ: Առաջանում է կողասահք (լանջիվար) և առաջադրված ուղղությունից շեղվելու վտանգ:

Լանջերում ագրեգատի շարժման կայունության կորուստը դժվարացնում է տրակտորիստ-մեքենավարի աշխատանքը, որը հարկադրված է անընդհատ միջոցներ ձեռնարկել ագրեգատի շարժման առաջադրված ուղղությունը պահպանելու համար: Ագրեգատի շարժման կայունության կորստի պատճառով խախտվում են նաև ագրոտեխնիկական պահանջները: Հողամշակ մեքենայի բանող օրգանները հող են մտնում անհավասարաչափ (լանջով վերևից ներքև ավելի քիչ են մտնում, քան լանջով ներքևից ներքև): Լանջի թեքության մեծացման հետ մշակման որակն ընկնում է:

Լանջերի մշակման համար մեքենայի ընդգրկման լայնությունը և գործի երկարությունը սահմանափակվում են, որը շատ հաճախ հնարավորություն չի տալիս ընտրելու ագրեգատի ռացիոնալ շարժման ձև:

Լանջի թեքության ավելացմանը զուգընթաց փոքրանում է մշակովի տարածքի մակերեսը, որը շատ հաճախ չի անցնում 0.5-1.5 հա.-ից [109]: Վերջինս մեծացնում է տրակտորի պարապ ընթացքը մեկ դաշտից մյուսն անցնելու համար, և ազդում է նրա շահագործական արդյունավետության վրա: Լանջերում աշխատանքի ժամանակ, չնայած որ տրակտորի հզորությունը լրիվ չի օգտագործվում, անհնար է կազմել մեկից ավելի մեքենաներից բաղկացած ագրեգատ, քանի որ, ինչպես տրակտորի, այնպես էլ գյուղմեքենայի դիմադրությունն անընդհատ ենթարկվում է փոփոխման, գործի վերջում ՄՏԱ-ի շրջադարձը խիստ դժվարանում է:

Այս առանձնահատկություններն առավել բնորոշ են Հայաստանի Հանրապետությանը, քանի որ այստեղ հողատեսքերը մեծամասամբ փոքր տարածքներով են, սեփականաշնորհումն էլ ավելի է փոքրացրել մշակվող հողակտորների մակերեսները: Հայաստանում հողամշակ մեքենայի արագությունը, կախված հողակտորների վերոհիշյալ առանձնահատկությունից, սահմանափակ է, ուստի մեծ ընդգրկման լայնություն և իրանների մեծ քանակ ունեցող ագրեգատների կիրառությունն նպատակահարմար չէ:

Մեքենատրակտորային ագրեգատի ուղղույթի կայունության կորուստի պատճառների հետազոտմամբ և դրա բարելավման ուղիների որոնմամբ զբաղվել են շատ հետազոտողներ [28, 50, 51, 68, 69, 70, 80, 126, 127, 157, 183, 184, 185]: Ռ.Ռ.Դվալին [68, 69], կատարելով խորը տեսական և փորձնական հետազոտություններ, գտնում է, որ լանջում ագրեգատի աշխատանքի ժամանակ տրակտորի վրա առաջանում է շրջող մոմենտ, որի հետևանքով ագրեգատը կորցնում է շարժման կայունությունը, իսկ քարշային դիմադրության բնութագրի վերլուծությունից պարզել է, որ 10^0 թեքություն լանջում տրակտորի քարշային հզորությունն ընկնում է 14%-ով, արագությունը փոքրանում է 6%-ով, իսկ վառելիքի ժամային ծախսն ավելանում է 10%-ով:

Հ.Բ. Բարսկին և ուրիշներն [50, 51] ուսումնասիրելով լանջում աշխատող մեքենատրակտորային ագրեգատի հետագիծը, դրա շեղումն առաջադրված ուղղությունից լանջով ներքև, բացատրում են տրակտորի ներքևի շարժասարքի տեղապտույտի առկայությամբ:

Խ.Ա. Խաչատրյանը [183, 184, 185] տարբեր թեքությունների լանջերում կատարած գիտափորձնական հետազոտություններից եզրակացնում է, որ մեքենատրակտորային ագրեգատն առաջադրված ուղղությունից շեղվում է լանջով ներքև՝ վերևի և ներքևի բանող օրգանների ընթացքի խորությունների (ներքևի իրաններն ավելի շատ են թաղվում հողում, քան վերևիները) տարբերության պատճառով քարշային դիմադրության ուղղության փոփոխման հետևանքով: Նույնպիսի եզրահանգման են նաև Է.Ս. Միրզոևը [126, 127], Ս.Ա. Լևինը [110]: Վերջիններս գտնում են նաև, որ լանջում մեքենատրակտորային ագրեգատի աշխատանքի ժամանակ փոփոխվում է մեքենայի բանող ընդգրկման լայնությունը՝ բերելով մշակման մակերևույթին զուգահեռ հարթությունում քարշային դիմադրության բաղադրիչի և ագրեգատի շարժման ուղղության կազմած անկյան փոփոխմանը:

Վ.Խ. Համբարձումյանը [35], հետազոտելով լանջերում մեքենատրակտորային ագրեգատի առաջադրված ուղղությունից շեղման պատճառները, գտնում է, որ ագրեգատի՝ լանջով վերևի և ներքևի մասերում, առաջանում են անհավասար ուժեր, որոնց տարբերությունը ստեղծում է շրջող մոմենտ: Այս մոմենտի առկայությամբ էլ պայմանավորված է ագրեգատի շեղումն առաջադրված ուղղությունից:

Քարշի ուժի փոքրացումը բացատրվում է ագրեգատի շարժման դիմադրության մեծացմամբ, որն առաջանում է վերոհիշյալ ազդեցությունների պատճառով առաջացող շրջող մոմենտով և վերջինիս հետևանքով առաջադրված ուղղությունից ագրեգատի շեղումով:

Հասկանալի է, որ ՄՏԱ-ի շարժման կայունության կորուստը բերում է հողի մշակման տեխնոլոգիական գործընթացի վատացման, արտադրողականության իջեցման, ագրեգատի հանգույցներում շփման ուժերի մեծացման, վառելիքի ժամային ծախսի ավելացման և մի շարք այլ բացասական հետևանքների:

Ինչպես նշում են որոշ հետազոտողներ [60, 61, 69, 70, 184, 188], ՄՏԱ-ի շարժման կայունության վրա մեծ ազդեցություն ունեն ագրեգատի հավասարակշռության վիճակներն ու պայմանները, ինչպես մշակվող մակերևույթին զուգահեռ, այնպես էլ նրան ուղղահայաց հարթություններում:

Լանջում աշխատող հողամշակ մեքենաների բանող օրգանների ընթացքի խորության անհավասարաչափությունը բերում է ոչ միայն ագրոտեխնիկական պահանջների խախտման, այլև բավականին մեծացնում է ագրեգատի քարշային դիմադրությունը, որի պատճառով առաջանում է էներգիայի ոչ արտադրողական ծախս:

Լանջերում աշխատող մեքենատրակտորային ագրեգատի ուղղույթի կայունության և կատարվող տեխնոլոգիական գործընթացի բարելավման նպատակով բազմաթիվ հեղինակներ առաջարկում են մի շարք կառուցվածքային և շահագործական միջոցառումներ: Այսպես, Ռ.Ռ. Դվալին առաջարկում է տրակտորին ավելացնել լրացուցիչ շարժական հարմարանք, որը կտեղաշարժի գյուղմեքենայի կցման կետի դիրքն ագրեգատի սիմետրիայի առանցքից աջ կամ ձախ, որով կստեղծվի լրացուցիչ մոմենտ՝ շրջող մոմենտը հակակշռելու համար: Նմանատիպ երաշխավորում է պարունակում նաև Օ.Պ. Մշվիլդադեի [70] աշխատությունը:

Մեքենատրակտորային ագրեգատի ուղղույթի կայունության բարելավման նպատակով Ն.Ա. Բազիկյանը և Գ.Գ. Մանասարյանը [42] առաջարկում են նոր կառուցվածքային միջոցառում, որի էությունն այն է, որ լանջում աշխատող տրակտորի աջ և ձախ շարժասարքերը հիդրոգլանի օգնությամբ կարող են տեղաշարժվել միմյանցից անկախ միմյանց նկատմամբ՝ ստեղծելով կարգավորող մոմենտ:

Մեքենատրակտորային ագրեգատի ուղղույթի կայունությանը կարող է օժանդակել նաև տրակտորի լանջով վերևի և ներքևի թրթուրավոր շարժասարքերի կողմից հողին ճնշման հավասարաչափության ապահովումը: Այսպիսի եզրակացության են հանգել Ն.Ա.Բազիկյանը, Ա.Մ.Եսոյանը և Ա.Ն.Ալոյանը [17, 43] թրթուրավոր տրակտորների ընթացքային մասի նոր կառուցվածքի մշակման ժամանակ: Նախատեսում են թրթուրավոր շարժասարքերի միջև, եղանաձև ճոճանի տեղակայման միջոցով, հասնելու լանջով վերևի և ներքևի կողերի կողմից հողին ճնշման հավասարաչափության ապահովում:

ՄՏԱ-ի ուղղույթի կայունության բարելավմանը նպաստում է նաև գյուղատնտեսական տրակտորների տրանսմիսիայում Գ.Գ.Մանասարյանի և Ն.Ա. Բազիկյանի մշակած հատուկ միջառանցքային աստիճանավոր դիֆերենցիալի [116],

տրակտորային ագրեգատի տատանումների մարման սարքի [7] կիրառումը: Նշված դիֆերենցիալ աշխատում է որպես միջանվային և բաշխում է ոլորող մոմենտը վերևում ու ներքևում գտնվող թրթուրների միջև անհավասարաչափ՝ նրանց կցման ուժին համապատասխան:

Կախովի կուլտիվատորային ագրեգատի սահքը լանջով ներքև կանխելու նպատակով Վ.Յա. Ջելցերն [89] առաջարկում է օգտագործել կարգավորիչ՝ հիմնված ֆիզիկային ղեկանիվի՝ սկզբունքի վրա: Նույնատիպ առաջարկ է արել նաև Ա.Ա.Գավաշելիշվիլին [61]: Այդպիսի բանող օրգանները, որոնք ունեն հարթ սկավառակի տեսք, կանգնակով տեղակայվում են շարժման ուղղության նկատմամբ որոշակի անկյան տակ և տեղաշարժվում են հողում, որով առաջացնում են կողային ուժ՝ մեքենայի լանջով ներքև սահքը կանխելու համար:

Կ.Ղ. Կարախանյանը մշակել է ԿԲ - 0,6 լեռնային կողային կուլտիվատորը, որի կառուցվածքային առանձնահատկությունն այն է, որ տրակտորը շարժվում է լանջի հարթության մեջ՝ դրա հորիզոնականով, իսկ կուլտիվատորի բանող օրգանը հողի մշակությունը կատարում է միկրոդարավանդի վրա, որի պաստառը հորիզոնական է կամ դրան մոտ [93]:

Այսպիսով գիտական նյութերի վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ երկրագործության լեռնային գոտում հողի մշակման ժամանակ ստանդարտ ունիվերսալ ձևերի կիրառումը չի տալիս բավարար արդյունավետություն:

Ելնելով վերոհիշյալից՝ խնդիր է առաջանում մշակելու տեխնիկական միջոցների արդյունավետ պարամետրեր և կառուցվածքային փոփոխություններ, լանջերի տարբեր հողատեսքերի որակյալ մշակման համար, ապահովելով ցածր էներգատարություն, նվազագույն ծախսեր, մշակաբույսերի բարձր բերքատվություն:

Հողամշակման մեքենաների արտադրողականության բարձրացման հիմնական ուղիներն են.

- ՄՏԱ-ի կառուցվածքային կատարելագործումը,
- դրանց պատրաստման համար ամուր և մաշադիմացկուն նյութերի ստեղծումը,
- տեխնիկական միջոցների բանող արագության և ընդգրկման լայնության մեծացումը ագրոտեխնիկական թույլատրելի սահմաններում,

- հողի մշակման տեխնոլոգիական օպերացիաների համատեղումը:

Այսօր Հայաստանի հանրապետության գյուղատնտեսությունը զգալի վնաս է կրում այն պատճառով, որ հողատեսքերի (հատկապես՝ լանջի) որակով մշակման համար բացակայում են տեխնիկական համապատասխան միջոցներ: Այդպիսի տեխնիկական միջոցների ստեղծումը և ներդրումը հրատապ և անհետաձգելի խնդիր է: Սակայն Հայաստանի սոցիալ-տնտեսական վիճակը դեռևս դրա հնարավորությունը չի տալիս: Ուստի առաջին էտապում նպատակահարմար է ստեղծել ոչ թե նոր ՄՏԱ, այլ եղածի հիման վրա կատարել կառուցվածքային ձևափոխություններ կամ կառուցվածքում նոր հանգույցների օգտագործումով հասնել հողատեսքերի որակով մշակման:

Ելնելով լանջերում աշխատանքի վերոհիշյալ առանձնահատկություններից՝ մեքենատրակտորային ագրեգատների կառուցվածքին ներկայացվում են հետևյալ հիմնական պահանջները.

- ագրեգատի բարձր քարշային ցուցանիշներ,
- ագրեգատի դինամիկական կայունություն, որն ապահովի բարձր տեխնոլոգիականություն և լանջերում նրա աշխատանքի անվտանգություն,
- բարձր անցանելիություն և մանևրելու ունակություն, շրջադարձի նվազագույն շառավիղ, ընթացքային մասի կողմից հողի գերադասման ազդեցության նվազեցում:

Ինչպես լայն տարածում ստացող ինտենսիվ տեխնոլոգիաների դեպքում, այնպես էլ երկրագործության բարձր մակարդակ ապահովելու նպատակով, հատկապես, ոռոգելի փոքրաչափ և թեք հողատարածքներում, կտրուկ աճում են հողի մշակմանը ներկայացվող պահանջները: Հայաստանի հանրապետության գյուղատնտեսության ոլորտում գիտատեխնիկական առաջընթացը հիմնականում պայմանավորված է տեխնոլոգիական գործընթացների համալիր մեքենայացումից և ավտոմատացումից՝ դրանց ժամանակին և որակով իրականացմամբ:

Հանրապետության գյուղատնտեսության համալիր մեքենայացումն արմատապես տարբերվում է ԱՊՀ-ի ցանկացած գոտուց, որը պայմանավորվում է բնակլիմայական պայմաններով և հողատարածքների ուղղաձիգ գոտիականությամբ: Նշված հանգամանքներով են բացատրվում մեքենայացման հիմնահարցերի առանձնակի բարդությունները և բազմազանությունը հանրապետության պայմաններում:

Հողի մշակման հիմնահարցի լուծումը կապված է համապատասխան տեխնիկական միջոցների առկայության և ճիշտ շահագործման հետ: Նշենք, որ հողի մշակման տեխնիկական միջոցների միայն մի մասն է, որ այսօր պիտանի է, մի սովոր մասը պետք է պարտադիր ենթարկվի կատարելագործման, իսկ որոշ մեքենաներ պետք է ստեղծվեն նորովի:

Այսպիսով, երկագործության մակարդակի բարձրացման համար անհրաժեշտ է դիֆերենցված մոտեցում, որը հաշվի կառնի տեղական բնակլիմայական պայմանները, գոտիականությունը և հողի տեխնոլոգիական հատկությունները:

Մեր հիմնական խնդիրն է մշակել նոր տեխնիկական միջոցներ, ռացիոնալ պարամետրերով, կատարել եղածների կառուցվածքային փոփոխություններ ՀՀ հարթ տարածքների և լանջերի տարբեր հողատեսքերի որակով մշակման համար, ապահովելով ցածր էներգատարություն, նվազագույն ծախսեր, մշակաբույսերի բարձր բերքատվություն:

1.6.Եզրակացություններ

Լեռնային երկրագործությունում հողի մշակման արդյունավետության բարձրացմանը նվիրված գիտական ու արտադրական նշանակության գրականության քննադատական վերլուծությունը թույլ է տալիս հանգելու հետևյալ եզրակացություններին:

1. Լանջերի հողի մշակման ներկայիս տեխնոլոգիաները համահունչ չեն գիտատեխնիկական առաջընթացին՝ չեն արդարացվում ոչ էներգետիկական և ոչ էլ տեխնոլոգիական տեսանկյունից: Մեքենատրակտորային ագրեգատների բազմընթաց տեղափոխությունների հետևանքով ընթացքային համակարգերի հետքերի տակ հողը խտանում է մինչև 1,5 մ խորությամբ, որը հանգեցնում է մշակման դիմադրության բարձրացման մինչև երկու անգամ, իջնում է հողի շերտի ընդհանուր և մազանոթային ծակոտկենությունը, պահանջվում է մեծ ծավալի ռեսուրսներ՝ վառելիք, քսայուղեր, տեխնիկայի պարկ,

աշխատաժամանակ, պարարտանյութ, արագանում է քամու և ջրային էրոզիան, նվազում հողում օրգանական նյութերի պարունակությունը, զգալիորեն իջնում միկրոօրգանիզմների կենսագործունեությունը: Արդյունքում, վատանում է հողի էկոլոգիական վիճակը, 20-30% - ով նվազում մշակաբույսերի բերքատվությունը:

2. Լանջում աշխատանքի ժամանակ հողամշակ մեքենայի վրա առաջանում են կողային ուժեր, որոնք մեծանում են լանջի թեքության անկյան մեծացմանը զուգընթաց: Արդյունքում ագրեգատը պտտվում է ակնթարթային կենտրոնի շուրջ, փոխվում է բանող օրգանների դիրքը շարժման առաջադրված ուղղության նկատմամբ, որն իր ազդեցությունն է թողնում ագրեգատի քարշային դիմադրության բարձրացման և հողի մշակման գործընթացի վատացման վրա:
3. Հողամշակման էներգատարությունն, արտահայտված վառելիքի տեսակարար ծախսով, միջին հաշվով կազմում է՝ ինտենսիվ տեխնոլոգիայի դեպքում- 78կգ/հա, սովորական տեխնոլոգիայի դեպքում-49կգ/հա, պարզեցված մշակման դեպքում – 36 կգ/հա, վարի կիրառմամբ նվազագույն մշակման դեպքում - 24կգ/հա և առանց վարի նվազագույն մշակման դեպքում - 8 - 12կգ/հա:
4. Էներգախնայող մեքենաների (չիզել-կուլտիվատորներ, ակտիվ գործողության բանող օրգաններով մեքենաներ, թրթռավոր բանող օրգաններով մեքենաներ, հողի մշակման կոմբինացված ագրեգատներ) կիրառումը բարձրացնում է հողամշակման գործընթացի արդյունավետությունը, հողի բերրիությունը և մշակաբույսերի բերքատվությունը:
5. Լանջերում հողամշակման ծախսերի և էներգատարության կրճատման առավել արդյունավետ ուղղություններից է նվազագույն մշակման տեխնոլոգիայի կիրառությունը, որը համարվում է ագրոնոմիական տեսանկյունից ընդունելի, նյութախնայողական, տնտեսապես ձեռնտու և էկոլոգիապես արդարացված: Հողի նվազագույն մշակման տեխնոլոգիայի կիրառման դեպքում ծախսումները կրճատվում է մոտ 2 - 6 անգամ:

1.7. Հետազոտությունների նպատակն ու խնդիրները

Աշխատանքի նպատակն է՝ լեռնային երկրագործության գոտում հողի նվազագույն մշակման կատարելագործված տեխնոլոգիայի և մեքենաների բանող օրգանների մշակում՝ ուղղված հողամշակման գործընթացների ագրոտեխնիկական ցուցանիշների բարելավմանը և էներգածախսերի կրճատմանը: Այդ նպատակին հասնելու համար առաջ են քաշվել հետազոտության հետևյալ խնդիրները.

- տեսական և գիտափորձական հետազոտություններով բացահայտել լեռնային երկրագործության պայմաններում, մասնավորապես՝ լանջերում շահագործվող հողամշակ մեքենաների կառուցվածքային և տեխնոլոգիական թերությունները,
- հիմնախնդրի ագրոտեխնիկական ու տեխնիկատնտեսական պահանջներին համապատասխան՝ մշակել լանջերում հողի նվազագույն մշակման տեխնոլոգիա և մեքենաների բանող օրգանների տեխնոլոգիական սխեմաները,
- մշակել առաջարկված բանող օրգանների ու միջավայրի միջև ուժային փոխազդեցության հաշվարկի տեսություն և որոշել կառուցվածքատեխնոլոգիական պարամետրերը,
- առաջարկվող տեխնիկայի տեխնոլոգիական սխեմաների հիման վրա մշակել բանող օրգանների էսքիզային նախագծերը,
- պատրաստել նախագծված բանող օրգանների փորձանմուշներ, իրականացնել գիտափորձական հետազոտություններ, կատարել արդյունքների վերլուծություն, ճշտել բանող օրգանների կառուցվածքատեխնոլոգիական պարամետրերը և այն օգտագործել նախագծերում,
- կատարել մշակված հողամշակ բանող օրգաններով ագրեգատի արտադրական փորձարկումները և հիմնավորել գիտական առաջարկությունների տեխնիկատնտեսական արդյունավետությունը:

2. ԼԵՌՆԱՅԻՆ ԵՐԿՐԱԳՈՐԾՈՒԹՅՈՒՆՈՒՄ ՆՎԱԶԱԳՈՒՅՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅՈՎ ՀՈՂԵՐԻ ՄՇԱԿՄԱՆ ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՄԻՋՈՑՆԵՐԻ ԷՆԵՐԳԱՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՀԱՇՎԱՐԿԻ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ

Հայաստանի հանրապետությունում ֆերմերային տնտեսությունների քանակի աճի հետ մեկտեղ մեծանում է պահանջը տվյալ բնակլիմայական պայմաններին բավարարող (հատկապես լանջերի մշակման) տեխնիկայի նկատմամբ՝ մեքենատրակտորային պարկը հնացած է և չի բավարարում հողամշակման նորագույն ագրոտեխնոլոգիական պահանջներին, մինչդեռ անցումը նոր տեխնոլոգիաներին անհնար է առանց համապատասխան տեխնիկական միջոցների կիրառման:

Գործնականորեն հաստատված է, որ լեռնային պայմաններում որոշ մշակաբույսերի մշակման համար (հացահատիկ, կարտոֆիլ, շաքարի ճակնդեղ, եգիպտացորեն և այլն) լանջերի մշակման տեխնոլոգիաներից լավագույնը նվազագույն մշակումն է, ինչը կանխարգելում է հողի էրոզիան, ավելացնում դրանում կուտակված տեղումների քանակն, իջեցնում խոնավության գոլորշիացումը, բարձրացնում բերրիությունը և նվազեցնում էներգածախսերը [9, 18, 56, 70, 89, 103, 109]:

Հարկ է նշել, որ նվազագույն տեխնոլոգիայի ոչ ճիշտ կիրառումը գերխոնավ և պակաս խոնավության տարածքներում հանգեցնում է բացասական արդյունքի: Պակաս նշանակություն չունի նաև տարածքի հողի խտության մեծության օպտիմալացումը, առանձին մշակաբույսերի մշակման համար, նվազագույն մշակման ճշգրտված տեխնոլոգիայի կիրառմամբ: Այսպես՝ ՀՀ պայմաններում առայժմ ճշգրտված է միայն հացահատիկային մշակաբույսերի մշակման տակ հողի նվազագույն և զրոյական տեխնոլոգիայի օգտագործումը լեռնային երկրագործության անջրդի գոտիներում: Հողի խտության $0,9 - 1,1 \text{ գ/սմ}^3$ դեպքում կատարվում է զրոյական մշակում, $1,1 \text{ գ/սմ}^3 - 1,3 \text{ գ/սմ}^3$ խտության դեպքում՝ նվազագույն մշակում [9]:

Լանջերի հողի նվազագույն մշակման համար կիրառվում են տարբեր բանող օրգաններով փխրիչներ, կուլտիվատորներ, չիզել կուլտիվատորներ, սկավառակային ցաքաններ, որոնց շահագործական և երկրաչափական պարամետրերի

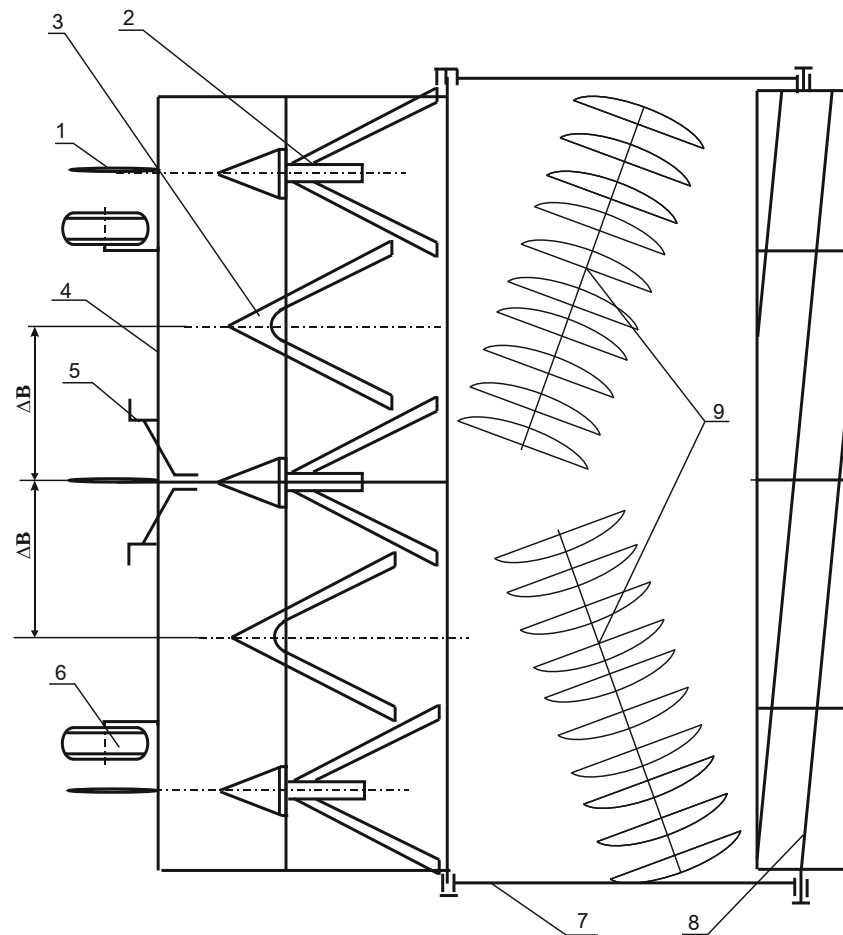
օպտիմալացումը հնարավորություն կնձեռնի առավել էներգախնայող և բարձր տեխնոլոգիական հատկանիշներով տեխնիկական միջոցների նախագծման:

Գոյություն ունեցող գույքաններով և հարթահատներով հողի մշակման ժամանակ առաջանում է, այսպես կոչված, պնդացված ակոսահատակ, որը խոչընդոտում է մթնոլորտային տեղումների ներթափանցմանը, ինչպես նաև, գրունտային ջրերի ավելորդ խոնավության գոլորշիացմանը: Լանջերում դա հանգեցնում է հողային էրոզիայի, իսկ հարթավայրերում՝ խոնավ «պնակների»: Թվարկված բացասական երևույթները հանգեցնում են հսկայական տարածքների հողի դեգրադացիայի[18,147]:

Շարադրվածը հարկադրում է մշակելու հողի մեխանիկական մշակման հեռանկարային տեխնոլոգիաներ և նոր սերնդի կոմբինացված մեքենաներ, որոնք ընդունակ լինեն մեկ ընթացքի ժամանակ կատարելու մի քանի տեխնոլոգիական գործընթացներ, որի ընթացքում կնվազի հողի էրոզիան և պնդացումը:

2.1. Լանջի նվազագույն մշակման կոմբինացված ագրեգատի կառուցվածքը, աշխատանքը և տեղակայման պարամետրերը

Լանջի փխրեցվող շերտի ջրակայունությունն ապահովելու և հողի էրոզիան կանխարգելելու նպատակով առաջարկված է նվազագույն մշակման կոմբինացված փխրիչ – ագրեգատ (նկ. 2.1, հավելված-11) [5], որի շրջանակի (4) վրա հավաքված են միմյանցից 2ΔB հեռավորությամբ դասավորված լանջի մշակման կոմբինացված բանող օրգանները (2) [2], հողի համատարած փխրեցման հարթահատ սլաքածև թաթիկներով բանող օրգանները (3), հարթ սկավառակները (1), որոնք տեղակայվում են կոմբինացված բանող օրգանների առջև և նախատեսված են հողի կտրման ինչպես նաև լանջում ագրեգատի տեխնոլոգիական և դինամիկական կայունությանը նպաստելու համար: Ագրեգատի հետ լրացուցիչ միացվում է նաև հողի մակերեսային մշակման սկավառակավոր ցաքան (9) և գլանվակ (8): Կախված մշակվող հողի տեսակից, գլանվակը կամ ցաքանը կարելի է հանել ագրեգատի կազմից:

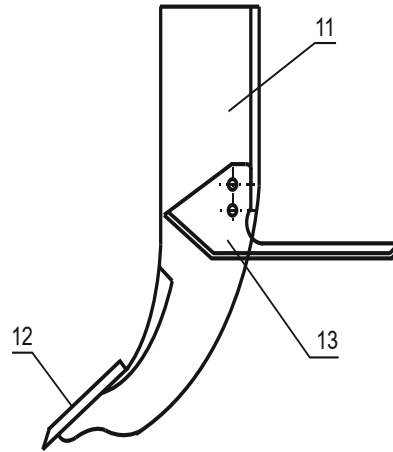


Նկ. 2.1. Լանջերի մշակման կոմբինացված ագրեգատի կառուցվածքային սխեման

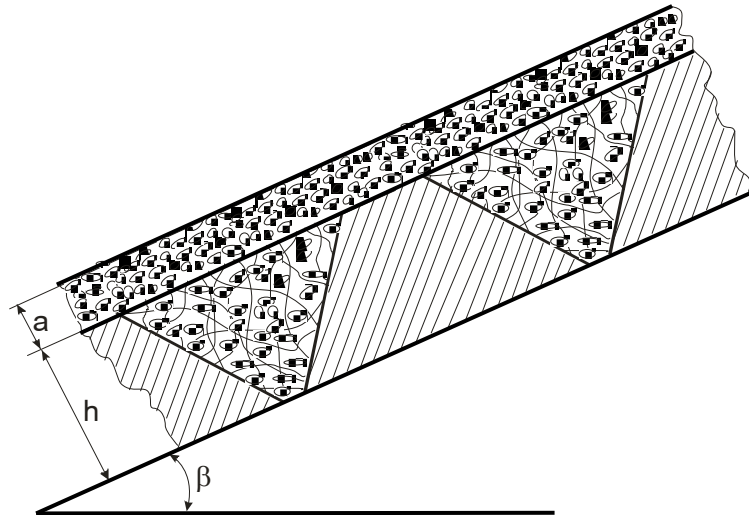
Կոմբինացված բանող օրգանը (2), որը նախատեսված է լանջի հողի շերտավոր փխրեցման համար, կազմված է կանգնակից (11) (նկ. 2.2, հավելված-9), որի վրա հավաքված են հորատադուր-փխրիչը (12) և հարթահատ միակողմանի (աջակողմյան և ձախակողմյան) երկու թաթիկները (13): Կանգնակի (11) վրա ամրացված հարթահատ թաթիկները (13) իրականացնում են a ընթացքի խորությամբ լանջի վերին շերտի համատարած փխրեցում, իսկ հորատադուր-փխրիչը (12) ձևավորում է h խորությամբ V -աձև ջրակուտակիչ տարողություն (նկ. 2.3), որտեղ կուտակվում են ձնհալի և անձրնաջրերը [2]:

Լանջի մշակման կոմբինացված բանող օրգանով հողի մշակման դեպքում բարձրանում է փխրեցվող շերտի ջրակայունությունը, հողի բերրիությունը, նվազում հողի էրոզիան, իսկ դրա հետ նաև՝ հերբիցիդների և օգտակար օրգանական մնացորդների հեռացումը [39]:

Աշխատանքի ժամանակ լանջերի մշակման կոմբինացված ագրեգատն իրականացնում է հողի երկշերտ փխրեցում: Հողի վերևի շերտը փխրեցվում է համատարած փխրեցման հարթահատ թաթիկներով 8 - 12 սմ խորությամբ, իսկ ներքևի շերտը փխրեցվում է մինչև 30-35 սմ խորությամբ, ձևավորելով միմյանցից 2ΔB հեռավորության վրա V-աձև ջրակուտակիչ տարողություններ: Գլանվակը հարթեցնում է հողի վերին շերտը և ջարդում առաջացած կոշտերը:



Նկ. 2.2. Լանջի մշակման կոմբինացված բանող օրգանի սխեման



Նկ. 2.3. Կոմբինացված բանող օրգանով փխրեցված լանջի հատույթի սխեման

Ագրեգատի վրա բանող օրգանների դասավորությունը ճշգրտելու նպատակով որոշենք դրանց տեղակայման պարամետրերը:

Ագրեգատի ընթացքի ուղղությամբ բանող օրգանների միջև եղած հեռավորությունը որոշվում է հաշվի առնելով հորատադուրի առջև, հողի դեֆորմացվող շերտի ճաքի երկարությունը (l') (նկ. 2.4):

$$L = l \cos \alpha + l', \quad (2.1)$$

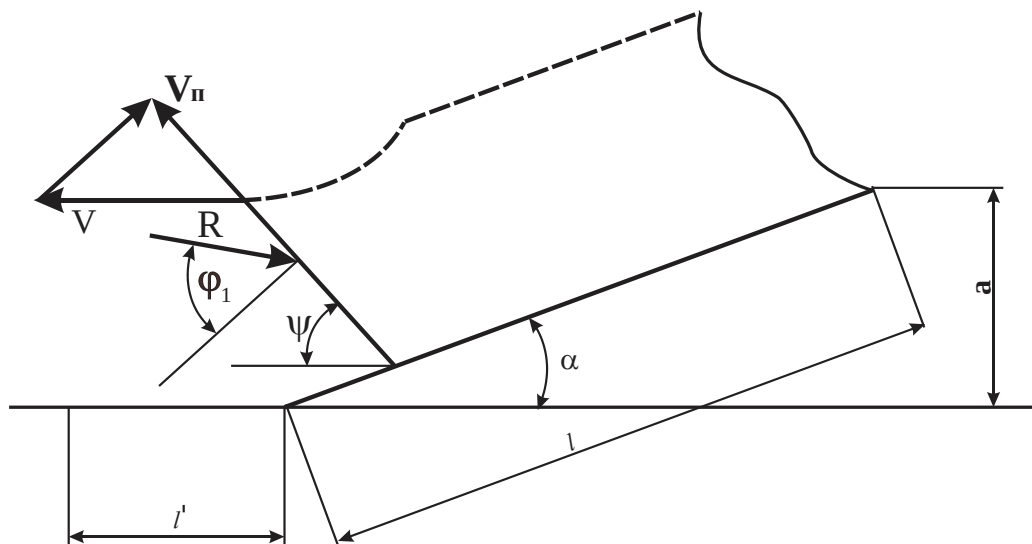
որտեղ l -ը հորատադուրի երկարությունն է, l' -ը՝ հորատադուրի առջև դեֆորմացվող հողի ճաքի երկարությունը, որը որոշվում է ելնելով հողի դեֆորմացիայի տարածման պայմանից.

$$l' = \frac{a}{\sin \psi} \cos \psi, \text{ կամ } l' = a \operatorname{ctg} \psi, \quad (2.2)$$

որտեղ a -ն մշակման խորությունն է, ψ -ն՝ դեֆորմացվող հողի ճաքի ուղղության կազմած անկյունն ագրեգատի շարժման ուղղության հետ, որը որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ (նկ. 2.4) [155, 159].

$$\psi = 90^\circ - \frac{\alpha + \varphi + \varphi_1}{2}, \quad (2.3)$$

որտեղ φ - ն հողի և մետաղի շփման անկյունն է, φ_1 - ը՝ հողի ներքին շփման անկյունը:



Նկ. 2.4. Ագրեգատի ընթացքի ուղղությամբ բանող օրգանների միջև եղած հեռավորության որոշման սխեման

Տեղադրելով (2.2)-ը և (2.3)-ը (2.1)-ում կստանանք.

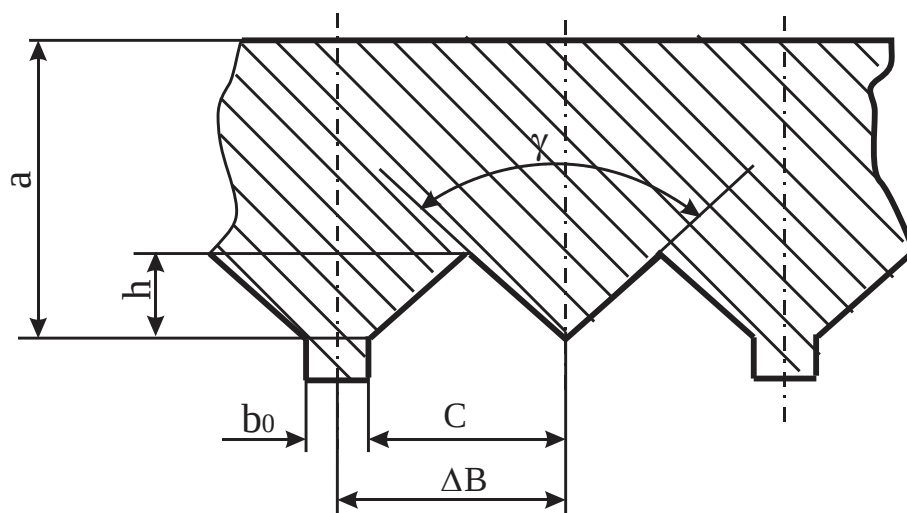
$$L = l \cos \alpha + a \operatorname{tg} \frac{\alpha + \varphi + \varphi_1}{2}: \quad (2.4)$$

Հետազոտություններով պարզվել է, որ չոր սևահողային հողերի խորը փխրիչի բանող օրգանը պետք է ունենա $\alpha = 20 - 25^\circ$ փխրեցման անկյուն և 0.2մ երկարություն[89, 90, 143, 159], ուստի ըստ (2.4) արտահայտության ագրեգատի ընթացքի ուղղությամբ բանող օրգանների միջև եղած հեռավորությունը կլինի՝ $L = 0.58 - 0.66$ մ:

Աշխատանքի ընթացքում յուրաքանչյուր թաթիկ հողից կտրում է որոշակի առ, կազմավորելով ակոս: Հարևան թաթիկներով բացված ակոսների միջև մնում է չմշակված տարածք (նկ. 2.5), որի մեծությունը կախված է թաթիկների միջև եղած հեռավորությունից: Ներկայումս ագրոտեխնիկական պահանջները չեն պարունակում տվյալներ, թե առի որ մասը կարելի է թողնել չմշակված, սակայն Բուլղարական հետազոտողների [90] կողմից հաստատված է, որ մշակված ուղղաձիգ կտրվացքի մակերեսը չպետք է պակաս լինի 70%-ից: Ուստի բանող օրգանների միջև եղած հեռավորության որոշման համար կարելի է օգտվել առի փխրեցման աստիճանից (K_F), որն իրենից ներկայացնում է փխրեցված մակերեսի (F) և ընդհանուր մակերեսի (F_Σ) հարաբերություն, արտահայտված տոկոսներով.

$$K_F = \frac{F}{F_\Sigma} \cdot 100\% \geq 70\%, \quad (2.5)$$

որտեղ F -ն ուղղաձիգ հարթությունում փխրեցված առի մակերեսն է, F_Σ -ը՝ առի ընդհանուր մակերեսն է նույն հարթությունում:



Նկ. 2.5. Փխրեցված հողի ուղղաձիգ կտրվածքը

Եթե նշանակենք երկու հարևան առերի միջև եղած C հեռավորությամբ և n բարձրությամբ չմշակված մակերեսը F_1 -ով, ապա.

$$F = F_{\Sigma} - F_1: \quad (2.6)$$

Հաշվի առնելով (2.6)-ը, (2.5)-ը կնդունի հետևյալ տեսքը.

$$K_F = \left(1 - \frac{F_1}{F_{\Sigma}}\right) \cdot 100\% \geq 70\%: \quad (2.7)$$

Չմշակված F_1 մակերեսը n բանող օրգանների դեպքում կլինի՝

$$F_1 = (n-1) \frac{C}{2} h = (n-1) \frac{(2\Delta B - b_0)^2}{16} \operatorname{ctg} \frac{\gamma}{2}: \quad (2.8)$$

Փխրեցվող ընդհանուր մակերեսը որոշվում է ագրեգատի ընդգրկման լայնության (B) և մշակման խորության (a) արտադրյալով.

$$F_{\Sigma} = B \cdot a = (n-1) \Delta B \cdot a: \quad (2.9)$$

Հաշվի առնելով (2.8)-ը և (2.9)-ը, (2.7)-ը կնդունի հետևյալ տեսքը.

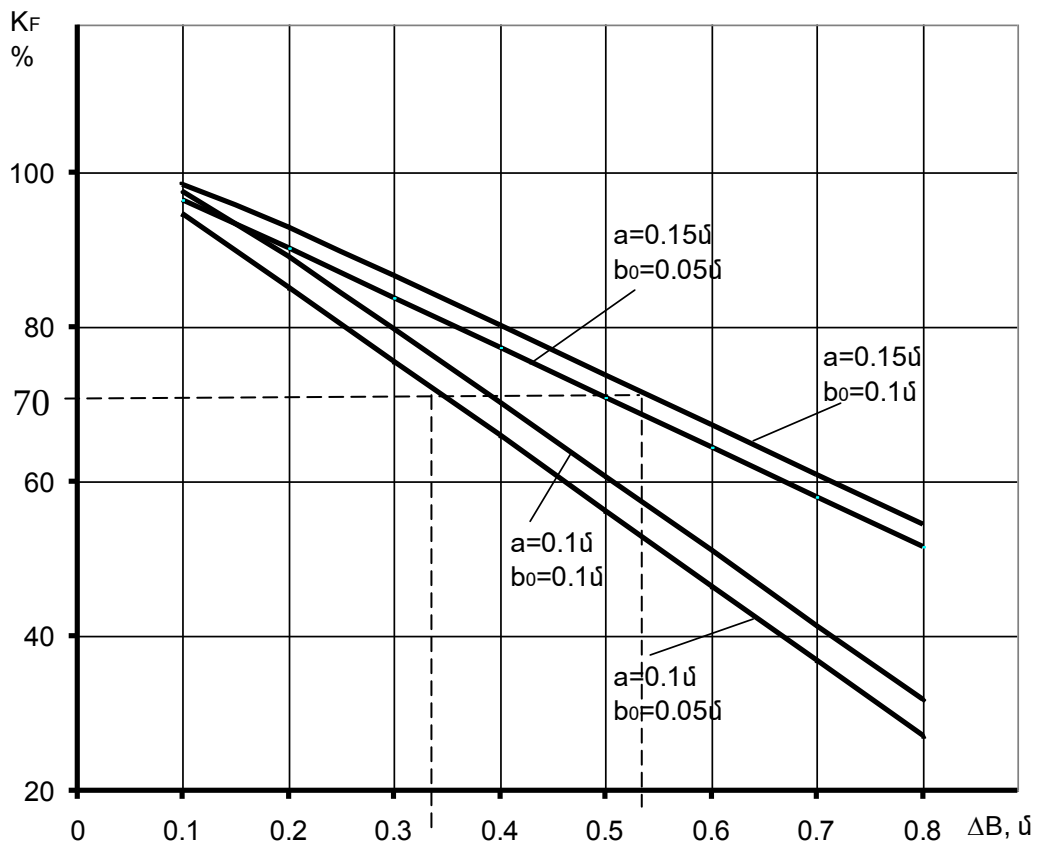
$$K_F = \left(1 - \frac{(2\Delta B - b_0)^2 \operatorname{ctg} \frac{\gamma}{2}}{16\Delta B \cdot a}\right) \cdot 100\% \geq 70\%: \quad (2.10)$$

Օգտագործելով (2.10) արտահայտությունը կառուցվել է հողի փխրեցման աստիճանի փոփոխության գրաֆիկները կախված բանող օրգանների միջև եղած հեռավորությունից, մշակման տարբեր խորությունների համար (նկ. 2.6):

Գրաֆիկական կախվածության վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ հորատադուր-փխրիչի ընդգրկման լայնության փոքրացման դեպքում անհրաժեշտ է փոքրացնել բանող օրգանների միջև եղած հեռավորությունները, իսկ մշակման խորության մեծացման դեպքում այդ հեռավորությունը կարելի է մեծացնել (նկ. 2.6): Մշակման $a = 0,15$ մ խորության դեպքում բանող օրգանների միջև եղած հեռավորությունը կարելի է ընդունել $\Delta B \leq 0,5$ մ, իսկ $a = 0,1$ մ - դեպքում $\Delta B \leq 0,35$ մ: Գրաֆիկից երևում է նաև, որ անհրաժեշտ փխրեցման աստիճան ապահովելու համար փխրիչի բանող օրգանների միջև եղած հեռավորությունը չպետք է գերազանցի 0.45 մ-ը:

Ստացված արտահայտությունը և գրաֆիկական կախվածությունը հնարավորություն է տալիս որոշելու հողի փխրեցման աստիճանը՝ կախված բանող օրգանների միջև եղած հեռավորություններից, կամ հայտնի փխրեցման աստիճանով

որոշելու բանող օրգանների միջև եղած այնպիսի հեռավորությունը, որը կապահովի որակյալ փխրեցում:



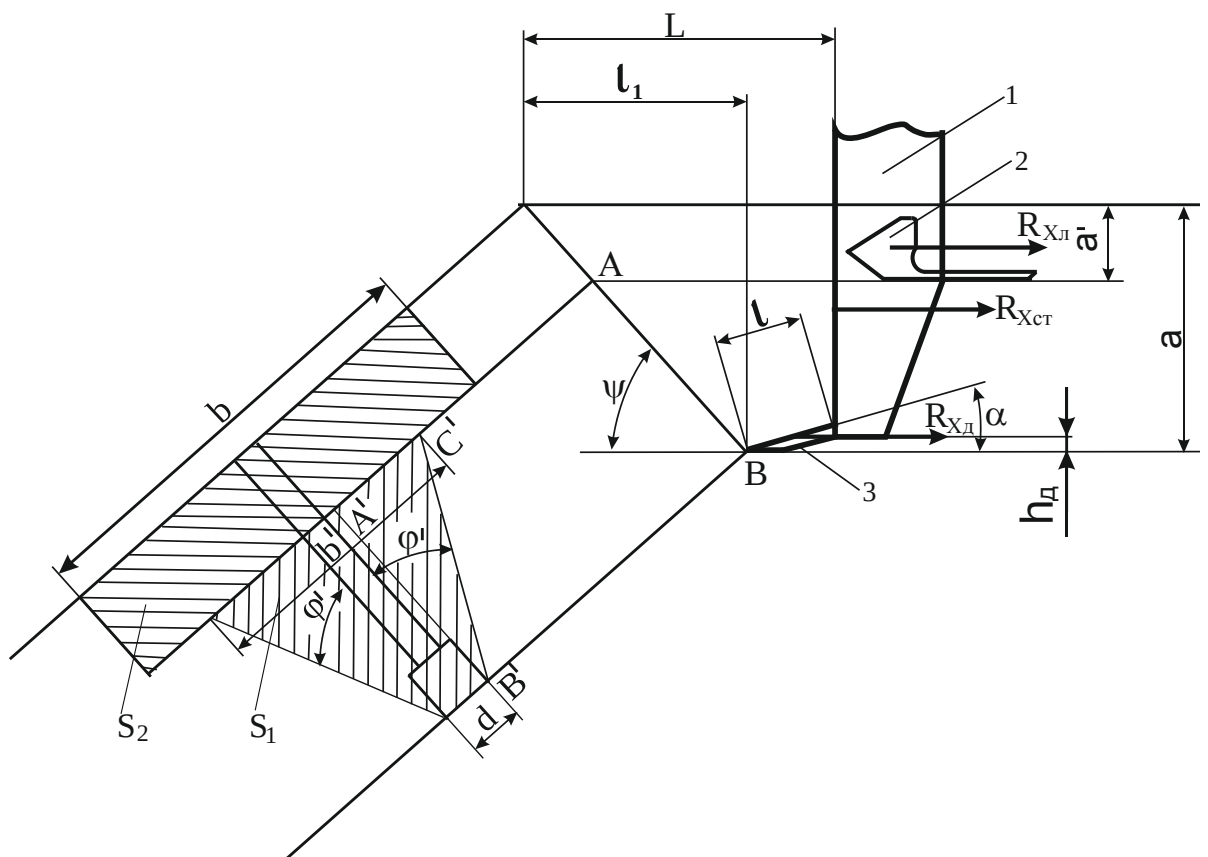
Նկ. 2.6. Հողի փխրեցման աստիճանի կախվածությունը բանող օրգանների միջև եղած հեռավորությունից

Առաջարկվող երկշերտ մշակման կոմբինացված ագրեգատով հողի մշակման դեպքում նվազում է, ինչպես հողի վերին շերտի փոշիացումն, այնպես էլ ներքին շերտերի գերխտացումները, ապահովվում է փխրեցվող շերտի ջրակայունությունը, նվազում հողի էրոզիան, հողի լվացումն, իսկ դրա հետ նաև՝ հերբիցիդների և օգտակար օրգանական մնացորդների հեռացումը, բարձրանում է հողի բերրիությունը: Առաջարկված կոմբինացված ագրեգատի կիրառումը լուծում է էկոլոգիական խնդիրները՝ կապված մշակաբույսերի մշակման ժամանակ դաշտերում առաջացող ջրային և քամու էրոզիայի հետ:

2.2. Հողի շերտավոր մշակման բանող օրգանի տեխնոլոգիական պարամետրերի հիմնավորումը

Հողի շերտավոր մշակման բանող օրգանը (Նկ. 2.7) [2, 197] կազմված է կանգնակից (1), որի վրա հավաքված են հարթահատ միակողմանի (աջակողմյան և ձախակողմյան) երկու թաթիկները (2) և հորատադուր-փխրիչը (3): Այս բանող օրգանի քարշային դիմադրությունը (R_X) բաղկացած է կանգնակի (R_{X_k}), հարթահատ միակողմանի երկու թաթիկների (R_{X_p}) և հորատադուր – փխրիչի ($R_{X_{հո}}$) դիմադրություններից.

$$R_X = R_{X_k} + R_{X_p} + R_{X_{հո}} : \quad (2.11)$$



Նկ. 2.7. Փխրիչի պարամետրերի հիմնավորման սխեման

Հողի շերտավոր մշակման բանող օրգանի ընդհանուր քարշային դիմադրությունը որոշենք՝ օգտվելով Վ.Պ. Գորյաչկինի բանաձևից [11, 53, 159].

$$R_X = fG + S(K + \varepsilon v^2), \quad (2.12)$$

որտեղ f - ը հողի հետ մետաղի շփման գործակիցն է, G -ն՝ իրանի ծանրության ուժը(N), S -ը՝ առի ուղղաձիգ հատույթի մակերեսը(m^2), K -ն՝ հողի տեսակարար դիմադրությունը(N/m^2), ε - ը՝ շարժման արագությունը և բանող մակերևույթի ազդեցությունը քարշային դիմադրության վրա հաշվի առնող գործակիցը ($N\sqrt{m^4}$), v - ն՝ փխրիչի շարժման արագությունը (m/v):

Առի ուղղաձիգ հատույթի մակերեսը կախված է փխրեցման գոտու լայնությունից, որի որոշման համար անհրաժեշտ է ուսումնասիրել հողի դեֆորմացիան փխրիչի առջևի և կողերի գոտիներում:

Դեֆորմացվող հողի շերտի ճաքի տարածման հեռավորությունը կանգնակից որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ (նկ. 2.7).

$$L = l \cos \alpha + l_1, \quad (2.13)$$

որտեղ l -ը հորատադուրի երկարությունն է, l_1 -ը՝ հորատադուրի առջև դեֆորմացվող հողի ճաքի երկարության հորիզոնական պրոեկցիան, որը որոշվում է՝ ելնելով հողի դեֆորմացիայի տարածման պայմանից.

$$l_1 = a \operatorname{ctg} \psi, \quad (2.14)$$

որտեղ a -ն մշակման խորությունն է, ψ -ն՝ դեֆորմացվող հողի ճաքի ուղղության կազմած անկյունն ագրեգատի շարժման ուղղության հետ, որը որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ [11, 53, 159].

$$\psi = 90^\circ - \frac{\alpha + \varphi + \varphi'}{2}, \quad (2.15)$$

որտեղ φ -ն հողի և մետաղի շփման անկյունն է, φ' - ը՝ հողի ներքին շփման անկյունը:

Տեղադրելով (2.14)-ը և (2.15)-ը (2.13)-ում՝ կստանանք.

$$L = l \cos \alpha + a \operatorname{tg} \frac{\alpha + \varphi + \varphi'}{2}: \quad (2.16)$$

Հորատադուրի աջ և ձախ կողմերում հողի դեֆորմացման գոտին, ըստ նկ. 2.7-ի որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$b' = d + 2A'C' = d + 2A'B' \operatorname{tg} \varphi': \quad (2.17)$$

Հաշվի առնելով, որ $A'B' = AB = \frac{a - a_1}{\cos\left(\frac{\alpha + \varphi + \varphi'}{2}\right)}$, կստանանք.

$$b' = d + \frac{2(a - a_1)tg\varphi'}{\cos\left(\frac{\alpha + \varphi + \varphi'}{2}\right)}: \quad (2.18)$$

Առի ուղղաձիգ կտրվածքի մակերեսը կազմված է թաթիկներով և հորատադուրով մշակված հողի ուղղաձիգ կտրվածքի մակերեսներից (նկ. 2.7).

$$S = S_1 + S_2, \text{ որտեղ } S_1 = \frac{1}{2}(a - a_1) \cdot b', \quad S_2 = a_1 \cdot b, \\ S = \frac{1}{2}(a - a_1) \cdot b' + a_1 \cdot b: \quad (2.19)$$

Հաշվի առնելով (2.18)-ը՝ (2.19)-ը կնդունի հետևյալ տեսքը.

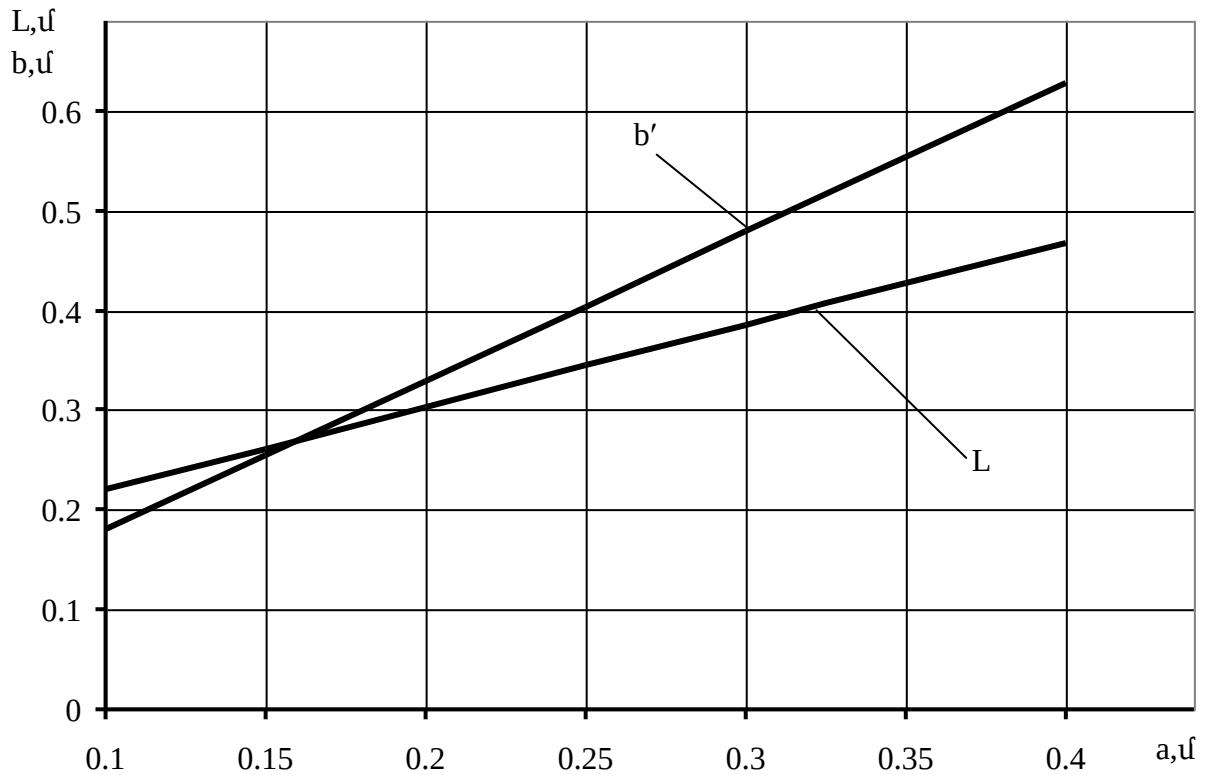
$$S = a_1 \cdot b + (a - a_1) \frac{d}{2} + \frac{(a - a_1)^2 tg\varphi'}{\cos \frac{\alpha + \varphi + \varphi'}{2}}: \quad (2.20)$$

Տեղադրելով (2.20)-ը (2.12)-ում կստանանք հողի շերտավոր մշակման բանող օրգանի քարշային դիմադրության որոշման հետևյալ արտահայտությունը.

$$R_x = fG + (K + \varepsilon v^2) \left[a_1 \cdot b + (a - a_1) \frac{d}{2} + \frac{(a - a_1)^2 tg\varphi'}{\cos \frac{\alpha + \varphi + \varphi'}{2}} \right]: \quad (2.21)$$

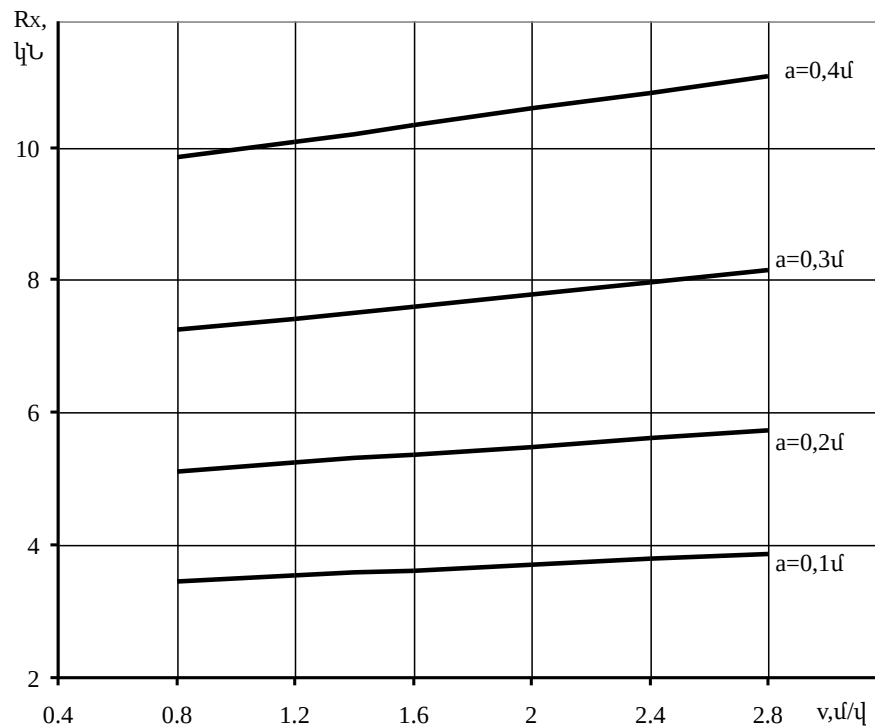
Ըստ (2.16), (2.18) և (2.21) արտահայտությունների կազմենք շերտավոր մշակման բանող օրգանով հողի դեֆորմացման գոտու չափերի և քարշային դիմադրության փոփոխությունների գրաֆիկներ, հիմք ընդունելով պարամետրերի հետևյալ արժեքները՝ $\varphi=30^\circ$, $\alpha=23^\circ$, $K=35 \text{ կՆ/մ}^2$, $\varepsilon=2.0 \text{ Նվ}^2/\text{մ}^4$, $v=2.5 \text{ մ/վ}$ [3, 53, 159]:

Բերված գրաֆիկի (նկ. 2.8), ինչպես նաև (2.16) և (2.18) արտահայտությունների վերլուծությունից ակնհայտ է, որ շերտավոր փխրիչով հողի դեֆորմացման գոտու չափերը (L և b') կախված են մշակման խորությունից, հորատադուրի դրվածքի անկյունից, արտաքին և ներքին շփման անկյուններից: Ընդ որում, կախված մշակման խորությունից, b' և L մեծությունները աճում են ուղիղ գծի օրենքով (նկ. 2.8):

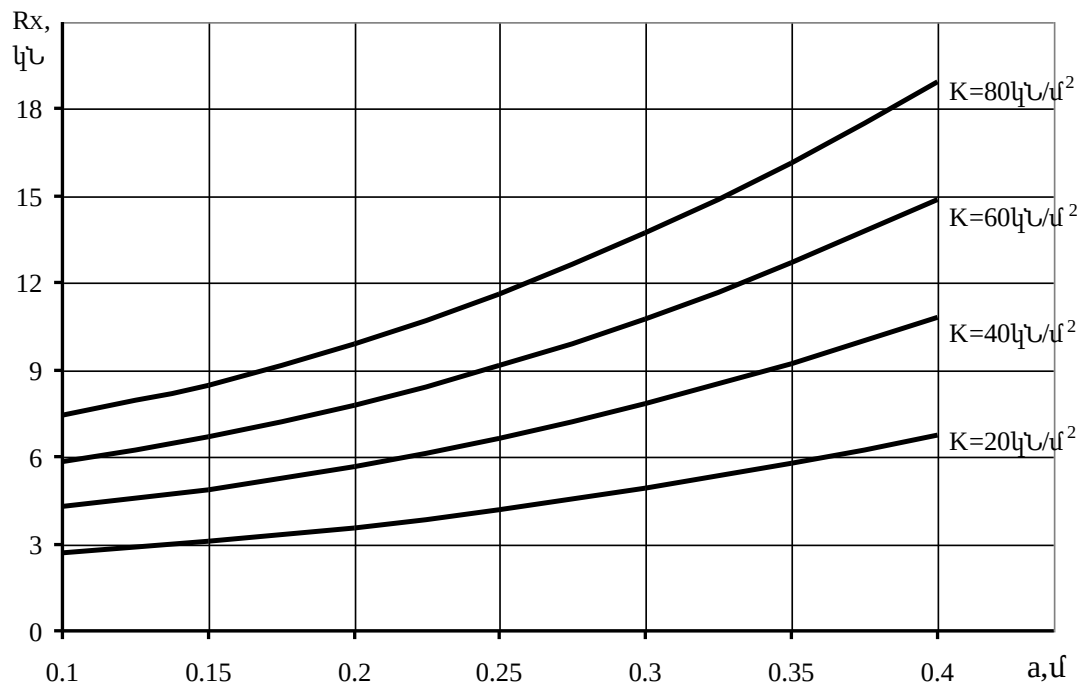


Նկ. 2.8. Հողի դեֆորմացման գոտու չափերի (L , b) փոփոխությունը՝ կախված մշակման խորությունից

Ագրեգատի արագությունից և մշակման խորությունից կախված՝ հողի շերտավոր մշակման բանող օրգանի քարշային դիմադրության փոփոխության գրաֆիկների (նկ. 2.9 և նկ. 2.10) վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ հողի շերտավոր մշակման բանող օրգանի քարշային դիմադրության փոփոխությունը, կախված շարժման արագությունից, փոխվում է գրեթե ուղիղ գծով, ի տարբերություն թևավոր գութանների, որի դեպքում այդ կախվածությունն ունի քառակուսային ֆունկցիայի տեսք և քարշային դիմադրությունը, կախված արագությունից, աճում է ավելի ինտենսիվ [11, 53, 94, 159]:



Նկ. 2.9. Հողի շերտավոր մշակման փխրիչի քարշային դիմադրության փոփոխությունը, կախված ագրեգատի շարժման արագությունից, մշակման խորության տարբեր արժեքների դեպքում



Նկ. 2.10. Հողի շերտավոր մշակման փխրիչի քարշային դիմադրության փոփոխությունը, կախված մշակման խորությունից, տեսակարար դիմադրության տարբեր արժեքների դեպքում

Համեմատելով շարժման արագությունից կախված թևավոր գութանով վարի քարշային դիմադրության փոփոխության օրինաչափության հետ, պարզվում է, որ հողի շերտավոր մշակման բանող օրգանի քարշային դիմադրությունն աճում է թվաբանական պրոգրեսիայով, իսկ թևավոր գութանինը՝ գրեթե երկրաչափական պրոգրեսիայով, որով պայմանավորված էլ, արագության աճին զուգընթաց, էներգածախսերը նույնպես աճում են երկրաչափական պրոգրեսիայով:

2.3. Փխրիչի սլաքածն թաթիկի և հողի ուժային վերլուծությունը

Հողի բերրիության բարձրացման գործոնների թվում կարևորագույն նշանակություն է ստանում նաև հողի մշակման տեխնոլոգիայի ճիշտ ընտրությունը: Գործնականորեն հաստատված է, որ այդ տեխնոլոգիաներից լավագույնը նվազագույն մշակումն է, ինչը կանխարգելում է հողի էրոզիան, ավելացնում դրանում կուտակվող տեղումների արգասավոր քանակը, բարձրացնում բերրիությունը, նվազեցնում էներգածախսերը և ապահովում բարձր տնտեսական արդյունավետություն [20, 59, 81, 151, 160, 174, 201]:

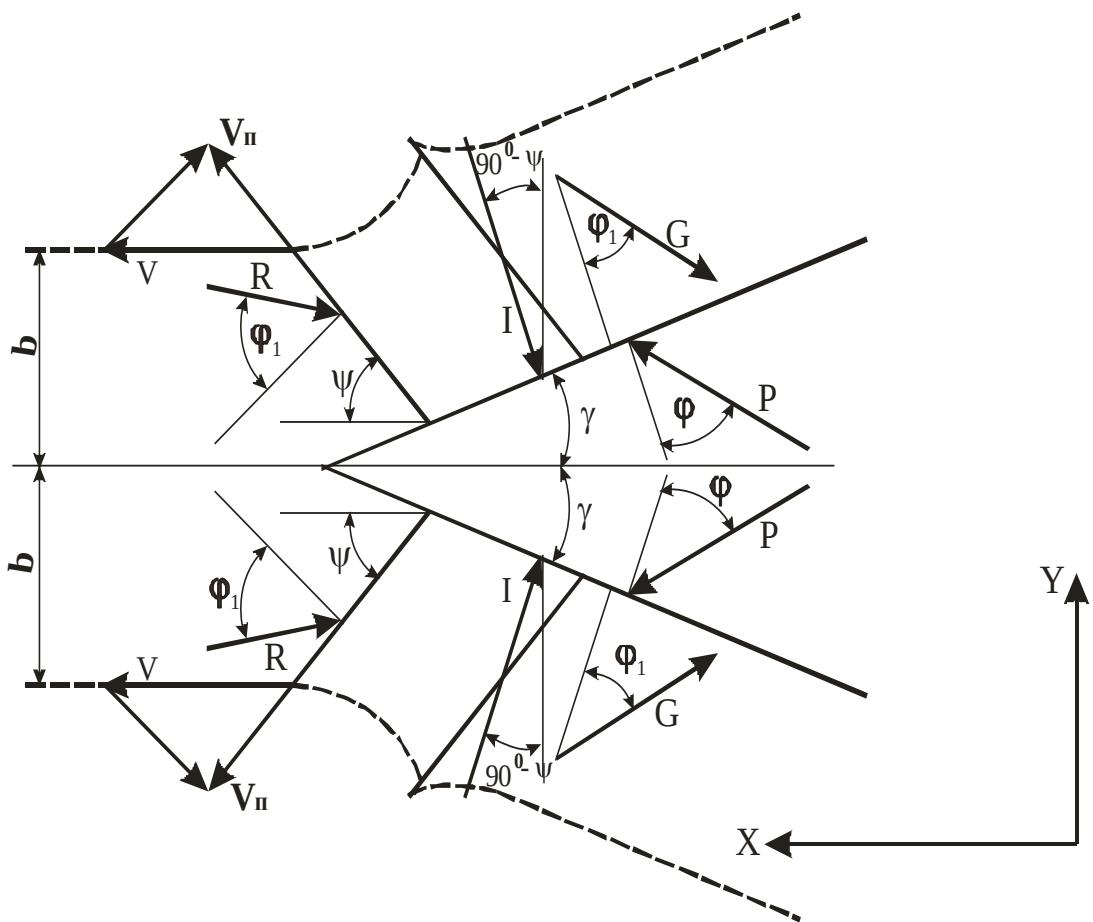
Հողի նվազագույն մշակման համար կիրառվում են տարբեր բանող օրգաններով փխրիչներ: Դրանց շահագործական և երկրաչափական պարամետրերի լավարկումը հնարավորություն է ընձեռում առավել էներգախնայող տեխնիկական միջոցների նախագծման:

Բերված նկատառումներից ելնելով կատարենք հողի և փխրիչի սլաքածն թաթիկի ուժային վերլուծություն:

Հողի կտրվող շերտի և բանող օրգանի ուժային փոխազդեցության ժամանակ առաջանում է փխրիչի թաթիկի հանդիպակած չդեֆորմացված հողի զանգվածի հակազդումը (R), որն ուղղված է կտրման ուժին հակառակ, կախված է հողի ֆիզիկա-տեխնոլոգիական հատկություններից և բանող օրգանի պարամետրերից (նկ. 2.11): Նորմալ խոնավությամբ հողերում կտրման ուժը հիմնականում համընկնում է ագրեդատի շարժման արագության (V) ուղղության հետ [55], իսկ չոր և խտացված հողերում այն շեղվում է ագրեդատի շարժման ուղղությունից: Հետևաբար, որպեսզի հաշվի առնվի հողի ֆիզիկա-տեխնոլոգիական հատկությունները, R հակազդումը

կիրառենք տեղաշարժվող հողի շերտի մակերևույթի նորմալի նկատմամբ թեքված ներքին շփման φ_1 անկյունով:

Բացի R հակազդումից բանող օրգանի վրա ազդում են նաև՝ նորմալ և շոշափող ուժերի համազորը (P), բանող մակերևույթի նորմալի նկատմամբ թեքված հողի և մետաղի շփման φ անկյունով, չդեֆորմացված հողի կողային դիմհարը (G), որը կիրառվում է հողի շերտի դեֆորմացված և չդեֆորմացված մասերի սահմանագծին, թեքված նորմալի նկատմամբ ներքին շփման φ_1 անկյունով, հողի շերտի շարժման (V_n) արագությանը հակառակ ուղղված իներցիայի ուժը (I), որը OZ առանցքի հետ կազմում է $90^\circ - \psi$ անկյուն, որտեղ ψ - ն հողի շերտի տեղաշարժի արագության ուղղության և ագրեգատի շարժման ուղղության կազմած անկյունն է (նկ. 2.11):



Նկ. 2.11. Փխրիչի սլաքաձև թաթիկի և հողի ուժային վերլուծության սխեմա

Հաշվի առնելով, որ փխրիչ-թաթիկի բանող մակերևույթներն առանցքի նկատմամբ դասավորված են սիմետրիկ, կատարենք մի կողմի վրա ազդող ուժերի ուժային վերլուծություն և ստացված արդյունքը կրկնապատկենք:

Բանող մակերևույթի վրա ազդող ուժերի համար ունենք հավասարակշռության հետևյալ հավասարումները (նկ. 2.11).

$$\sum F_x = -R \sin(\psi + \varphi_1) - I \cos \psi - G \sin(\varphi_1 + \gamma) + P \sin(\gamma + \varphi) = 0, \quad (2.22)$$

$$\sum F_y = -R \cos(\psi + \varphi_1) - I \sin \psi - G \cos(\varphi_1 + \gamma) + P \cos(\gamma + \varphi) = 0: \quad (2.23)$$

Նորմալ և շոշափող ուժերի համագործը (P) որոշենք (2.22) հավասարումից.

$$P = \frac{R \sin(\psi + \varphi_1) + I \cos \psi + G \sin(\varphi_1 + \gamma)}{\sin(\gamma + \varphi)}: \quad (2.24)$$

Տեղադրենք (2.24)-ը (2.22) -ում և որոշենք R հակազդումը.

$$R = \frac{I \cos(\psi + \gamma + \varphi) + G \sin(\varphi_1 - \varphi)}{\sin(\gamma + \varphi - \psi - \varphi_1)}: \quad (2.25)$$

Որոշենք I և G անհայտ ուժերը:

Հողի շերտի իներցիայի ուժը որոշենք օգտվելով շարժման քանակի փոփոխման օրենքից [53].

$$I \cdot dt = dm(V_h - V_0): \quad (2.26)$$

Երբ $V_0 = 0$, $I \cdot dt = dm \cdot V_h$, կամ

$$I = \frac{dm}{dt} \cdot V_h = \frac{dm}{dt} \cdot V \cos \psi, \quad (2.27)$$

որտեղ V_h - ը հողի շերտի շարժման արագությունն է, V - ն՝ գյուղ մեքենայի շարժման արագությունը, $\frac{dm}{dt}$ - ն՝ միավոր ժամանակում բանող օրգանի հետ շփվող առի զանգվածը, որը որոշվում է ելնելով առի ծավալից, ընդունելով $V = \text{const}$.

$$\frac{dm}{dt} = \rho \cdot S \cdot V, \quad (2.28)$$

որտեղ ρ - ն հողի ծավալային կշիռն է, S - ը՝ ուղաձիգ հարթության մեջ առի հատույթի մակերեսը:

Հողի շերտի իներցիայի ուժը կլինի.

$$I = \rho \cdot S \cdot V^2 \cdot \cos \psi: \quad (2.29)$$

Բանող մակերևույթի վրա չդեֆորմացված հողի կողային դիմհարն (G) կլինի.

$$G = m \cdot g = S \cdot l \cdot \rho \cdot g, \quad (2.30)$$

որտեղ l - ն բանող օրգանի կտրող եզրի երկարությունն է:

Ստացված (2.29) և (2.30) արտահայտությունները տեղադրելով (2.25) - ում կստանանք.

$$R = - \frac{\rho \cdot S \cdot V^2 \cdot \cos \psi \cdot \cos(\psi + \gamma + \varphi) + S \cdot l \cdot \rho \cdot g \cdot \sin(\varphi_1 - \varphi)}{\sin(\gamma + \varphi - \psi - \varphi_1)}; \quad (2.31)$$

Որպեսզի բանող օրգանի դիմաց հողը չկուտակվի, հանդիպակած չդեֆորմացված հողի զանգվածի հակազդումը ($R_{\max}$) պետք է բավարարի հետևյալ պայմանին.

$$R \leq \sigma \cdot S \quad \text{կամ} \quad \sigma \geq \frac{R}{S}, \quad (2.32)$$

որտեղ σ -ն առի սեղմման ժամանակավոր լարումն է:

Տեղադրելով R - ի արժեքը (2.31)-ից (2.32)-ում, կարող ենք որոշել հողի շերտի սեղմման ժամանակավոր լարումը.

$$\sigma \geq \frac{\rho \cdot V^2 \cdot \cos \psi \cdot \cos(\psi + \gamma + \varphi) + l \cdot \rho \cdot g \cdot \sin(\varphi_1 - \varphi)}{\sin(\gamma + \varphi - \psi - \varphi_1)}; \quad (2.33)$$

Հողի շերտի տեղաշարժման բացարձակ արագության (V_h) և գյուղ. մեքենայի շարժման արագության (V) ուղղությունների կազմած անկյունն (ψ) ըստ [11,90] գրականության որոշվում է.

$$\psi = 90^\circ - \frac{\gamma + \varphi + \varphi_1}{2}; \quad (2.34)$$

Տեղադրելով (2.34) - ը (2.33) - ում, կատարելով որոշ մաթեմատիկական ձևափոխություններ և այն կրկնապատկելով, կստանանք.

$$\sigma \geq \frac{\rho \cdot V^2 \cdot [\cos \varphi_1 - \cos(\gamma + \varphi)] + 2 \cdot l \cdot \rho \cdot g \cdot \sin(\varphi_1 - \varphi)}{\cos \frac{3\gamma + 3\varphi - \varphi_1}{2}}; \quad (2.35)$$

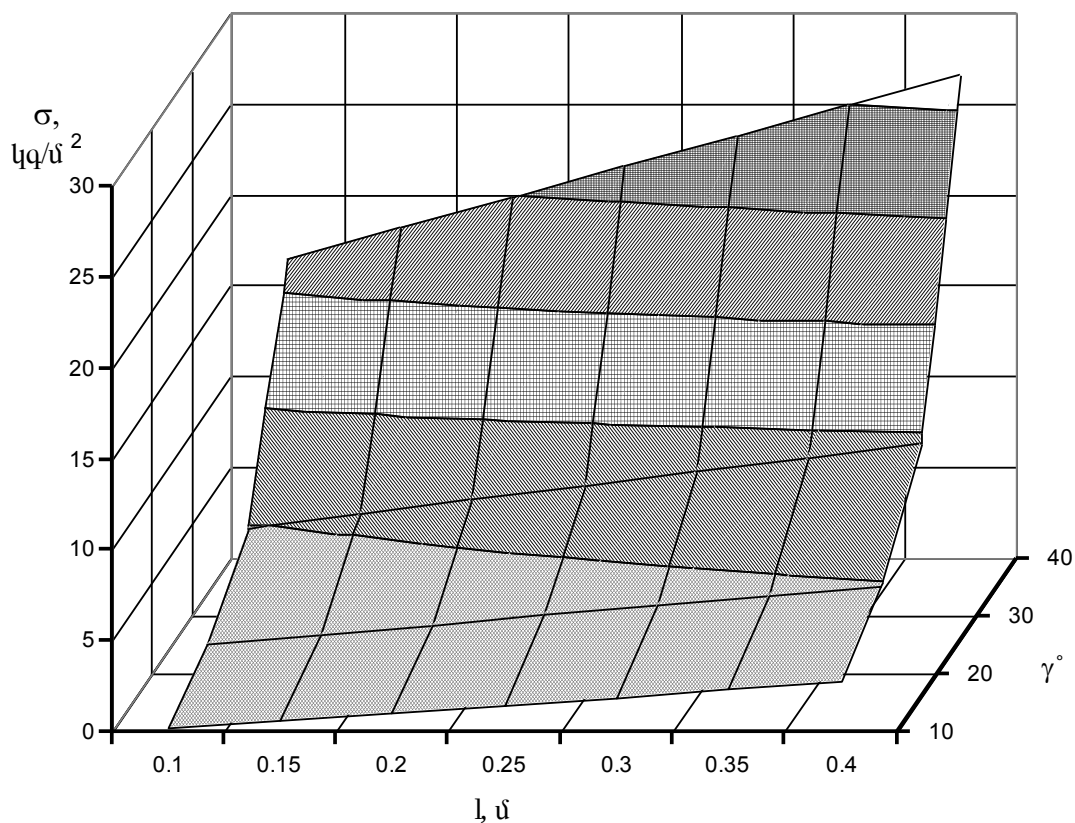
Հաշվի առնելով (2.29), (2.30), (2.32), (2.34) արտահայտությունները, փխրիչի դրվածքի անկյունը և ստացվածը կրկնապատկելով, կստանանք փխրիչի քարշային դիմադրությունը.

$$R_{\text{լի}} = 2 \cdot S \cdot \sin(\alpha + \varphi) \cdot \frac{0,5\sigma \cdot \cos \frac{\gamma + \varphi - \varphi_1}{2} + \rho \cdot V^2 \sin^2 \frac{\gamma + \varphi + \varphi_1}{2} + l \cdot \rho \cdot g \cdot \sin \varphi_1}{\sin(\gamma + \varphi)}; \quad (2.36)$$

Ճակատային հարթության մեջ առի հատույթի մակերեսը (S) որոշվում է մշակման խորության (a) և ընդգրկման լայնության (b) արտադրյալով, $S=ab$:

(2.35) արտահայտությունից երևում է, որ բանող օրգանի դիմաց հողի կուտակման հավանականությունը կախված է՝ կտրող եզրի երկարությունից (l), հողի խտությունից (ρ), ագրեգատի շարժման արագությունից (V), հողի տեխնոլոգիական հատկություններից (φ, φ_1) և փռվածքի անկյունից (γ):

Օգտվելով (2.35) արտահայտությունից, ուսումնասիրենք հողի շերտի սեղման ժամանակավոր լարումի փոփոխությունը կախված թաթիկի փռվածքի անկյունից և կտրող եզրի երկարությունից, օգտագործելով մասնագիտական գրականությունում երաշխավորվող պարամետրերի հետևյալ արժեքները [52]. հողի խտությունը – $\rho=1,3\text{գ/սմ}^3$, փխրիչի շարժման արագությունը – $V=2.5\text{մ/վ}$, ընդգրկման լայնությունը – $2b=13\text{ սմ}$, արտաքին շփման անկյունը – $\varphi=26^\circ$, ներքին շփման անկյունը – $\varphi_1=42^\circ$, մշակման խորությունը – 15 սմ (նկ. 2.12):

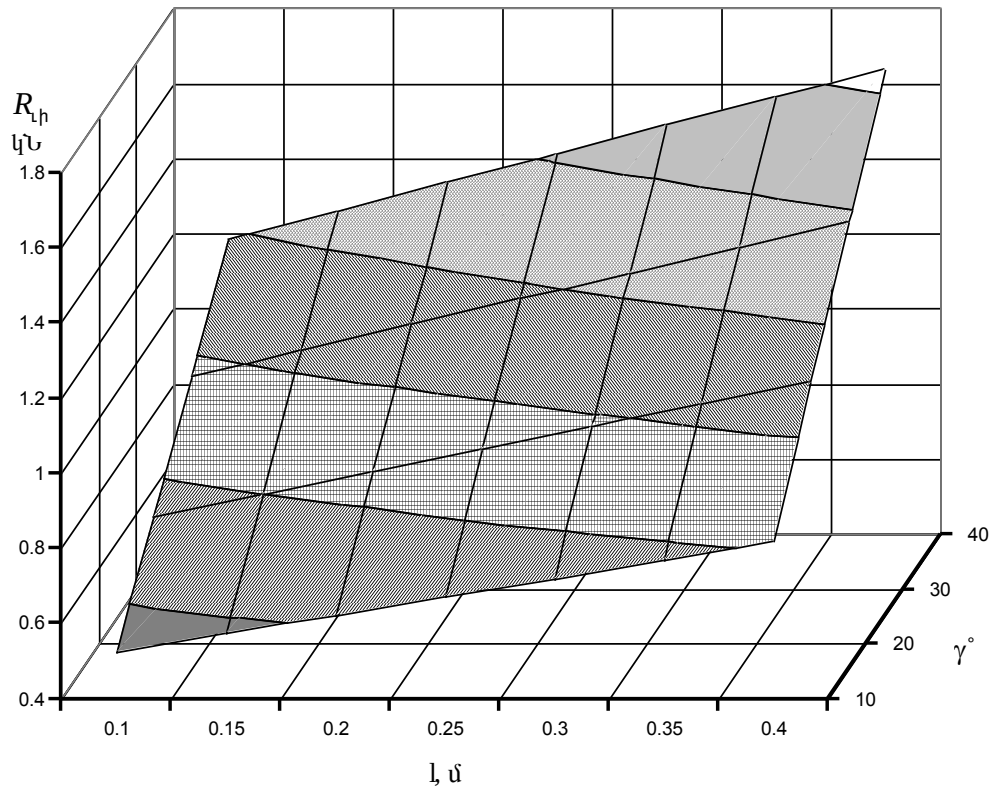


Նկ.2.12. Բանող օրգանի երկրաչափական պարամետրերի (l , γ) կախվածությունը հողի սեղման ժամանակավոր լարումից

Ստացված բնութագրերի վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ փխրիչի կտրող եզրի երկարության $l=0.2\text{ մ}$ -ից ավել արժեքների դեպքում, սկսած փռվածքի $\gamma=30^\circ$

անկյունից, հողի սեղման ժամանակավոր լարումը (σ) կտրուկ մեծանում է (նկ.2.12):

Դրա հետ մեկտեղ մեծանում է նաև քարշային դիմադրությունը (R_{th}) (նկ.2.13):



Նկ.2.13. Բանող օրգանի քարշային դիմադրության փոփոխությունը, կախված երկրաչափական պարամետրերից

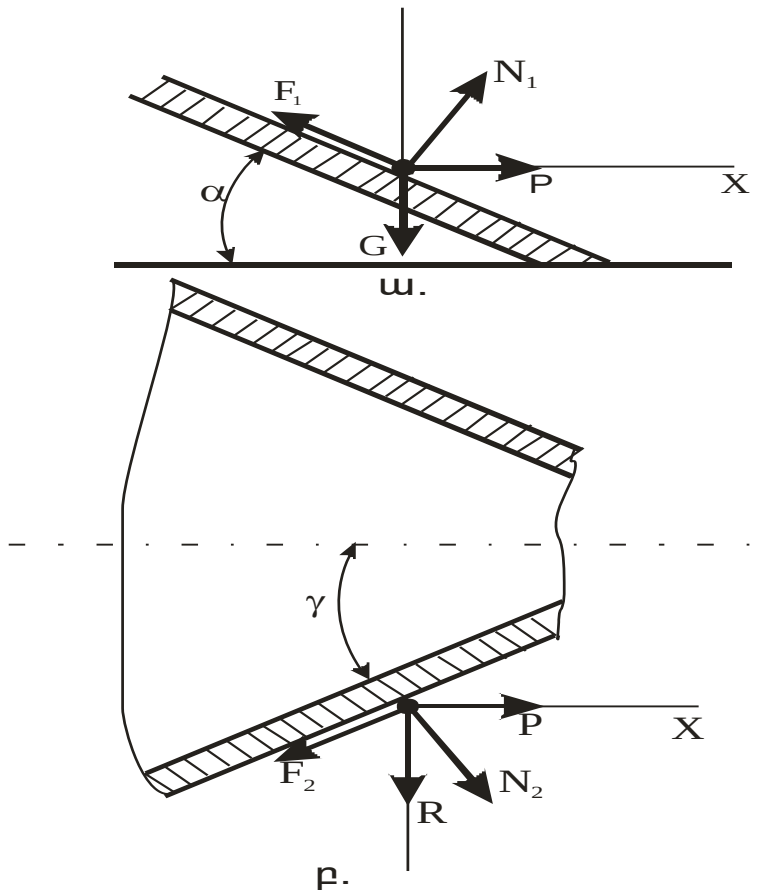
Բերված բնութագրերը վկայում են, որ չոր սևահողերի մշակման համար փխրիչի բանող օրգանի փռվածքի անկյունը պետք է գտնվի $\gamma=18-22^\circ$ սահմաններում, իսկ կտրող եզրի երկարությունը չպետք է գերազանցի $l=0.2$ մ, առաջադրված $V=2,5$ կմ/ժ արագության և $a=0,15$ մ ընթացքի խորությանը համապատասխանող ագրոտեխնիկական պայմանների դեպքում:

Ստացված տեսական արտահայտությունները և բնութագրերը հնարավորություն են տալիս որոշելու փխրիչի թաթիկի օպտիմալ երկրաչափական պարամետրերը, մասնավորապես, փռվածքի անկյունը և կտրող եզրի երկարությունը, հաշվի առնելով մշակվող դաշտի հողային պայմանները:

2.4. Փխրիչի սլաքածն թաթիկի երկրաչափական պարամետրերի հիմնավորումը

Հողի նվազագույն մշակման բանող օրգանի երկրաչափական և կինեմատիկական պարամետրերի հիմնավորման նպատակով դիտարկենք հողի փխրեցման գործընթացն, ընդունելով, որ հողի շերտը շարժվելով բանող մակերևույթով ենթարկվում է դեֆորմացիայի [25]:

Աշխատանքի ժամանակ փխրեցնող թաթիկի բանող մակերևույթի վրա ազդում են հետևյալ ուժերը՝ հողի շերտի ծանրության ուժը (G), բանող օրգանի վերևի մակերևույթի և հողի միջև շփման ուժը (F_1), բանող օրգանի կտրող եզրի (կողային մակերևույթի) և հողի միջև շփման ուժը (F_2), հողի սեղմման նորմալ լարումներից (N_1 և N_2) առաջացած հակազդումն (R), ինչպես նաև քարշի ուժը (P) (նկ. 2.14 ա և բ):



Նկ. 2.14. Հողի նվազագույն մշակման բանող օրգանի վրա ազդող ուժերը
ա) ուղղաձիգ հարթությունում, բ) հորիզոնական հարթությունում

Ըստ նկ. 2.14-ի գրենք փխրիչի բանող մակերևույթով տեղաշարժվող հողի շերտի շարժման դիֆերենցիալ հավասարումներն ուղղաձիգ և հորիզոնական հարթություններում.

- ուղղաձիգ հարթությունում (նկ. 2.14 ա)

$$m\ddot{x}_1 = P + N_1 \sin \alpha - F_1 \cos \alpha, \quad (2.37)$$

որտեղ α - ն փխրիչի դրվածքի անկյունն է:

Ըստ նկ. 2.14-ի կարող ենք գրել.

$$N_1 \cos \alpha + F_1 \sin \alpha = G, \quad \text{իսկ } F_1 = fN_1,$$

որտեղ f - ը մետաղի և հողի միջև շփման գործակիցն է, ուստի՝

$$N_1 = \frac{G}{\cos \alpha + f \sin \alpha}: \quad (2.38)$$

Տեղադրենք (2.38) - ը (2.37) - ում կստանանք.

$$m\ddot{x}_1 = P + \frac{G \sin \alpha}{\cos \alpha + f \sin \alpha} - \frac{Gf \cos \alpha}{\cos \alpha + f \sin \alpha}: \quad (2.39)$$

կամ.

$$\ddot{x}_1 = \frac{P}{m} + g \frac{\sin \alpha - f \cos \alpha}{\cos \alpha + f \sin \alpha}: \quad (2.40)$$

Հաշվի առնելով, որ $f = \operatorname{tg} \varphi$, կստանանք՝

$$\ddot{x}_1 = \frac{P}{m} + g \cdot \operatorname{tg}(\alpha - \varphi): \quad (2.41)$$

Ստացված (2.41) դիֆերենցիալ հավասարումը կրկնակի ինտեգրելով կստանանք.

$$\dot{x}_1 = \left[\frac{P}{m} + g \cdot \operatorname{tg}(\alpha - \varphi) \right] t + C_1, \quad (2.42)$$

$$x_1 = \left[\frac{P}{m} + g \cdot \operatorname{tg}(\alpha - \varphi) \right] \frac{t^2}{2} + C_1 t + C_2: \quad (2.43)$$

Հաշվի առնելով նախնական պայմանները և տեղադրելով ինտեգրման հաստատունների արժեքները (2.43)-ում կստանանք փխրիչի բանող օրգանի վրայով հողի շերտի շարժման հավասարումը.

$$x_1 = \left[\frac{P}{m} + g \cdot \operatorname{tg}(\alpha - \varphi) \right] \frac{t^2}{2} + Vt: \quad (2.44)$$

Երբ $x_1 = l \cos \alpha$, որտեղ l – ն բանող մակերևույթի կտրող եզրի երկարությունն է, կստանանք՝

$$l \cos \alpha = \left[\frac{P}{m} + g \cdot \operatorname{tg}(\alpha - \varphi) \right] \frac{t^2}{2} + Vt : \quad (2.45)$$

Հորիզոնական հարթությունում (նկ.2.14բ).

$$m\ddot{x}_2 = P + N_2 \sin \gamma - F_2 \cos \gamma, \quad (2.46)$$

որտեղ γ - ն փխրիչի փովածքի անկյունն է:

Հաշվի առնելով, որ $N_2 \cos \gamma + F_2 \sin \gamma = R$ և $F_2 = fN_2$,

$$N_2 = \frac{R}{\cos \gamma + f \sin \gamma} : \quad (2.47)$$

Տեղադրելով (2.47) – ը (2.46) – ում, հաշվի առնելով, որ $f = \operatorname{tg} \varphi$ և կատարելով որոշ մաթեմատիկական ձևափոխություններ, կստանանք.

$$m\ddot{x}_2 = P + R \frac{\sin \gamma - \operatorname{tg} \varphi \cos \gamma}{\cos \gamma + \operatorname{tg} \varphi \sin \gamma} = P + R \operatorname{tg}(\gamma - \varphi), \quad (2.48)$$

կամ

$$\ddot{x}_2 = \frac{P}{m} + \frac{R}{m} \cdot \operatorname{tg}(\gamma - \varphi): \quad (2.49)$$

Կրկնակի ինտեգրելով (2.49) – ը կստանանք.

$$\dot{x}_2 = \left[\frac{P}{m} + \frac{R}{m} \cdot \operatorname{tg}(\gamma - \varphi) \right] t + C_3, \quad (2.50)$$

$$x_2 = \left[\frac{P}{m} + \frac{R}{m} \cdot \operatorname{tg}(\gamma - \varphi) \right] \frac{t^2}{2} + C_3 t + C_4 : \quad (2.51)$$

Վերջին հավասարումում տեղադրելով նախնական պայմաններով որոշված $C_3 = V$ և $C_4 = 0$ արժեքները, կստանանք փխրիչի բանող օրգանի կտրող եզրով հողի շերտի շարժման հավասարումը.

$$x_2 = \left[\frac{P}{m} + \frac{R}{m} \cdot \operatorname{tg}(\gamma - \varphi) \right] \frac{t^2}{2} + Vt : \quad (2.52)$$

Երբ $x_2 = l \cos \gamma$, կստանանք՝

$$l \cos \gamma = \left[\frac{P}{m} + \frac{R}{m} \cdot \operatorname{tg}(\gamma - \varphi) \right] \frac{t^2}{2} + Vt : \quad (2.53)$$

Նշանակելով (2.45) արտահայտությունում $P + mg \cdot \operatorname{tg}(\alpha - \varphi) = A$, կստանանք

$$At^2 + 2mVt - 2ml \cos \alpha = 0: \quad (2.54)$$

Լուծելով (2.54) հավասարումը t -ի նկատմամբ, կստանանք՝

$$t = \frac{\sqrt{m^2 V^2 + 2ml A \cos \alpha} - mV}{A}: \quad (2.55)$$

Օգտվելով (2.53) արտահայտությունից որոշենք R - ը՝

$$R = \frac{1}{\operatorname{tg}(\gamma - \varphi)} \left(\frac{2ml \cos \gamma}{t^2} - \frac{2mV}{t} - P \right): \quad (2.56)$$

t -ի ստացված արժեքը (2.55) - ից տեղադրելով (2.56) - ում, կատարելով որոշ մաթեմատիկական ձևափոխություններ և հաշվի առնելով, որ $A = P + mg \cdot \operatorname{tg}(\alpha - \varphi)$ կստանանք՝

$$R = \frac{1}{\operatorname{tg}(\gamma - \varphi)} \left[\frac{2ml \cos \gamma (P + mg \operatorname{tg}(\alpha - \varphi))^2}{\left(\sqrt{m^2 V^2 + 2ml \cos \alpha (P + mg \operatorname{tg}(\alpha - \varphi))} - mV \right)^2} - \frac{2mV(P + mg \operatorname{tg}(\alpha - \varphi))}{\sqrt{m^2 V^2 + 2ml \cos \alpha (P + mg \operatorname{tg}(\alpha - \varphi))} - mV} - P \right]: \quad (2.57)$$

Բանող մակերևույթի վրայով շարժվող հողի զանգվածը հավասար է.

$$m = S \cdot l \cdot \rho, \quad (2.58)$$

որտեղ ρ - ն հողի խտությունն է, S -ը՝ ճակատային հարթության մեջ առի կտրվածքի մակերեսը, որը որոշվում է մշակման խորության(a) և ընդգրկման լայնության(b) արտադրյալով, $S = ab$:

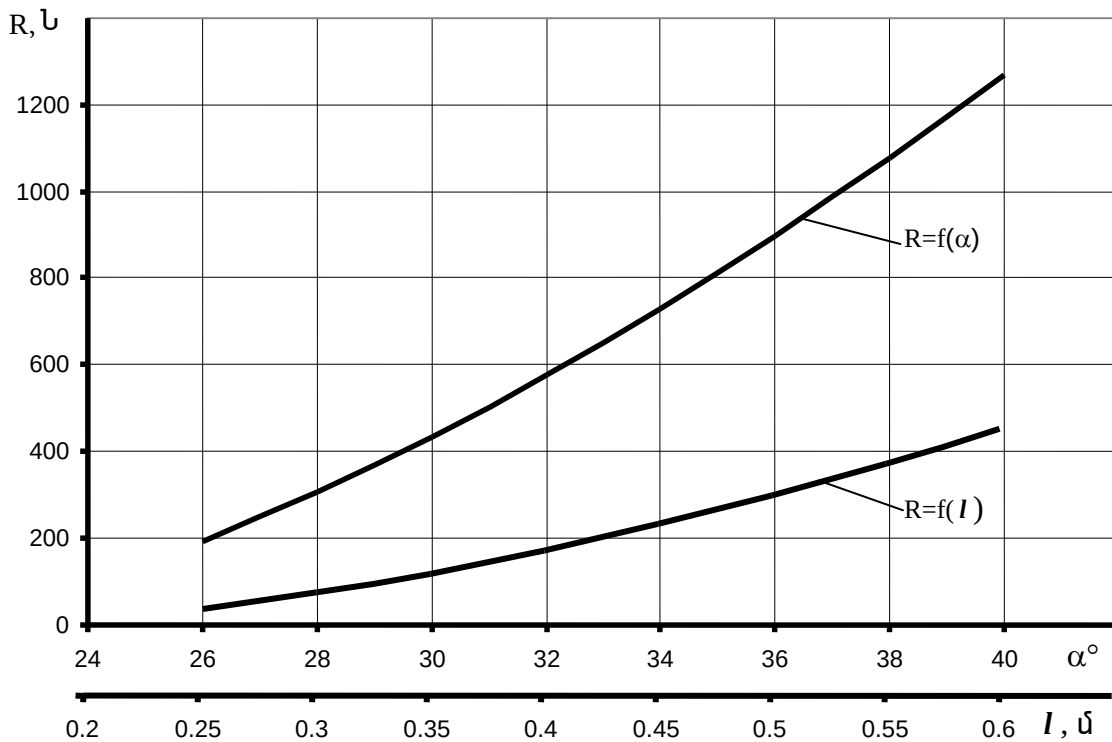
Հաշվի առնելով (2.58) -ը (2.57) - ը կնդունի հետևյալ տեսքը.

$$R = \frac{1}{\operatorname{tg}(\gamma - \varphi)} \left[\frac{2 \cos \gamma (P + lab \rho g \operatorname{tg}(\alpha - \varphi))^2}{ab \rho \left(\sqrt{V^2 + 2 \cos \alpha \left(\frac{P}{ab \rho} + \lg \operatorname{tg}(\alpha - \varphi) \right)} - V \right)^2} - \frac{2V(P + lab \rho g \operatorname{tg}(\alpha - \varphi))}{\sqrt{V^2 + 2 \cos \alpha \left(\frac{P}{ab \rho} + \lg \operatorname{tg}(\alpha - \varphi) \right)} - V} - P \right]: \quad (2.59)$$

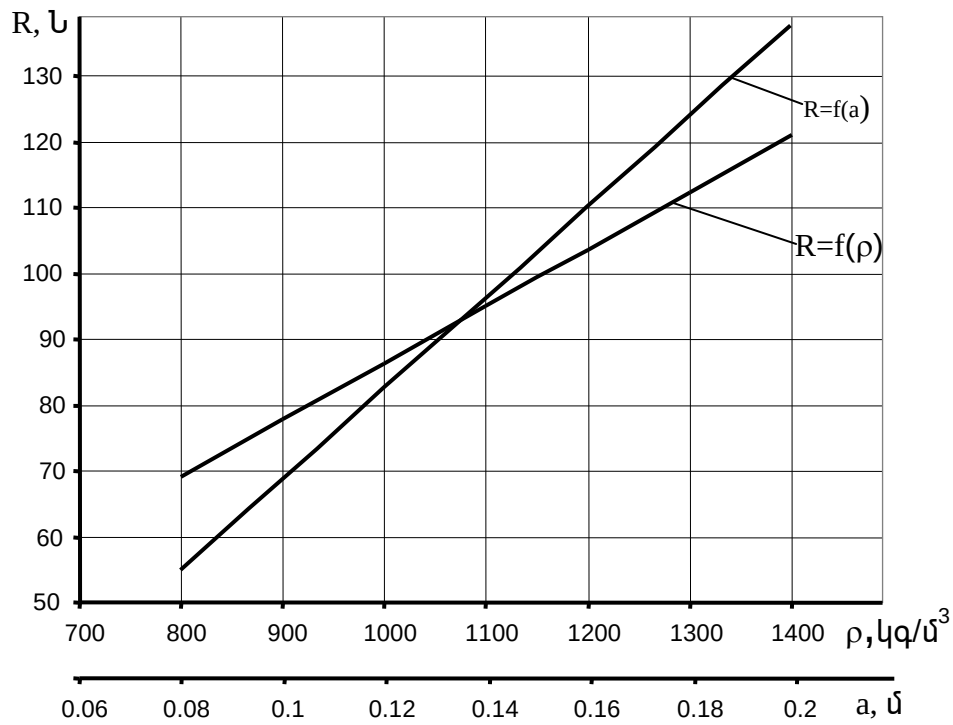
Ստացված արտահայտությունից երևում է, որ հողի սեղմման նորմալ լարումներից առաջացած հակազդման(R) մեծությունը կախված է՝ բանող օրգանի ընդգրկման

լայնությունից(b), կտրող եզրի երկարությունից(l), փխրեցման անկյունից(α), փռվածքի անկյունից(γ), մշակման խորությունից(a), ագրեգատի շարժման արագությունից (V), հողի Ֆիզիկա-տեխնոլոգիական հատկություններից (φ, ρ):

Մասնագիտական գրականությունում երաշխավորվող պարամետրերի հետևյալ արժեքներով. հողի խտությունը – $\rho = 1200$ կգ/մ³, փխրիչի շարժման արագությունը – $V = 2.7$ մ/վ, ընդգրկման լայնությունը – $2b = 24$ սմ, փռվածքի անկյունը – $\gamma = 28^\circ$, փխրեցման անկյունը – $\alpha = 26^\circ$, շփման անկյունը – $\varphi = 26^\circ$ [52], կառուցվել է հողի սեղմման նորմալ լարումներից առաջացած հակազդման (R) փոփոխությունը կախված փխրիչի կտրող եզրի երկարությունից(l) և փխրեցման անկյունից(α) (Նկ. 2.15), հողի խտությունից (ρ) և ընթացքի խորությունից (a) (Նկ. 2.16):



Նկ. 2.15. Հողի սեղմման նորմալ լարումներից առաջացած հակազդման (R) փոփոխությունը կախված փխրիչի սլաքածն թաթիկի փխրեցման անկյունից (α) և կտրող եզրի երկարությունից (l)



Նկ. 2.16. Հողի սեղման նորմալ լարումից առաջացած հակազդման (R) փոփոխությունը կախված ագրեգատի ընթացքի խորությունից (a) և հողի խտությունից (ρ)

Ստացված բնութագրերից երևում է, որ նշված պարամետրերի մեծացումը բերում է հողի սեղման նորմալ լարումից առաջացած հակազդման (R) մեծացման: Այս հանգամանքն անհրաժեշտ է հաշվի առնել փխրիչի սլաքաձև թաթիկների նախագծման ժամանակ:

Մշակված հաշվարկի տեսությունը հնարավորություն է տալիս որոշելու հողի սեղման նորմալ լարումներից առաջացած հակազդումը (R) կախված բանող օրգանի երկրաչափական պարամետրերից (l, b, α, γ) և հողի ֆիզիկա-տեխնոլոգիական հատկություններից ($\rho, f = tg \varphi$) ագրեգատի շարժման հայտնի արագության (V) և քարշային դիմադրության (P) դեպքում, որն օգտագործվում է փխրիչի սլաքաձև թաթիկների նախագծման ժամանակ:

2.5. Փխրիչի քարշային դիմադրության նվազեցման ուղիները

Հողամշակ մեքենատրակտորային ագրեգատների արտադրողականության բարձրացման համար անհրաժեշտ է մեծացնել ագրեգատի ընդգրկման լայնությունը և շարժման արագությունը: Սովորաբար դրա համար օգտագործվում է ավելի հզոր, հետևաբար և, ավելի ծանր տրակտորներ, որոնք պատճառ են դառնում հողի առավել դեգրադացմանը [13, 155, 198]: Ուստի ագրեգատի արտադրողականության բարձրացման այս եղանակներն իրենց սպառել են:

ՄՏԱ - ների արտադրողականության մեծացման առավել հեռանկարային եղանակ է հողամշակ մեքենայի քարշային դիմադրության նվազեցումը, քանի որ հողում բանող օրգանի շարժման դիմադրությունը, ցանկացած հողամշակ մեքենայի համար, համարվում է կարևորագույն էներգետիկական ցուցանիշ [24, 155]:

Վերոհիշյալից պարզվում է, որ հողամշակ մեքենաների քարշային դիմադրության նվազեցման նպատակով իրականացվող հետազոտությունները դառնում են արդիական: Այս հիմնախնդրի լուծումն առավել արժեքավորվում է հողի փխրեցման ժամանակ, քանի որ խորը փխրիչի մեկ բանող օրգանի քարշային դիմադրությունը, ընթացքի խորության 0,25 - 0,30 մ – ի դեպքում, հասնում է մինչև 10 կՆ, որն անթույլատրելի է, որովհետև այս դեպքում չի ապահովվում բարձր արտադրողականություն [13, 112, 113, 159]:

Հողի խորը փխրեցման բարձր էներգատարությունը պահանջում է նոր բանող օրգանների մշակում, հետևաբար, նաև դրանց ուժային բնութագրերի լրացուցիչ ուսումնասիրություն:

Որպեսզի մշակվի հողամշակ մեքենաների բանող օրգանի քարշային դիմադրության նվազեցման ուղիներ, անհրաժեշտ է ուսումնասիրել բանող օրգանի քարշային դիմադրության կախվածությունն արտաքին գործոններից:

Խորը փխրիչի բանող օրգանը կարելի է ներկայացնել որպես երկնիստ սեպ, որի հիմնական պարամետրերն են՝ բանող մակերևույթի դրվածքի β անկյունը և սայրի փռվածքի γ անկյունը:

Բանող պայմանները բնութագրվում են փխրեցման խորությամբ, շարժման արագությամբ, ընդգրկման լայնությամբ, հողի ֆիզիկատեխնոլոգիական հատկություններով:

Երկնիստ սեպի վրա հողի դիմադրության ուժի հորիզոնական բաղադրիչը որոշվում է հետևյալ բանաձևով [24, 159].

$$R_X = R_{GX} + R_{FX} + R_{3X} + R_{DX}, \quad (2.60)$$

որտեղ R_{GX} -ը հողի կտրվող շերտի ծանրության ուժով պայմանավորված բաղադրիչն է, R_{FX} - ը՝ իներցիայի ուժով պայմանավորված բաղադրիչը, R_{3X} - ը՝ երկնիստ սեպի մաշված եզրով հողի սեղմման դիմադրությունը, R_{DX} - ը՝ հողի դեֆորմացման դիմադրությունը:

Քարշային դիմադրության բաղադրիչները որոշվում են հետևյալ արտահայտություններով [62, 63, 159].

$$R_{GX} = ab\rho tg(\alpha + \varphi) = ab\rho \frac{\sin \alpha + f \cos \alpha}{\cos \alpha - f \sin \alpha}, \quad (2.61)$$

որտեղ a - ն մշակման խորությունն է, b - ն՝ սեպի ընդգրկման լայնությունը, l - ը՝ սեպի բանող եզրի երկարությունը, ρ - ն՝ հողի ծավալային կշիռը, φ - ն՝ հողի և սեպի միջև շփման անկյունը, f - ը շփման գործակիցը:

$$R_{FX} = \frac{ab\rho}{g} V^2 \sin \alpha \cdot tg(\alpha + \varphi) = \frac{ab\rho}{g} V^2 \frac{\sin^2 \alpha + 0,5 f \sin 2\alpha}{\cos \alpha - f \sin \alpha}, \quad (2.62)$$

որտեղ V - ն՝ սեպի շարժման արագությունն է, g - ն՝ ազատ անկման արագացումը:

$$R_{3X} = \lambda \cdot G_M \cdot tg(\varepsilon + \varphi) = \lambda \cdot G_M \frac{\sin \varepsilon + f \cos \varepsilon}{\cos \varepsilon - f \sin \varepsilon}, \quad (2.63)$$

որտեղ G_M - ը գյուղ. մեքենայի ծանրության ուժն է, λ - ն՝ կտրող եզրի բթացման պատճառով հողի թույլատրելի դիմադրությունը հաշվի առնող գործակիցը, ε - ը՝ կտրող եզրի ծոծրակի և մշակվող մակերևույթի կազմած անկյունը:

Հողի դեֆորմացիայով պայմանավորված դիմադրությունը տեսականորեն որոշելը բավականին դժվար է, որի համար այն չենք ուսումնասիրի:

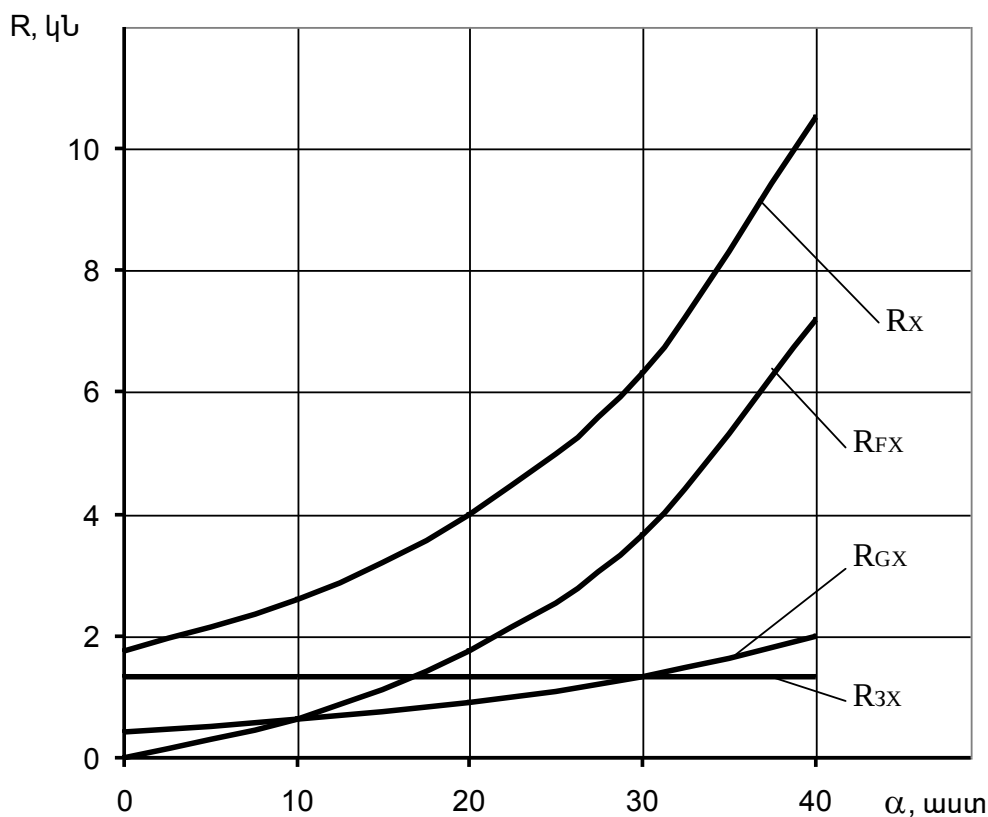
Ինչպես երևում է բերված արտահայտություններից, քարշի ուժի բաղադրիչները կախված են մի շարք տարբեր գործոններից (α , γ , ε անկյուններից, սեպի բանող եզրի

երկարությունից, ագրեգատի շարժման արագությունից, մշակման խորությունից, ընդգրկման լայնությունից, շփման գործակցից):

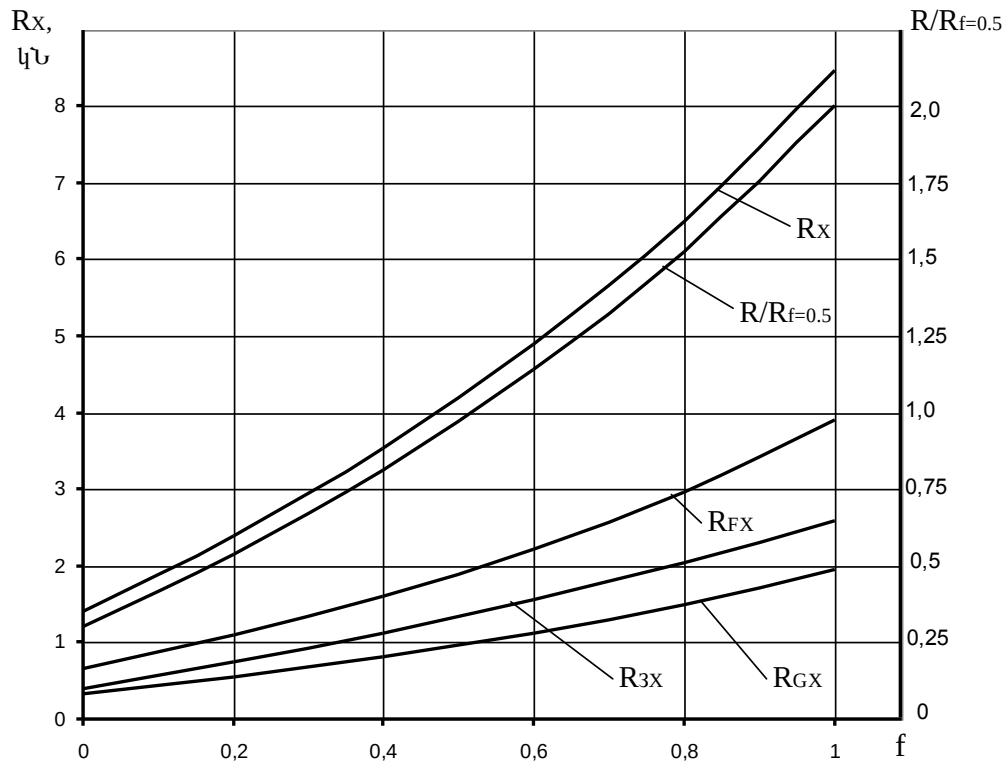
Ուսումնասիրենք սեպի քարշային դիմադրության կախվածությունը α անկյունից և f շփման գործակցից (նկ. 2.17 և 2.18):

Հաշվարկների համար ընդունենք $a=0,4$ մ, $b=1,1$ մ; $l=0,165$ մ, $\lambda=0,4$, $G_M=3750$ Ն, $\alpha=21^\circ$; $\varepsilon=15^\circ$; $\rho=12000$ Ն/մ³; $V=3$ մ/վրկ:

Ինչպես երևում է նկ. 2.17 – ից փխրիչի քարշային դիմադրության բաղադրիչների փոփոխման օրինաչաթությունները տարբեր են: Այսպես, հողի կտրվող շերտի ծանրության ուժով պայմանավորված բաղադրիչը (R_{GX}) α -ի մինչև 20° ի դեպքում քիչ է մեծանում, իսկ 20° – ից սկսած մեծանում է ավելի ինտենսիվ, իներցիայի ուժով պայմանավորված բաղադրիչը (R_{FX}) մեծանում է պարաբոլային օրենքով, մաշված եզրով հողի սեղմման դիմադրությունը (R_{3X}) ε - ի միևնույն արժեքի դեպքում մնում է անփոփոխ: Նկ. 2.17 – ից ակներև է, որ բանող մակերևույթի դրվածքի α անկյունը նպատակահարմար է ընտրել 15-20⁰ սահմաններում:



Նկ. 2.17. Փխրիչի քարշային դիմադրության փոփոխության բնութագիրը՝ կախված դրվածքի α անկյունից



Նկ. 2.18. Փխրիչի քարշային դիմադրության փոփոխության բնութագիրը՝ կախված շփման գործակցից

Նկ. 2.18-ից երևում է, որ փխրիչի քարշային դիմադրությունը (R_x) ու նրա բաղադրիչները (R_{GX} , R_{FX} , R_{3X}) շփման գործակցի մեծացման հետ մեծանում են գրեթե միատեսակ և անկախ շփման գործակցի արժեքից նրանց տեսակարար կշիռը ընդհանուր քարշային դիմադրության մեջ կազմում է՝ $R_{GX}=41-42\%$, $R_{FX}=30-31\%$, $R_{3X}=27-29\%$: Այս գրաֆիկում բերված է նաև $R_x = R_{GX} + R_{FX} + R_{3X}$ գումարային քարշային դիմադրության և $R_{f=0,5}$ գումարային քարշային դիմադրության (երբ $f=0,5$, որը համարվում է ավելի հնարավոր մեծություն և երաշխավորվում է օգտագործել հողամշակ մեքենաների հաշվարկներում [112, 158]) հարաբերության փոփոխությունը: Այս կախվածությունը ցույց է տալիս, որ շփման գործակցի փոքրացումը 0,5 – ից մինչև 0,3 սեպի քարշային դիմադրությունը կփոքրացնի 32% - ով, իսկ շփման գործակցի արժեքի փոքրացումը մինչև 0,2-ի կբերի քարշային դիմադրության նվազման 47% -ով:

Այսպիսով, ստացված կախվածությունները հնարավորություն են տալիս գնահատելու քարշային դիմադրության նվազեցման աստիճանն ի հաշիվ շփման

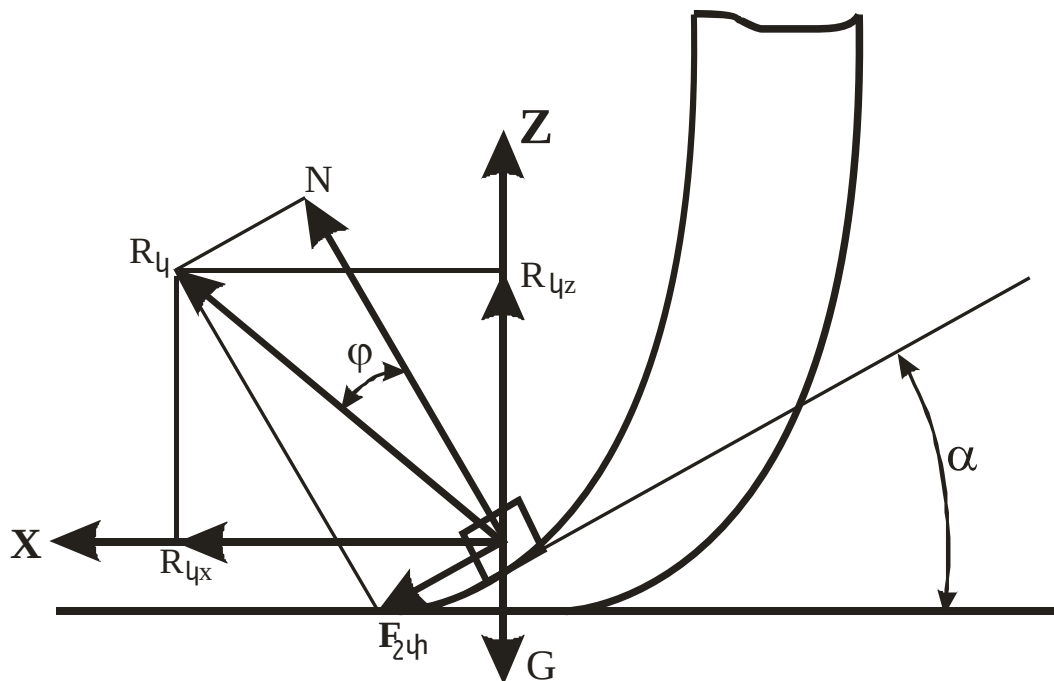
գործակցի նվազման: Վերջինիս կարելի է հասնել, օրինակ, հողի և սեպի փոխազդեցության գոտում սեղմած օդ մատուցելու կամ այլ նմանատիպ միջոցառումների մշակմամբ [198]:

2.6. Լանջերի հողի երկշերտ մշակման բանող օրգանի քարշային դիմադրությունը

Լանջերի հողի երկշերտ մշակման բանող օրգանի [5, 6, 174] երկրաչափական պարամետրերի օպտիմալացման համար անհրաժեշտ է որոշել դրա քարշային դիմադրությունը:

Հաշվի առնելով, որ լանջերի հողի երկշերտ մշակման բանող օրգանը (Նկ. 2.7) կառուցված է կանգնակից(1), որի վրա հավաքված են հորատադուր – փխրիչը (3) և հարթահատ միակողմանի(աջակողմյան և ձախակողմյան) երկու թաթիկները (2), ապա բանող օրգանի քարշային դիմադրությունը կազմված կլինի կանգնակի ($R_{կ}$), հարթահատ միակողմանի(աջակողմյան և ձախակողմյան) երկու թաթիկների ($R_{թ}$) և հորատադուր – փխրիչի ($R_{հղ}$) դիմադրություններից [174].

$$\overline{R}_{\text{ե}_2} = \overline{R}_{կ} + \overline{R}_{թ} + \overline{R}_{հղ}: \quad (2.64)$$



Նկ. 2.19. կանգնակի վրա ազդող ուժերի սխեմա

Կանգնակի վրա հողի դիմադրության ուժը որոշվում է օգտվելով նկ.2.19-ում բերված սխեմայից.

$$R_y = \sqrt{N^2 + F_{2\text{հ}}^2}, \quad (2.65)$$

որտեղ N -ը կանգնակի նորմալ հակազդեցության ուժն է, $F_{2\text{հ}}$ - մետաղի հետ հողի շփման ուժը:

Կանգնակի նորմալ հակազդեցության ուժը որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$N = G \cos \alpha, \quad (2.66)$$

որտեղ G - ն հողի շերտի ծանրության ուժն է, α - ն փխրեցման անկյունը:

Հողի շերտի ծանրության ուժը կարելի է որոշել հետևյալ բանաձևով՝

$$G = ab_y L_{\text{կա}} \rho g, \quad (2.67)$$

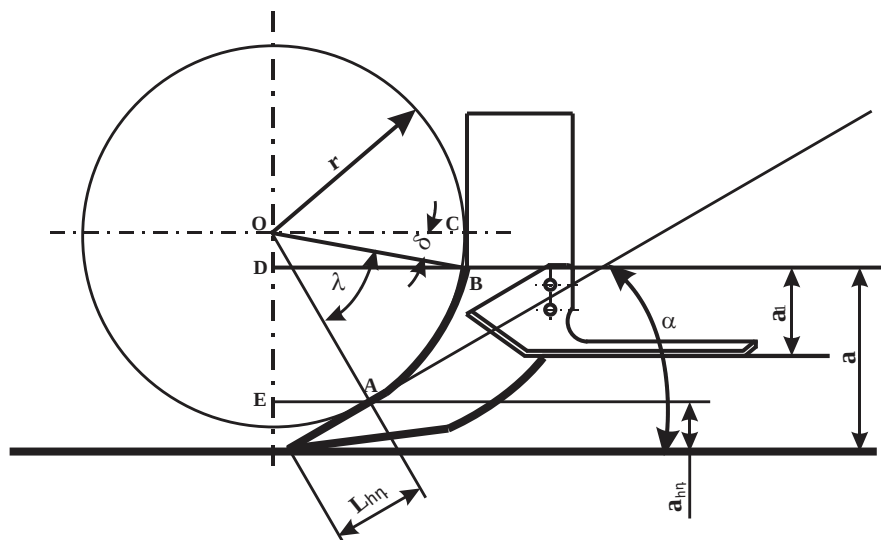
որտեղ a - ն հողի մշակման խորությունն է, b_y - ն՝ կանգնակի հաստությունը, $L_{\text{կա}}$ - ն՝ կանգնակի բանող մասի երկարությունը, ρ - ն՝ հողի խտությունը, g - ն՝ ազատ անկման արագացումը:

Մետաղի հետ հողի շփման ուժը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$F_{2\text{հ}} = f G \sin \alpha, \quad (2.68)$$

որտեղ f - ը մետաղի հետ հողի շփման գործակիցն է:

Կանգնակի բանող մասի երկարությունը կարելի է որոշել օգտվելով նկ. 2.20 - ում բերված սխեմայից:



Նկ. 2.20. Կանգնակի բանող մասի երկարության որոշման սխեմա

Հաշվի առնելով, որ հորատադուրը հողը փխրեցնում է $a_{\text{հղ}}$ խորությամբ, մշակման a խորության դեպքում կանգնակը հողի մեջ կթաղվի AB մասով, որն իրենից կներկայացնի կանգնակի բանող երկարությունը: Այն կարելի է որոշել հետևյալ բանաձևով [115].

$$AB = L_{\text{լա}} = \lambda \frac{\pi \cdot r}{180^\circ}, \quad (2.69)$$

որտեղ λ - ն կանգնակի բանող մակերևույթով ձևավորված շրջանային սեկտորի անկյունն է, r - ը՝ կանգնակի կորության շառավիղը:

$$\text{Ըստ նկ.2.20. սխեմայի } \lambda = 90^\circ - (\alpha + \delta), \quad \delta = \arg \sin \frac{CB}{r},$$

$$\text{որտեղ } CB = OD = r \cos \alpha - ED = r \cos \alpha - (a - a_{\text{հղ}}),$$

$$a_{\text{հղ}} - \text{հորատադուրով հողի մշակման խորությունն է, } a_{\text{հղ}} = L_{\text{հղ}} \sin \alpha,$$

$L_{\text{հղ}}$ - հորատադուր փխրիչի բանող մասի երկարությունն է:

Տեղադրելով վերջին արտահայտությունները 2.69-ում, կստանանք՝

$$L_{\text{լա}} = \left[90^\circ - \left(\alpha + \arcsin \left(\cos \alpha - \frac{a - L_{\text{հղ}} \sin \alpha}{r} \right) \right) \right] \frac{\pi r}{180^\circ} : \quad (2.70)$$

Հաշվի առնելով 2.66 - 2.68-ը և 2.70-ը, ըստ 2.65 - ի՝ կանգնակի վրա հողի դիմադրության ուժի որոշման բանաձևը կնդունի հետևյալ տեսքը.

$$R_{\text{լ}} = ab_{\text{լ}} \rho g \left[90^\circ - \left(\alpha + \arcsin \left(\cos \alpha - \frac{a - L_{\text{հղ}} \sin \alpha}{r} \right) \right) \right] \frac{\pi r}{180^\circ} \sqrt{f^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} : \quad (2.71)$$

Կանգնակի քարշային դիմադրությունը կլինի՝

$$\begin{aligned} R_{\text{լx}} = R_{\text{լ}} \sin(\alpha + \varphi) = ab_{\text{լ}} \rho g \left[90^\circ - \left(\alpha + \arcsin \left(\cos \alpha - \frac{a - L_{\text{հղ}} \sin \alpha}{r} \right) \right) \right] \times \\ \times \sin(\alpha + \varphi) \frac{\pi r}{180^\circ} \sqrt{f^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}, \end{aligned} \quad (2.72)$$

որտեղ φ -ն մետաղի հետ հողի շփման անկյունն է:

Հորատադուրի և սլաքաձև թաթիկների քարշային դիմադրությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով [201].

$$R_{\text{հղ.x}} + R_{\text{թ.x}} = 2S \sin(\alpha + \varphi) \frac{0.5\sigma \cos \frac{\gamma + \varphi - \varphi_1}{2} + \rho V^2 \sin^2 \frac{\gamma + \varphi + \varphi_1}{2} + l \rho g \sin \varphi_1}{\sin(\gamma + \varphi)}, \quad (2.73)$$

որտեղ S - ն ուղաձիգ հարթության մեջ առի կտրվածքի մակերեսն է, σ -ն՝ առի սեղմման ժամանակավոր լարումները, φ_1 - ը՝ ներքին շփման անկյունը:

Հաշվի առնելով 2.72-ը և 2.73-ը, լանջերի հողի երկշերտ մշակման բանող օրգանի քարշային դիմադրության որոշման համար կստանանք հետևյալ արտահայտությունը.

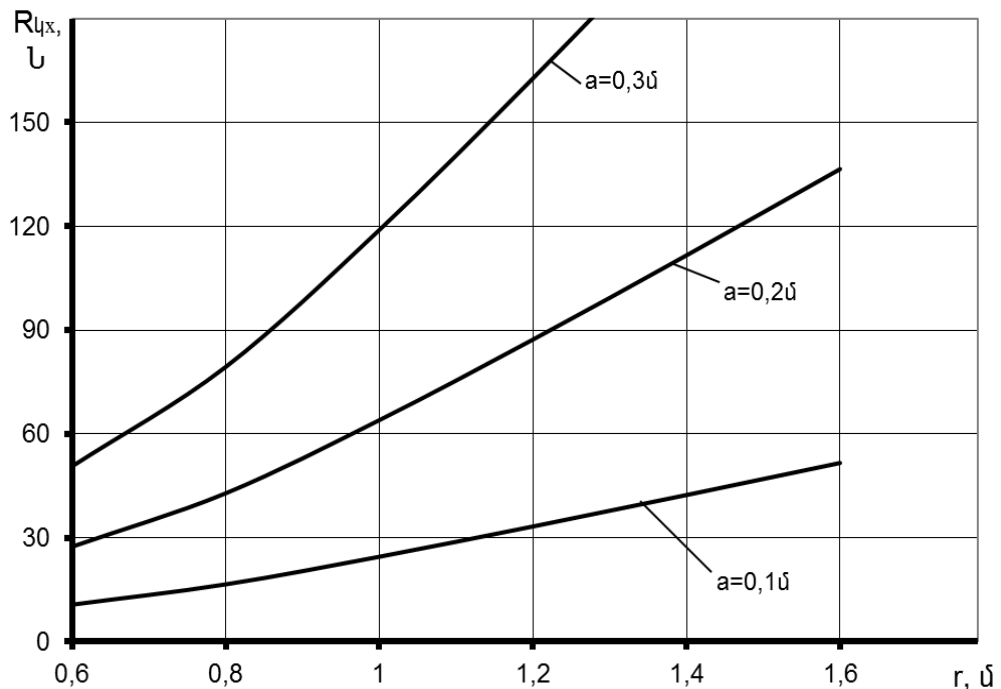
$$R_{\text{շշ}} = R_{\text{կ}} + R_{\text{հղ.շ}} + R_{\text{թ.շ}} =$$

$$= ab_{\text{կ}} \rho g \left[90^\circ - \left(\alpha + \arcsin \left(\cos \alpha - \frac{a - l_{\text{հղ}} \sin \alpha}{r} \right) \right) \right] \sin(\alpha + \varphi) \frac{\pi}{180^\circ} \sqrt{f^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} +$$

$$+ 2S \sin(\alpha + \varphi) \frac{0.5\sigma \cos \frac{\gamma + \varphi - \varphi_1}{2} + \rho V^2 \sin^2 \frac{\gamma + \varphi + \varphi_1}{2} + l \rho g \sin \varphi_1}{\sin(\gamma + \varphi)} : \quad (2.74)$$

Ստացված բանաձևը հնարավորություն է տալիս բավականին ճշտությամբ որոշելու լանջերի հողի շերտավոր մշակման բանող օրգանի քարշային դիմադրությունը:

Օգտվելով 2.74 բանաձևից, կառուցվել է կանգնակի քարշային դիմադրության փոփոխության գրաֆիկներ կախված բանող երկարությունից, մշակման տարբեր խորությունների համար (նկ. 2.21):



Նկ. 2.21. Կանգնակի քարշային դիմադրության փոփոխությունը կախված բանող մասի երկարությունից, հողի մշակման տարբեր խորությունների դեպքում

Ստացված գրաֆիկներից ակներև է, որ կանգնակի բանող երկարության մեծացումը բերում է քարշային դիմադրության աճի, որն ավելի ինտենսիվ է մշակման մեծ խորությունների դեպքում: Տեսական հետազոտություններով ստացված լանջերի հողի շերտավոր մշակման բանող օրգանի քարշային դիմադրության որոշման բանաձևը կիրառելի է նմանատիպ բանող օրգանների երկրաչափական պարամետրերի օպտիմալացման խնդիրներ լուծելիս:

2.7. Հողի մակերեսային մշակման պասիվ գործողության բանող օրգանների երկրաչափական պարամետրերի ազդեցությունը երկարակեցության վրա

Հողի մշակման բանող օրգանների կառուցվածքի հիմքում ընդունում է սեպը [62, 63, 159]: Փխրիչի կառուցվածքի հիմքում տեսականորեն ընդունվում է միանիստ սեպը, որը չունի հենարանային նիստ, հետևաբար բացակայում է ակոսահատակի հակազդումը:

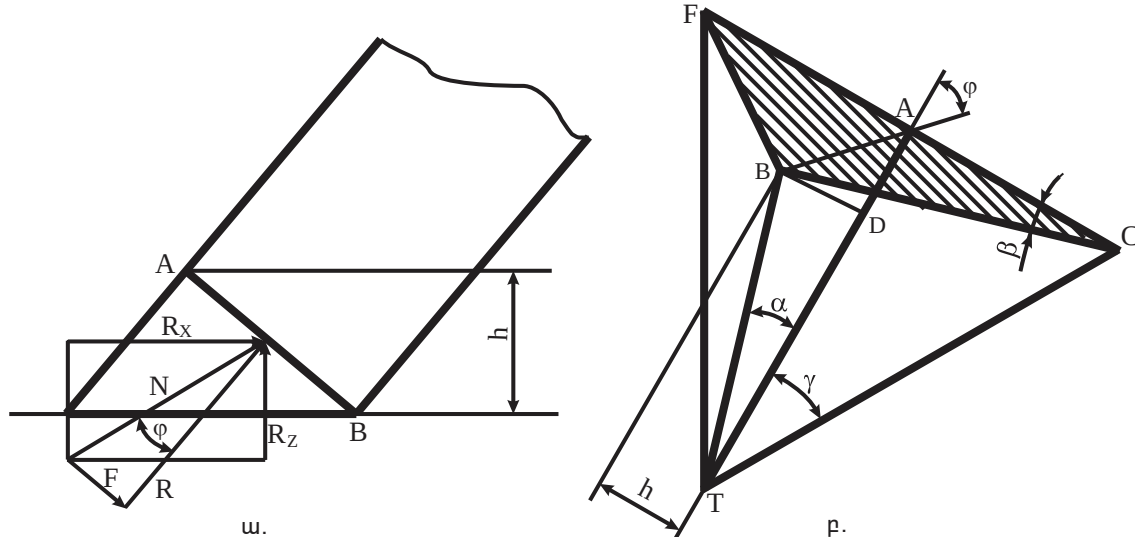
Գործնականում բացակայում են միանիստ սեպերը, քանի որ սրաեզր սեպերն արագ մաշվում են, առաջանում է հենարանային նիստ՝ սկզբում փոքր, աստիճանաբար այն մեծանում է, տարածվում և բթացնում ամբողջ քթամասը: Դրա հետևանքով քթամասի վրա առաջանում են ուղղաձիգ հակազդումներ, որոնք ձգտում են բանող օրգանը դուրս հրել հողից [159, 168]:

Հողամշակ փխրիչների (թաթիկների), երկարատև աշխատանքից քթամասի մաշի հետևանքով, դուրս հրող հակազդման ուղղաձիգ բաղադրիչն այնքան է մեծանում, որ հանգեցնում է ընթացքի խորության անկայունության, կատարվող աշխատանքների որակի վատացման: Բանող օրգանի հողից դուրս հրման հակազդման մեծացման հետ միաժամանակ պարաբոլային օրենքով մեծանում է նաև քարշային դիմադրությունը [159, 168, 202]:

Հաշվի առնելով շարադրվածը, որոշենք փխրիչի բանող օրգանի (թաթիկի) մաշվածքի այն չափը, որից հետո անհրաժեշտ է վերականգնել կտրող սայրի բանող վիճակը [202]:

Խնդրի լուծման նպատակով դիտարկենք ունիվերսալ բանող փխրիչի և հողի փոխազդեցության լարվածադեֆորմացված վիճակը, բանող օրգանի բանող մակերևույթն ընդունելով երկկողմանի եռեզր սեպ, ընդհանուր՝ որպես եռանիստ բուրգ:

Բանող օրգանի AB մաշված եզրը հողը տրորում է հ հաստությամբ (նկ. 2.22):



Նկ. 2.22. Մաշված եզրով սեպի վրա հողի դիմադրության որոշման սխեմա

Մաշված եզրով սեպի վրա հողի նորմալ հակազդումը կլինի(N).

$$N = S \frac{P}{2} = \frac{S \cdot q_0 \cdot h}{2}, \quad (2.75)$$

որտեղ q_0 -ն հողի ծավալային տրորման գործակիցն է, P -ն՝ հողի տեսակարար ճնշումը, S -ը՝ AB մաշված եզրով հաստույթի մակերեսը, որի մեծությունը որոշենք նկ.2.22.բ-ից.

$$S = AC \cdot AB; \quad AB = \frac{h}{\sin \varphi}, \quad AC = AT \cdot \operatorname{tg} \gamma = h \cdot \operatorname{tg} \gamma (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \varphi):$$

Նշված մակերեսը կլինի.

$$S = \frac{h^2}{\sin \varphi} \operatorname{tg} \gamma (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \varphi): \quad (2.76)$$

Բանաձևերում φ - ն հողի և մետաղի միջև շփման անկյունն է, α -ն՝ սեպի փխրեցման անկյունը, γ - ն՝ փռվածքի անկյունը, β - ն՝ առի շրջման անկյունը:

Տեղադրելով (2.76) -ը (2.75) - ում կստանանք.

$$N = \frac{q_0 \cdot h^3 \cdot \operatorname{tg} \gamma}{2 \sin \varphi} (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \varphi): \quad (2.77)$$

Սեպի բանող մակերևույթի վրա համազոր ուժը.

$$R = \frac{N}{\cos \varphi} = \frac{q_0 \cdot h^3 \cdot \operatorname{tg} \gamma}{2 \sin \varphi \cdot \cos \varphi} (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \varphi) = \frac{q_0 \cdot h^3 \cdot \operatorname{tg} \gamma}{\sin 2\varphi} (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \varphi): \quad (2.78)$$

Սեպի քարշային դիմադրությունը.

$$R_X = R \sin 2\varphi = q_0 \cdot h^3 \cdot \operatorname{tg} \gamma (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \varphi): \quad (2.79)$$

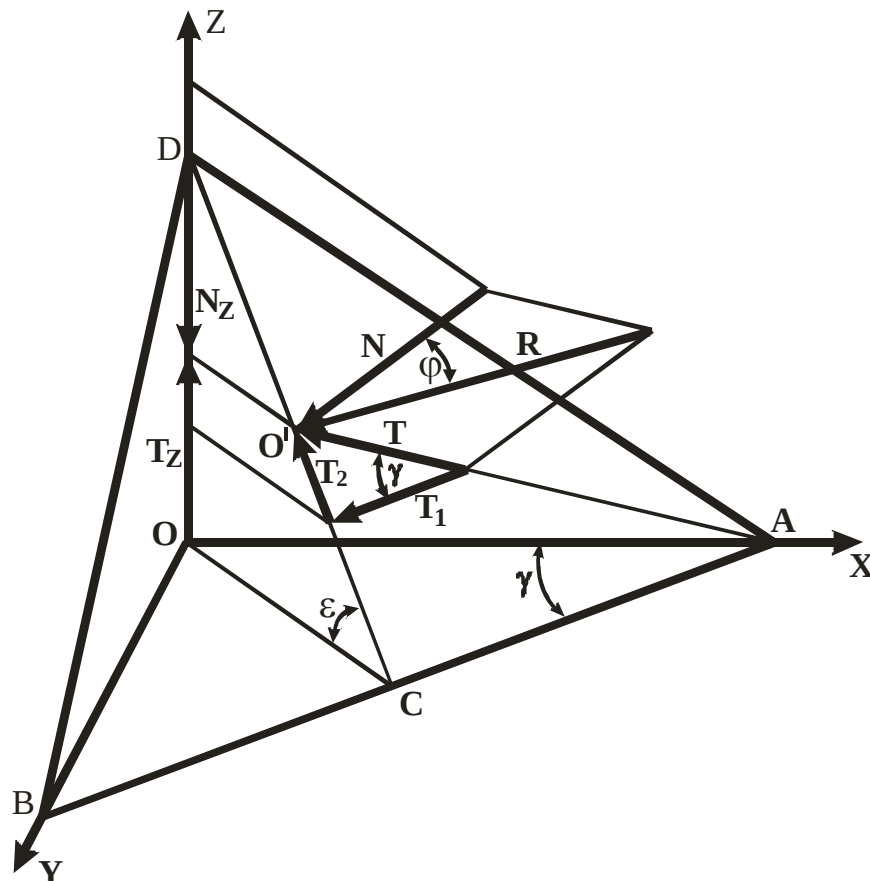
Մաշված եզրով բանող օրգանին հողից դուրս հրող բաղադրիչը կլինի.

$$R_Z^{\omega 2} = R \cos 2\varphi = q_0 \cdot h^3 \cdot \operatorname{ctg} 2\varphi \cdot \operatorname{tg} \gamma (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \varphi): \quad (2.80)$$

Մաշված եզրով սեպի դեռևս կայուն աշխատանքը կապահովվի, եթե սեպի վերևի մակերևույթի համազորի R_Z մեծությունը, որն ուղղված է $R_Z^{\omega 2}$ -ին հակառակ, բավարարի հետևյալ պայմանը՝ $R_Z > R_Z^{\omega 2}$:

Որոշենք R_Z մեծությունը:

Ըստ նկ. 2.23-ի բանող մակերևույթի նորմալի (N) N_Z բաղադրիչը կլինի՝ $N_Z = N \cos \varepsilon$:



Նկ. 2.23. Սեպի վերևի մակերևույթի վրա հողի հակազդեցության R_Z բաղադրիչի որոշման սխեմա

Շփման T ուժի T_1 բաղադրիչն ուղղահայաց է OZ առանցքին, ուստի նրա պրոյեկցիան՝ $T_{1Z}=0$, T_2 բաղադրիչի պրոյեկցիան OZ առանցքի վրա հավասար է.

$$T_{2Z} = T_2 \sin \varepsilon = -T \sin \gamma \sin \varepsilon : \quad (2.81)$$

Այսպիսով R_Z բաղադրիչը հավասար կլինի.

$$\begin{aligned} R_Z &= N_Z - T_Z = N \cos \varepsilon - N \operatorname{tg} \varphi \cdot \sin \gamma \sin \varepsilon, \\ R_Z &= N(\cos \varepsilon - \operatorname{tg} \varphi \cdot \sin \gamma \cdot \sin \varepsilon): \end{aligned} \quad (2.82)$$

Նկ. 2.23-ից կարող ենք գրել՝

$$\sin \varepsilon = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sqrt{\sin^2 \gamma + \operatorname{tg}^2 \alpha}}, \cos \varepsilon = \frac{\sin \gamma}{\sqrt{\sin^2 \gamma + \operatorname{tg}^2 \alpha}} :$$

Տեղադրելով (2.82) արտահայտությունում կստանանք.

$$R_Z = 2N \frac{\sin \gamma}{\sqrt{\sin^2 \gamma + \operatorname{tg}^2 \alpha}} (1 - \operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{tg} \alpha): \quad (2.83)$$

Նորմալ ուժի որոշման համար օգտվենք R համագործի մեծությունից.

$$R = \sqrt{R_X^2 + R_Y^2 + R_Z^2} :$$

Համաձայն գիտափորձնական հետազոտությունների [159] ունենք $R_Y = 0,35R_X$, $R_Z = 0,2R_X$, ուստի կստանանք $R=1.1R_X$: Ունենք նաև, որ $R_X=k \cdot a \cdot b$, հետևաբար $R=1.1k \cdot a \cdot b$, իսկ $N = R \cos \varphi = 1,1k \cdot a \cdot b \cdot \cos \varphi$:

Տեղադրելով N -ի արժեքը (2.83) – ում կստանանք.

$$R_Z = 1,1k \cdot a \cdot b \frac{\sin \gamma}{\sqrt{\sin^2 \gamma + \operatorname{tg}^2 \alpha}} (\cos \varphi - \sin \varphi \cdot \operatorname{tg} \alpha): \quad (2.84)$$

Համաձայն $R_Z > R_Z^{\text{նաշ}}$ պայմանի կգրենք.

$$1,1k \cdot a \cdot b \frac{\sin \gamma}{\sqrt{\sin^2 \gamma + \operatorname{tg}^2 \alpha}} (\cos \varphi - \sin \varphi \cdot \operatorname{tg} \alpha) > q_0 \cdot h^3 \cdot \operatorname{ctg} 2\varphi \cdot \operatorname{tg} \gamma (\operatorname{ctg} \gamma + \operatorname{ctg} \varphi): \quad (2.85)$$

Կատարելով անհրաժեշտ մաթեմատիկական ձևափոխություններ և լուծելով սեպի մաշվածքի (h) նկատմամբ, կստանանք մաշի թույլատրելի [h] մեծությունը.

$$[h] < \sqrt[3]{\frac{1,1kab \cos \gamma (\cos \varphi - \sin \varphi \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{q_0 \operatorname{ctg} 2\varphi \cdot (\operatorname{ctg} \gamma + \operatorname{ctg} \varphi) \sqrt{\sin^2 \gamma + \operatorname{tg}^2 \alpha}}} : \quad (2.86)$$

Որոշենք մաշվածքի $h_{\max}$ առավելագույն մեծությունն ըստ նկ. 2.23-ի.

$$h_{\max} = \frac{b}{2tg\gamma(tg\varphi + ctg\alpha)}: \quad (2.87)$$

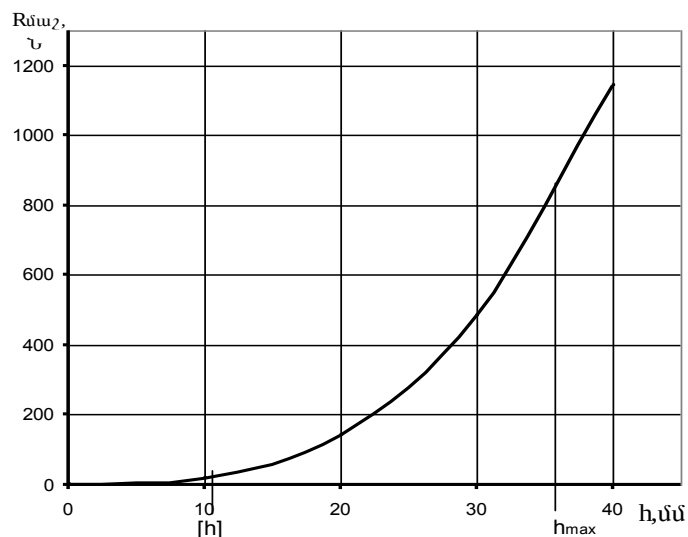
Մաշվածքի (h) փոփոխման տիրույթը կլինի.

$$h = 0 - h_{\max} = 0 - \frac{b}{2tg\gamma(tg\varphi + ctg\alpha)}: \quad (2.88)$$

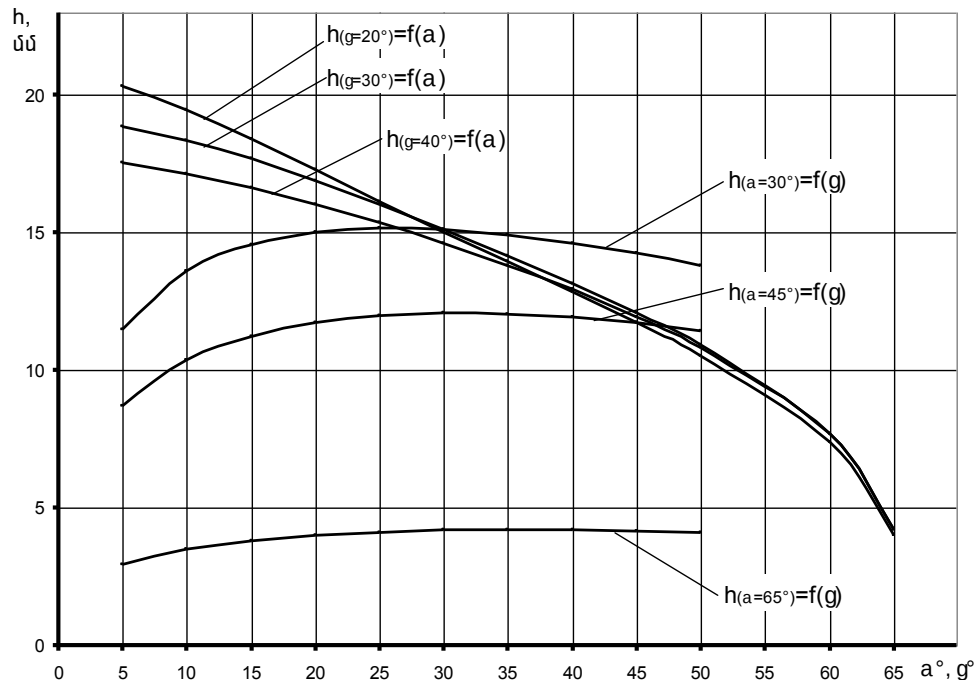
Որոշենք մաշվածքի ($h_{\max}$) առավելագույն և թույլատրելի [h] արժեքները, օգտագործելով հետևյալ տվյալները. $k = 9 \text{ ն/սմ}^3$, $a = 25 \text{ սմ}$, $b = 6.5 \text{ սմ}$, $\varphi = 260$, $\alpha = 65^\circ$, $\gamma = 300 - 350$, $q_0 = 10 \text{ ն/սմ}^3$: Տեղադրելով այս արժեքները (2.86) և (2.87) բանաձևերում, կստանանք. $h_{\max} = 3,56 \text{ սմ}$, $[h] = 1.045 \text{ սմ}$:

Օգտագործելով պարամետրերի նշված արժեքները, բերված է բանոռ օրգանը հողից դուրս հրող $R_Z^{\text{մաշ}}$ բաղադրիչի բնութագիրը կախված մաշի (h) փոփոխությունից (նկ. 2.24): Բնութագրից երևում է, որ սեպի մաշվածքի (h) մեծացումը բերում է բանոռ օրգանը հողից դուրս հրող $R_Z^{\text{մաշ}}$ բաղադրիչի մեծացման, այն էլ պարաբոլային օրենքով:

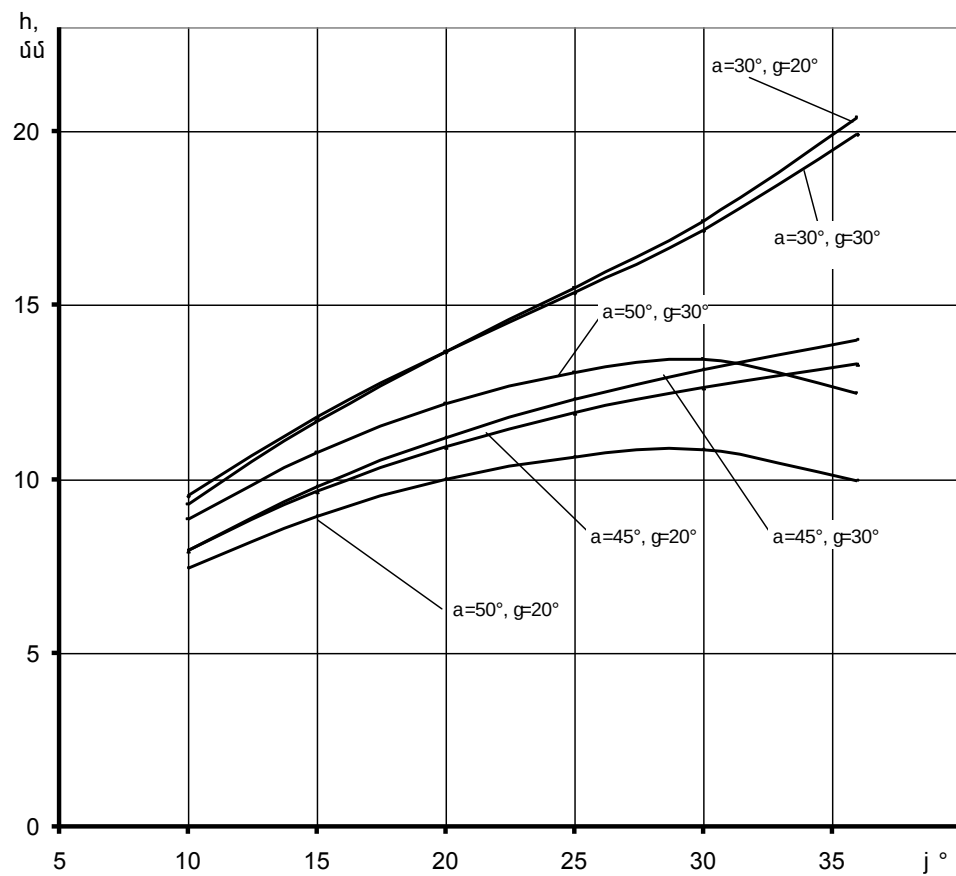
Մաշի մեծության որոշման (2.86) տեսական արտահայտությունը հնարավորություն է տալիս նաև գնահատելու սեպի մաշվածքի մեծության (h) կախվածությունն բանոռ օրգանի երկրաչափական պարամետրերը բնութագրող փխրեցման α և փռվածքի γ անկյուններից, ինչպես նաև հողի և մետաղի միջև շփման φ անկյունից (նկ. 2.25 և 2.26):



Նկ.2.24. բանոռ օրգանը հողից դուրս հրող $R_Z^{\text{մաշ}}$ բաղադրիչի փոփոխության բնութագիրը



Նկ. 2.25. Եռեզր սեպի մաշվածքի մեծության (h) բնութագիրը կախված փխրեցման(α) և փռվածքի(γ) անկյուններից



Նկ. 2.26. Սեպի մաշվածքի մեծության (h) բնութագիրը կախված հողի և մետաղի միջև շփման (φ) անկյունից

Ստացված գրաֆիկական կախվածությունից ակնհայտ է, որ.

- սեպի կտրող եզրի մաշը $[h]$ -ից $h_{\max}$ միջակայքում ավելի ինտենսիվորեն է մեծացնում բանող օրգանը հողից դուրս հրող $R_Z^{\text{մաշ}}$ ուժը (նկ. 2.24),
- միևնույն հողային պայմանների դեպքում ($\varphi = 26^\circ = \text{const}$) մաշի մեծությունն ավելի շատ կախված է փխրեցման α անկյունից (նկ. 2.26), որի մեծ արժեքների դեպքում սեպի կտրող եզրն ավելի քիչ է մաշվում, իսկ փռվածքի γ անկյունն անհրաժեշտ է ընտրել կախված փխրեցման անկյունից: Այսպես՝ $\alpha=20^\circ$ դեպքում մաշի մեծությունը կազմում է $h=35,6$ մմ, իսկ $\alpha=65^\circ$ դեպքում, անկախ փռվածքի անկյան մեծությունից, փոփոխվում է 6-8 մմ սահմաններում և ապահովում է $h < [h]$ պայմանն, այսինքն գրեթե բացակայում է բանող օրգանը հողից դուրս հրող $R_Z^{\text{մաշ}}$ ուժը (նկ. 2.24),
- հողի և մետաղի միջև շփման (φ) անկյան մեծացումը նույնպես բերում է բանող օրգանի կտրող եզրի մաշի մեծացման: Ընդ որում, կախված φ անկյունից, փռվածքի γ անկյան մեծացումը բերում է ավելի ինտենսիվ մաշի, քան փխրեցման α անկյան մեծացումը (նկ. 2.26):

Ստացված հաշվարկա-գրաֆիկական կախվածությունները հնարավորություն են տալիս տեսականորեն որոշելու պասիվ գործողության բանող օրգանների կտրող եզրերի մաշի այն թույլատրելի արժեքը $[h]$, որից հետո անհրաժեշտ է վերականգնել նրա բանող վիճակը: Իսկ սեպի մաշվածքի մեծության փոփոխության բնութագիրը թույլ է տալիս ընտրելու բանող օրգանի երկրաչափական պարամետրերը բնութագրող փխրեցման α և փռվածքի γ անկյունների օպտիմալ արժեքներ:

2.8. Սկավառակավոր բանող օրգանի տեխնոլոգիական պարամետրերի հիմնավորումը

Ժամանակակից սկավառակավոր գործիքները՝ ցաքաններ, երեսվարիչներ, կուլտիվատորներ, նախատեսված են հիմնականում հարթավայրային տարածքների հողերի մակերեսային մշակման համար: Այս գործիքների գյուղատնտեսական նպատակով կիրառության նշանակությունն առավել բարձրացավ, երբ սկսած 1970թ. լայնորեն ներդրվեց հողի մշակման նորագույն տեխնոլոգիաներն, այդ թվում՝ նվազագույնը [11, 55, 99, 159]:

Հողի նվազագույն մշակման տեխնոլոգիան փորձարկվել է Հայաստանի լեռնային և նախալեռնային գոտիներում, անջրդի տարածքներում հացահատիկային մշակաբույսերի տակ՝ աշնանացան ու գարնանացան, և տվել է լավագույն արդյունք: Հողի մակերեսային մշակման գործիքներից՝ թաթավոր կուլտիվատորներ և սկավառակավոր երեսվարիչներ, ցաքաններ, համեմատաբար տեխնոլոգիական լավ արդյունք է տվել սկավառակավոր ցաքանը - ԲԴՆ-3,0, սակայն ոչ բարձր:

Կատարված գիտափորձնական հետազոտություններով բացահայտվեց այդ ցաքանների մի շարք կառուցվածքային և շահագործական թերություններ, որոնք առաջանում են միայն լանջերի մշակման ժամանակ՝ սկսած թեքության 5° -ից [172]:

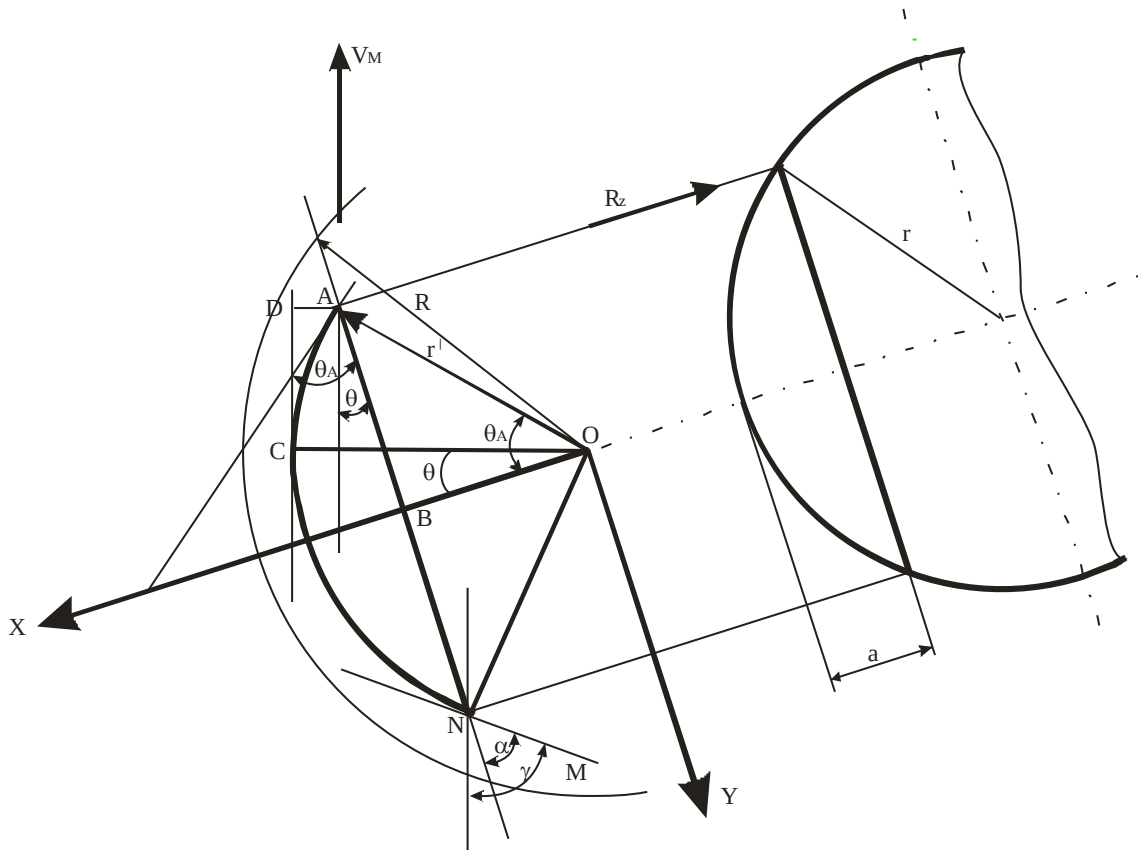
Այդ թերություններից են.

- ցաքանի սիմետրիայի առանցքի շեղումն ագրեգատի երկայնական առանցքից,
- ըստ ընդգրկման լայնության սկավառակների ընթացքի խորության անհավասարաչափությունը՝ լանջով դեպի վեր սկավառակները խորանում են երեսանց, 7 սմ խորության դեպքում վերևի օրգանները դուրս են գալիս հողից, որի պատճառով մշակումը կրկնվում է մի քանի ընթացքներով
- գրոհի անկյան փոքր մեծությունների դեպքում $10-20^{\circ}$ սկավառակն ուռուցիկ մասով հրում է առջևի հողը, որի հետևանքով ավելի է մեծանում հողից դուրս հրող հակազդման ուղղաձիգ բաղադրիչը, վերևի սկավառակների ընթացքի խորությունը փոքրանում է, դուրս գալով թույլտուքի դաշտից:

Այդ և այլ կարգի թերությունները թելադրում են լրջորեն զբաղվելու հողի նվազագույն մշակման լավագույն գործիքների՝ սկավառակային ցաքանների կառուցվածքա-շահագործական պարամետրերի լավարկման հիմնահարցով:

Սկավառակավոր գործիքների շահագործական ցուցանիշները կարգավորվում են երկու գործոններով՝ գրոհի անկյան θ և լիաբեռնման (բեռնարկում բեռի) Q մեծությունների փոփոխումով: Հողի մշակման պայմանների դժվարության դեպքում մեծացվում են վերը նշված մեծությունները՝ կարգավորվում են մշակման խորությունը, մոլախոտերի քաղիանման և հողի փխրեցման աստիճանները:

Դիտարկենք սկավառակի գրոհի անկյան ազդեցությունը հողի մշակման տեխնոլոգիական գործընթացի վրա:



նկ. 2.27. Սկավառակավոր ցաքանի գրոհի անկյան մեծության հիմնավորման սխեմա

Համաձայն նկ. 2.27-ի գրոհի անկյան արժեքը, որից փոքրի դեպքում սկավառակն իր AC ուռուցիկ մակերևույթով հողը հրում է, մեծացնելով հողից դուրս գալու R_z հակազդումը, կլինի հավասար θ_A անկյանը, ուստի.

$$\sin \theta^A = \frac{AB}{r'}, \quad (2.89)$$

որտեղ r' - ը գնդի այն հատույթի շառավիղն է, որը համապատասխանում է սկավառակի ընթացքի խորությանը: Տրամագծային հատույթում այն հավասարվում է գնդի շառավիղին, իսկ AB – ն՝ սկավառակի շառավիղին:

Որոշենք գրոհի անկյան թույլատրելի՝ նվազագույն արժեքը, որի դեպքում հողից դուրս սեղմող R_z հակազդումը կլինի նվազագույն:

Գոյություն ունեցող ցաքանների սկավառակների պարամետրերը հետևյալն են. սկավառակի տրամագիծը - $2r=450, 510, 610, 660$ մմ; կորության շառավիղը $R=520-600$ մմ; գրոհի անկյունը $\theta = 10 - 22^\circ$:

Վերը բերված պարամետրերն ընդունված են համաձայն ԳՈՍՏ 198-59:

Սկավառակի ընդգրկման անկյունը՝ 2ε -ը, որը հավասար է սկավառակի տրամագծային հատվածքի աղեղի կենտրոնական անկյան կեսին ընդունվում է $22-26^\circ$:

Նշենք, որ հիմնականում արտադրվում են 450 մմ տրամագծի սկավառակներ, 520-600 մմ կորության շառավիղով, գրոհի անկյունը $\theta = 10 - 22^\circ$ կարգավորվում է 12, 15, 18 և 21° մեծություններով, $\varepsilon = 22 - 26^\circ$:

Որոշենք AB էջի երկարությունը (նկ. 2.27).

$$AB = \sqrt{r^2 - (r-a)^2} = \sqrt{2ar - a^2}, \quad r' = \sqrt{R^2 - (r-a)^2},$$

որտեղ՝ R - ն այն գնդի շառավիղն է, որի մասն է կազմում սկավառակը:

Ունենք $r=22,5$ սմ, $R=52$ սմ: Ընդունելով $a=10$ սմ, կստանանք $AB = 187$ մմ և $\sin \theta_A = \frac{187}{520} = 0,36$, $\theta_A = 21^\circ$, այսինքն A կետում գրոհի անկյունը ստացվում է $\theta_A = 21^\circ$, այնքան, որից պակաս չի թույլատրվում, մինչդեռ՝ $\theta = 10^\circ$ –ի դեպքում անխուսափելի է հողի հրման պրոցեսը:

Նշենք, որ եթե հորիզոնական տարածքում ցաքանի վրա ազդող ուժերն աջ և ձախ կողմից հավասարակշռում են միմյանց, ապա լանջում այդ ուժերի տարբերություններից իրականում ագրեգատը շեղվում է առաջադրված ուղղությունից:

Որոշենք հողի տրորման AD մեծությունը՝ (A կետից AC շոշափողին տարված ուղահայացի երկարությունը), որի համար գրենք C կետի կոորդինատները.

$$\left. \begin{aligned} x_c &= r' \cos \theta, \\ y_c &= r' \sin \theta: \end{aligned} \right\} \quad (2.90)$$

Քանի որ C կետում տարված շոշափողի անկյունային գործակիցը $K_C = -\operatorname{ctg} \theta$, ուստի այդ կետով անցնող ուղիղի հավասարումը կլինի .

$$y - r' \sin \theta = -\operatorname{ctg} \theta (x - r' \cos \theta): \quad (2.91)$$

AD ուղղահայացի երկարությունը որոշենք որպես D կետի հեռավորություն ուղիղից, որի համար 2.91 հավասարումը ներկայացնենք հետևյալ տեսքով.

$$X \cdot \operatorname{ctg} \theta + Y - \frac{r'}{\sin \theta} = 0:$$

Ելնելով A կետի $x_A = r' \cos \theta_A$, $y_A = r' \sin \theta_A$ կոորդինատներից, $AD=d$ ուղղահայացի երկարությունը կլինի.

$$AD = d = \left| \frac{\operatorname{ctg} \theta \cdot r' \cos \theta_A + r' \cdot \sin \theta_A - \frac{r'}{\sin \theta}}{\sqrt{\operatorname{ctg}^2 \theta + 1}} \right|, \text{ կամ}$$

$$AD = d = |r' [\cos(\theta_A - \theta) - 1]|: \quad (2.92)$$

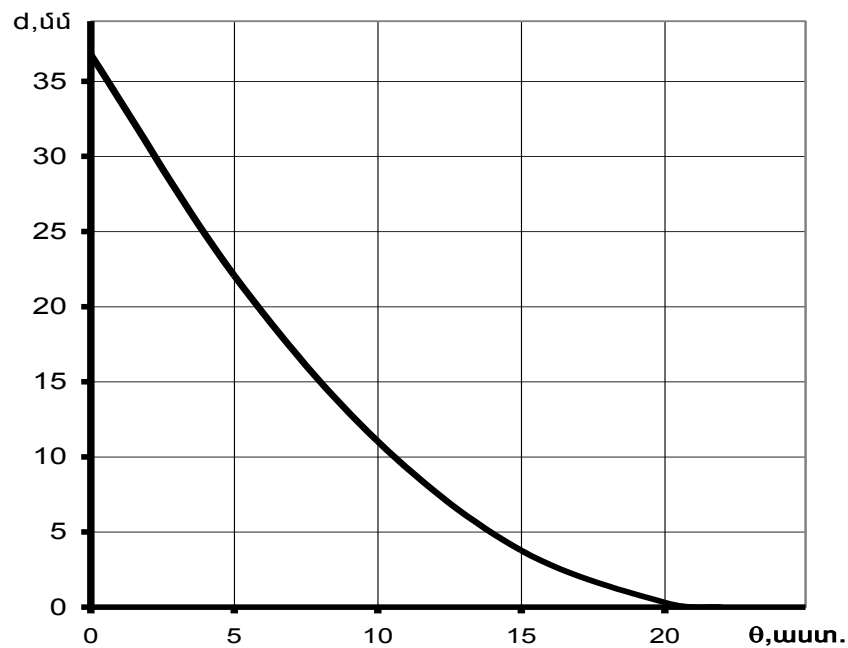
Տեղադրելով ԲԴՆ-3,0 ցաքանի սկավառակների համապատասխան պարամետրերը, կստանանք

$$d = |50,48 [\cos(22^\circ - \theta) - 1]|:$$

θ գրոհի անկյանը տալով 22° և փոքր արժեքներ, կստանանք սկավառակի AC ուռուցիկ մակերևույթի աղեղն ընդգրկող մակերևույթով հողի տրորման մեծության (d) փոփոխությունը կախված գրոհի անկյունից (նկ. 2.28):

Մյուս կողմից, եթե գրոհի անկյան մեծացումը լավացնում է սկավառակի հանգիստ աշխատանքը ճակատային մասից, հակառակը՝ հողային զանգվածը AB աղեղի վրա կարող է կուտակվել՝ կղադարի հողի սահումը: Այդ տեսակետից վատագույն պայմանը կստացվի N կետի շրջակայքում, այսպես կոչված փռվածքի անկյան մեծությունը չի բավարարի հողի սահումի պայմանը՝ $\gamma \leq 90 - \varphi$ (նկ. 2.27): Որոշենք γ անկյան փոփոխման կախվածությունը գրոհի անկյան θ մեծությունից և հաստատենք վերջինիս թույլատրելի առավելագույն մեծությունը $\theta_{\max}$ -ը, եթե սկավառակի պտույտն

«արգելակված» է (զլորվում է սահումի մեծ գործակցով): r շառավղով շրջադարձի N կետում շոշափողի NM կազմած անկյունը X առանցքի հետ կլինի α :



Նկ. 2.28. Հողի տրորման մեծության (d) փոփոխությունը կախված գրոհի θ անկյունից

Շրջադարձի N կետում $\operatorname{tg} \alpha = \frac{BN}{BO}$,

իսկ ըստ նկ. 2.27-ի $BN = \sqrt{2ar - a^2}$, $BO = \sqrt{r'^2 - 2ar + a^2}$:

ուստի. $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sqrt{2ar - a^2}}{\sqrt{r'^2 - 2ar + a^2}}$: (2.93)

Համաձայն նկ.2.27-ի $\alpha = \gamma - \theta$, որտեղից հաշվի առնելով նաև $\gamma < 90 - \varphi$ պայմանը, կստանանք.

$$\theta < 90^\circ - \operatorname{arctg} \left(\frac{\sqrt{2ar - a^2}}{\sqrt{r'^2 - 2ar + a^2}} \right) - \varphi: \quad (2.94)$$

Ունենք $r'=505$ մմ, $r=225$ մմ, հողի և սկավառակի միջև շփման անկյունը՝ $\varphi = 25^\circ$,
ուստի՝

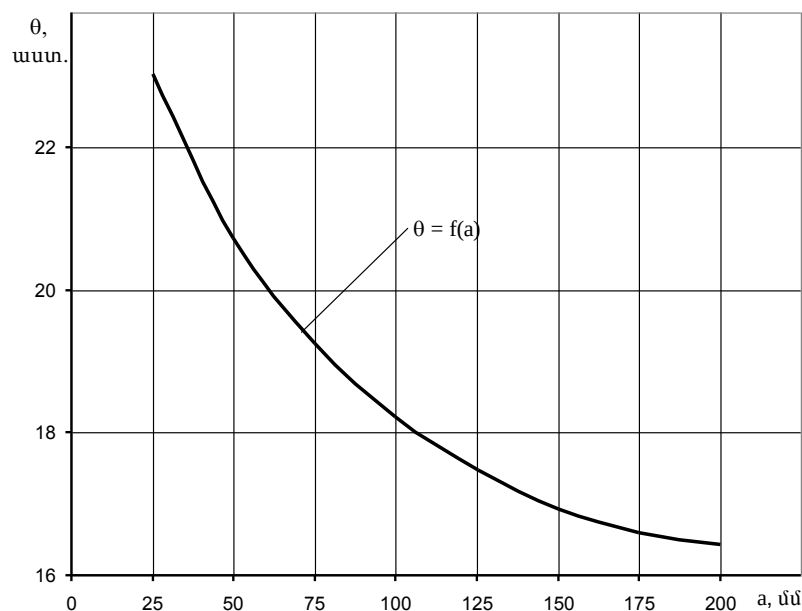
$$\theta < 90^\circ - \operatorname{arctg} \left(\frac{\sqrt{450 \cdot a - a^2}}{\sqrt{505^2 - 450a + a^2}} \right) - 25^\circ:$$

$\theta = f(a)$ ֆունկցիայի գրաֆիկը ներկայացված է նկ. 2.29-ում:

Ինչպես երևում է գրաֆիկից մշակման խորության մեծ արժեքների դեպքում անհրաժեշտ է ընտրել գրոհի փոքր անկյուն:

Մաքուր գլորման դեպքում ավելի են լավանում սկավառակի գործողության պայմանները:

Սֆերիկ սկավառակների գլխավոր պարամետրերի՝ տրամագծի հիմնավորման, ընդունված էմպիրիկ եղանակը չափազանց մոտավոր է և հաշվի չի առնում ոչ հողի ֆիզիկոտեխնոլոգիական կարևոր պարամետրերը՝ հողի հետ շփման գործակիցը, և ոչ էլ գրոհի անկյունը: Ուստի այն պիտանի չէ օգտագործման նմանատիպ բանող օրգանների պարամետրերի որոշման ժամանակ:



Նկ.2.29. Գրոհի անկյան փոփոխությունը կախված ընթացքի խորությունից

Ներկայացված հաշվարկի տեսությունը հնարավորություն է տալիս որոշելու սկավառակի հայտնի տրամագծի դեպքում գրոհի անկյան մեծությունը կախված մշակման խորությունից, ինչպես նաև, գրոհի անկյան սահմանային արժեքը սկավառակի «ծոծրակի» մեծության գրոյական արժեքի համար, իսկ հաշվարկային արտահայտությունները երաշխավորվում է օգտագործել նոր սկավառակային գործիքների նախագծման և առկա գործիքների ճիշտ շահագործման ժամանակ:

2.9. Սֆերիկ սկավառակների և հողի փոխազդեցության հաշվարկի տեսությունը

Սֆերիկ սկավառակները հանդիսանում են սկավառակավոր գույքանների երեսվարիչների և ցաքանների հիմնական բանող օրգաններ: Սկավառակավոր բանող օրգաններն անփոխարինելի են, հատկապես հացահատիկային կուլտուրաների խոզանի երեսվարման համար, քանի որ օպտիմալ պարամետրերի դեպքում սկավառակային մարտկոցներն ավելի քիչ են խցանվում մոլախոտերով և այլ թելքային նյութերով՝ դրանց կտրտում կամ սեղմում են հողի մեջ, ինչի շնորհիվ էլ սկսած 1970 - ական թվականներից, երբ հողի մշակման գործընթացում ներդրվեց նվազագույն մշակման տեխնոլոգիաները, հիմնականում կիրառվում է սկավառակավոր հողամշակ մեքենաները՝ ցաքաններ և երեսվարիչներ [55, 78, 81]:

Հացահատիկային կուլտուրաների տակ հողի նվազագույն մշակման տեխնոլոգիաների կիրառության նպատակով, սկավառակավոր փխրիչների տեխնոլոգիական արդյունավետությունը ստուգվել է նաև ՀՀ – ում:

Ցավոք սկավառակավոր բանող օրգանների, հետևաբար և մարտկոցների պարամետրերի անբավարար հիմնավորման հետևանքով, սկավառակի ընթացքի խորության կամ գրոհի անկյան փոփոխման դեպքում կտրուկ վատանում է հողի փխրեցման տեխնոլոգիական որակը, հատկապես մոլախոտերով Ֆհարուստ՝ դաշտերում, մարտկոցները լցվում են մոլախոտերի մնացորդներով և խոզանով[78]:

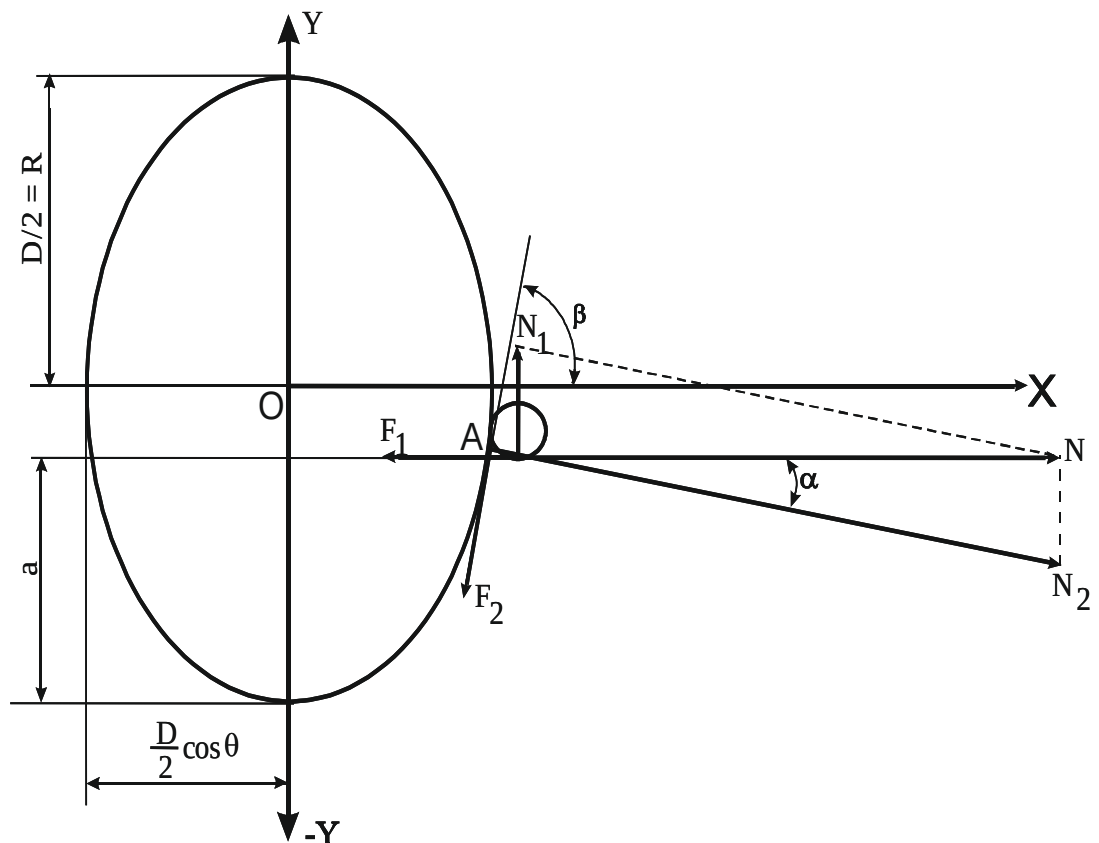
Ժամանակակից գիտա-տեխնիկական գրականությունում սկավառակի տրամագծի հիմնավորման համար օգտագործվում է սկավառակի տրամագծի և ընթացքի խորության $D=ka$ էմպիրիկ կապը, որտեղ a – ն սկավառակի ընթացքի խորությունն է, k – ն՝ գործակից (գույքանների համար $k = 3 - 3,5$, ցաքանների համար՝ 5-6, երեսվարիչների համար՝ 4 - 6) [159].

Որոշ հեղինակներ [111, 112, 159] ստացել են սկավառակի տրամագծի հիմնավորման տեսական արտահայտություններ: Ցավոք, այդ աշխատանքներում երկայնական-ուղղաձիգ հարթության մեջ սկավառակի սայրի և թելքային նյութերի փոխազդեցության գոտում, սկավառակը դիտարկվել է որպես շրջան, սակայն իրականում գրոհի անկյան առկայության պայմաններում ունենում ենք ոչ թե շրջան,

այլ $\frac{D}{2}$ և $\frac{D}{2} \cos \theta$ կիսաառանցքներով էլիպս (նկ. 2.30), որտեղ θ - ն գրոհի անկյունն է, D - ն սկավառակի տրամագիծը:

Սույն խնդրի լուծման էությունը կայանում է նրանում, որպեսզի ելնելով մշակման խորության (a) և գրոհի անկյան (θ) առաջադրված մեծություններից, ընտրել սկավառակի այնպիսի տրամագիծ, որի դեպքում թելքային նյութը սկավառակ-հող փոխազդեցության գոտում կամ կտրվի, կամ սեղմվի հողում [78]:

Դիտարկենք այդ խնդիրը:



Նկ.2.30. Սկավառակի և նյութի ուժային փոխազդեցության սխեմա

Սկավառակի սայրի հետ նյութի հանդիպման, սայր-հող փոխազդեցության գոտում, առաջանում են երկու նորմալ ուժեր՝ N_1 - ուղղահայաց հողի մակերևույթին և N_2 - ուղղահայաց սկավառակի սայրին: Այդ ուժերի $\bar{N} = \bar{N}_1 + \bar{N}_2$ համազորը ձգտում է դուրս հրել նյութին սայր-հող փոխազդեցության գոտուց, որին հակազդում է շփման ուժերի $\bar{F} = \bar{F}_1 + \bar{F}_2$ համազորը: Որոնելի պայմանը կլինի.

$$N \leq F_1 + F_2 \cos \beta: \quad (2.95)$$

Համաձայն նկ. 2.30 – ի կարող ենք գրել.

$F_1 = N_1 \operatorname{tg} \varphi_1$, $F_2 = N_2 \operatorname{tg} \varphi_2$, որտեղ φ_1 -ը և φ_2 -ը համապատասխանաբար հողի և սկավառակի սայրի միջև նյութի շփման անկյուններն են:

Ունենք նաև.

$$N_1 = N \operatorname{tg} \alpha, \quad N_2 = \frac{N}{\cos \alpha}:$$

Տեղադրելով N_1 -ի և N_2 -ի ստացված արժեքները (2.95) հավասարման մեջ կստանանք.

$$N \leq N \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \varphi_1 + \frac{N}{\cos \alpha} \operatorname{tg} \varphi_2 \cos \beta, \quad \text{կամ}$$

$$\operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \varphi_1 + \frac{\operatorname{tg} \varphi_2 \cos \beta}{\cos \alpha} \geq 1: \quad (2.96)$$

β և α անկյունները փոխկապակցված են $\alpha + \beta = 90^\circ$ կամ $\alpha = 90 - \beta$ կախվածությամբ, ուստի (2.96) հավասարումից կստանանք.

$$\operatorname{ctg} \beta \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_2 \operatorname{ctg} \beta \geq 1: \quad (2.97)$$

Որոշենք β անկյան արժեքը կախված a, R, θ պարամետրերից, հաշվի առնելով, որ β -ն էլիպսի շոշափողի կազմած անկյունն է OX առանցքի հետ:

Համաձայն նկ. 2.30-ի էլիպսի հավասարումը կլինի.

$$\frac{x^2}{R^2 \cos^2 \theta} + \frac{y^2}{R^2} = 1, \quad \text{որտեղից } y = R \sqrt{1 - \frac{x^2}{R^2 \cos^2 \theta}} = \frac{1}{\cos \theta} \sqrt{R^2 \cos^2 \theta - x^2},$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{dy}{dx} = \frac{-2x}{2\sqrt{R^2 \cos^2 \theta - x^2} \cos \theta}: \quad (2.98)$$

A կետում $y = -(R - a)$, ուստի $x = \pm \cos \theta \sqrt{2Ra - a^2}$ և

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\sqrt{2Ra - a^2}}{\cos \theta} \Big/ (R - a): \quad (2.99)$$

Տեղադրելով $\operatorname{tg} \beta$ -ի արժեքը (2.97) հավասարումում, կստանանք.

$$\operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_2 \geq \frac{\sqrt{2Ra - a^2}}{(R - a) \cos \theta}: \quad (2.100)$$

Լուծելով վերջին հավասարումը սկավառակի շառավիղի նկատմամբ կստանանք հող-սայր փոխազդեցության գոտուց նյութի դուրս չգալու պայմանը:

Նշանակենք $f = \operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_2$, ուստի՝

$$f^2 \cos^2 \theta \cdot R^2 - 2a(1 + f^2 \cos^2 \theta)R + a^2(1 + f^2 \cos^2 \theta) \geq 0:$$

Նշանակելով $f^2 \cos^2 \theta = A$, $(1 + f^2 \cos^2 \theta) = B$, կստանանք.

$$AR^2 - 2aBR + a^2B = 0 \quad R \geq \frac{aB \pm \sqrt{a^2B^2 - Aa^2B}}{A}, \text{ կամ}$$

$$R \geq \frac{a}{f^2 \cos^2 \theta} \left(1 + f^2 \cos^2 \theta \pm \sqrt{1 + f^2 \cos^2 \theta} \right): \quad (2.101)$$

Ժամանակակից սկավառակային հողամշակ մեքենաների բանող օրգանները բնութագրվում են հետևյալ պարամետրերով (աղյուսակ 2.1):

Աղյուսակ 2.1

Սկավառակային հողամշակ մեքենաների սկավառակների հիմնական
պարամետրերը

մեքենայի տեսակը		Սկավառակի տրամագիծը, մմ		Գրոհի անկյունը, աստիճան	Մշակման խորությունը, մմ	Ծանոթություն
		հորան	հաշվարկային			
Գութաններ	կցովի	610-810	444-880	40-50	40	-
	կախովի	580-710	330-529	40-50	30	-
Երեսվարիչներ, կուլտիվատորներ		450	532-720	0-35	6-15	կիրառվում են որպես միահետք ցաքաններ
		510-610	324-816	0-45	6-15	-
Ցաքաններ	Կախովի	450-500 БДН 450	288-777 420-796	0-25 10-22	6-10 6-10	հողակոշտերի մանրացման համար
	այգեգործական	560	498-545	15-25	14	-
	ծանր	560	575-732	15-25	20-25	-

Ժամանակակից սկավառակային ցաքանների գնդային սկավառակների պարամետրերը հիմնավորված են ԱՊՀ երկրների մեկ գոտու համար, այդ պատճառով մի շարք գոտիներում դրանք անհրաժեշտ տեխնոլոգիական արդյունավետություն չեն ապահովում:

Առաջին անգամ հաստատված է ցաքանի սկավառակի տրամագծի ֆունկցիոնալ կախվածություն արտաքին գործոններից և հաստատված է, որ տրամագծի օպտիմալ մեծության հաշվարկման ժամանակ անհրաժեշտ է հաշվի առնել ընթացքի խորությունը, մարտկոցի գրոհի անկյունը և սկավառակի սայրի և արմատների միջև շփման գործակիցը:

2.10. Սֆերիկ սկավառակների տեղակայման պարամետրերի ազդեցությունը հողի մշակման որակի վրա

Վերջին տարիներին՝ ըստ տնտեսական արդյունավետության, հողի պահպանման ու էներգախնայող տեխնոլոգիաների կիրառման առանձնահատկությունների, լայն տարածում է ստացել հողի նվազագույն և զրոյական մշակումը: Հողի նվազագույն մշակման համար օգտագործվում է սկավառակավոր ցաքաններ, քանի որ սկավառակավոր բանոդ օրգանները չեն խցանվում մոլախոտերով, ծղոտով և այլ թելքավոր նյութերով՝ այլ դրանք կտրտում կամ սեղմում են հողի մեջ գլորման շնորհիվ:

Ցավոք, սկավառակների պարամետրերի և, որպես հետևանք, մարտկոցների պարամետրերի անբավարար հիմնավորումների պատճառով, երբեմն փոխելով սկավառակի ընթացքի խորությունը կամ գրոհի անկյունը, կտրուկ վատանում է հողի փխրեցման տեխնոլոգիական որակը, հատկապես, խոզանով դաշտի մշակման դեպքում, մարտկոցները խցանվում են խոզանի մնացորդներով [41]:

Աշխատանքի ընթացքում մարտկոցի յուրաքանչյուր սկավառակ հողից կտրում է որոշակի առ, կազմավորելով էլիպսաձև ակոս (նկ.2.31): Հարևան սկավառակներով բացված ակոսների միջև առաջանում է չմշակված թմբիկներ և բարձրությամբ: Այդ թմբիկների բարձրությամբ գնահատվում է հողի մշակման որակը: Չմշակված թմբիկի

բարձրությունը կախված է սկավառակի տրամագծից (D), սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից (b), և գրոհի անկյունից (θ):

Ներկայումս ագրոտեխնիկական պահանջները չեն պարունակում տվյալներ, թե առի որ մասը կարելի է թողնել չմշակված: Երբեմն փխրիչնփրին ներկայացվող նախնական պահանջներում սահմանվում է չմշակված թմբիկի թույլատրելի բարձրությունը, սակայն բացակայում է տվյալներ հողի փխրեցված և չփխրեցված մակերեսների թույլատրելի հարաբերակցության մասին: Բուլղարական հետազոտողների կողմից հաստատված է, որ մշակված ուղղաձիգ կտրվացքի մակերեսը չպետք է պակաս լինի 75%-ից [53, 73]: Ուստի բանող օրգանների միջև եղած հեռավորության որոշման համար կարելի է օգտվել առի փխրեցման աստիճանից (η), որն իրենից ներկայացնում է փխրեցված մակերեսի (F) և ընդհանուր մակերեսի (F_{Σ}) հարաբերությունն, արտահայտված տոկոսներով.

$$\eta = \frac{F}{F_{\Sigma}} \cdot 100\% \geq 75\%, \quad (2.102)$$

որտեղ F -ը ուղղաձիգ հարթությունում փխրեցված առի մակերեսն է, F_{Σ} - ը՝ առի ընդհանուր մակերեսն է նույն հարթությունում:

Ակներև է, որ F և F_{Σ} մակերեսները կախված են գրոհի անկյունից θ , մշակման խորությունից a և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից b , այսինքն՝ F և $F_{\Sigma} = f(\theta, a, b)$ (նկ. 2.31):

Որոշենք F -ի և F_{Σ} -ի արժեքներն օգտվելով նկ. 2.31-ից

Ուղղաձիգ հարթությունում փխրեցված առի մակերեսը որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$F = 2F_1 + (n-1)2F_2 + (n-1)F_3: \quad (2.103)$$

Մշակվող հողի ուղղաձիգ կտրվածքի ընդհանուր մակերեսը որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$F_{\Sigma} = (n-1)Sa + 2F_1: \quad (2.104)$$

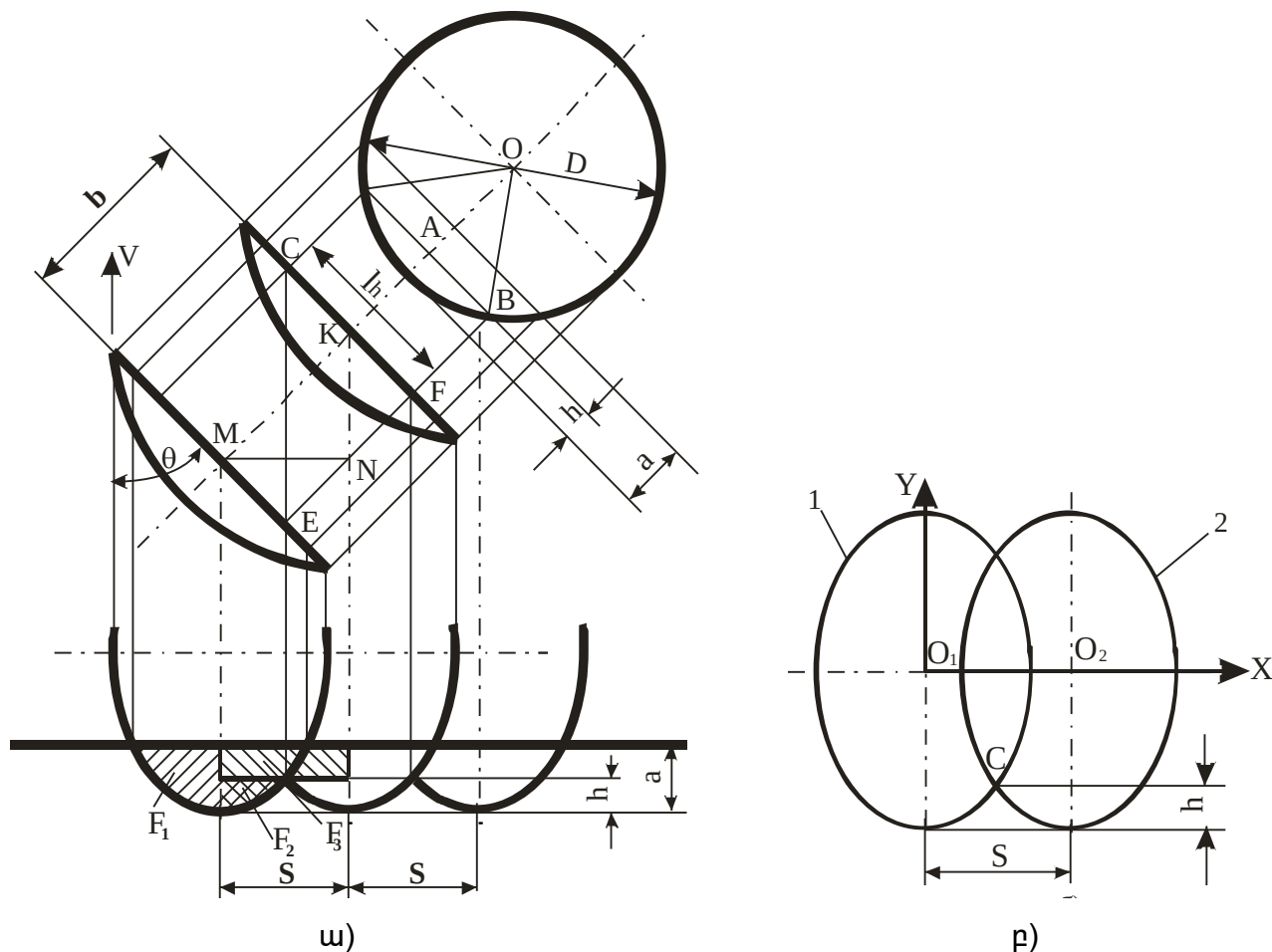
F_1 , F_2 և F_3 մակերեսները որոշվում են հետևյալ բանաձևերով.

$$F_1 = \frac{1}{2} \left[\left(a - \frac{D}{2} \right) \sqrt{Da - a^2} + \frac{D^2}{4} \arcsin \left(\frac{2a}{D} - 1 \right) - \frac{D^2}{4} \arcsin(-1) \right] \sin \theta, \quad (2.105)$$

$$F_2 = \frac{1}{2} \left[\left(h - \frac{D}{2} \right) \sqrt{Dh - h^2} + \frac{D^2}{4} \arcsin \left(\frac{2h}{D} - 1 \right) - \frac{D^2}{4} \arcsin(-1) \right] \sin \theta, \quad (2.106)$$

$$F_3 = S(a-h), \quad (2.107)$$

որտեղ S - ն հարևան սկավառակների հետքերի միջև եղած հեռավորությունն է, n - ը՝ սկավառակների թիվը, a - ն՝ մշակման խորությունը, h - ը՝ չմշակված թմբիկների բարձրությունը, θ - ն՝ գրոհի անկյունը:



Նկ.2.31. Սֆերիկ սկավառակների տեղակայման պարամետրերը

ա) փխրեցված հողի ուղղաձիգ կտրվածքը,

բ) Հմշակված թմբիկների հ բարձրության որոշման սխեման

Տեղադրելով փխրեցված առի մակերեսի (F) և ընդհանուր մակերեսի (F_{Σ}) արժեքները (2.104) ում, հաշվի առնելով (2.105), (2.106) և (2.107)

արտահայտություններն, ինչպես նաև, որ $S = b \cos \theta$ (ըստ նկ. 2.31-ի), կատարելով որոշ մաթեմատիկական ձևափոխություններ կստանանք.

$$\eta = \frac{(n-1) \left[(a-h) b \operatorname{ctg} \theta + \left(h - \frac{D}{2} \right) \sqrt{Dh - h^2} + \frac{D^2}{4} \arcsin \left(\frac{2h}{D} - 1 \right) \right] + \left(a - \frac{D}{2} \right) \sqrt{Da - a^2} +}{(n-1) a b \operatorname{ctg} \theta + \frac{D^2}{4} \left[\arcsin \left(\frac{2a}{D} - 1 \right) - n \frac{D^2}{4} \arcsin(-1) \right] +} \quad (2.108)$$

$$\frac{+ \frac{D^2}{4} \arcsin \left(\frac{2a}{D} - 1 \right) - n \frac{D^2}{4} \arcsin(-1)}{+ \left(a - \frac{D}{2} \right) \sqrt{Da - a^2}} \cdot 100\% :$$

Որոշենք չմշակված թմբիկների բարձրությունը (h) երկու էլիպսների փոխհատման պայմանից (նկ. 2.31, բ): Այդ էլիպսների առանցքների հետքերը միմիանց նկատմամբ դասավորված են S հեռավորությամբ:

$R_1 \sin \theta; R_1$ և $R_2 \sin \theta; R_2$ կիսաառանցքներով էլիպսների հավասարումներն ունեն հետևյալ տեսքը.

$$\frac{X_1^2}{R_1^2 \sin^2 \theta} + \frac{Y_1^2}{R_1^2} = 1, \quad \frac{X_2^2}{R_2^2 \sin^2 \theta} + \frac{Y_2^2}{R_2^2} = 1: \quad (2.109)$$

Քանի որ $R_1 = R_2$, C կետում $Y_1 = Y_2 = Y$ (որպես հատման կետի կոորդինատներ), $X_2 = S - X_1$ (նկ. 2.31, բ), ապա

$$X_1^2 + Y^2 \sin^2 \theta = (S - X_1)^2 + Y^2 \sin^2 \theta,$$

որտեղից՝ $X_1 = \frac{S}{2}$, $X_2 = S - X_1 = \frac{S}{2} = X_1$, այսինքն $X_1 = X_2 = X$:

Տեղադրելով X – ի արժեքը (2.109) հավասարումներից մեկում, կորոշենք C կետի Y կոորդինատը.

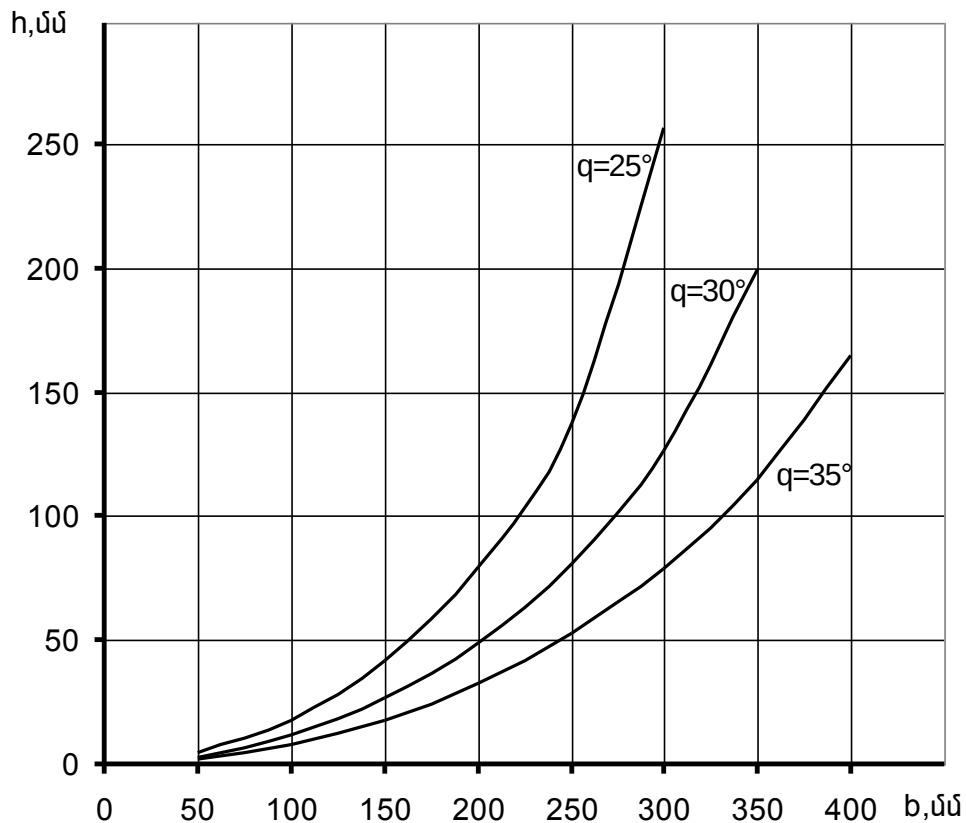
$$Y^2 = R^2 - \frac{S^2}{4 \sin^2 \theta}, \text{ կամ } Y = \frac{1}{2} \sqrt{D^2 - \frac{S^2}{\sin^2 \theta}}: \quad (2.110)$$

Հաշվի առնելով, որ չմշակված թմբիկների բարձրությունը՝ $h = \frac{D}{2} - Y$ իսկ $S = b \cos \theta$ (նկ. 2.31, բ), կստանանք.

$$h = \frac{1}{2} \left(D - \sqrt{D^2 - b^2 \operatorname{ctg}^2 \theta} \right): \quad (2.111)$$

Օգտագործելով վերջին (2.111) բանաձևը կառուցվել է չմշակված թմբիկների h բարձրության բնութագիրը կախված սկավառակների միջև եղած b հեռավորությունից,

գրոհի θ անկյան տարբեր արժեքների համար, օգտագործելով ԲԴՆ - 1,5 սկավառակավոր ցաքանի պարամետրերը(Նկ.2.32): Բնութագրից երևում է, որ սկավառակների միջև եղած հեռավորության մեծացումը բերում է հարևան սկավառակներով բացված ակոսների միջև առաջացած չմշակված թմբիկների բարձրության մեծացման, հետևաբար և մշակման որակի վատացման, իսկ գրոհի անկյան մեծացումը բարելավում է մշակման որակը:

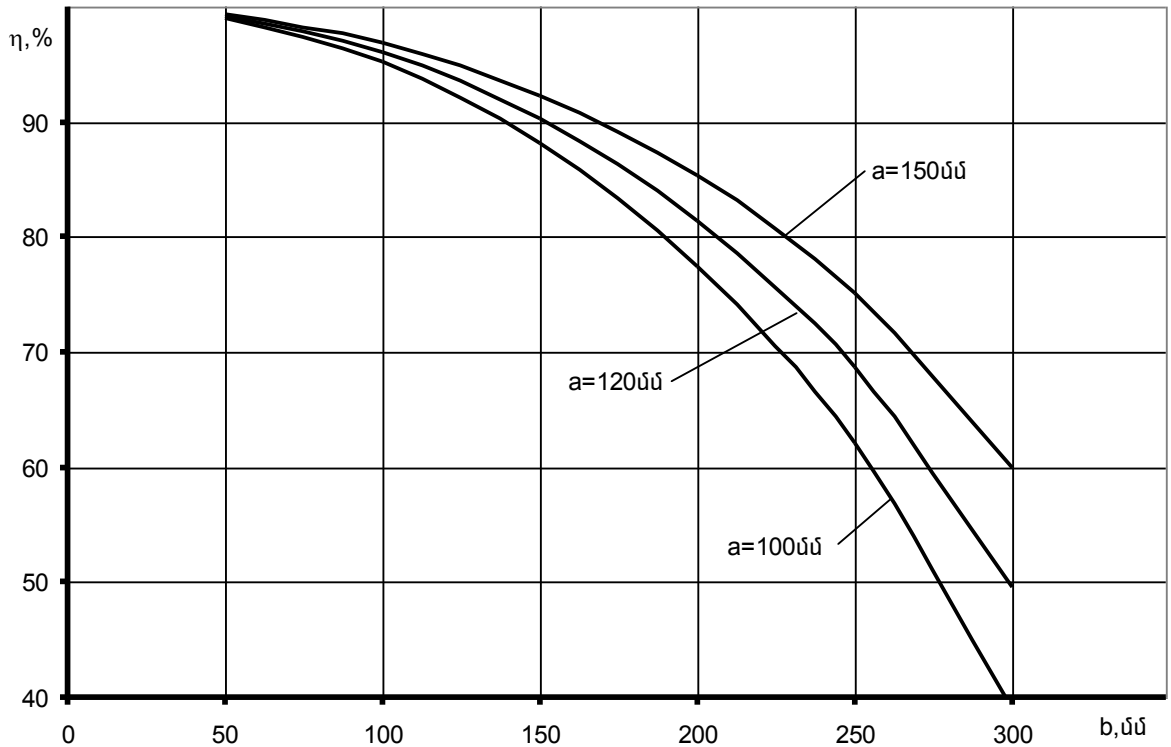


Նկ.2.32. Չմշակված թմբիկների h բարձրության բնութագիրը կախված սկավառակների միջև եղած b հեռավորությունից ($D=660$ մմ, $a=100$ մմ)

Ստացված (2.108) հավասարումն արտահայտում է առի փխրեցման աստիճանը(η), որի օգնությամբ կարելի է որոշել առաջադրված մշակման խորության համար հողի մշակման սկավառակավոր ցաքանի բանող օրգանների միջև եղած այնպիսի հեռավորություն(b), որը կապահովի հողի ագրոտեխնիկական պահանջներին համապատասխան որակով մշակում ($\eta \geq 75\%$):

Տեղադրելով ԲԴՆ – 1.5 ցաքանի պարամետրերը 2.108 արտահայտությունում, գրաֆիկանալիտիկական եղանակով որոշվել է սկավառակավոր բանող օրգանների

միջև եղած հեռավորությունները (Նկ. 2.33): Ինչպես երևում է գրաֆիկներից հողը մշակվում է բավարար փխրեցման աստիճանով, երբ $b \leq 225$ մմ, $a = 100$ մմ մշակման խորության դեպքում, երբ $b \leq 246$ մմ, $a = 120$ մմ մշակման խորության դեպքում և երբ $b \leq 265$ մմ, $a = 150$ մմ մշակման խորության դեպքում:



Նկ.2.33. Առի փխրեցման աստիճանի (η) փոփոխության կախվածությունը սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից (b)

Ստացված տեսական կախվածությունները հնարավորություն են տալիս բավարար ճշտությամբ ընտրելու սկավառակավոր բանող օրգանների միջև եղած այնպիսի օպտիմալ հեռավորություններ, որը կապահովի հողի բարձր տեխնոլոգիական որակի մշակում [41]:

Հողի մշակման խորությունն ազդում է սկավառակների տեղակայման հեռավորության վրա, և որքան մեծ է մշակման խորությունը այնքան միմիանցից ավելի հեռու կարելի է տեղակայել սկավառակները:

2.11. Լանջում աշխատող հողամշակ ագրեգատի կայունության ապահովումը հարթ սկավառակի պարամետրերի օպտիմալացումով

Լանջով աշխատող շարժուն գյուղատնտեսական մեքենաների լանջով ներքև սահքը կանխարգելելու, ագրեգատի ընթացքի խորության և շարժման կայունության բարելավմանը նպատակաուղղված կառուցվածքների, հարմարանքների մշակումով և բանող օրգանների պարամետրերի հիմնավորումով զգբաղվել են բազմաթիվ հետազոտողներ [11, 40, 159]: Միևնույն ժամանակ շատ հարցեր դեռևս հետազոտված չեն, իսկ մի շարք հարցերի ուսումնասիրման ժամանակ էլ թույլ են տրվել կոպիտ բացթողումներ:

Երկրագործական մեխանիկայում ապացուցված է, որ ընթացքի կայունության տեսանկյունից, հողի մակերեսային մշակման համար նպատակահարմար է օգտագործել հարթ սկավառակները [40, 99, 159, 172]: Սակայն այդ աշխատանքներում հողի հակազդեցության կիրառման կետի (ընդունվում է սիմետրիայի ուղղաձիգ առանցքի վրա) և հողի պնդացման մեծության (ընդունվում է, որ հողը սեղմվում է սկավառակի հարթությանն ուղղահայացի ուղղությամբ) որոշման մեթոդիկան սխալ է: Այդպիսի մեթոդիկան ճիշտ է, եթե հարթ դրոշմը սեղմվում է ուղղաձիգով ներքև, այս դեպքում իսկապես դրոշմ - դեֆորմատորին հակազդող ուժն ընդունվում է դրոշմի ընթացքի խորության չափով հողային շերտի բացարձակ տեղաշարժին (սեղմմանը) համեմատական:

Երբ AB դեֆորմատորը γ անկյունով թեքությամբ տեղափոխվում է AA' չափով (նկ.2.34), հողի շերտը կտեղաշարժվի AB' -ին հավասար մեծությամբ, որի բացարձակ արժեքն ըստ նկ. 2.34-ի հավասար է. $AB' = \frac{B'C}{\cos(\gamma + \varphi)}$:

Հաշվի առնելով, որ $B'C = A'B' \sin \gamma = l \cdot \sin \gamma$ կստանանք՝

$$AB' = \frac{l \cdot \sin \gamma}{\cos(\gamma + \varphi)}: \quad (2.112)$$

Ինչպես երևում է վերջին արտահայտությունից, տեղափոխման մեծությունը կախված չէ սկավառակի շառավղից (r) և ընթացքի խորությունից (a):


$$l = 2 \cdot \sqrt{2ar - a^2}, \quad (2.113)$$

Հողի շերտի բացարձակ տեղաշարժը (AB') նշանակելով H – ու, կստանանք.

$$H = 2\sqrt{2ar - a^2} \cdot \frac{\sin \gamma}{\cos(\gamma + \varphi)}; \quad (2.114)$$

- 113 -

$$q = P_0 \operatorname{th} \frac{K}{P_0} H ,$$

որտեղ P_0 – ն հողի տանող ընդունակության սահմանն է, Ն/սմ², K -ն՝ հողի ծավալային տրորման գործակիցը, Ն/սմ³:

Հողի հակազդեցության նորմալ բաղադրիչը կարելի է որոշել որպես սեգմենտի մակերեսի և հողի միջին տեսակարար հակազդեցության ($q = \frac{q_{\max}}{2}$) արտադրյալ.

$$q = \frac{P_0}{2} \operatorname{th} \frac{K}{P_0} \cdot H_{\max} : \quad (2.115)$$

Իսկ նորմալ ճնշումը կլինի՝

$$N = S_c \frac{P_0}{2} \operatorname{th} \left(\frac{K}{P_0} \cdot H_{\max} \right) \cos \varphi , \quad (2.116)$$

որտեղ S_c –ն սեգմենտի մակերեսն է,

$$S_c = \frac{1}{2} [l'r - l(r - a)], \quad (2.117)$$

Վերջին արտահայտությունում l' -ը և l -ը արտահայտենք r -ով և a – ով:

Ըստ նկ. 2.34 – ի ունենք $l' = r \cdot \alpha$, $\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{r-a}{r}$, որտեղից. $\alpha = 2 \arccos \frac{r-a}{r}$,

հետևաբար.

$$S_c = \frac{1}{2} \left[r^2 2 \arccos \frac{r-a}{r} - 2\sqrt{2ar - a^2} (r-a) \right] \text{ կամ}$$

$$S_c = r^2 \arccos \frac{r-a}{r} - (r-a)\sqrt{2ar - a^2} : \quad (2.118)$$

Սեգմենտի մակերեսի ստացված արտահայտությունը տեղադրելով 2.116 - ում, կստանանք՝

$$N = \left(r^2 \arccos \frac{r-a}{r} - (r-a)\sqrt{2ar - a^2} \right) \frac{P_0}{2} \operatorname{th} \left(\frac{K}{P_0} 2\sqrt{2ar - a^2} \frac{\sin \gamma}{\cos(\gamma + \varphi)} \right) \cos \varphi : \quad (2.119)$$

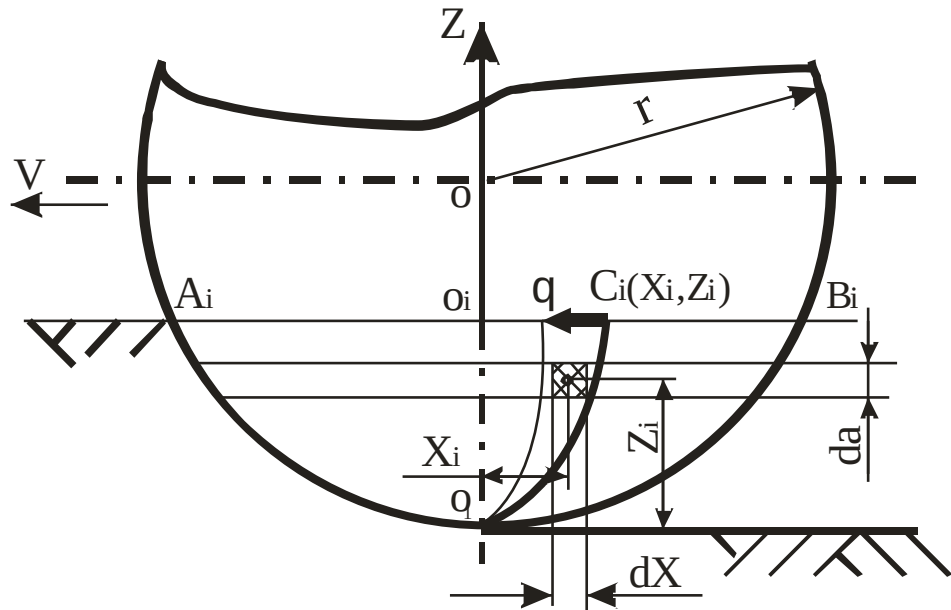
Հաշվի առնելով, որ $R = \frac{N}{\cos \varphi}$ կգրենք՝

$$R = \left(r^2 \arccos \frac{r-a}{r} - (r-a)\sqrt{2ar - a^2} \right) \frac{P_0}{2} \operatorname{th} \left(\frac{K}{P_0} 2\sqrt{2ar - a^2} \frac{\sin \gamma}{\cos(\gamma + \varphi)} \right) : \quad (2.120)$$

R հակազդեցության կիրառման երկրաչափական տեղի որոշման համար վարվում ենք հետևյալ կերպ:

Երբ սկավառակը շարժվում է նկ. 2.35 - ում ցույց տրված ուղղությամբ, յուրաքանչյուր da լայնությամբ շերտում հողի էլեմենտար ճնշումը կգտնվի O_1A_i - ից հաշված $\frac{2}{3}l$ -ի վրա: Կամ կարող ենք գրել.

$$\frac{2}{3}l = \frac{4}{3}\sqrt{2ra - a^2} :$$



Նկ. 2.35. Սկավառակի մակերևույթի վրա հողի հակազդեցության կիրառման կետի որոշման սխեմա

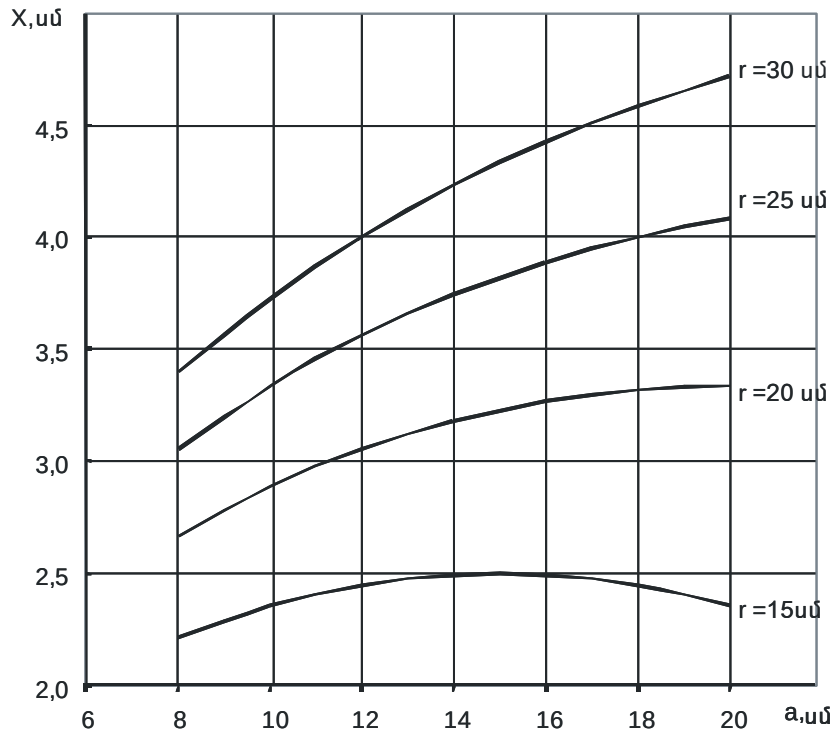
R հակազդեցության կիրառման կետերի երկրաչափական տեղն իրենից կներկայացնի O_1C_i կորը: Բնական է, որ կետերում ճնշումը մեծանալով, հողի հակազդեցության կիրառման կետերն, ըստ սկավառակի բարձրության, կախված a -ից ուղիղ գիծ լինել չի կարող: Որոշենք այդ կախվածությունը:

Ունենք, $l = 2\sqrt{2ra - a^2}$, իսկ $B_iC_i = BiCi = \frac{1}{3}l = \frac{2}{3}\sqrt{2ra - a^2} :$

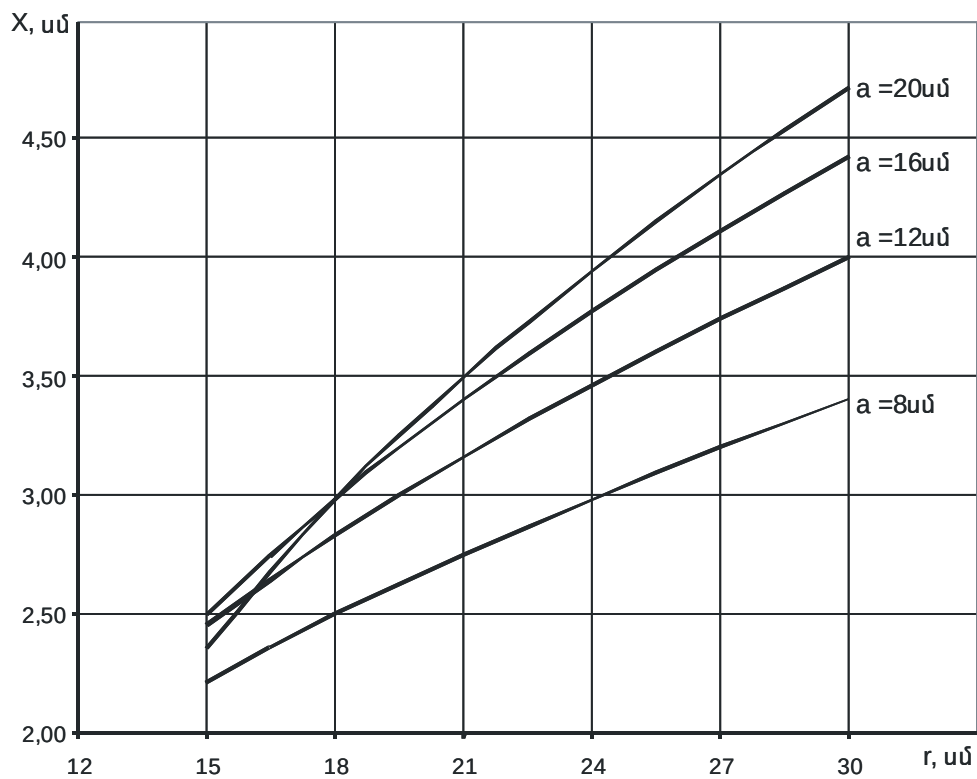
Հետևաբար՝

$$X_i = O_iC_i = \frac{1}{6}\sqrt{2ra - a^2} : \quad (2.121)$$

X_i , a և r պարամետրերի գրաֆիկական կապը բերվում է նկ. 2.36 և 2.37 - ում:



Նկ. 2.36. R հակազդեցության X օրդինատի փոփոխությունը կախված մշակման խորությունից սկավառակի տարբեր շառավիղների համար



Նկ. 2.37. R հակազդեցության X օրդինատի փոփոխությունը կախված սկավառակի շառավիղից մշակման տարբեր խորությունների համար

Կազմենք O_1C_i կորի հավասարումը: Ըստ նկ. 2.36-ի և 2.121 արտահայտության կարող ենք գրել.

$$X = \frac{1}{6} \sqrt{2rZ - Z^2} : \quad (2.122)$$

(2.122) – ն իրենից ներկայացնում է էլիպսի հավասարում:

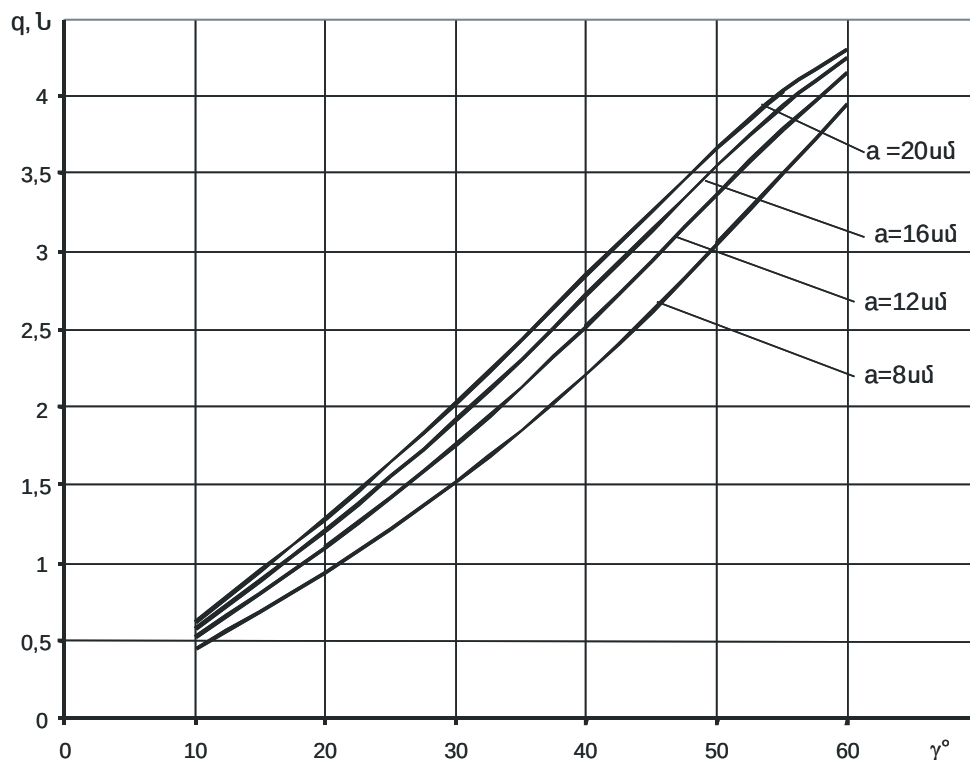
Յուրաքանչյուր X_iZ_i կետում ունենք հողային շերտի սեղմման H բարձրություն, որը հավասար է՝

$$H = l \frac{\sin \gamma}{\cos(\gamma + \varphi)}, \quad X = \frac{1}{6} l :$$

Հետևաբար, հաշվի առնելով 2.104-ը կստանանք q ճնշման կախվածությունը սկավառակի ընթացքի խորությունից (a).

$$q = \frac{P_0}{2} \operatorname{th} \left(2 \frac{K}{P_0} \cdot \sqrt{2rZ - Z^2} \frac{\sin \gamma}{\cos(\gamma + \varphi)} \right) : \quad (2.123)$$

Ճնշման (q) մեծության գրաֆիկական կախվածությունը $\gamma=0^\circ \div (90^\circ - \varphi)$ անկյունից և սկավառակի ընթացքի խորությունից $a=Z < r$ բերված է նկ. 2.38-ում:

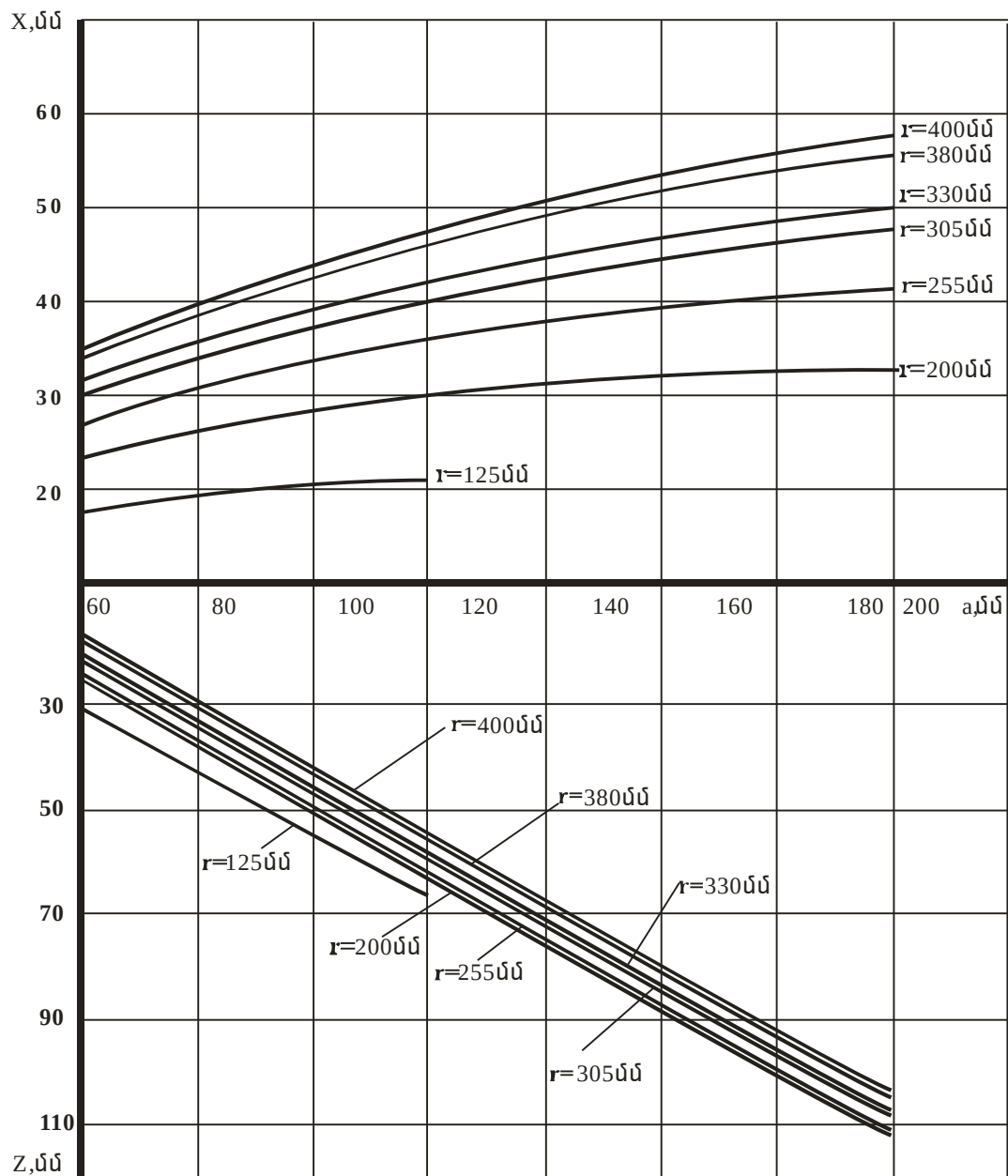


Նկ. 2.38. Ճնշման մեծության փոփոխությունը կախված γ անկյունից մշակման տարբեր խորությունների դեպքում

Հողի R հակազդեցության կիրառման կետի Z կոորդինատը կարելի է որոշել հարթ պատկերի ծանրության կենտրոնի որոշման հայտնի մեթոդով: Ըստ նկ. 2.35-ի կարող ենք գրել՝

$$Z = \frac{2a(2r-a)\sqrt{2ar^2-a^2}}{3\left[(r-a)\sqrt{2ar-a^2}-r^2ar\cos\frac{r-a}{r}\right]}: \quad (2.124)$$

Ըստ ստացված արտահայտությունների կառուցենք հողի R հակազդեցության կիրառման կետի կոորդինատների որոշման նոմոգրամնա (նկ. 2.39):



Նկ. 2.39. Սկավառակի վրա հողի հակազդեցության(R) կիրառման կետի կոորդինատների որոշման նոմոգրամ

Բերված նոմոգրամից երևում է, որ մշակման խորության մեծացմանը զուգընթաց սկավառակի վրա հողի հակազդեցության (R) կիրառման կետի կոորդինատները (X և Z) մեծանում են, իսկ սկավառակի մեծ շառավիղների դեպքում X կոորդինատը մեծանում է Z - ը փոքրանում:

2.12. Կոմբինացված ագրեգատում փխրիչ թաթիկների և սկավառակների տեղակայման հաշվարկի տեսություն

Գյուղատնտեսական արտադրության մեքենայացման տեխնիկական միջոցների կատարելագործման ժամանակակից նպատակաուղղվածությամբ նախատեսվում է մշակելու նոր սերնդի կոմբինացված ագրեգատներ: Այս առումով առաջ է գալիս կոմբինացված ագրեգատների բանոլ օրգանների տեղակայման պարամետրերի հաշվարկի խնդիր [27]:

Հողի մշակման կոմբինացված ագրեգատի բանոլ օրգանները պետք է դասավորված լինեն այնպես, որ բացառվի հողի կուտակում դրանց միջև: Ժամանակակից հողամշակ կոմբինացված ագրեգատներում մեծամասամբ կիրառվում են փխրիչներ և սկավառակներ [144, 158, 159, 187]:

Սկավառակների առջև հողի կուտակումը բացառելու նպատակով անհրաժեշտ է փխրեցնող թաթիկները և սկավառակները տեղակայել որոշակի հեռավարության վրա, որի մեծությունը որոշելու համար օգտվեմք նկ. 2.40-ում բերված հաշվարկային սխեմաից, ըստ որի.

$$L = l' + r, \quad (2.125)$$

որտեղ l' - ը փխրիչից պոկված առի թռիչքն է մինչև սկավառակի դիմաց ընկնելը, r - ը՝ սկավառակի շառավիղը:

Ընդունենք, որ փխրիչով կտրվող առի զանգվածը կենտրոնացված է ծանրության կենտրոնում, իսկ նրա շարժումը, որպես հորիզոնի նկատմամբ α անկյան տակ նետված նյութական կետի շարժում: Այս դեպքում առի շարժման հավասարումները կարտահայտվեն հետևյալ տեսքով՝

$$\left. \begin{aligned} X &= V_r t \cos \alpha \\ Y &= Y_{\max} + V_r t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} \end{aligned} \right\}, \quad (2.126)$$

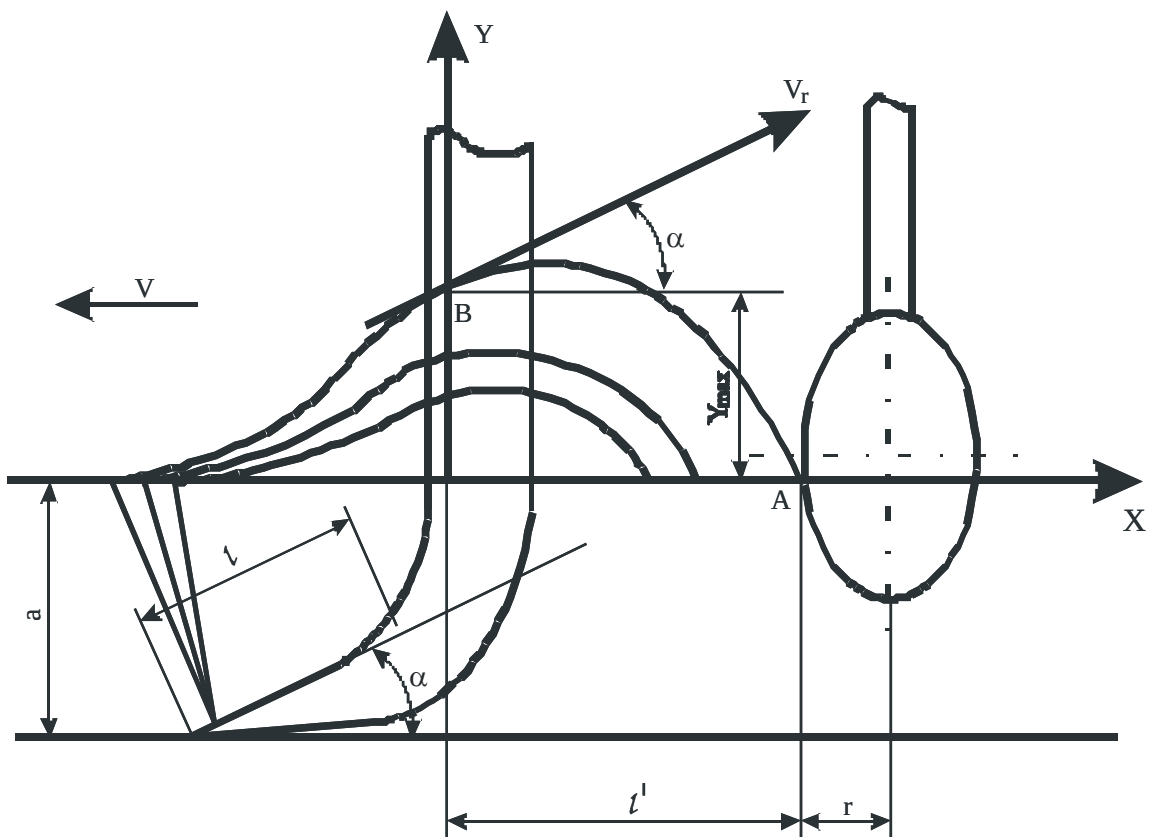
որտեղ $Y_{\max}$ - ն առի բարձրացման առավելագույն մեծությունն է կանգնակից պոկվելու պահին, V_r - ը՝ առի ձեռք բերած արագությունը, α -ն՝ հորիզոնական առանցքի նկատմամբ այդ արագության կազմած անկյունը, g - ն ազատ անկման արագացումը:

Առի թռիչքի առավելագույն հեռավորությունը կորոշվի $Y = 0$ պայմանից.

$$Y_{\max} + V_r t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} = 0: \quad (2.127)$$

Վերջին հավասարումից որոշենք այն ժամանակը, որի ընթացքում առի թռիչքի հեռավորությունը կստացվի առավելագույնը.

$$t = \frac{V_r \sin \alpha + \sqrt{V_r^2 \sin^2 \alpha + 2gY_{\max}}}{g}: \quad (2.128)$$



Նկ.2.40. Փխրիչ թաթիկի և սկավառակի տեղակայման հեռավորության որոշման սխեմա

Հաշվի առնելով ժամանակի ստացված արժեքը և արտահայտելով X -ը l' -ով, կստանանք.

$$l' = \frac{V_r \cos \alpha}{g} \left(V_r \sin \alpha + \sqrt{V_r^2 \sin^2 \alpha + 2gY_{\max}} \right): \quad (2.129)$$

Առի բարձրացման առավելագույն մեծությունը ($Y_{\max}$) կարելի է որոշել ելնելով փխրեցնող թաթիկի բանող մակերևույթի երկարությունից (l) և փխրեցման անկյունից (α)՝

$$Y_{\max} = l \sin \alpha: \quad (2.130)$$

Առի շարժման արագությունն արտահայտենք ագրեգատի շարժման արագությամբ.

$$V_r = \frac{V}{\cos \alpha}: \quad (2.131)$$

Տեղադրելով 2.130 -ը և 2.131 - ը 2.129 - ում կստանանք՝

$$l' = \frac{V}{g} \left(V \tan \alpha + \sqrt{V^2 \tan^2 \alpha + 2g l \tan \alpha} \right): \quad (2.132)$$

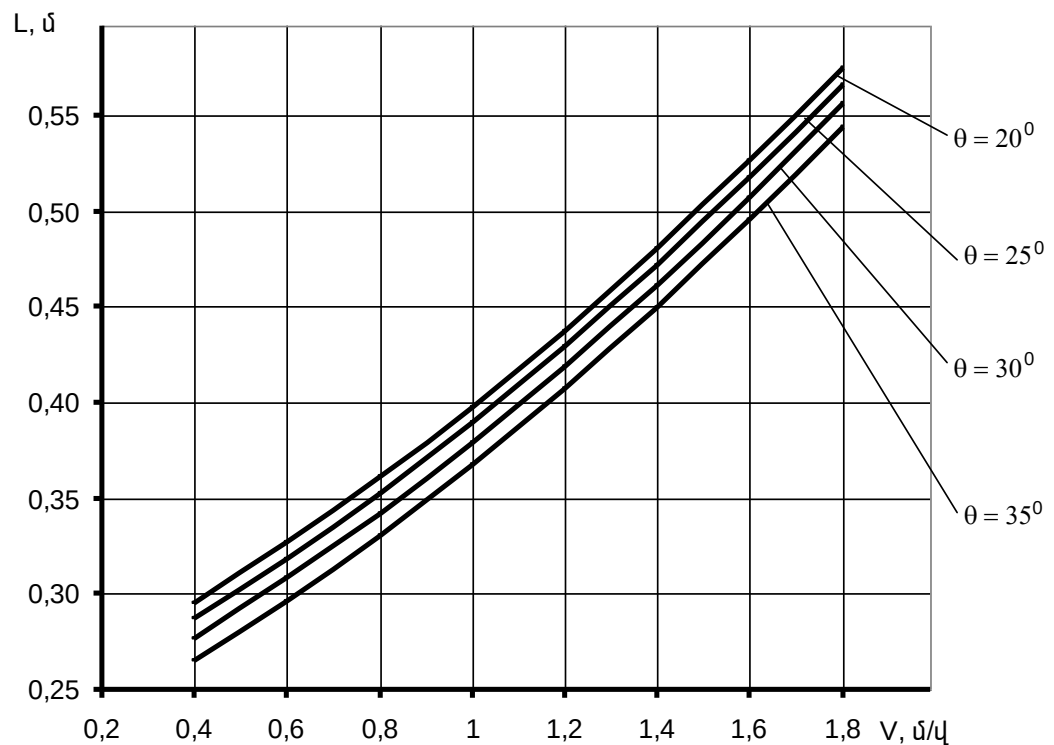
Սկավառակի շառավիղը որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ՝

$$r = \frac{D \cos \theta}{2}: \quad (2.133)$$

Տեղադրելով (2.131) - ը և (2.132) - ը (2.125) - ում, կստանանք թաթիկի և սկավառակի տեղակայման հեռավարությունը՝

$$L = \frac{V}{g} \left(V \tan \alpha + \sqrt{V^2 \tan^2 \alpha + 2g l \tan \alpha} \right) + \frac{D \cos \theta}{2}: \quad (2.134)$$

Ստացված արտահայտությունը կապ է հաստատում հողի նվազագույն մշակման կոմբինացված ագրեգատի շարժման արագության և բանող օրգանների պարամետրերի միջև: Այդ հավասարման վերլուծության և թաթիկների ու սկավառակների տեղակայման հեռավորության որոշման համար կառուցենք այդ հեռավորության փոփոխության գրաֆիկները կախված ագրեգատի շարժման արագությունից, բանող օրգանների պարամետրերի հետևյալ արժեքների համար. սկավառակի տրամագիծը՝ $D=0.51$ մ, գրոհի անկյունը՝ $\theta=20 - 35^\circ$, փխրեցնող թաթիկի բանող մակերևույթի երկարությունը՝ $l=0.3$ մ և փխրեցման անկյունը՝ $\alpha=15^\circ$ (Նկ. 2.41.):



Նկ. 2.41. Կոմբինացված ագրեգատում փխրիչի և սկավառակի տեղակայման հեռավորությունը կախված շարժման արագությունից

Ստացված գրաֆիկական կախվածությունից ակնհայտ է, որ կոմբինացված ագրեգատների բանոդ արագությունը զգալիորեն ազդում է փխրեցնող թաթիկի և սկավառակի տեղակայման հեռավորության վրա, իսկ սկավառակի գրոհի անկյան ազդեցությունը գործնականում մեծ չէ, կարելի է անտեսել:

Տեսականորեն ստացած արտահայտությունը հնարավորություն է տալիս որոշելու հողի նվազագույն մշակման կոմբինացված ագրեգատների փխրիչի և սկավառակի տեղակայման հեռավորությունը, կախված դրանց երկրաչափական պարամետրերից և ագրեգատի շարժման արագությունից:

2.13. Հողամշակ մեքենաների շահագործական ցուցանիշների լավարկումը

Գյուղատնտեսական մեքենաների արտադրողականությունը գրեթե 3/4-ով պայմանավորնաժ է տեխնիկայի զարգացման մակարդակով[155]: Հատկապես կարևորվում է մոբիլ գյուղ. տեխնիկայի արտադրողականության բարձրացման ուղղությունների և մեթոդների որոնման խնդիրները: Դրանց զարգացման մակարդակը բնութագրող, համեմատաբար առավել օբեկտիվ ցուցանիշ է հանդիսանում ժամային արտադրողականությունը:

$$W = f(B, V, k, \tau), \quad (2.135)$$

որտեղ B - ն գյուղ. մեքենայի ընդգրկման լայնությունն է, V - ն՝ բանող արագությունը, k - ն՝ միաժամանակ կատարվող տեխնոլոգիական գործողությունների քանակը, τ - ն՝ հերթափոխի ժամանակի օգտագործման գործակիցը:

Քանի որ ագրեգատի շարժման արագությունը և բանող ընդգրկման լայնությունը հավասարապես ազդում են արտադրողականության վրա, և փոխկապակցված են, ուստի նրա բարձրացումը հնարավոր է այդ երկու ցուցանիշների օպտիմալ հարաբերակցության որոնման ճանապարհով [203]:

Տրակտորի շարժիչի ռացիոնալ օգտագործման համար անհրաժեշտ է որոշել ընդգրկման լայնության և ագրեգատի շարժման արագության այնպիսի օպտիմալ արժեքներ, որոնք հողի մշակման տարբեր խորությունների և տեսակարար դիմադրության պայմաններում կապահովեն առավելագույն արտադրողականություն:

Նոր ստեղծվող գյուղատնտեսական մեքենան պետք է ապահովի հետևյալ պայմանը՝

$$K_{\pi} \geq K_{\text{сум}}, \quad (2.136)$$

որտեղ K_{π} - ն նախագծվող հողամշակ մեքենայի աշխատանքի որակական ցուցանիշներն են, $K_{\text{сум}}$ - ը՝ գոյություն ունեցող լավագույն նախատիպ հանդիսացող մեքենայի որակական ցուցանիշները:

Ագրեգատի արտադրողականությունը, տրակտորի ամբողջ քարշային հզորության օգտագործման և փոփոխական քարշային դիմադրության պայմաններում, կարելի է արտահայտել հետևյալ բանաձևով.

$$W = \frac{N_{kp}}{\frac{fG}{B} + ka + \varepsilon a V^2}, \quad (2.137)$$

որտեղ - N_{kp} – ը տրակտորի քարշային հզորությունն է, $N_{kp} = P_q V$, P – ն՝ քարշային դիմադրությունը, որն ըստ Բ.Պ. Գորյաչկինի, որոշվում է հետևյալ բանաձևով [62].

$$P = fG + kaB + \varepsilon aBV^2,$$

որտեղ f -ը ագրեգատի քարշ տալու դիմադրության գործակիցն է, G - ն՝ ագրեգատի ծանրության ուժը, B - ն՝ ագրեգատի ընդգրկման լայնությունը, k - ն՝ հողի տեսակարար դիմադրությունը, a - ն՝ մշակման խորությունը, ε - ը՝ շարժման արագությունը և բանող մակերևույթի ազդեցությունը քարշային դիմադրության վրա հաշվի առնող գործակիցը, V - ն՝ ագրեգատի շարժման արագությունը:

Հաստատված է, որ ագրեգատի ծանրության ուժի և ընդգրկման լայնության միջև կապը արտահայտվում է հետևյալ բանաձևով [99]՝

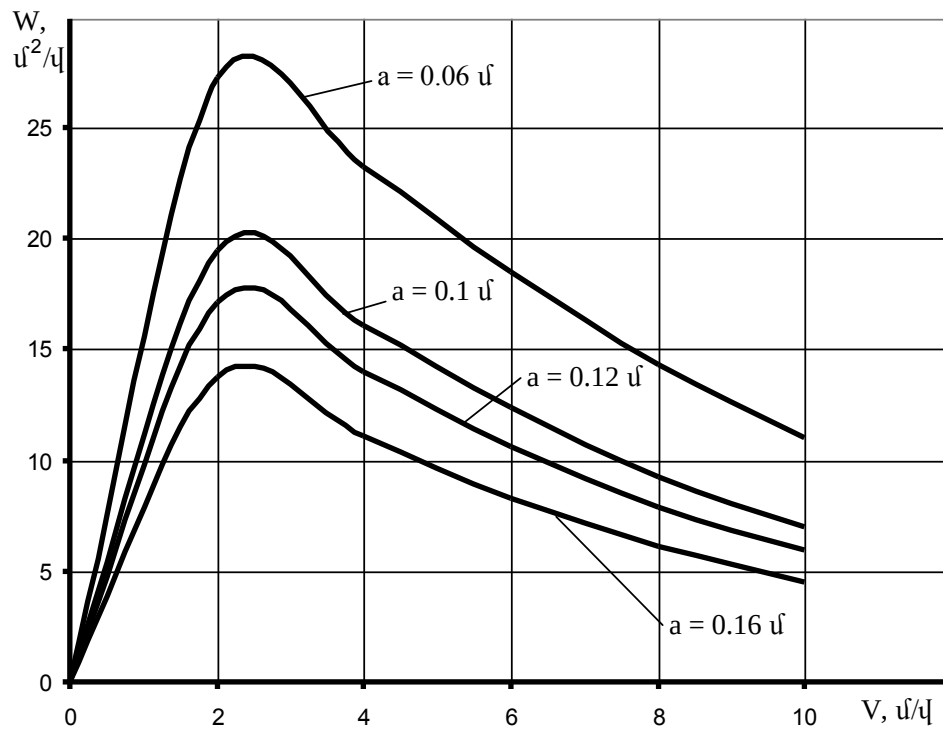
$$G = B(\alpha + \beta \cdot a \cdot B^2), \quad (2.138)$$

որտեղ α - ն բանող օրգանի տեսակարար մետաղատարությունն է, β - ն՝ գյուղ. մեքենայի շրջանակի կառուցվածքի տեսակարար մետաղատարության գործակիցը, որը հաշվի է առնում մետաղի ամրությունը, պրոֆիլը և մեքենայի աշխատանքի պայմանները:

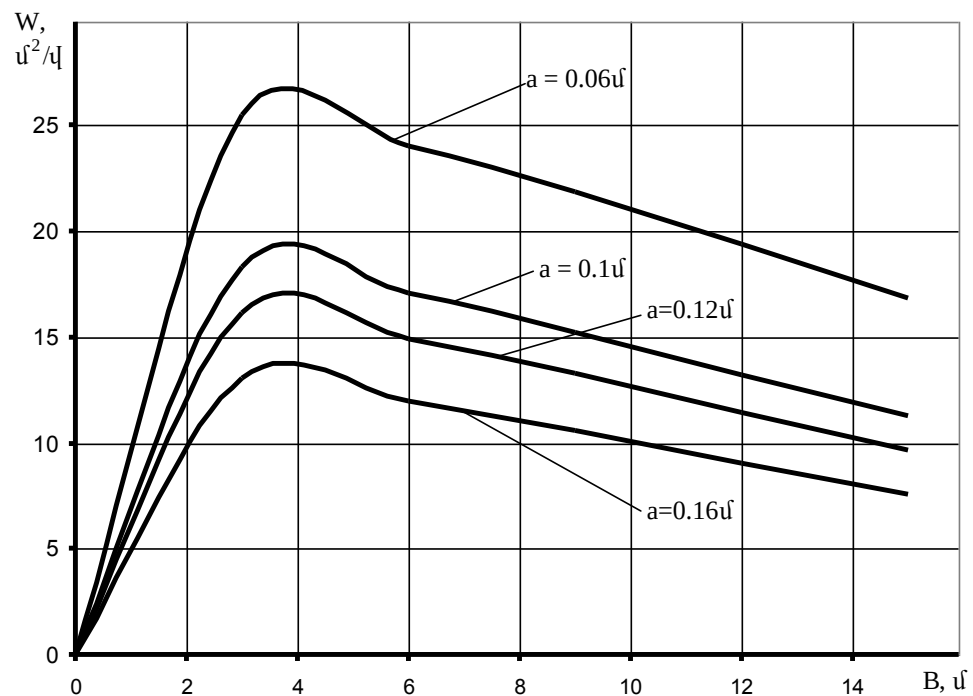
Տեղադրելով G - ն (2.137) հավասարումում, կստանանք՝

$$W = \frac{N_{kp}}{f(\alpha + \beta \cdot a \cdot B^2) + ka + \varepsilon a V^2}: \quad (2.139)$$

Վերջին արտահայտության վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ գոյություն ունի B - ի և V - ի այնպիսի օպտիմալ արժեքներ, որոնց դեպքում f - ի, α - ի, β - ի, ε - ի, k - ի, և a - ի որոշակի արժեքների դեպքում, ագրեգատի արտադրողականությունը կստացվի առավելագույն (Նկ. 2.42 և 2.43):



Նկ. 2.42. հողանշակ ագրեգատի շարժման արագությունից (V) կախված արտադրողականության (W) փոփոխման գրաֆիկ, բանող օրգանների ընթացքի խորության (a) տարբեր արժեքների դեպքում



Նկ. 2.43. հողանշակ ագրեգատի ընդգրկման լայնությունից (B) կախված, արտադրողականության (W) փոփոխման գրաֆիկ, բանող օրգանների ընթացքի խորության (a) տարբեր արժեքների դեպքում

B - ի և V - ի այն արժեքները, որոնց դեպքում $W=\max$, կարող ենք որոշել հետևյալ պայմանից՝

$$W = \frac{N_{kp}}{P} \rightarrow \max, \text{ եթե } P = f(\alpha + \beta a B^2) + ka + \varepsilon a V^2 \rightarrow \min,$$

Քարշի ուժը կծգտի նվազագույնի, երբ $\frac{\partial P}{\partial B} = 0$, կամ՝

$$\frac{\partial(f\alpha + f\beta a B^2 + ka + \varepsilon a V^2)}{\partial B} = 0: \quad (2.140)$$

Հաշվի առնելով, որ $W = BV$, (2.139) հավասարումից կորոշենք ագրեգատի օպտիմալ ընդգրկման լայնությունը.

$$B_{opt} = \sqrt{W \sqrt{\frac{\varepsilon}{f\beta}}}: \quad (2.141)$$

Նույն դատողությամբ որոշվում է ագրեգատի շարժման օպտիմալ արագությունը.

$$V_{opt} = \sqrt{W \sqrt{\frac{f\beta}{\varepsilon}}}: \quad (2.142)$$

Տեղադրելով B_{opt} - ի արժեքը (2.139) հավասարումում, կստանանք ագրեգատի առավելագույն արտադրողականությունը կախված շարժման արագությունից օպտիմալ ընդգրկման լայնության դեպքում՝

$$W_{max} = \frac{\sqrt{(\alpha \cdot f + k \cdot a + \varepsilon \cdot a \cdot V^2)^2 + 4a N_{kp} \sqrt{\varepsilon \cdot f \cdot \beta}} - (\alpha \cdot f + k \cdot a + \varepsilon \cdot a \cdot V^2)}{2a \sqrt{\varepsilon \cdot f \cdot \beta}}: \quad (2.143)$$

Տեղադրելով V_{opt} - ի արժեքը (2.139) հավասարումում կստանանք ագրեգատի առավելագույն արտադրողականությունը, կախված ընդգրկման լայնությունից, օպտիմալ արագության դեպքում՝

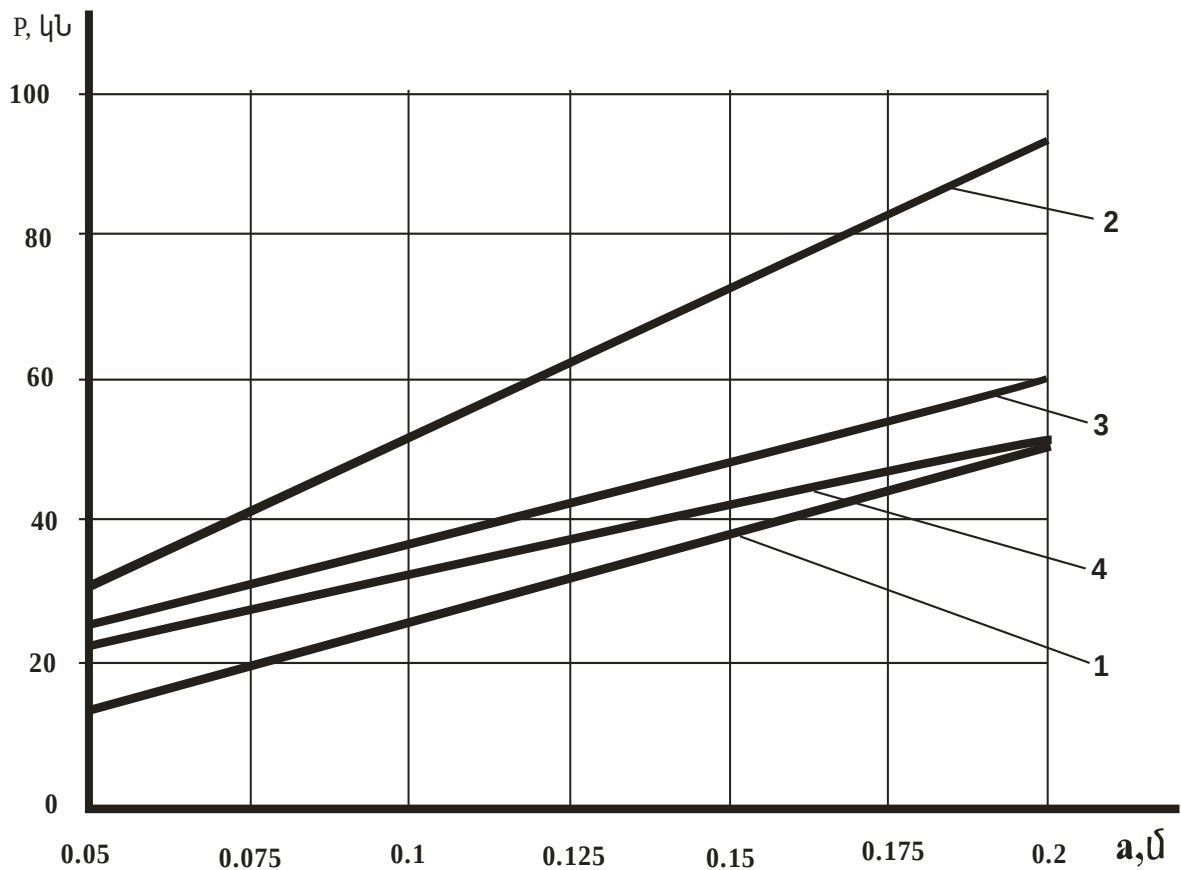
$$W_{max} = \frac{\sqrt{(\alpha \cdot f + k \cdot a + \beta \cdot f \cdot a \cdot B^2)^2 + 4a N_{kp} \sqrt{\varepsilon \cdot f \cdot \beta}} - (\alpha \cdot f + k \cdot a + \beta \cdot f \cdot a \cdot B^2)}{2a \sqrt{\varepsilon \cdot f \cdot \beta}}: \quad (2.144)$$

Ագրեգատի քարշային դիմադրությունը P և արտադրողականությունը W կլինի, երբ $V=V_{opt}$ և $B=B_{opt}$.

$$P = P_{min} = \sqrt{W \sqrt{\frac{\varepsilon}{f\beta}}} (f\alpha + ka + 2aW \sqrt{\varepsilon f\beta}), \quad (2.145)$$

$$W = W_{\max} = -\frac{f\alpha + ka}{4a\sqrt{\epsilon f\beta}} + \sqrt{\left(\frac{f\alpha + ka}{4a\sqrt{\epsilon f\beta}}\right)^2 + \frac{N_{\text{кр}}}{2a\sqrt{\epsilon f\beta}}} : \quad (2.146)$$

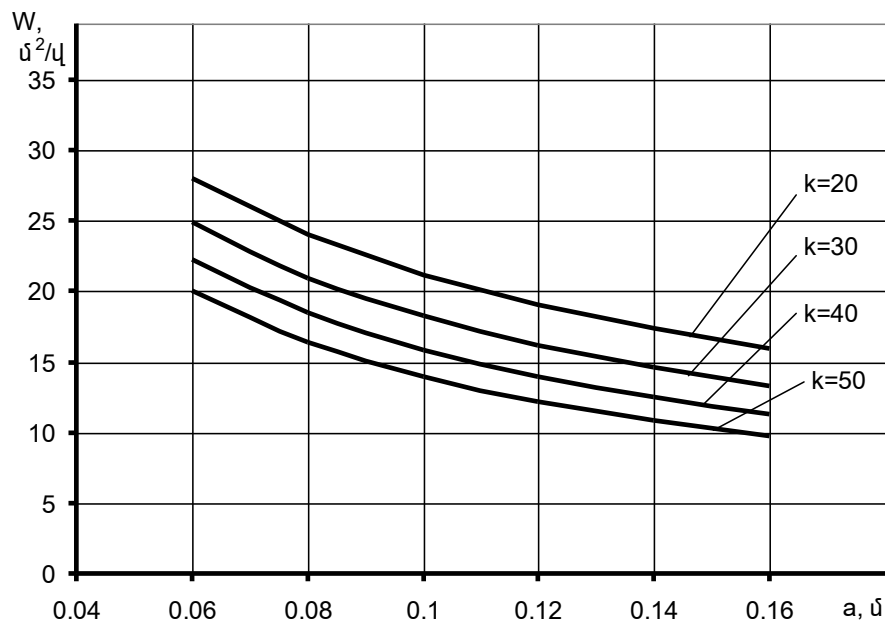
Վերոհիշյալ բանաձևերի կիրառմամբ կառուցվել է ագրեգատի ընդգրկման լայնության (B), շարժման արագության (V), արտադրողականության (W), քարշային դիմադրության (P) և ծանրության ուժի (G) փոփոխման գրաֆիկները կախված f - ի, α - ի, β - ի, ϵ - ի, k - ի, և a - ի արժեքներից (նկ.2.44-նկ.2.48):



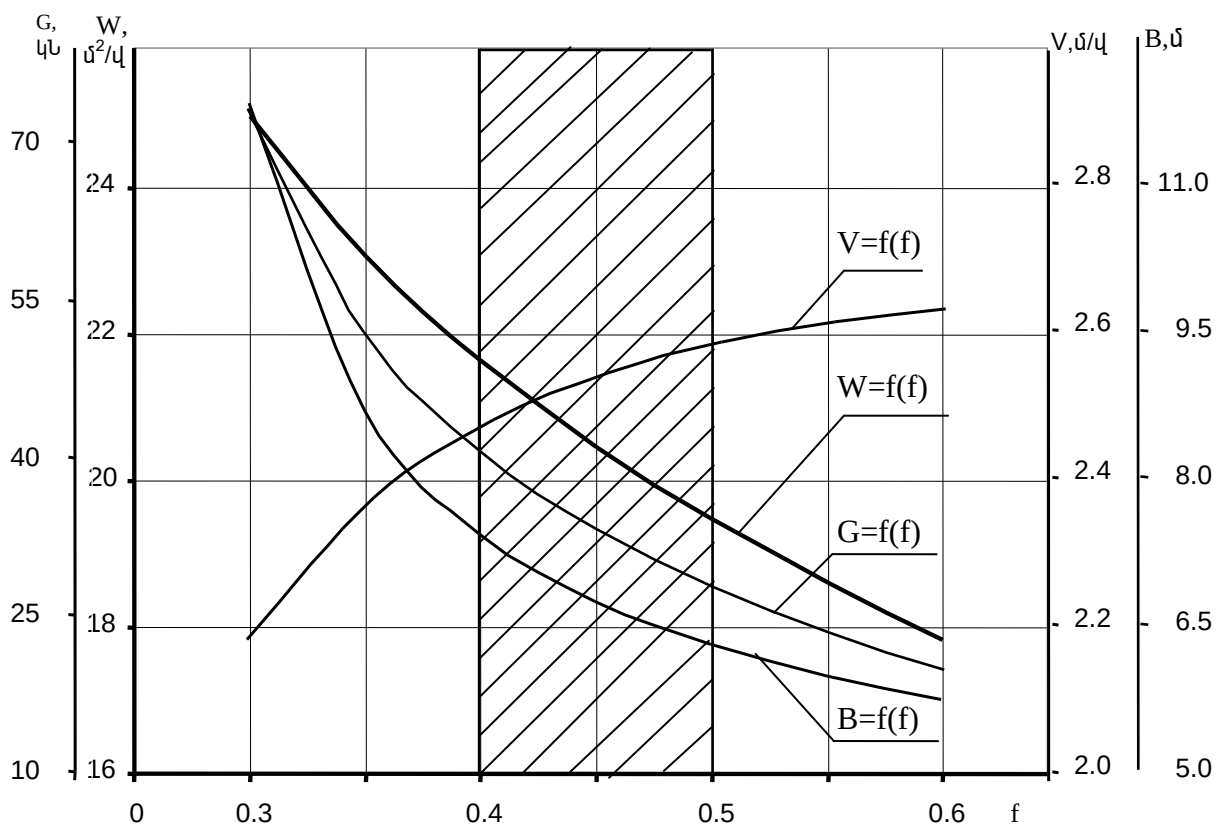
Նկ. 2.44. Ագրեգատի քարշային դիմադրության (P) փոփոխությունը, կախված բանող օրգանների ընթացքի խորությունից (a)

1 – $W = V_{\text{опт}}$, $B_{\text{опт}} = 10 \text{ м}^2/\text{վ}$, 2 – $W = 10 \text{ м}^2/\text{վ}$, $B = 10 \text{ м}$, $V = 1 \text{ м}/\text{վ}$,

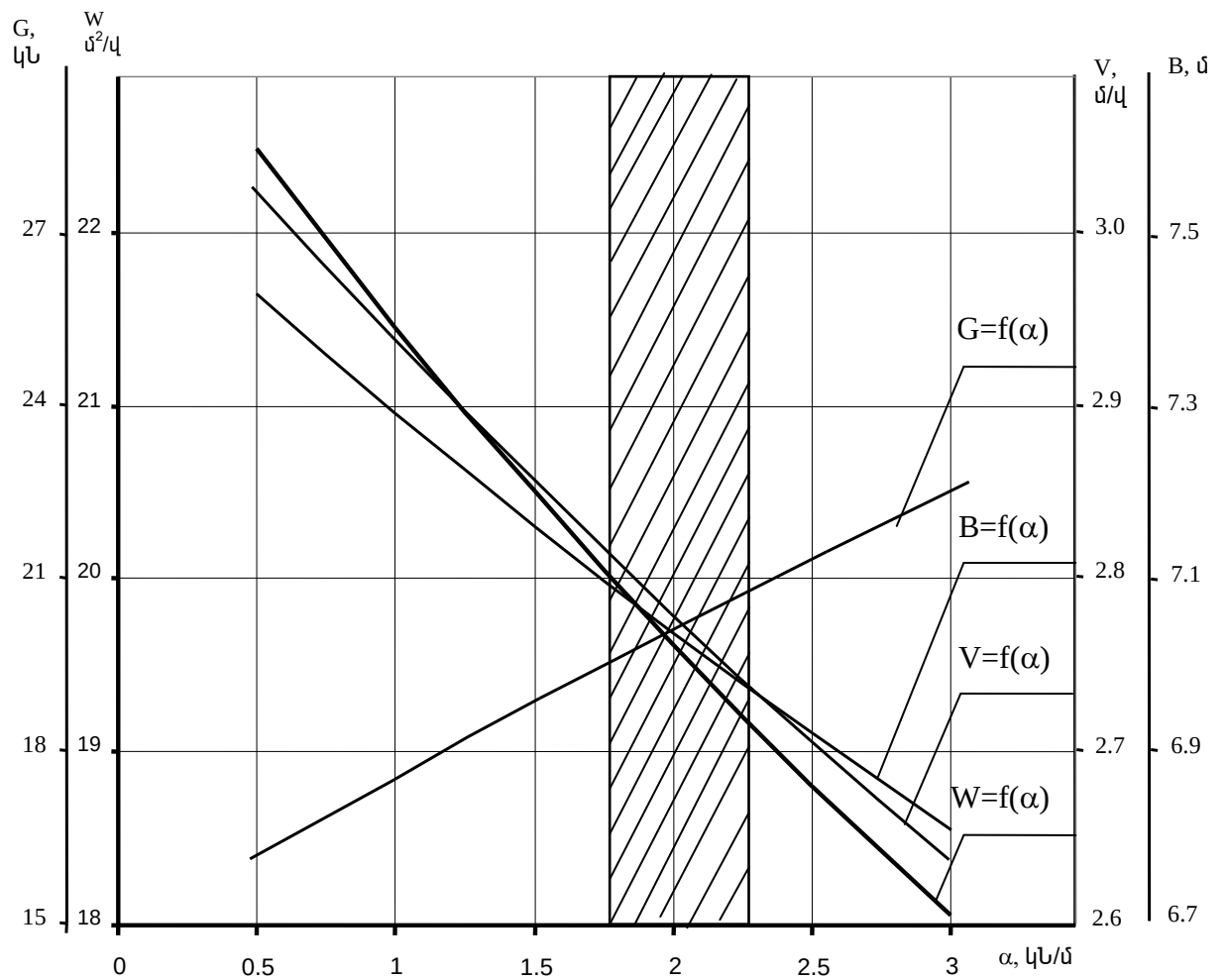
3 – $W = 10 \text{ м}^2/\text{վ}$, $B = 5 \text{ м}$, $V = 2 \text{ м}/\text{վ}$, 4 – $W = 10 \text{ м}^2/\text{վ}$, $B = 4 \text{ м}$, $V = 2,5 \text{ м}/\text{վ}$,



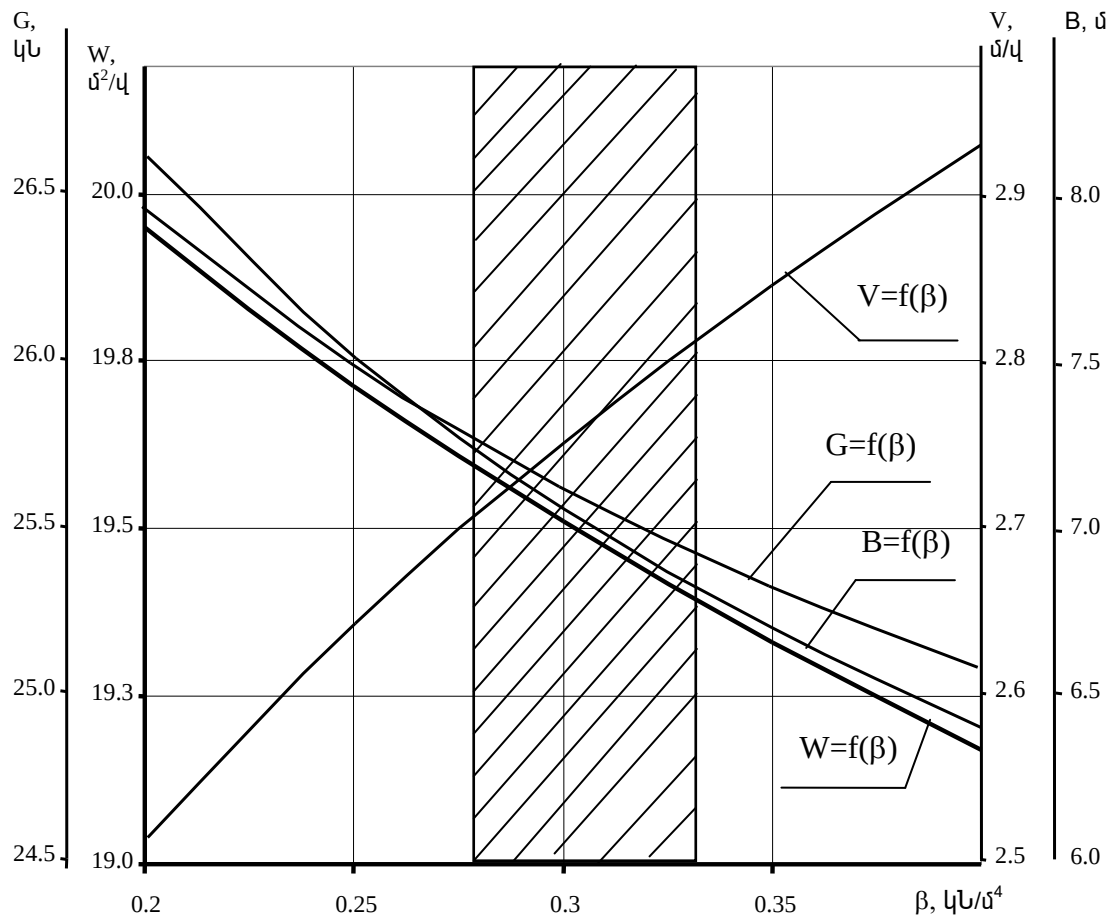
Նկ. 2.45. Ագրեգատի առավելագույն արտադրողականության (W) փոփոխությունը, կախված բանող օրգանների ընթացքի խորությունից (a), տարբեր տեսակարար դիմադրության (k) պայմաններում



Նկ. 2.46. Ագրեգատի արտադրողականության (W), ծանրության ուժի (G), ընդգրկման լայնության (B) և շարժման արագության (V) փոփոխման գրաֆիկները կախված դիմադրության գործակցից (f)



Նկ. 2.47. Ագրեգատի արտադրողականության (W), ծանրության ուժի (G), ընդգրկման լայնության (B) և շարժման արագության (V) փոփոխման գրաֆիկները կախված բանող օրգանի տեսակարար մետաղատարությունից (α)



Նկ. 2.48. Ագրեգատի արտադրողականության (W), ծանրության ուժի (G), ընդգրկման լայնության (B) և շարժման արագության (V) փոփոխման գրաֆիկները, կախված գյուղ մեքենայի շրջանակի կառուցվածքի տեսակարար մետաղատարության գործակցից (β)

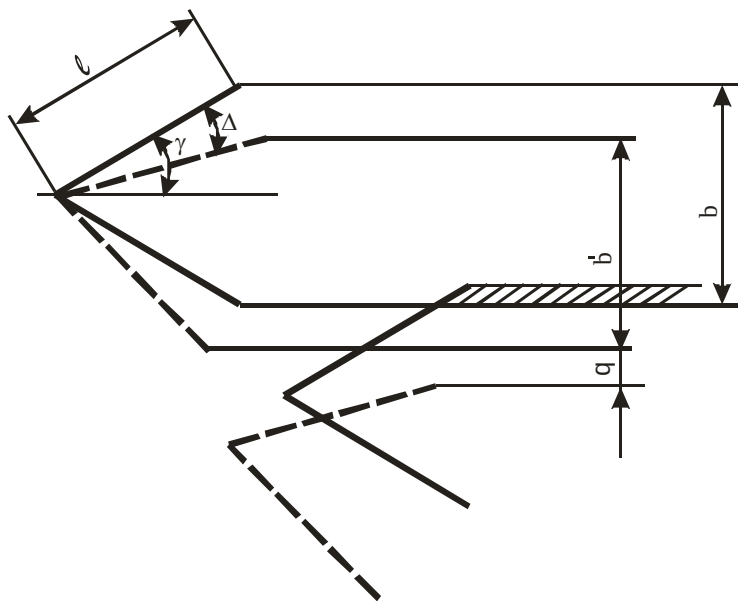
Ստացված կախվածություններից պարզվում է, որ հողամշակ ագրեգատների նվազագույն քարշային դիմադրության և առավելագույն արտադրողականության կարելի է հասնել ագրեգատի շարժման արագության և ընդգրկման լայնության օպտիմալ հարաբերակցության ընտրման ճանապարհով: Ագրեգատի շարժման արագության և ընդգրկման լայնության օպտիմալ արժեքները կախված են մեքենայի կառուցման ժամանակ օգտագործվող կառուցվածքի պրոֆիլից և նյութից, բանող օրգանի տեսակի ընտրությունից, ագրեգատի աշխատանքի ժամանակ առաջացող շփման ուժի մեծությունից, ինչպես նաև, հողի տեսակարար դիմադրությունից:

2.14. Լանջում աշխատող փխրիչի ընդգրկման լայնության փոփոխության գնահատումը

Հողի մշակման որակի ապահովման համար անհրաժեշտ է պահպանել նաև հողամշակ մեքենայի նախատեսված ընդգրկման լայնությունը և ընթացքի խորությունը որով բնութագրվում է նաև ագրեգատի ուղղույթի կայունությունը[1, 26, 28, 76, 77, 173]:

Ընդլայնական թեքություններում աշխատելիս հողամշակ մեքենայի բանող օրգանները գտնվում են տարբեր պայմաններում, քանի որ մեքենայի դիրքը փոխվում է ինչպես դաշտին զուգահեռ հարթության մեջ, այնպես էլ ուղղաձիգ հարթության նկատմամբ:

Կախովի գյուղ. մեքենայի ընդգրկման լայնությունը փոփոխվում է, երբ այն շեղվում է մշակվող մակերևույթին զուգահեռ հարթության մեջ, դեպի ներքև Δ անկյան տակ (նկ. 2.49):



Նկ. 2.49. Փխրիչի ընդգրկման լայնության փոփոխման սխեմա

Ուսումնասիրենք լանջով աշխատող փխրիչի ընդգրկման լայնության փոփոխությունը:

Սխեմայից ակնհայտ է, որ լանջի ընդլայնական թեքությամբ աշխատող փխրիչի յուրաքանչյուր իրանի ընդգրկման լայնությունը փոքրանում է, իսկ ընդհանուր ընդգրկման լայնությունը մեծանում: Փխրիչը Δ անկյան տակ շեղվելիս իրանները

նույնպես շեղվում են նույն Δ անկյունով՝ առաջացնելով q չափով չմշակված տարածություն: Ըստ նկ. 2.49-ի յուրաքանչյուր իրանի ընդգրկման լայնությունը կլինի.

- մինչև շեղվելը՝

$$b = 2l \sin \gamma, \quad (2.147)$$

- Δ անկյունով շեղվելուց հետո՝

$$b' = 2l \sin \gamma \cos \Delta: \quad (2.148)$$

Փխրիչի սլաքաձև թաթիկի ընդգրկման լայնության փոփոխությունը կլինի՝

$$\Delta b = 2l \sin \gamma (1 - \cos \Delta), \quad (2.149)$$

որտեղ l - ը սլաքաձև թաթիկի կտրող եզրի երկարությունն է:

Չմշակված մասը՝

$$q = l(\sin \gamma - \sin \gamma \cos \Delta + \cos \gamma \sin \Delta): \quad (2.150)$$

Օգտագործելով վերոհիշյալ արտահայտությունները հեշտությամբ կարելի է որոշել փխրիչի իրական ընդգրկման լայնությունը լանջում աշխատելիս, եթե հայտնի է շեղման Δ անկյունը.

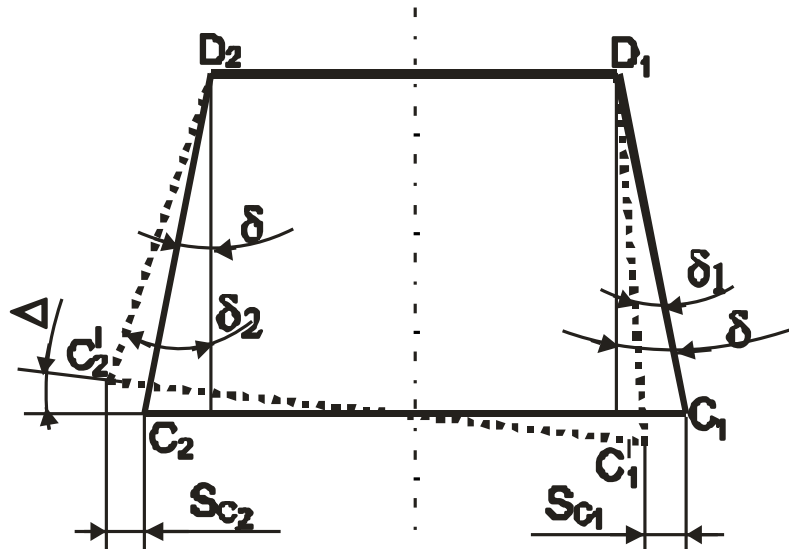
$$B' = l[2n \sin \gamma \cos \Delta + (n-1)(\sin \gamma - \sin \gamma \cos \Delta + \cos \gamma \sin \Delta)]: \quad (2.151)$$

Δ անկյունը կախված է բազմաթիվ գործոններից, որոնցից գլխավորը համարվում է լանջի թեքությունը, փխրիչի դիրքը տրակտորի նկատմամբ, մշակման խորության փոփոխությունը:

Δ անկյունը կարելի է որոշել հետևյալ արտահայտությամբ (նկ. 2.50).

$$\Delta = \arcsin \frac{r[\cos(\delta - \delta_1) - \cos(\delta + \delta_2)]}{C_1 C_2}, \quad (2.152)$$

որտեղ δ -ն ներքևի ձգաձողերի կազմած անկյունն է ՄՏԱ-ի շարժման առաջադրված ուղղության հետ, δ_1 -ը և δ_2 -ը համապատասխանաբար ներքևի աջ և ձախ ձգաձողերի պտտման անկյունն է D_1 և D_2 կետերի շուրջ, երբ հողամշակ մեքենան լանջի նկատմամբ թեքվում է ևս $\Delta\beta$ անկյունով, r - ը ներքևի ձգաձողերի երկարությունն է:



Նկ. 2.50. Տրակտորի կախոցի համակարգի ներքևի ձգաձողերի դիրքի փոփոխման սխեման լանջերում

δ_1 և δ_2 անկյունները կարելի է որոշել ելնելով լանջում աշխատող ագրեգատի կինեմատիկայից:

Մշակվող մակերևույթին զուգահեռ հարթությունում կախոցի համակարգի ներքևի ձգաձողերի փխրիչին պատկանող C_1 և C_2 կետերի տեղաշարժը կարելի է որոշել հետևյալ արտահայտություններով (նկ. 2.50):

$$\begin{aligned} S_{c_1} &= r \cdot \sin \delta - r \cdot \sin(\delta - \delta_1), \\ S_{c_2} &= r \sin(\delta + \delta_2) - r \sin \delta: \end{aligned} \quad (2.153)$$

Մշակվող մակերևույթին ուղղահայաց հարթությունում C_1 և C_2 կետերի տեղաշարժն ըստ նկ. 2.50-ի կլինի.

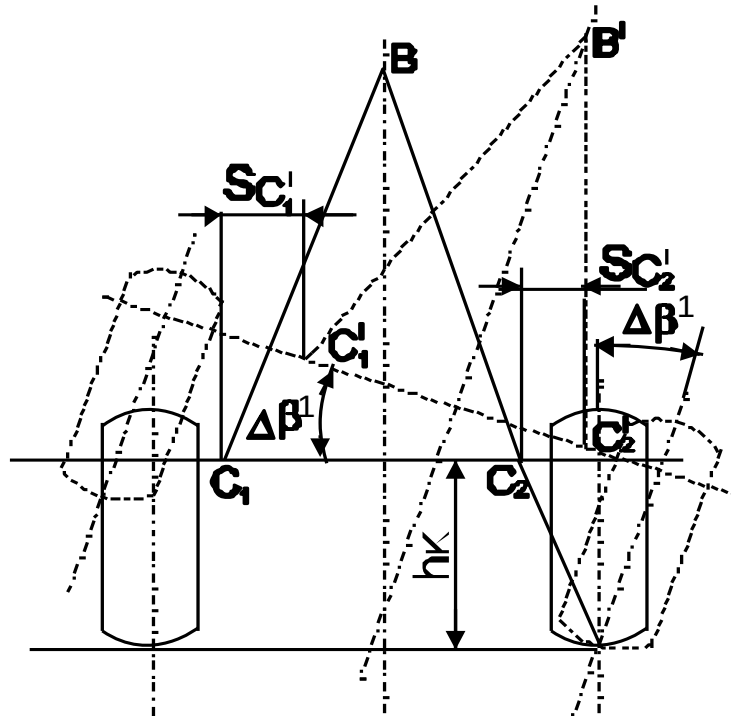
$$S_{c_1} = OC_1(1 - \cos \Delta\beta') + h_k \cdot \sin \Delta\beta', \quad (2.154)$$

$$S_{c_2} = OC_2(1 - \cos \Delta\beta') + h_k \cdot \sin \Delta\beta', \quad (2.155)$$

որտեղ $\Delta\beta'$ - ը փխրիչի շրջանակի թեքման անկյունն է մշակվող մակերևույթի նկատմամբ, h_k -ն շրջանակի հեռավորությունն է հենարանային անիվների և մշակվող մակերևույթի համան կետերից (նկ. 2.51):

$\Delta\beta'$ անկյունը կարելի է որոշել ելնելով լանջով վերևի և ներքևի իրանների ընթացքի խորության փոփոխությունից փխրիչի ընդգրկման լայնությունից.

$$\Delta\beta' = \arcsin \frac{\Delta h_1}{B}, \quad (2.156)$$



Նկ. 2.51. Մշակվող մակերևույթին ուղղահայաց հարթությունում կախոցի համակարգի ներքևի ձգաձողերի C_1 և C_2 կետերի տեղաշարժի սխեման

Հավասարեցնելով 2.153 և 2.154 ու 2.155 արտահայտությունների աջ մասերը, հաշվի առնելով 2.156 հավասարումները, որոշենք δ_1 և δ_2 , անկյունները.

$$\delta_1 = \delta - \arcsin \frac{r \cdot \sin \delta - OC_1 \left(1 - \cos \arcsin \frac{\Delta h_1}{B} \right) - h_k \frac{\Delta h_1}{B}}{r}, \quad (2.157)$$

$$\delta_2 = \arcsin \frac{r \sin \delta + OC_2 \left(1 - \cos \arcsin \frac{\Delta h_1}{B} \right) + h_k \cdot \frac{\Delta h_1}{B}}{r} - \delta: \quad (2.158)$$

2.157 և 2.158 արտահայտությունների պարամետրերի արժեքները որոշվում են ելնելով տվյալ փխրիչի կառուցվածքային չափերից և մշակման խորության փոփոխությունից:

2.15. Մեքենատրակտորային ագրեգատի ուղղույթի կայունությունը լանջում

Ագրեգատի աշխատանքը լանջերում ընթանում է դինամիկական գործոնների ազդեցության տակ, որի հետևանքով նշված համակարգի շարժումը դառնում է անկայուն, վատանում մեքենատրակտորային ագրեգատի շահագործական հատկանիշները, երկայնական, լայնական և ընթացքի կայունությունն ու սահունությունը, մեծանում է հողի խտացնող ազդեցությունը, խախտվում հողի մշակման տեխնոլոգիան և այլն:

Լանջերում ՄՏԱ-ի անկայունությունը հետևանք է մի շարք արտաքին գործոնների ազդեցության, որոնցից գլխավորը գյուղ մեքենայի և տրակտորի հենարանային մակերևույթների վրա վերևի և ներքևի մասերում առաջացող տարբեր մեծության հակազդումներն են: Լանջով դեպի վեր հակազդումը շատ հաճախ զգալիորեն փոքր է ներքևի հակազդումից, որի պատճառով տրակտորի ներքևի անիվներն ավելի շատ է թաղվում հողում, քան վերևինը, իսկ գյուղ. մեքենան թեքվում է դեպի ներքև՝ ստիպողաբար մեծացնելով ներքևի բանող օրգաններով մշակման խորությունը: Նշվածին գումարվում է նաև ներքևի հակազդումների տարբերությունը, որի ազդեցությամբ լրացուցիչ խորանում են ներքևի իրանները՝ հանգեցնելով մշակման խորության անհամաչափության՝ ըստ գյուղ. մեքենայի ընդգրկման լայնության: Մյուս կողմից, կախոցի համակարգի ձգածողերի տրակտորին պատկանող ծայրերը պտտվում են տրակտորի հետ միասին, իսկ մյուս ծայրակետերը, որոնք միացված են փխրիչին, պտտվում են տրակտորի նկատմամբ, փոփոխելով հողամշակ մեքենայի պտտման ակնթարթային կենտրոնի դիրքը: Այս փոփոխության հետևանքով փոխվում է նաև փխրիչի դիմադրության կենտրոնի տեղը և քարշի ուժի ուղղությունն ինչպես մշակվող մակերևույթային ուղղահայաց, այնպես էլ զուգահեռ հարթություններում [12, 14, 23, 68, 69, 77, 173, 183, 196]:

Նշված ազդեցությունների պայմաններում ՄՏԱ-ի շարժման հետագիծն ուղղագիծ լինել չի կարող՝ այն կրում է ալիքային կամ ոլորապտույտային բնույթ (նկ. 2.52):

Կախված կատարվող տեխնոլոգիական գործընթացից, ագրոտեխնիկական պահանջները նախատեսում են մեքենատրակտորային ագրեգատի թույլատրելի շեղում առաջադրված ուղղությունից: Այս դեպքում կատարվող գյուղատնտեսական գործողությունը դառնում է արդյունավետ, գյուղատնտեսական տարածքն օգտագործվում է ամբողջապես, բարձրանում են ընդհանուր ագրեգատի տնտեսական ցուցանիշները: Եթե տրակտորային ագրեգատը չի ապահովում բավարար կայունություն, ապա անխուսափելի են գյուղատնտեսական գործընթացի ագրոտեխնիկական պահանջների խախտումները:

ՄՏԱ-ի ուղղույթի կայունությունը կախված է բազմաթիվ շահագործական և կառուցվածքային գործոններից:

Շահագործական գործոնների թվին են պատկանում.

1. Մշակվող լանջի թեքության անկյունը:

2. Հողի տեսակը և վիճակը:

3. Կատարվող տեխնոլոգիական գործընթացների տեսակը և առանձնահատկությունները:

4. Տրակտորի ղեկավարման օրգանների տեսակը և վիճակը, ինչպես նաև, մեքենավարի որակավորումը:

5. ՄՏԱ-ի շարժման արագությունը:

Կառուցվածքային գործոնների թվին են պատկանում.

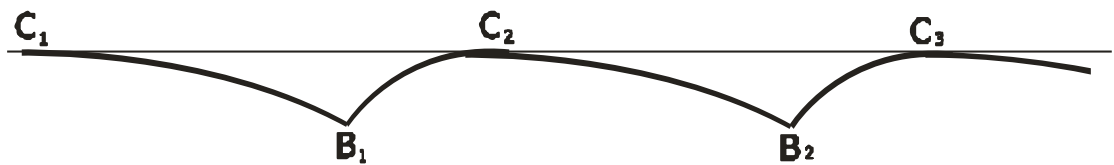
1. Տրակտորի կառուցվածքի երկրաչափական պարամետրերը (միջանվային հեռավորություն, ծանրության կենտրոնի կոորդինատներ, մեքենայի զանգված և այլն):

2. Տրակտորի ընթացքային մասի տեսակը և պարամետրերը, այդ թվում կախոցների քանակը և տեսակը, թրթուրների հենային մասի երկարությունը և լայնությունը, թրթուրների ձգվածությունը և այլն:

3. Գյուղմեքենայի և նրա բանող օրգանների տեսակը և դիրքը տրակտորի նկատմամբ:

4. Հողամշակ մեքենայի քարշային դիմադրության կենտրոնի դիրքը ՄՏԱ-ի երկայնական առանցքի նկատմամբ:

Լանջերում ՄՏԱ-ի ուղղույթի կայունության կորուստը դժվարացնում է տրակտորիստ-մեքենավարի աշխատանքը, որը հարկադրված է անընդհատ միջոցներ ձեռնարկել ագրեգատի շարժման ուղղությունը պահպանելու համար: Վերջինիս աշխատանքն ավելի է դժվարանում, երբ մեծանում է ՄՏԱ-ի շահագործական արագությունը: Այդպիսի պայմաններում մեքենավարն իվիճակի չի լինում ճիշտ որոշելու ՄՏԱ-ի ուղղման շրջադարձի անկյունը, որը հանգեցնում է նրան, որ տրակտորի հետքը ստանում է անկանոն բեկյալի տեսք (նկ. 2.52), նվազում է աշխատանքի արտադրողականությունը և խախտվում հողի մշակման տեխնոլոգիան:



Նկ. 2.52. ՄՏԱ-ի շարժման հետագիծը լանջերում:

ՄՏԱ-ի շարժման հետագիծը կազմված է C_1B_1 , B_1C_2 , C_2B_2 , B_2C_3 , տարրերից: C_1B_1 , C_2B_2 տարածքներում տրակտորը շարժվում է առանց ղեկավարման: C_1 կետում տրակտորը շարժվում է առաջադրված ուղղությամբ, սակայն արտաքին ուժերի ազդեցության տակ այն աստիճանաբար շեղվում է առաջադրված ուղղությունից լանջով ներքև՝ մեծացնելով շարժման արագությունը: B_1 կետում տրակտորի արագությունը հասնում է իր առավելագույն արժեքին: Այլ խոսքով C_1B_1 տեղամասում ստացվում է արագացումով շարժում, որի բնույթը կախված է լանջի թեքությունից և մի շարք այլ գործոնների ազդեցություններից, որոնք դժվար է հաշվի առնել:

B_1 կետում մեքենավարը կարգավորում է տրակտորի ուղղությունը, որի պատճառով տրակտորի ծանրության կենտրոնի արագությունը փոխվում է ինչպես մեծությամբ, այնպես էլ ուղղությամբ, առաջանում են իներցիոն ուժեր, մեծանում է բեռնվածությունը տրակտորի վրա, որի հետևանքով լանջի մեծ թեքությունների դեպքում անհրաժեշտություն է առաջանում ավելացնելու վառելիքի մատուցումը, նույնիսկ փոխելու տրանսմիսիայի փոխանցման թիվը ցածր փոխանցումով: C_2 կետում նշված ցիկլը նորից կրկնվում է:

Լանջերում աշխատող ՄՏԱ-ի ուղղույթի կայունության կորուստը բացատրվում է շրջող մոմենտի առաջացմամբ, որը արդյունք է ՄՏԱ-ի ինչպես ծանրության ուժի

վերաբաշխման, այնպես էլ վերևի և ներքևի մասերում տարբեր չափերով առաջացող արտաքին ազդեցությունների:

ՄՏԱ-ի ուղղության կայունության վրա իր ազդեցությունն է թողնում նաև գյուղ. մեքենայի պտտման ակնթարթային կենտրոնի դիրքը:

Ուսումնասիրվել է լանջերում փխրիչ ագրեգատի դիրքի փոփոխությունը մշակվող մակերևույթի նկատմամբ [23, 26]:

Մշակվող մակերևույթին ուղղահայաց հարթությունում պտտման ակնթարթային կենտրոնը մոտենում է փխրիչին ΔX_{π} չափով և տեղաշարժվում տրակտորի երկայնական առանցքից ΔZ_{π} չափով (նկ. 2.53): Մշակվող մակերևույթին զուգահեռ հարթության մեջ փխրիչի պտտման ակնթարթային կենտրոնը ΔX_{π^1} չափով տեղափոխվում է տրակտորի երկայնական առանցքով՝ մոտենում է փխրիչին, և ΔY_{π^1} չափով հեռանում տրակտորի երկայնական առանցքից (նկ. 2.53):

Ինչպես դաշտին զուգահեռ, այնպես էլ նրան ուղղահայաց հարթություններում մեքենայի պտտման ակնթարթային կենտրոնի կոորդինատների փոփոխությունը պայմանավորված է տրակտորի երկայնական առանցքի նկատմամբ կախոցի համակարգի ձգաձողերի ուղղությունների կազմած անկյունների փոփոխությամբ: Փխրիչի պտտման ակնթարթային կենտրոնի տեղը գտնելու նպատակով տանենք կոորդինատական առանցքներ՝ հորիզոնական հարթությունում տրակտորի երկայնական առանցքով (OX) և ներքևի ձգաձողերը տրակտորին միացման D_1D_2 կետերով (Oy): Մշակվող մակերևույթին ուղղահայաց հարթությունում Z առանցքն ուղղենք D_1D_2 ուղղի միջնակետով: Գրենք ձգաձողերի, որպես ուղիղների, հավասարումները:

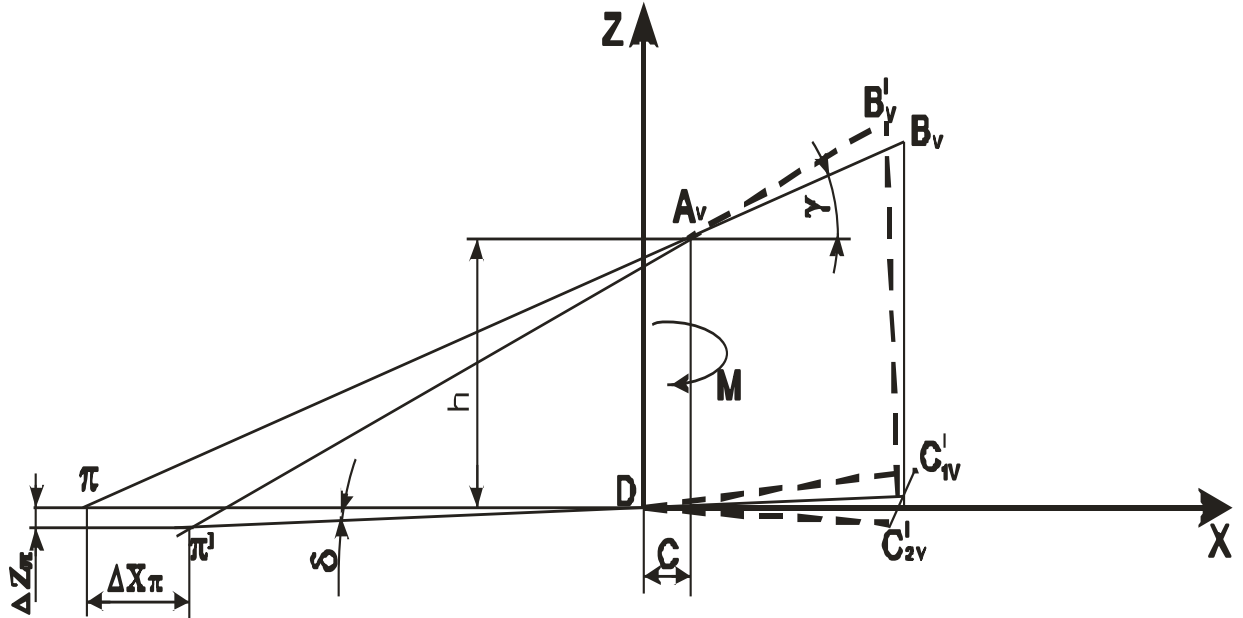
Դաշտի մակերևույթին ուղղահայաց հարթությունում AB_v և DC_v ուղիղների համար.

$$Z_{\pi} = (h - ctg \gamma) + X_{\pi} tg \gamma, \quad Z_{\pi} = X_{\pi} tg \delta:$$

Լուծելով այս հավասարումները համատեղ կստանանք.

$$X_{\pi} = \frac{h - ctg \gamma}{tg \delta - tg \gamma}, \quad Z_{\pi} = \frac{(h - ctg \gamma) tg \delta}{tg \delta - tg \gamma}, \quad (2.159)$$

որտեղ h -ը A կետի օրդինատն է (նկ. 2.53), γ -ն տրակտորի երկայնական առանցքի հետ վերին ձգացողի կազմած անկյունը, δ - ն ներքևի ձգաձողերի և տրակտորի երկայնական առանցքի միջև կազմած անկյունը, c -ն $D_1 D_2$ առանցքից A կետի հեռավորության հորիզոնական պրոեկցիան:



Նկ. 2.53. Փխրիչի պտտման ակնթարթային կենտրոնի դիրքը մշակվող մակերևույթին ուղղահայաց հարթությունում:

Դաշտի մակերևույթին զուգահեռ հարթությունում (նկ. 2.54).

$$Y_{\pi'} = X_{\pi'} \operatorname{tg} \delta_1 + \frac{d}{2}, \quad Y_{\pi'} = \operatorname{tg} \delta_2 - \frac{d}{2} :$$

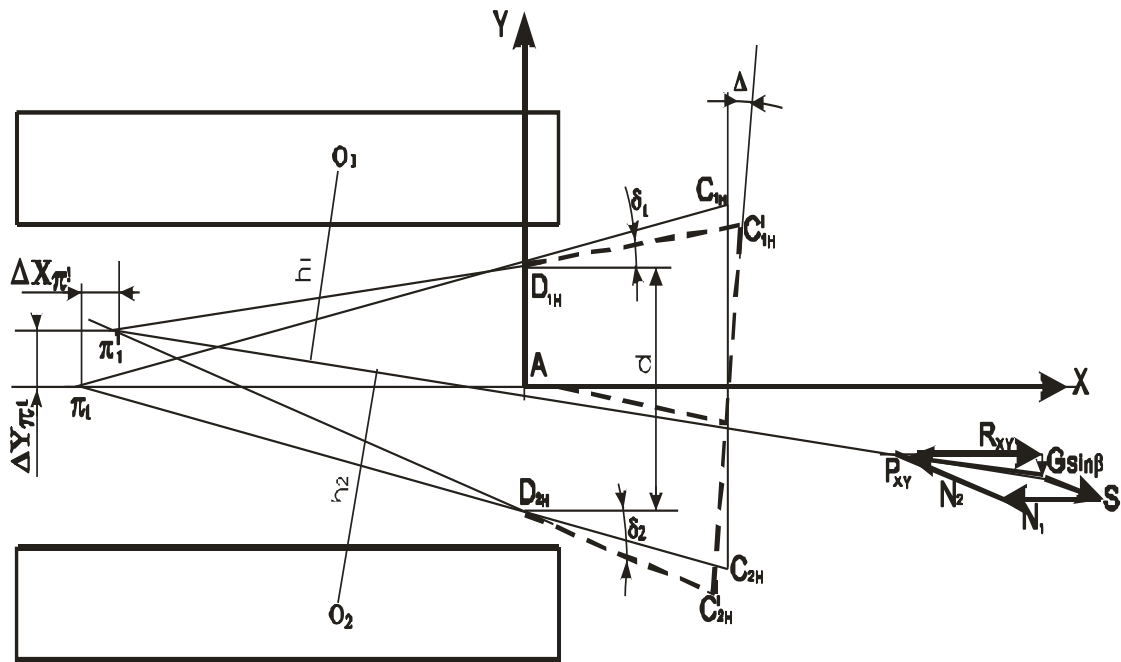
Այս հավասարումների համատեղ լուծումից կստանանք.

$$X_{\pi'} = -\frac{d}{\operatorname{tg} \delta_1 + \operatorname{tg} \delta_2}, \quad Y_{\pi'} = \frac{d(\operatorname{tg} \delta_2 - \operatorname{tg} \delta_1)}{2(\operatorname{tg} \delta_1 + \operatorname{tg} \delta_2)}, \quad (2.160)$$

որտեղ d -ն ներքևի ձգաձողերի D_1 և D_2 կետերի միջև եղած հեռավորությունն է, δ_1 և δ_2 -ը դաշտի մակերևույթին զուգահեռ հարթությունում համապատասխանաբար $D_1 C_1$ և $D_2 C_2$ ձգաձողերի և տրակտորի երկայնական առանցքի միջև կազմած անկյուններն են:

Մշակվող մակերևույթին ուղղահայաց հարթությունում պտտման ակնթարթային կենտրոնի տեղափոխության պատճառով մեծանում է կախոցի համակարգի վերին ձգաձողի S ճիգը, հետևաբար մեծանում է նաև այդ ուժից

տրակտորին պտտող մոմենտը՝ $M = S \times h$ (նկ. 2.53): Մեծանում է նաև փխրիչի քարշի ուժի P_{xy} բաղադրիչը և փոփոխվում այդ ուժի կազմած անկյունը տրակտորի երկայնական առանցքի նկատմամբ, որի հետևանքով տրակտորի երկարությամբ տեղի է ունենում բեռնվածության վերաբաշխում: Տրակտորի տանող անիվները լիաբեռնվում են, որը բերում է անիվներով հողի ճնշման էպյուրայի փոփոխման:



Նկ. 2.54. Փխրիչի պտտման ակնթարթային կենտրոնի դիրքը մշակվող մակերևույթին զուգահեռ հարթությունում

Մշակվող մակերևույթին զուգահեռ հարթությունում, երբ փխրիչի պտտման ակնթարթային կենտրոնի դիրքը շեղվում է ՄՏԱ-ի երկայնական առանցքից, քարշի ուժի P_{xy} բաղադրիչից առաջանում է պտտող մոմենտ, տրակտորի շրջադարձի O_1 և O_2 բևեռային կետերի նկատմամբ՝ $M_1 = P_{xy} \times h_1$, $M_2 = P_{xy} \times h_2$ (նկ.2.54): Նշված մոմենտների ($M = M_1 - M_2$) տարբերության պատճառով տրակտորը շեղվում է առաջադրած ուղղությունից, կորցնում շարժման կայունությունը:

Լանջերում աշխատող ՄՏԱ-ի ուղղույթի կայունության կորուստը բացատրվում է շրջող մոմենտի առաջացմամբ, որն արդյունք է ՄՏԱ-ի ինչպես ծանրության ուժի վերաբաշխման, այնպես էլ վերևի և ներքևի մասերում տարբեր չափերով առաջացող արտաքին ազդեցությունների:

2.16. Փխրիչի ընթացքի խորության կայունությունը լանջում

Լանջերի մշակման կարևորագույն ցուցանիշներից է ագրեգատի պիտանելիության գնահատումն ըստ կայունության, կախված մշակման խորությունից:

Հողամշակ մեքենաների բանող օրգանների ընթացքի խորության կայունության ապահովման գործոնները կարելի է բաժանել երկու խմբի՝ կախվածությունը տրակտորի կախոցի համակարգի պարամետրերից և կախվածությունն ագրեգատի աշխատանքի պայմաններից (բնութագրվում է հողի ֆիզիկա-տեխնոլոգիական հատկություններով, աշխատանքի ռեժիմով, բանող օրգանի դասավորությամբ և այլն): Առաջին խմբի ազդեցությունը հողամշակ մեքենայի ընթացքի կայունության վրա բավականաչափ հետազոտված են և հիմնավորված: Ինչ վերաբերվում է երկրորդ խմբի գործոններին, ապա այստեղ առավել հետաքրքրություն է ներկայացնում լանջով աշխատող փխրիչի ընթացքի խորության հավասարաչափությունն ինչպես ըստ շարժման ուղղության, այնպես էլ ըստ ընդգրկման լայնության, կախված ագրեգատի վրա ազդող արտաքին գործոններից [52, 62, 159]:

Ուսումնասիրենք փխրիչի աշխատանքը լանջն ընդլայնական ուղղությամբ մշակելիս [26]:

Ուղղաձիգ - երկայնական հարթությունում փխրիչի վրա ազդում են ծանրության ուժի $G \cos \beta$ բաղադրիչը (β -ն լանջի թեքության անկյունն է), հողի դիմադրության ուժը՝ R_{xz} , ինչպես նաև հենարանային անիվների հակազդումները (Z_k) (նկ.2.55):

Կազմենք փխրիչի պտտման ակնթարթային կենտրոնի(π) նկատմամբ ազդող ուժերի հավասարակշռության հավասարումը.

$$Z_k (l_\pi + l_k) + X_k \cdot h - G \cos \beta (l_\pi + l_G) + R_x (h + a_1) - R_z (l_\pi + l_R) = 0: \quad (2.161)$$

Փխրիչի ընթացքի խորության ստատիկ կայունության պայմանը գնահատվում է հենարանային անիվների ուղղաձիգ հակազդումից:

Հենարանային անիվների ուղղաձիգ հակազդումը, ըստ (2.161) պայմանի, կլինի.

$$Z_k = \frac{G \cos \beta (l_\pi + l_G) - R_x (h + a_1) + R_z (l_\pi + l_R) - X_k \times h}{l_\pi + l_k}: \quad (2.162)$$

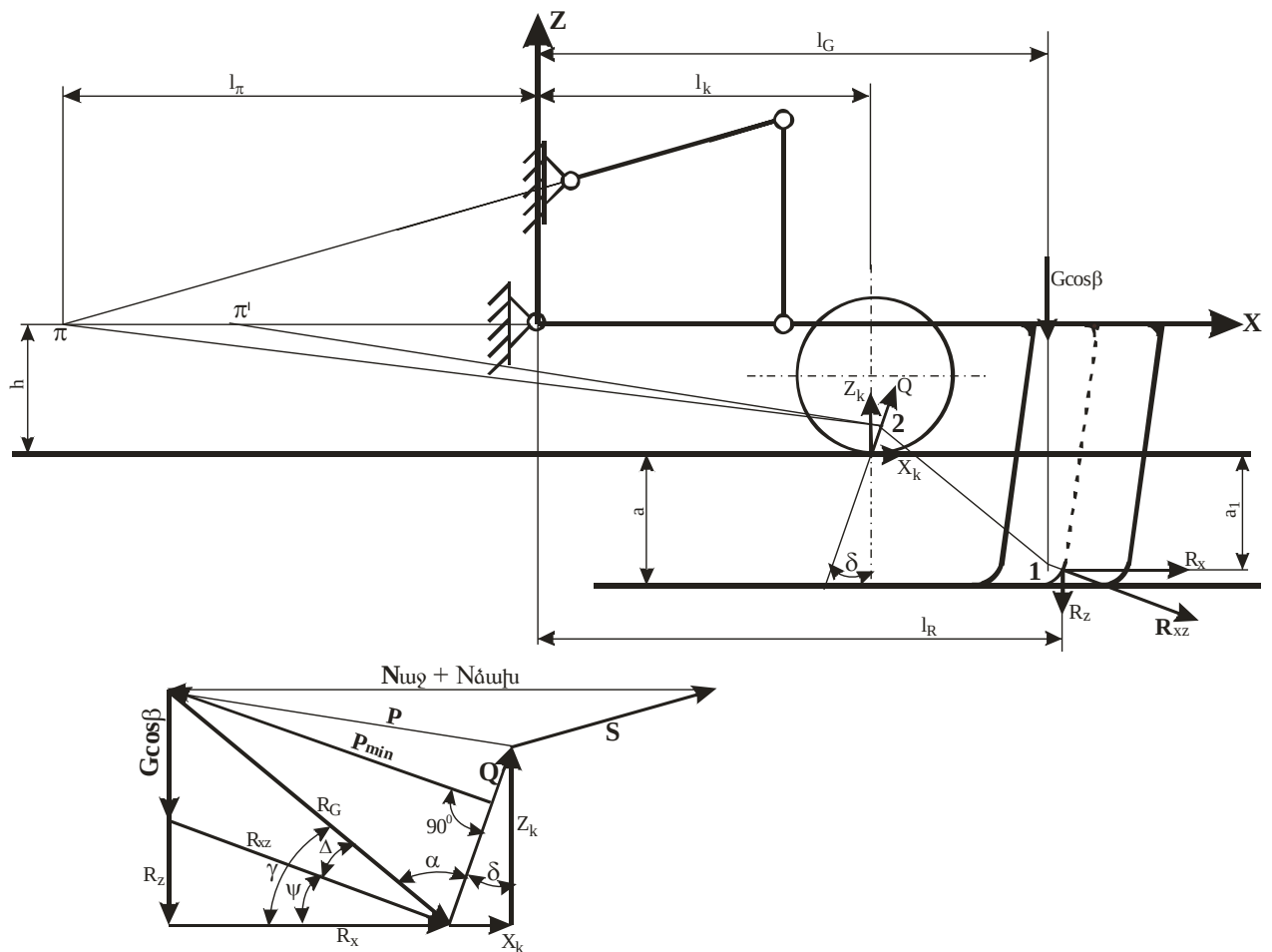
Դիտարկենք (2.162) հավասարման երեք հնարավոր տարբերակները.

1 - $Z_k = 0$, որի դեպքում մշակման ընթացքի խորությունը կախված է պատահական դիմադրություններից,

2 - $Z_k < 0$, այս դեպքում չի պահպանվում փխրիչի առաջադրված ընթացքի խորությունը,

3 - $Z_k > 0$, պահպանվում է փխրիչի մշակման առաջադրված ընթացքի խորությունը:

Կախովի փխրիչի հավասարակշռության և քարշային դիմադրության նվազագույնի բերման պայմանի բացահայտման նպատակով, օգտվենք հենարանային հակազդումների որոշման գրաֆոնալիտիկական եղանակից (նկ. 2.55):



Նկ. 2.55. Փխրիչի հենարանային հակազդումների որոշման սխեմա

Փխրիչի վրա ազդող հայտնի ուժերով (բոլոր բանող օրգանների վրա ազդող գումարային դիմադրության ուժը՝ R_{XZ} , ծանրության ուժի լանջին ուղղահայաց

բաղադրիչը՝ $G \cos \beta$, հենարանային անիվների բեռնվածության ուժը՝ Q) որոշենք փխրիչի քարշային դիմադրությունը:

Համաձայն նկ.2.55-ի $G \cos \beta$ և R_{xz} ուժերի համազորը կլինի.

$$R_G = \sqrt{G^2 \cos^2 \beta + R_{xz}^2 + 2GR_{xz} \cos \beta \sin \psi} : \quad (2.163)$$

Որոշենք փխրիչի պտտման ակնթարթային կենտրոնի այն տեղը՝ π' , որի դեպքում փխրիչի քարշային դիմադրությունը կլինի նվազագույն:

Ըստ հաշվարկային սխեմայի (նկ. 2.55) P ուժի մեծությունը կլինի.

$$P = \sqrt{R_G^2 + Q^2 - 2R_G Q \cos \alpha} : \quad (2.164)$$

Փխրիչի քարշային դիմադրությունը կլինի նվազագույն, եթե ապահովվի $P \perp Q$ պայմանը:

Հաշվարկային սխեմայից որոշենք P ուժի նվազագույն արժեքը.

$$P_{\min} = R_G \sin \alpha : \quad (2.165)$$

Ըստ հաշվարկային սխեմայի R_G և Q ուժերի կազմած α անկյունը հավասար է.

$$\alpha = 90^\circ - (\gamma - \delta) = 90^\circ - (\psi + \Delta - \delta),$$

հետևաբար.

$$P_{\min} = R_G \cos(\psi + \Delta - \delta) : \quad (2.166)$$

Վերջին արտահայտությունում Δ -ն R_{xz} և R_G ուժերի կազմած անկյունն է, որի մեծությունը կախված է փխրիչի ծանրության ուժի լանջին ուղղահայաց բաղադրիչից ($G \cos \beta$):

Ըստ ուժային բազմանկյան որոշենք Δ անկյան կախվածությունը լանջի թեքության β անկյունից (նկ. 2.55).

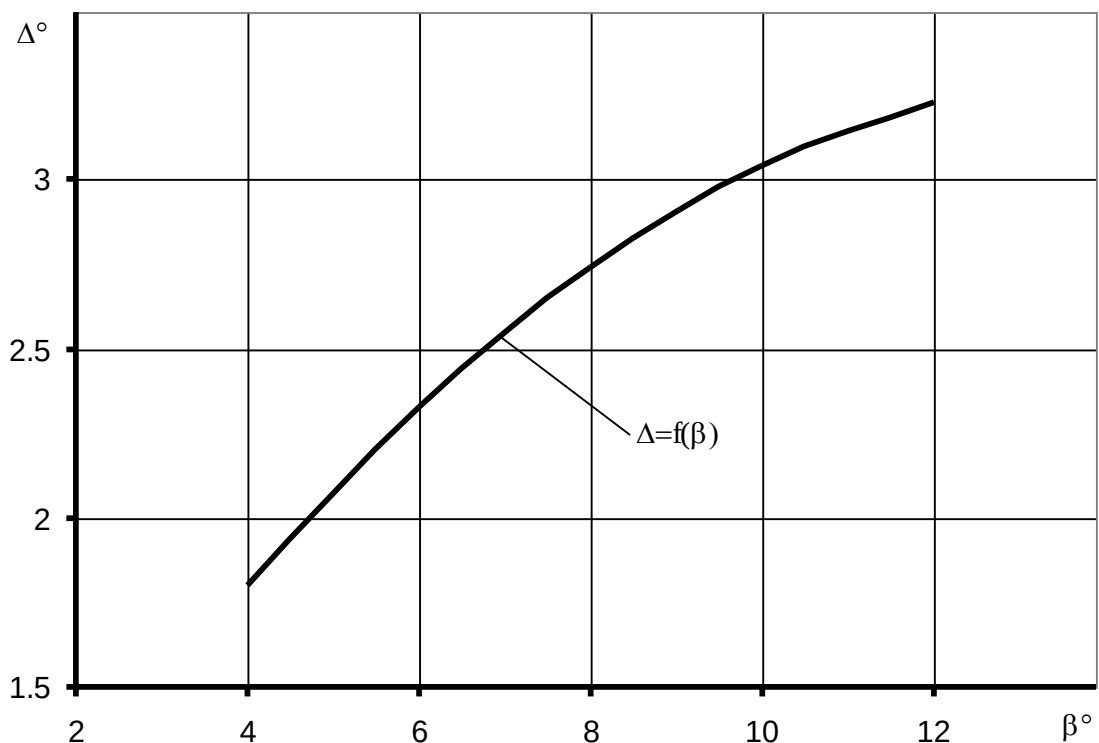
$$G \cos \beta + R_x \operatorname{tg} \psi = R_x \operatorname{tg}(\psi + \Delta) : \quad (2.167)$$

Կատարելով մաթեմատիկական ձևափոխություններ և լուծելով Δ -ի նկատմամբ, կստանանք՝

$$\Delta = \operatorname{arctg} \frac{2G \cos \beta \cos^2 \psi}{G \cos \beta \sin \psi + 2R_x} : \quad (2.168)$$

Հայտնի է, որ $R_x = kaB$ [11, 159], որտեղ k -ն հողի տեսակարար դիմադրությունն է, a –ն՝ մշակման խորությունը, B – ն՝ փխրիչի ընդգրկման լայնությունը:

Ելնելով գյուղատնտեսական արտադրությունում լայն տարածում ունեցող КРГ – 3,6 փխրիչի և մշակվող հողի հետևյալ պարամետրերից՝ $G = 8,0 \text{ կՆ}$, $B = 3.6 \text{ մ}$, $\psi = 24^\circ$, $k = 50\text{--}100 \text{ կՆ/մ}^2$, $a = 0,8\text{--}0,12 \text{ մ}$, ուսումնասիրենք Δ -ի մեծությունը կախված լանջի թեքության β անկյունից (նկ. 2.56):



Նկ. 2.56. R_{xz} և P_Γ ուժերով կազմած Δ անկյան փոփոխությունը կախված լանջի թեքության β անկյունից

Ինչպես երևում է նկ. 2.56-ից լանջի թեքության մեծացումը բերում է R_{xz} և R_G ուժերով կազմած Δ անկյան մեծացման:

Հենարանային անիվների ուղղաձիգ հակազդեցության որոշման (2.162) արտահայտության մեջ մտնող $R_z = R_x \cdot \operatorname{tg} \psi$, R_x և X_k ուժերն արտահայտենք Z_k -ով օգտվելով ուժային բազմանկյունուց (նկ. 2.55):

Ունենք՝

$$Q_{\min} = \frac{Z_k}{\cos \delta}, \quad R_G = \frac{Z_k}{\cos \delta \cdot \cos \alpha},$$

$$R_x = \frac{Z_k \cos(\psi + \Delta)}{\cos \delta \cdot \cos \alpha},$$

$$R_z = R_x \operatorname{tg} \psi = \frac{Z_k \cos(\psi + \Delta) \operatorname{tg} \psi}{\cos \delta \cos \alpha},$$

$$X_k = Z_k \operatorname{tg} \delta:$$

Տեղադրելով ստացված մեծությունների արժեքները 2.162-ում և կատարելով մաթեմատիկական ձևափոխություններ կստանանք՝

$$Z_k = \frac{G \cos \beta \cos \delta \cos \alpha (l_\pi + l_G)}{(l_\pi + l_k + h \operatorname{tg} \delta) \cos \delta \cos \alpha + [h + a_1 - \operatorname{tg} \psi (l_\pi + l_R)] \cos(\psi + \Delta)} > 0: \quad (2.169)$$

Այսպիսով, դիտարկվող համակարգը (2.169) պայմանի բավարարման դեպքում կաշխատի կայունության տիրույթում և կցուցաբերի նվազագույն քարշային դիմադրություն: Ստացված հաշվարկի տեսությունը հնարավորություն է տալիս փխրիչն ագրեգատավորել տրակտորի հետ այնպես, որ ապահովվի ընթացքի խորության կայունություն և նվազագույն քարշային դիմադրություն:

2.17. Փխրիչի ուժային ասիմետրիկության ազդեցությունը

կախոցի տատանումների վրա

Փխրիչի աշխատանքի ընթացքում, կախված լանջի պարամետրերից՝ թեքության անկյունից, մակերևույթի պրոֆիլից, հողի ֆիզիկատեխնոլոգիական հատկություններից, ագրեգատի վրա ազդող արտաքին ուժերից, ինչպես նաև կախոցի համակարգում առկա բացակներից, գյուղ. մեքենան ստանում է կողային տեղաշարժ, որը հանգեցնում է ընդլայնական տատանումների, վատացնում ագրեգատի կայունությունը:

Դիտարկենք տրակտորի հետ ագրեգատավորված փխրիչի տատանողական շարժումը մշակվող մակերևույթին զուգահեռ հարթության վրա:

Բանող դիրքում կախոցն իրենից ներկայացնում է ABCD քառոտակ մեխանիզմ (նկ. 2.57), որի AB օղակը պատկանում է տրակտորին, իսկ DC - ն՝ փխրիչին: Հողակապերով միացված AD և BC օղակներն ունեն հավասար երկարություններ՝ $AD = BC = r$ և տրակտորի երկայնական առանցքի հետ կազմում են α անկյուն:

XOY կոորդինատական համակարգը կապենք մեքենատրակտորային ագրեգատի հետ այնպես, որ OX առանցքն անցնի փխրիչի ծանրության կենտրոնով՝ ուղղահայաց ագրեգատի երկայնական առանցքին, իսկ OY-ն՝ ուղղենք OX - ն ուղղահայաց ուղղությամբ: Ընդունենք, որ մեքենատրակտորային ագրեգատը կատարում է ուղղագիծ հավասարաչափ շարժում $\bar{v}_0 = const$ արագությամբ: Լանջում աշխատելիս AD և BC ձգաձողերի փխրիչին պատկանող D և C կետերն արտաքին ուժերի ազդեցության տակ պտտվում են համապատասխանաբար A և B կետերի շուրջը, իսկ փխրիչի պտտման ակնթարթային կենտրոնը տեղաշարժվում է $\pi\pi'$ կորով և գրավում π' դիրքը: Փխրիչի ծանրության կենտրոնը պտտվում է ակնթարթային կենտրոնի շուրջ φ անկյունով: DC օղակի տեղաշարժը՝ $\Delta \rightarrow \min$, ուստի ակնթարթային կենտրոնի հետագիծը նույնպես $\pi\pi' \rightarrow \min$, ուստի կարելի է ընդունել, որ գյուղ. մեքենան պտտվում է π կետի շուրջ:

Կազմենք փխրիչի տատանողական շարժման դիֆերենցիալ հավասարումն օգտվելով Դալամբերի սկզբունքից.

$$J \cdot \ddot{\varphi} = \sum_{k=1}^n M J(P_k), \quad (2.170)$$

որտեղ $J = m \cdot (\pi O_1)^2$ փխրիչի իներցիայի մոմենտն է, նրա պտտման ակնթարթային կենտրոնով անցնող Z առանցքի նկատմամբ, φ -ն՝ փխրիչի տատանման ընթացիկ անկյունը, $\sum_{k=1}^n M(P_k)$ -ն՝ π կետի նկատմամբ արտաքին ուժերի մոմենտների գումարը:

Որպես արտաքին ուժեր հանդես են գալիս մեքենայի փխրիչ բանող օրգանների դիմադրության ուժը, P -ն, փխրիչի կողատարման իներցիայի ուժը - mW_X , լանջի թեքությունից կախված մեքենայի ծանրության ուժի $mg \sin \beta$ բաղադրիչը:

Հաշվի առնելով արտաքին ուժերը (2.170), հավասարումը կընդունի հետևյալ տեսքը.

$$J \cdot \ddot{\varphi} = -P \cdot \ell_{\pi O_1} \sin \delta - mW_X \cdot \ell_{\pi O_1} - mg \sin \beta \cdot \ell_{\pi O_1} \cos \varphi, \quad (2.171)$$

որտեղ δ -ն O_1 կետի արագության վեկտորի ($\bar{V}$) կազմած անկյունն է $O_1\pi$ ուղղով անցնող Y_1 առանցքի հետ, $\ell_{\pi O_1}$ - ը՝ π և O_1 կետերի միջև եղած հեռավորությունը ($\delta \approx 2-3^\circ$) (նկ. 2.57), ուստի կարելի է ընդունել $\sin \delta = \delta$:

Որոշենք O_1 կետի շարժման բացարձակ արագությունը՝ V_{01} , որպես տեղափոխական ($\bar{V}_0$) և հարաբերական ($\bar{V}_r$) արագությունների գումար.

$$\bar{V}_{01} = \bar{V}_0 + \bar{V}_r = V_0 + \ell_{\pi O_1} \cdot \dot{\varphi}: \quad (2.172)$$

Պրոյեկտելով V_{01} - ը X_1 և Y_1 առանցքների վրա և հաշվի առնելով, $\sin \varphi \approx \varphi$, $\cos \varphi \approx 1$, կստանանք.

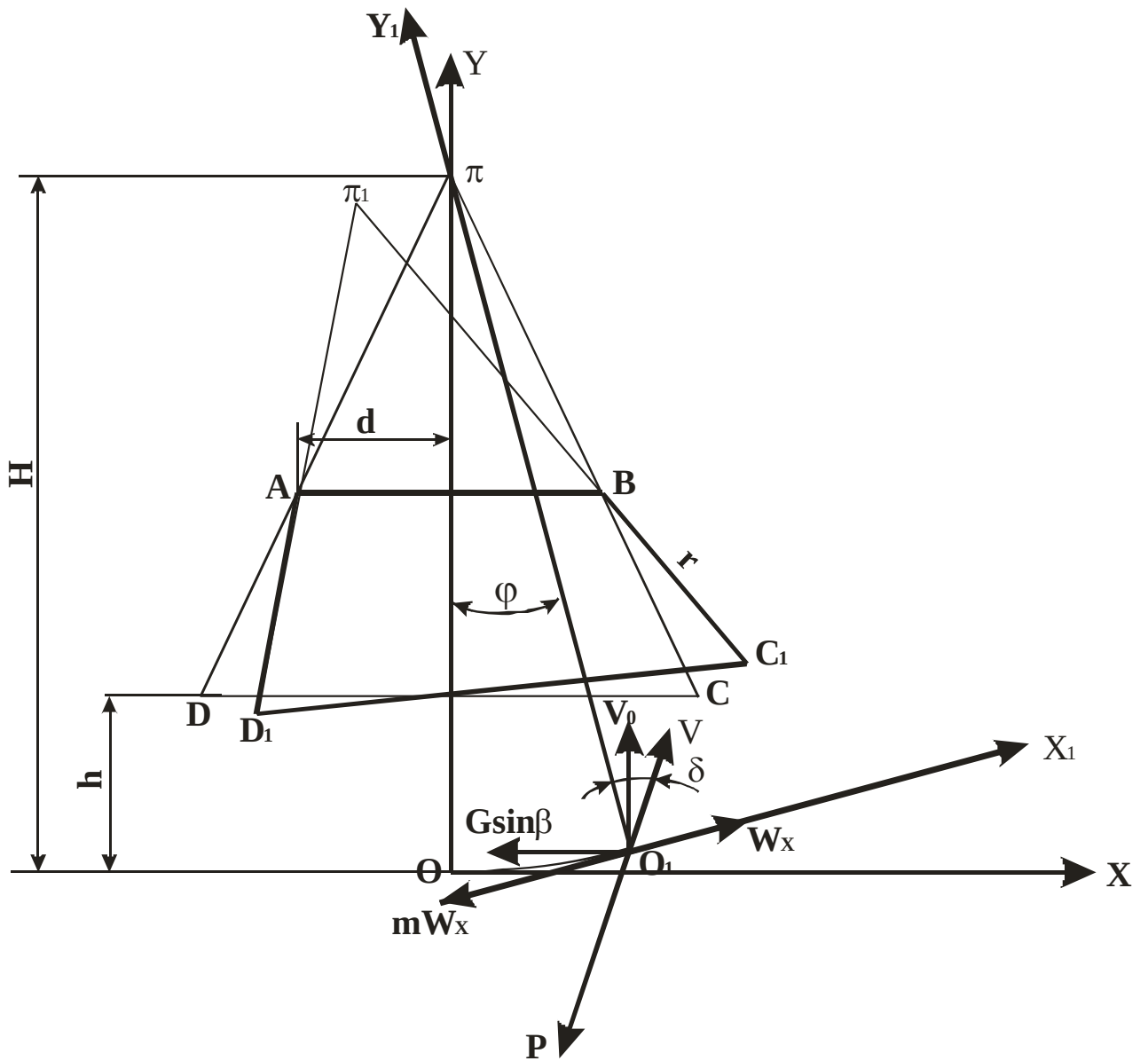
$$V_{X_1} = V_0 \cdot \varphi + \ell_{\pi O_1} \cdot \dot{\varphi}, \quad V_{Y_1} = V_0, \quad (2.173)$$

ուստի.

$$\delta = \frac{V_{X_1}}{V_{Y_1}} = \varphi + \frac{\ell_{\pi O_1}}{V_0} \cdot \dot{\varphi}: \quad (2.174)$$

$\ell_{\pi O_1}$ հեռավորությունը որոշենք՝ ելնելով նկ.2.57 հաշվարկային սխեմայից.

$$\ell_{\pi O_1} = H = h + d \operatorname{ctg} \alpha + r \cos \alpha: \quad (2.175)$$



Նկ. 2.57. Լանջով աշխատող փխրիչի վրա ազդող ուժերի սխեման

Փխրիչի կողատարման հետևանքով W_x արագացման մեծությունը կարելի է որոշել, ածանցելով V_{X_1} -ը.

$$W_{X_1} = V_0 \cdot \dot{\phi} + H \cdot \ddot{\phi} : \quad (2.176)$$

Հաշվի առնելով (2.174)-ը և (2.176)-ը, (2.171) -ը կնդունի հետևյալ տեսքը.

$$J\ddot{\phi} + PH\dot{\phi} + \frac{PH^2}{V_0}\dot{\phi} + mHV_0\dot{\phi} + mH^2\ddot{\phi} + mgH \sin \beta = 0 : \quad (2.177)$$

Ստացված արտահայտությունը ներկայացնենք հետևյալ տեսքով.

$$\ddot{\phi} + 2n\dot{\phi} + k^2\phi + c = 0, \quad (2.178)$$

$$\text{որտեղ } n = \frac{PH^2 + mHV_0^2}{2V_0(J + mH^2)}, \quad k^2 = \frac{PH}{J + mH^2}, \quad c = \frac{mgH \sin \beta}{J + mH^2} : \quad (2.179)$$

Շարժման կայունության գնահատման համար օգտվենք Լ.Վ. Գյաչևի առաջարկած կայունության քանակական չափանիշից (σ), որն իրենից ներկայացնում է մեքենատրակտորային ագրեգատի միավոր երկարության հաշվով անկայուն շարժումով անցած ճանապարհը.

$$\sigma = \frac{H}{S} = \frac{H}{V \cdot t} : \quad (2.180)$$

Կայունության ուսումնասիրման համար անհրաժեշտ է իմանալ տատանողական շարժման տեսակը: Այն բնութագրվում է $\theta = \frac{n}{k}$ հարաբերությամբ, ընդ որում երբ $\theta < 0$ տատանումները մարող են, երբ $\theta > 0$ տատանումները ոչ պարբերական են և երբ $\theta = 1$ տատանումները հարմոնիկ են.

Բազմաթիվ հետազոտողների կողմից պարզվել է [16,19,20,79], որ հողամշակ մեքենաների տատանումները ունեն ոչ պարբերական բնույթ՝ այսինքն $\theta \Rightarrow n > k$:

Այս դեպքում (2.178) դիֆերենցիալ հավասարման լուծումը կունենա հետևյալ տեսքը.

$$\varphi = C_1 e^{\left(-n + \sqrt{n^2 - k^2}\right)t} + C_2 e^{\left(-n - \sqrt{n^2 - k^2}\right)t} : \quad (2.181)$$

Եթե նախնական պայմաններ ընդունենք $t = 0$, $\varphi = \varphi_0$ և $\dot{\varphi} = 0$

$$\varphi = \frac{\varphi_0}{n + \sqrt{n^2 - k^2}} \left[\left(n + \sqrt{n^2 - k^2}\right) e^{\left(-n + \sqrt{n^2 - k^2}\right)t} + \left(-n + \sqrt{n^2 - k^2}\right) e^{\left(-n - \sqrt{n^2 - k^2}\right)t} \right] : \quad (2.182)$$

(2.182) հավասարման աջ մասի երկրորդ գումարելին $n > k$ դեպքում բավականին փոքր է, $\frac{n}{k}$ հարաբերության մեծացման հետ ձգտում է 0-ի: Հետևաբար, այն կարելի է անտեսել և (2.182)-ը գրել հետևյալ տեսքով՝

$$\varphi = \varphi_0 \cdot e^{\left(-n + \sqrt{n^2 - k^2}\right)t}, \quad (2.183)$$

որտեղ $C_1 = \varphi_0$, որը հետևում է նախնական $\varphi = \varphi_0$, երբ $t = 0$ պայմանից:

Ընդունենք, որ ոչ պարբերական տատանումների ամպլիտուդան յուրաքանչյուր անգամ մարում է երկրաչափական պրոգրեսիայի օրենքով, որի հայտարարը տատանումների մարման դեկրեմենտն է (D), այսինքն.

$$\frac{\varphi}{\varphi_0} = D^m = \frac{1}{N}, \quad (2.184)$$

որտեղ

$$D = e^{\frac{-\pi \cdot n}{-n + \sqrt{n^2 - k^2}}}: \quad (2.185)$$

Լոգարիթմելով (2.184)-ը գտնում ենք տատանումների այն m քանակը, որն անհրաժեշտ է տատանման ամպլիտուդը N անգամ փոքրացնելու համար.

$$m = -\frac{\ell_n N}{\ell_n D}: \quad (2.186)$$

Եթե (2.183)-ում ընդունենք $\varphi = \varphi_m$, $t = \tau$ և (2.184) – ից որոշելով $\varphi_0 = N \cdot \varphi_m$, կստանանք.

$$\frac{1}{N} = e^{(-n + \sqrt{n^2 - k^2})\tau}: \quad (2.187)$$

Լոգարիթմելով վերջին արտահայտությունը որոշում ենք τ ժամանակամիջոցը կախված n և k գործակիցներից.

$$\tau = \frac{\ell_n N}{n - \sqrt{n^2 - k^2}}: \quad (2.188)$$

Ագրեգատի անցած ճանապարհը τ ժամանակամիջոցում կլինի.

$$S = V_0 \cdot \tau: \quad (2.189)$$

Տեղադրելով τ -ի արժեքը վերջին արտահայտությունում կստանանք.

$$S = \frac{V_0 \cdot \ell_n N}{n - \sqrt{n^2 - k^2}}: \quad (2.190)$$

Հաշվի առնելով, որ $\theta = \frac{n}{k}$ (2.190) -ը կնդրունի հետևյալ տեսքը.

$$S = \frac{V_0 \ell_n N}{K} (\theta + \sqrt{\theta^2 - 1}): \quad (2.191)$$

Կայունության σ գործակիցը կլինի.

$$\sigma = \frac{H}{S} = \frac{H \cdot K}{V_0 \cdot \ell_n N (\theta + \sqrt{\theta^2 - 1})}: \quad (2.192)$$

Տեղադրելով 2.179-ից k - ի և n - ի արժեքները (2.191) և (2.192) բանաձևերում կստանանք.

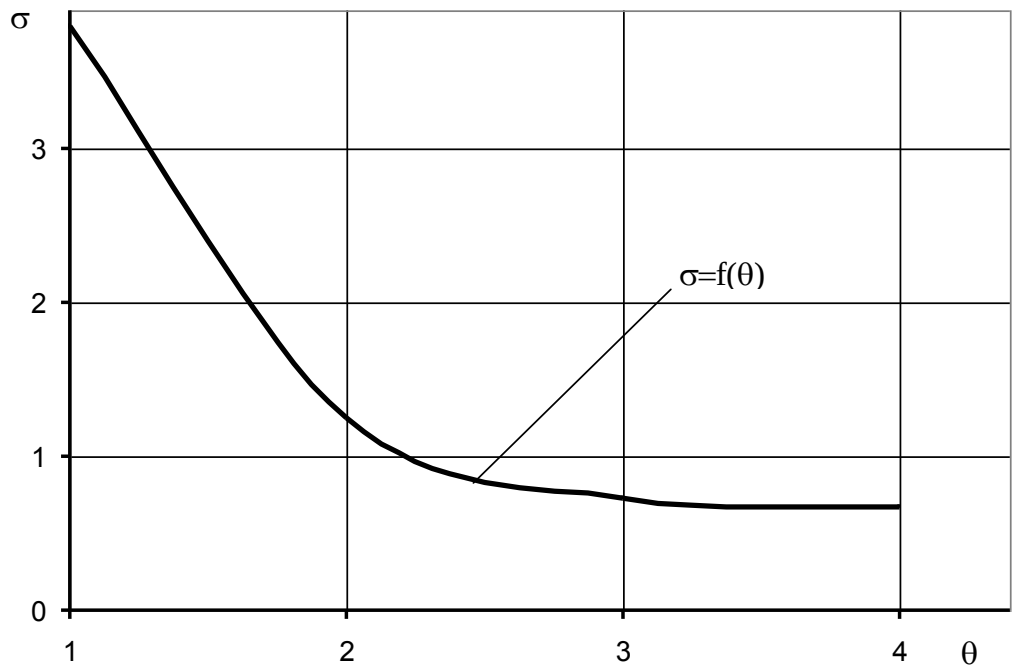
$$S = \frac{4mHV_0^2 \ell_n N}{PH + mV_0^2 - \sqrt{(PH + mV_0^2)^2 - 8PmHV_0^2}}, \quad (2.193)$$

$$\sigma = \frac{PH + mV_0^2 - \sqrt{(PH + mV_0^2)^2 - 8PmHV_0^2}}{4mV_0^2 \ell_n N}: \quad (2.194)$$

Ելնելով փխրիչի քարշի ուժի որոշման 2.36 արտահայտությունից և նկատի ունենալով, որ $H = h + d \operatorname{ctg} \alpha + r \cos \alpha$ և

$$\theta = \frac{n}{k} = \frac{1}{2V_0} \sqrt{\frac{PH}{2m}} + \frac{V_0}{2} \sqrt{\frac{m}{2PH}}, \quad (2.195)$$

կազմում ենք կայունության քանակական չափանիշի (σ) փոփոխության կախվածությունը $\theta = \frac{n}{k}$ -ից (նկ. 2.58):



Նկ. 2.58. σ -ի փոփոխությունը կախված θ -ից

$\sigma = f(\theta)$ գրաֆիկից (նկ. 2.58) պարզ երևում է, որ որքան θ - ի արժեքը մոտ է 1-ի, այնքան փխրիչի շարժումը կլինի կայուն: Հետևաբար գյուղ մեքենայի օպտիմալ երկրաչափական պարամետրերը կարելի է որոշել $\theta = \frac{n}{k} \rightarrow 1$, կամ n և k գործակիցների հավասարության պայմանից:

Հավասարեցնելով n և k գործակիցների արժեքները կստանանք.

$$\frac{1}{2V_0} \sqrt{\frac{P(h + d \operatorname{ctg} \alpha + r \cos \alpha)}{2m}} + \frac{V_0}{2} \sqrt{\frac{m}{2P(h + d \operatorname{ctg} \alpha + r \cos \alpha)}} = 1: \quad (2.196)$$

Ստացված (2.196) հավասարումը հնարավորություն է տալիս տեսականորեն գնահատելու հողամշակ մեքենաների կայունությունը:

Ստացված տեսական արտահայտություններից ակներև է, որ գյուղ. մեքենայի ծանրության կենտրոնից մինչև նրա պտտման ակնթարթային կենտրոն եղած հեռավորությունը կախված է ագրեգատի շարժման արագությունից, ինչպես նաև փխրիչի երկրաչափական պարամետրերից: Ագրեգատի շարժման արագության մեծացումը կբերի գյուղ. մեքենայի ծանրության կենտրոնից մինչև նրա պտտման ակնթարթային կենտրոնի հեռավորության մեծացման, հետևաբար և ագրեգատի շարժման կայունության վատացման:

2.18. Լանջում աշխատող տրակտորի հզորության կորուստը

Հողամշակ մեքենաների ընդգրկման լայնությունը հիմնականում ավելի մեծ է, քան տրակտորի անվահետքերի հեռավորությունը: Հողի հետ դրանց փոխազդեցության ժամանակ, ինչպես նաև հողի տեսակարար դիմադրության անհավասարաչափության հետևանքով, մեքենատրակտորային ագրեգատի շարժումը դառնում է անկայուն, այն շեղվում է առաջադրված ուղղությունից, մասնակի կողատարվում, որը ստիպում է տրակտորիստ մեքենավարին բազմակի անգամներ ներգործելու ղեկավարման համակարգի վրա՝ ագրեգատի շարժման առաջադրված ուղղության պահպանման նպատակով [22, 23, 77]:

Այս երևույթն ավելի ակնառու է լանջի մշակման ժամանակ, որտեղ ագրեգատի վրա ազդող ուժերին ավելանում է նաև լանջի թեքությամբ ներքև ուղղված ծանրության ուժի $G_{\text{տր}} \sin \beta$ բաղադրիչը, որը նույնպես բերում է մեքենատրակտորային ագրեգատի շարժման առաջադրված ուղղությունից շեղման, ինչպես նաև հողի մշակման տեխնոլոգիական գործընթացի որակի վատացման:

Ագրեգատի շարժման առաջադրված ուղղության պահպանման նպատակով փոքր շրջադարձերի ժամանակ տրակտորի հետևի մասը կախոցի համակարգի հետ միասին կողատրվում է՝ գյուղ. մեքենան պտտվում իր ակնթարթային կենտրոնի շուրջ, ագրեգատը շեղվում ընթացքի ուղղությունից, որը բերում է քարշային դիմադրության մեծացման [3, 12, 163]:

ՄՏԱ-ի առաջադրված ուղղության պահպանման համար մեքենավարն ղեկավարում է տրակտորը, որի ժամանակ դանդաղ պտտվող թրթուրի վրա քարշի ուժը փոքրանում է, իսկ արագացողի վրա մեծանում:

Որոշենք ագրեգատի պտտման վրա ծախսվող հզորությունը.

$$N = M_{\omega} \cdot \omega : \quad (2.197)$$

Պտտող մոմենտը կարող ենք որոշել հետևյալ պարզեցված բանաձևով.

$$M_{\omega} = 0,5B(P_{k\kappa} - P_{k\lambda}), \quad (2.198)$$

որտեղ B - ն տրակտորի թրթուրների երկայնական միջառանցքային հեռավորությունն է, $P_{k\kappa}$ և $P_{k\lambda}$ – համապատասխանաբար լանջով ներքևի և վերևի թրթուրների վրա քարշի ուժն է [163], (նկ.2.59).

$$P_{k\kappa} = P_{f_0} + \frac{\mu G_{\text{տ}} L}{4B}, \quad P_{k\lambda} = P_{f_0} - \frac{\mu G_{\text{տ}} L}{4B}, \quad (2.199)$$

որտեղ μ - ն դարձի դիմադրության գործակիցն է, $G_{\text{տ}}$ -ն՝ տրակտորի ծանրության ուժը, L -ը՝ թրթուրների հենային երկարությունը, P_{f_0} և P_{f_0} – ն՝ համապատասխանաբար լանջով վերևի և լանջով ներքևի թրթուրների համընթաց շարժման դիմադրության ուժերը [169].

$$P_{f_0} = \frac{G_{\text{տ}} \cdot f(0,5B \cdot \cos \beta + h_G \cdot \sin \beta)}{B}, \quad (2.200)$$

$$P_{f_0} = \frac{G_{\text{տ}} \cdot f(0,5B \cdot \cos \beta - h_G \cdot \sin \beta)}{B},$$

որտեղ f -ը թրթուրների գլորման դիմադրության գործակիցն է, β -ն՝ լանջի թեքության անկյունը, h_G -ն՝ տրակտորի ծանրության կենտրոնի ուղղաձիգ կոորդինատը:

Հաշվի առնելով (2.199)-ը և (2.200)-ը (2.198)-ը կընդունի հետևյալ տեսքը.

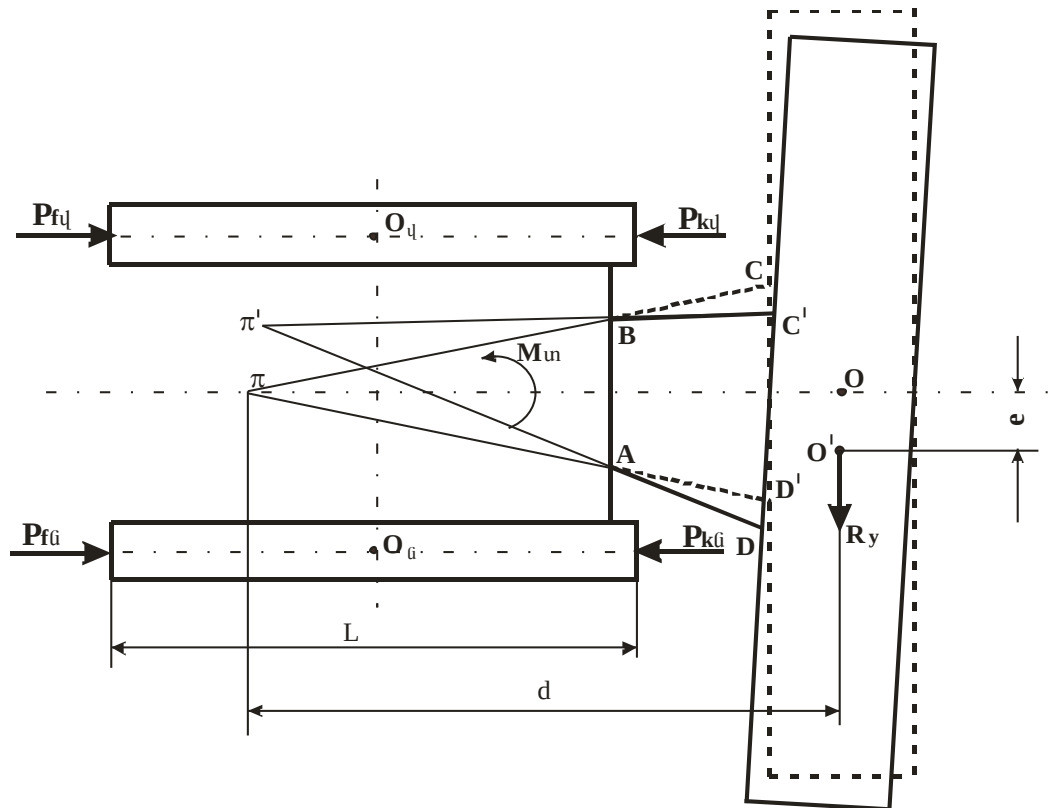
$$M_{\omega} = G_{\text{տ}}(f \cdot h_G \cdot \sin \beta + 0,25\mu \cdot L): \quad (2.201)$$

Քանի որ տրակտոր-գյուղ. մեքենա համակարգը կոշտ համակարգ չէ, ուստի այս մոմենտը սկզբում առաջանում է տրակտորի վրա, և հետո փոխանցվում գյուղ. մեքենային:

Ուսումնասիրենք պտտող մոմենտի ազդեցությունը գյուղ. մեքենայի վրա: Այս մոմենտին հակազդում են գյուղ. մեքենայի ու հողի շփման ուժից և քարշային դիմադրության ուժի ընդլայնական բաղադրիչից (R_y) առաջացած մոմենտը (M_{qd}): Վերջինս որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$M_{qd} = (G_{qd} \cdot \psi + R_y) \cdot d, \quad (2.202)$$

որտեղ G_{qd} -ն գյուղ. մեքենայի ծանրության ուժն է, ψ -ն՝ գյուղ. մեքենայի և հողի շփման գործակիցը, d -ն՝ գյուղ. մեքենայի ծանրության կենտրոնից մինչև պտտման ակնթարթային կենտրոնը եղած հեռավորությունը, R_y – ը՝ քարշային դիմադրության ուժի ընդլայնական բաղադրիչը [11], $R_y = k a b n$, k – ն՝ հողի տեսակարար դիմադրությունն է, a – ն՝ մշակման խորությունը, b – ն՝ գյուղ. մեքենայի ընդգրկման լայնությունը, n – ը համեմատականության գործակից:



Նկ. 2.59. Լանջով աշխատող ՄՏԱ-ի առաջադրված ուղղությունից շեղման սխեման.

Գյուղմեքենայի վրա ազդում է նաև իներցիոն ուժերից առաջացած մոմենտը: Վերջինս առաջանում է միայն տանգենցիալ ուժերից, քանի որ կենտրոնախույզ ուժերն անցնում են գյուղ. մեքենայի պտտման ակնթարթային կենտրոնով և մոմենտ չեն առաջացնում:

$$M_J = J \cdot W, \quad (2.203)$$

որտեղ J -ն գյուղ. մեքենայի իներցիայի մոմենտն է պտտման ակնթարթային կենտրոնի նկատմամբ, W -ն՝ պտտման անկյունային արագացումը:

Ըստ համակարգի հավասարակշռության պայմանի ունենք.

$$M_{\omega} - M_{q\delta} - M_J = 0, \quad (2.204)$$

որտեղից՝

$$M_J = M_{\omega} - M_{q\delta} \quad \text{կամ} \quad J \cdot W = M_{\omega} - M_{q\delta} \Rightarrow W = \frac{M_{\omega} - M_{q\delta}}{J}:$$

M_{ω} և $M_{q\delta}$ մոմենտները լանջի տվյալ թեքության համար կարելի է դիտարկել որպես մեծությամբ հաստատուն, իսկ գյուղ. մեքենայի պտույտը պտտման ակնթարթային կետի շուրջ հավասարաչափ՝ ուստի կարելի է գրել.

$$\omega = W \cdot t \quad \text{կամ} \quad \omega = \frac{M_{\omega} - M_{q\delta}}{J} \cdot t: \quad (2.205)$$

Հետևաբար ՄՏԱ-ի պտտման համար ծախսվող հզորությունը կլինի.

$$N = M_{\omega} \cdot \omega \cdot t = M_{\omega} \frac{M_{\omega} - M_{q\delta}}{J} \cdot t: \quad (2.206)$$

Այս հզորությունը նշանակալի մեծանում է, կախված M_{ω} մոմենտի մեծացումից, իսկ գյուղ. մեքենայի իներցիայի մոմենտի մեծացումը բերում է հզորության նվազման:

Գյուղմեքենայի իներցիայի մոմենտը որոշվում է հետևյալ հայտնի արտահայտությամբ.

$$J = J_0 + md^2, \quad (2.207)$$

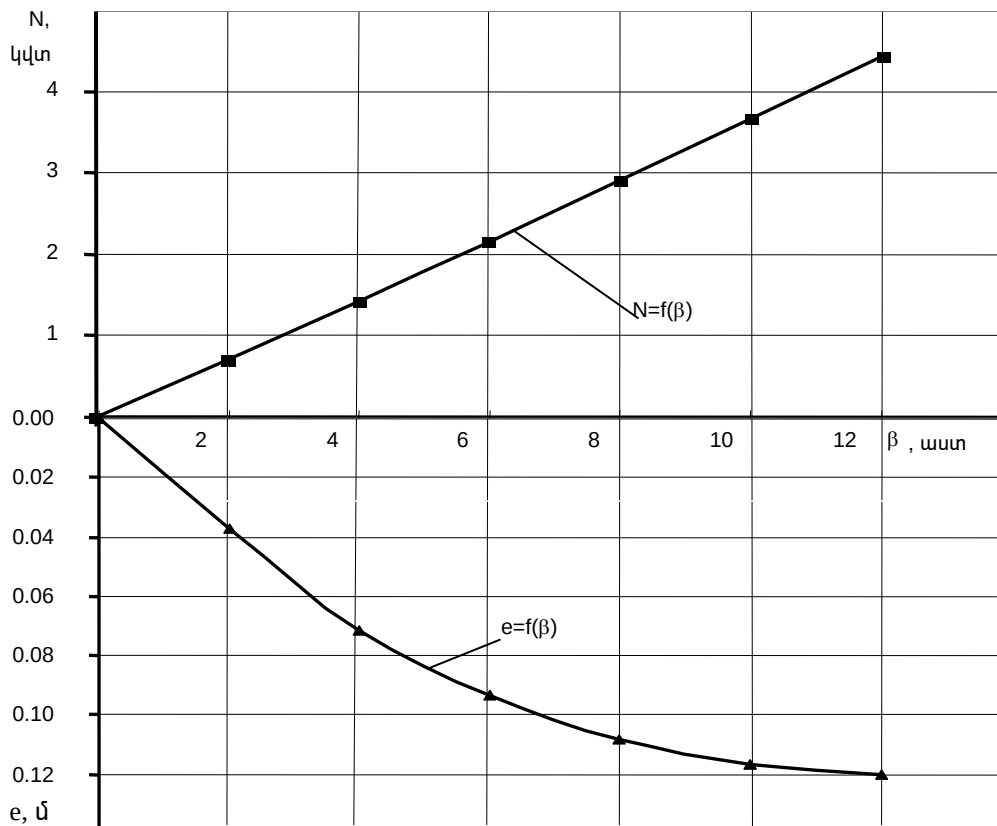
որտեղ $J_0 = me^2$, գյուղմեքենայի իներցիայի մոմենտն է ՄՏԱ-ի երկայնական առանցքի նկատմամբ, m -ը՝ գյուղ. մեքենայի զանգվածը, e -ն գյուղ. մեքենայի ծանրության կենտրոնի առաջադրված ուղղությունից շեղման չափը, որը փոփոխվում է կախված լանջի թեքությունից [60, 62, 159]:

$$J = m \cdot e^2 + md^2 = m(e^2 + d^2): \quad (2.208)$$

Տեղադրելով (2.208)-ը (2.206)-ում, հաշվի առնելով (2.201)-ը կստանանք՝

$$N = G_{\text{տ}}(f \cdot h_G \cdot \sin \beta + 0,25\mu \cdot L) \frac{G_{\text{տ}}(f \cdot h_G \cdot \sin \beta + 0,25\mu \cdot L) - (G_{\text{գմ}} \cdot \psi + R_y) \cdot d}{m(e^2 + d^2)} t: \quad (2.209)$$

Որպես օրինակ կառուցնք ԴՏ-75 տրակտորի հզորության կորուստի փոփոխման բնութագիրը կախված լանջի թեքության անկյունից (β), երբ այն ագրեգատավորված է ԲԴՆ-2 փխրիչի հետ: $G_{\text{տ}}=61.6$ կՆ, $G_{\text{գմ}}=4,25$ կՆ, գյուղմեքենայի բանոդ օրգանների և հողի շփման միջին գործակիցը՝ $\psi=0,4$, գյուղ. մեքենայի ծանրության կենտրոնից մինչև պտտման ակնթարթային կենտրոնը՝ $d=2,68$ մ, տրակտորի թրթուրների գլորման դիմադրության գործակիցը՝ $f=0,12$, տրակտորի թրթուրների հենային երկարությունը՝ $L=1,616$ մ, տրակտորի ծանրության կենտրոնի ուղղաձիգ կոորդինատը $h_G=0,712$ մ, դարձի դիմադրության գործակիցը՝ $\mu=0,18$, քարշային դիմադրության ուժի ընդլայնական բաղադրիչը՝ $R_y=3.8$ կՆ [11]: Ինչպես երևում է ստացված բնութագրից լանջերում մեքենատրակտորային ագրեգատի շարժման առաջադրված ուղղության պահպանման նպատակով դարձը կպահանջի լրացուցիչ հզորության ծախս, մասնավորապես՝ լանջի $\beta=10^\circ$ թեքության դեպքում պահանջվող լրացուցիչ հզորությունը կազմում է 3,67 կվտ (նկ. 2.60):



Նկ.2.60. ԴՏ-75 տրակտորի հզորության կորուստը կախված լանջի թեքությունից

Լանջերում աշխատող տրակտորային ագրեգատի ուղղույթի կայունությանը նպատակաուղղված ցանկացած կառուցվածքային առաջարկություն կբերի հզորության կորստի նվազմանը, որոնցից մեկն էլ կարող է հանդիսանալ գյուղ. մեքենայի կախոցի համակարգի կատարելագործումը այնպես, որ գյուղմեքենայի քարշային դիմադրությունը հավասարապես բաշխվի տրակտորի լանջով վերևի և ներքևի թրթուրների վրա:

2.19. Լանջերի երկշերտ մշակման կոմբինացված ագրեգատի քարշային դիմադրությունը

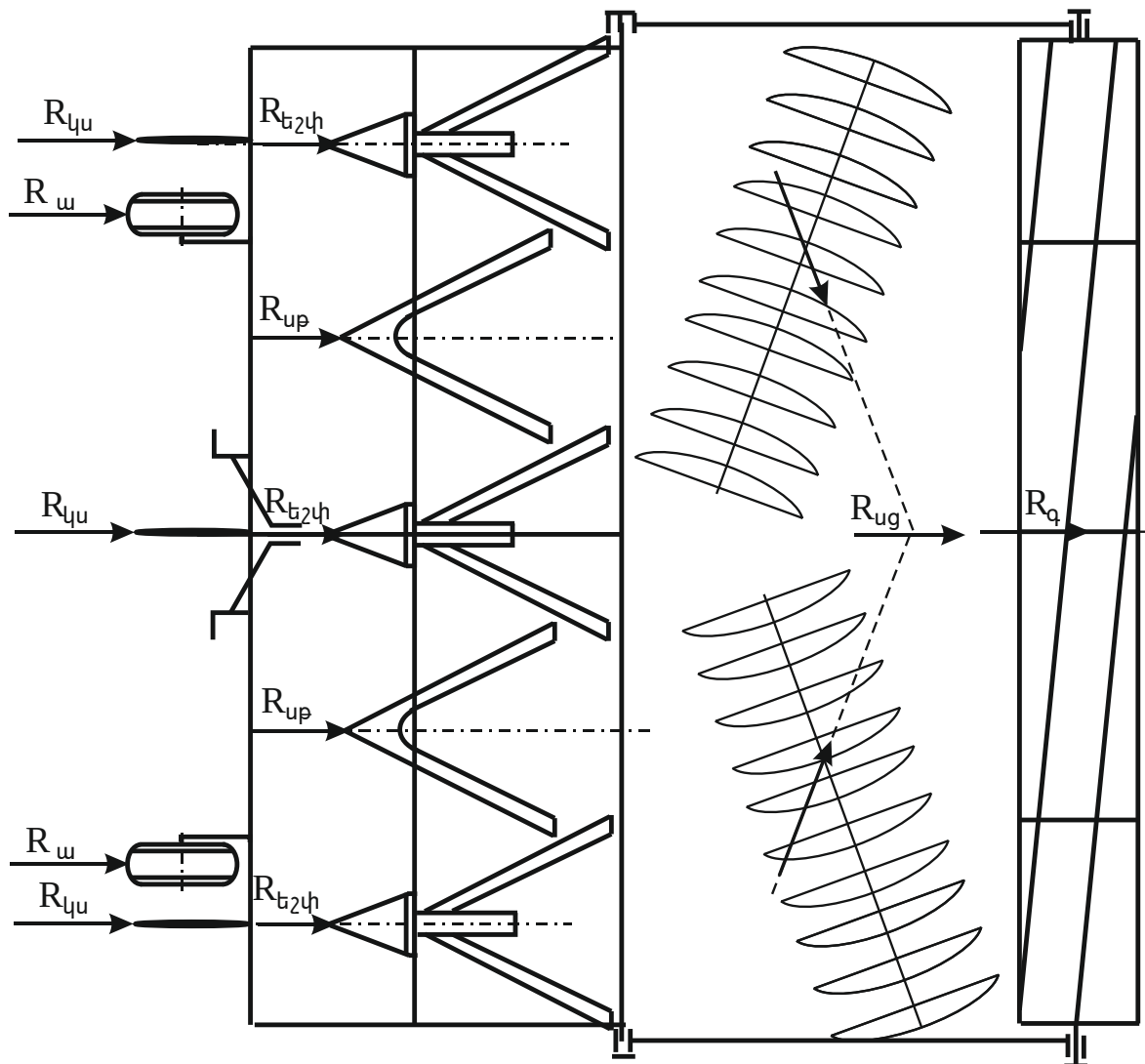
Լանջերում հողամշակման տեխնոլոգիական գործընթացի իրականացման համար ՄՏԱ-ի կարևորագույն դինամիկական ցուցանիշներից մեկը համարվում է քարշային դիմադրությունը:

Ագրեգատի ծանրության ուժի վերաբաշխման, ինչպես նաև մի շարք արտաքին գործոնների ազդեցության հետևանքով փոխվում են տրակտորի քարշային հատկությունները, իսկ նրա շեղումը առաջադրված ուղղությունից ոչ միայն վատացնում է վարի տեխնոլոգիական գործընթացը, այլև նպաստում է ագրեգատի քարշային դիմադրության մեծացմանը, համապատասխանաբար մեծացնելով ոչ արտադրական հզորությունը [1, 24]: Հետևաբար քարշային դիմադրության որոշումը անհրաժեշտ է և այն հնարավորություն կտա կատարելու թեքությունների վրա աշխատող փխրիչ ագրեգատի աշխատանքը բնութագրող շահագործական հատկանիշների գնահատման ցուցանիշների քանակական և որակական վերլուծություն [13, 39]:

Լանջերի երկշերտ մշակման կոմբինացված ագրեգատի քարշային դիմադրությունը որոշվում է օգտվելով Նկ. 2.61 – ում բերված սխեմայից հետևյալ արտահայտությամբ.

$$\sum R = \sum R_w + \sum R_{lu} + \sum R_{up} + \sum R_{t2\psi} + R_{ug} + R_q, \quad (2.210)$$

որտեղ՝ $\sum R_w$ - ն հենարանային անիվների քարշային դիմադրությունն է, $\sum R_{lu}$ -ն՝ կտրող սկավառակների քարշային դիմադրությունը, $\sum R_{up}$ - ն՝ սլաքաձև թաթիկների քարշային դիմադրությունն է, $\sum R_{t2\psi}$ - ն՝ երկշերտ մշակման բանող օրգանների քարշային դիմադրությունն է, R_{ug} -ն՝ սկավառակավոր ցաքանի քարշային դիմադրությունն է, R_q -ն՝ գլանվակի քարշային դիմադրությունն է:



Նկ.2.61. Լանջերի երկշերտ մշակման կոմբինացված ագրեգատի քարշային դիմադրության որոշման սխեմա

Հենարանային անիվների քարշային դիմադրությունը որոշվում է Գրանդվուանե-Գորյաչկինի բանաձևով [63].

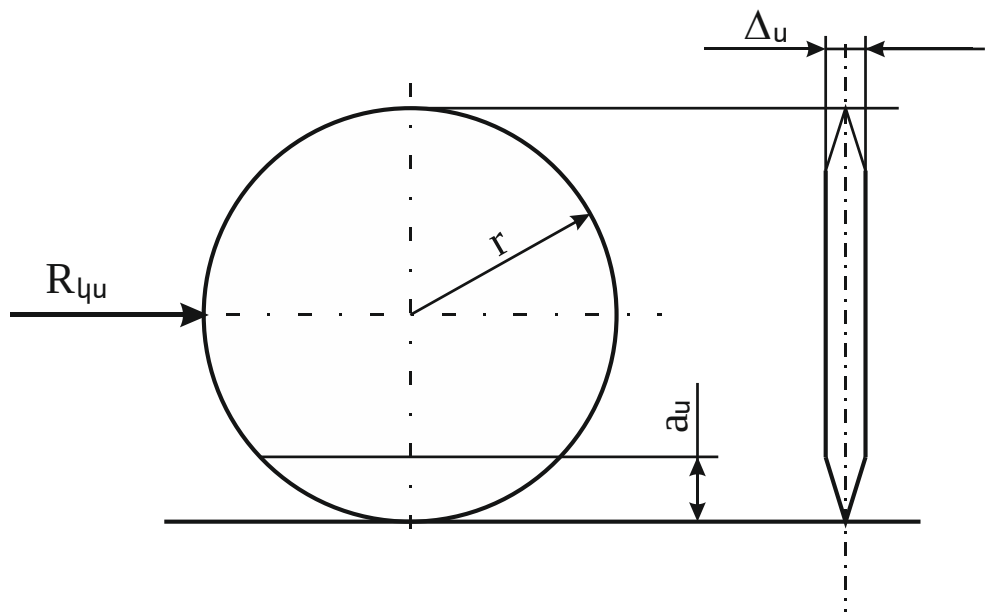
$$\sum R_w = n_w \cdot 0.863 \sqrt{\frac{G^4}{b \cdot q_0 \cdot D^2}}, \quad (2.211)$$

որտեղ G - ն հենարանային անիվների վրա ընկնող ծանրության ուժն է, b - ն՝ անիվի լայնությունը, D - ն՝ անիվի տրամագիծը, q_0 - ն՝ հողի ծավալային տրորման գործակիցը, n - ը հենարանային անիվների թիվը:

Հարթ սկավառակների վրա հողի կտրման դիմադրության ուժը որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ (Նկ. 2.62) [18].

$$\sum R_u = a_u \cdot n_u \left(\frac{8}{3} f \sqrt{a_u (2r - a_e)} + \Delta_u \cdot k \right), \quad (2.212)$$

որտեղ a_u - ն սկավառակի ընթացքի խորությունն է, n_u - ն՝ սկավառակների թիվը, f - ը՝ սկավառակի վրա կողային տեսակարար դիմադրությունը, r - ը՝ սկավառակի շառավիղը, Δ_u - ն՝ սկավառակի հաստությունը, k - ն՝ հողի տեսակարար դիմադրությունը:



Նկ. 2.62. Հարթ սկավառակի վրա հողի դիմադրության ուժի որոշման սխեմա

Սլաքաձև թաթիկների քարշային դիմադրությունը որոշվում է ըստ (2.36) բանաձևի.

$$\sum R_{up} = n_{up} 2 \cdot S \cdot \sin(\alpha + \varphi) \cdot \frac{0,5\sigma \cdot \cos \frac{\gamma + \varphi - \varphi_1}{2} + \rho \cdot V^2 \sin^2 \frac{\gamma + \varphi + \varphi_1}{2} + l \cdot \rho \cdot g \cdot \sin \varphi_1}{\sin(\gamma + \varphi)}, \quad (2.213)$$

$$\begin{aligned} \sum R_{t_2} = n_{t_2} a b_{\text{կ}} \rho g \left[90^\circ - \left(\alpha + \arcsin \left(\cos \alpha - \frac{a - l_{\text{հ}} \sin \alpha}{r} \right) \right) \right] \sin(\alpha + \varphi) \frac{\pi}{180^\circ} \sqrt{f^2 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} + \\ + 2S \sin(\alpha + \varphi) \frac{0,5\sigma \cos \frac{\gamma + \varphi - \varphi_1}{2} + \rho V^2 \sin^2 \frac{\gamma + \varphi + \varphi_1}{2} + l \rho g \sin \varphi_1}{\sin(\gamma + \varphi)}, \end{aligned} \quad (2.214)$$

որտեղ n_{t_2} - ն երկշերտ մշակման բանող օրգանների քանակն է:

Սկավառակավոր ցաքանի քարշային դիմադրությունը որոշվում է ելնելով ցաքանի տեսակարար դիմադրությունից և ընդգրկման լայնությունից.

$$R_{ug} = k_{ug} B_{ug}, \quad (2.215)$$

որտեղ k_{ug} - ն սկավառակավոր ցաքանի քարշային դիմադրությունն է, B_{ug} - ն՝ ընդգրկման լայնությունը:

Գլանվակի քարշային դիմադրությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$R_q = R_{ql} + R_{z\text{հ}}, \quad (2.216)$$

որտեղ R_{ql} - ն դաշտի մակերևույթով գլանվակի գլորման դիմադրությունն է, $R_{z\text{հ}}$ - ն՝ շփման դիմադրությունը:

Դաշտի մակերևույթով գլանվակի գլորման դիմադրությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$R_{ql} = G \cdot \mu, \quad (2.217)$$

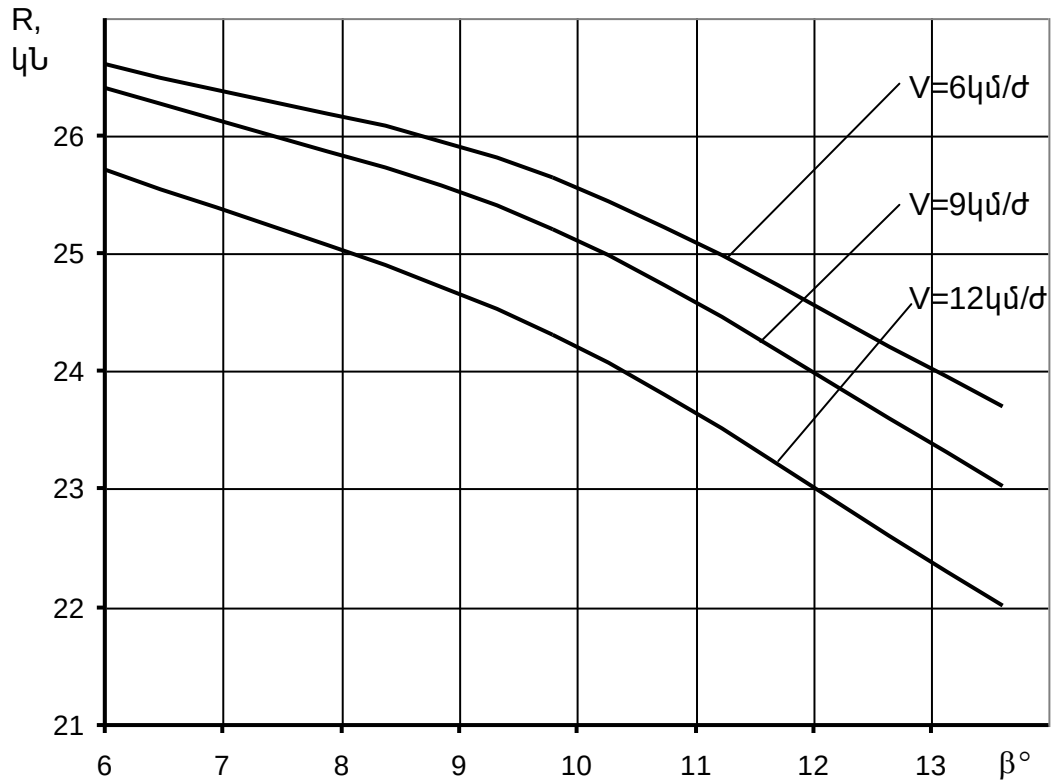
որտեղ G - ն գլանվակի ծանրության ուժն է, μ - ն՝ հողի մակերևույթով գլանվակի գլորման դիմադրության գործակիցը:

Շփման դիմադրությունը որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$R_{z\text{հ}} = 2b \cdot q_0 \cdot a \cdot r^2 \operatorname{tg}^4 \frac{\theta_0}{2}, \quad (2.218)$$

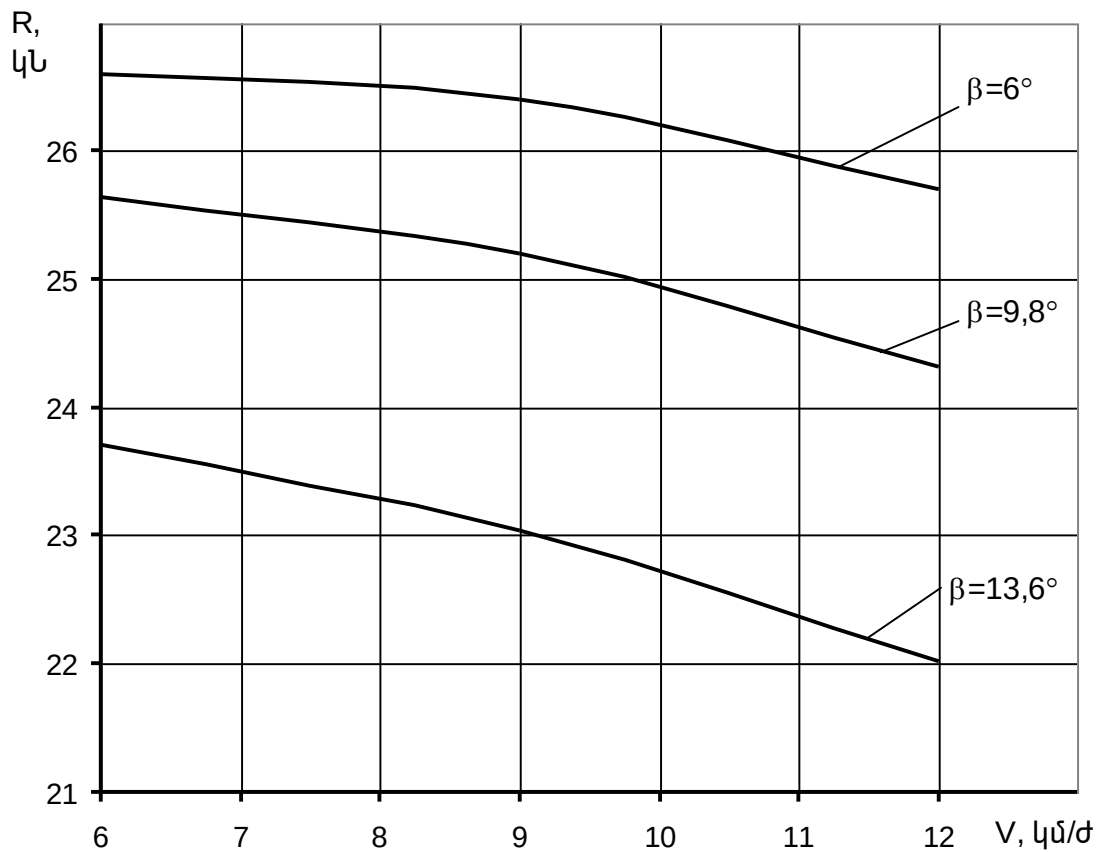
որտեղ b - ն գլանվակի ընդգրկման լայնությունն է, q_0 - ն՝ հողի ծավալային տրորման գործակիցը, a - ն՝ գլանվակի ընթացքի խորությունը, r - ը՝ գլանվակի շառավիղը, θ_0 - ն՝ գլանվակի ձողերի թեքման անկյունը:

Ըստ վերոհիշյալ բանաձևերի կառուցվել է լանջերի երկշերտ մշակման կոմբինացված ագրեգատի քարշային դիմադրության փոփոխության գրաֆիկներ կախված լանջի թեքությունից (նկ.2.63) և ագրեգատի շարժման արագությունից (նկ. 2.64):



Նկ. 2.63. Լանջերի երկշերտ մշակման ագրեգատի քարշային դիմադրության փոփոխությունը կախված լանջի թեքությունից

Գրաֆիկների վերլուծությունից ակնհայտ է, որ ինչպես լանջի թեքության այնպես էլ շարժման արագության մեծացումը բերում է ագրեգատի քարշային դիմադրության փոքրացման: Քարշային դիմադրության փոքրացման պատճառը ագրեգատի բանող օրգանների ընթացքի խորության միջին արժեքների փոքրացումն է, որը բացատրվում է ագրեգատի դիմադրության կենտրոնի ՄՏԱ-ի երկայնական առանցքի նկատմամբ լանջով ներքև տեղաշարժով, որի հետևանքով ագրեգատի լանջով վերև գտնվող իրանների ընթացքի խորությունները փոքրվում են:



Նկ. 2.64. Լանջերի երկշերտ մշակման կոմբինացված ագրեգատի քարշային դիմադրության կախվածությունը ագրեգատի շարժման արագությունից

Լանջերի հողի մշակման տեխնոլոգիական գործընթացի բարելավման, ՄՏԱ-ի ուղղույթի կայունության բարձրացման համար անհրաժեշտ է քարշի ուժի ուղղությունը տեղափոխել ագրեգատի երկայնական առանցքի վրա, որին կարելի է հասնել հողամշակ մեքենայի շրջանակը մշակվող մակերևույթին զուգահեռ պահող ավտոմատ համակարգերի կիրառման շնորհիվ:

2.20. Հողի նվազագույն մշակման թրթռափխրիչի տեխնոլոգիական պարամետրերի հիմնավորումը

Տնտեսական ներկա իրավիճակի և գյուղատնտեսության վարման պայմաններում, հատկապես հողամշակման էներգատար գործընթացներում, անհնար է ապահովել բարձր արդյունավետություն, առանց արտադրության էներգետիկական ծախսերի նվազեցման: Ուստի հողամշակման հիմնական տեխնոլոգիական գործընթացների էներգածախսումների իջեցման ուղիների որոնումը շարունակում է մնալ երկրագործական մեխանիկայի կարևոր հիմնախնդիր [169]:

Մեր կողմից կատարված հետազոտություններով բացահայտվել է, որ այդ խնդրի լուծման արդյունավետ ուղիներից մեկը բանոլ օրգաններով հողի թրթռամշակման իրականացումն է, հողամշակ մեքենաների կառուցվածքային կատարելագործումով՝ առաձգական տարրերի կիրառմամբ [104, 169, 200]:

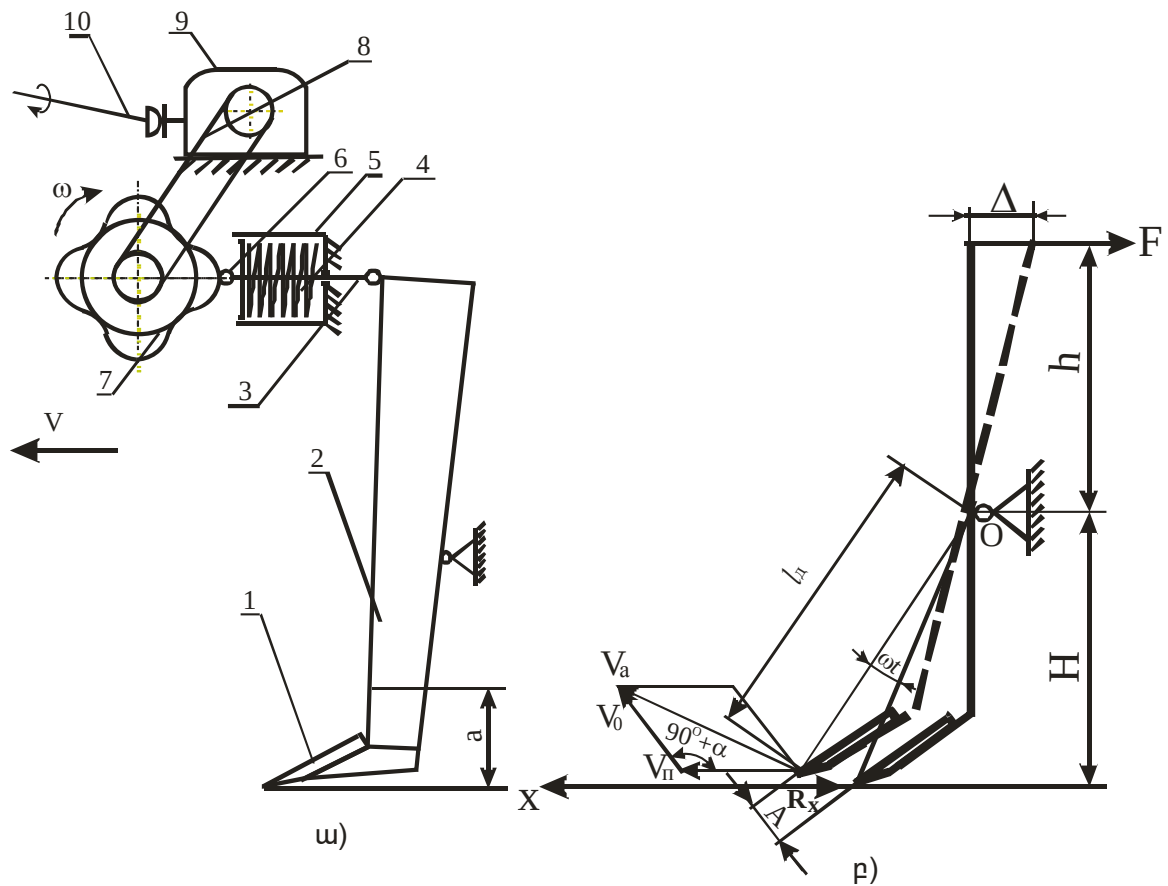
Հաստատված է, որ հողամշակ մեքենաների բանոլ օրգանների թրթռագործընթացը թրթռման օպտիմալ հաճախության և ամպլիտուդի պայմաններում ագրեգատի քարշային դիմադրությունը կարող է նվազեցնել 20-60% - ով, կախված բանոլ օրգանի շարժման բացարձակ արագությունից և մշակվող միջավայրի (հողի) հատկություններից [104, 169, 199, 200]:

Հիմք ընդունելով նշված հանգամանքները, մեր կողմից փորձ է արվել մշակել պարզագույն կառուցվածքի մեխանիկական հաղորդակով թրթռափխրիչ (նկ.2.65)[199]:

Թրթռափխրիչը բաղկացած է հորատադուրից (1), կանգնակ-կափույրածողից (2), հրիչից (3), զսպանակից (4), զսպանակի պատյանից (5), հոլովակից (6), բռունցքավոր ռոտորից(7), շղթայավոր փոխանցումից (8), գանձիչից (9), կարդանային փոխանցումից(10):

Թրթռափխրիչի բռունցքավոր ռոտորը, տրակտորի հզորության անջատման լիսեռից գանձիչի և շղթայական փոխանցուման միջոցով ստանում է պտտական շարժում և զսպանակ-հրիչ զույգով տատանում կանգնակ-կափույրածողը հողակապի (պտտման առանցքի) շուրջ:

Հորատադուրի թրթռման օպտիմալ ռեժիմը՝ ամպլիտուդան և հաճախությունը, կարգավորվում է տարբեր տրամագծի ռոտորի ու բռնկեքների քանակի ընտրմամբ:



Նկ. 2.65. Թրթռափխրիչի կառուցվածքային(ա) և հաշվարկային(բ) սխեմաները

Հորատադուրի հարկադրական տատանումների (թրթռումների) օպտիմալ պարամետրերը որոշելու համար կազմենք բանոդ օրգանի շարժման հավասարումը՝ հողի դիմադրության (R_x) և կիրառվող արտաքին (F) ուժերի ազդեցությունից (նկ.2.65,բ).

$$m\ddot{x} = \frac{h}{H}F - R_x, \quad (2.218)$$

որտեղ՝ H -ը և h -ը համապատասխանաբար R_x և F ուժերի բազուկներն են, կափույրածող-կանգնակի տատանման առանցքի նկատմամբ, m - ը՝ կափույրածող - կանգնակի և հորատադուրի բերված զանգվածը, x - ը՝ հորատադուրի շրջագծային տեղափոխությունը:

Հողի դիմադրության ուժի R_x բաղադրիչի փոփոխման օրինաչափությունը կարելի է ներկայացնել հետևյալ տեսքով [104].

$$R_x = R_{x\max} \sin(\omega_1 t), \quad (2.219)$$

իսկ արտաքին F ուժին՝

$$F = c\Delta \sin(\omega_2 t), \quad (2.220)$$

որտեղ c -ն զսպանակի կոշտությունն է, Δ -ն՝ զսպանակի սեղմման (ընդարձակման) առավելագույն մեծությունը՝ $\Delta = \frac{hA}{H}$, A -ն՝ տատանման ամպլիտուդը:

Հողի մշակման գործընթացում թրթռային շարժման ընթացքում ապահովվում է $\omega_1 = \omega_2 = \omega$ պայմանը: Հետևաբար R_x և F ուժերի արժեքները տեղադրելով (2.218) հավասարման մեջ և լուծելով $\ddot{x}$ - ի նկատմամբ, կստանանք՝

$$\ddot{x} = \frac{h^2 c A - H^2 R_{x\max}}{H^2 m} \sin(\omega t): \quad (2.221)$$

Ինտեգրելով ստացված արտահայտությունը կստանանք հորատադուրի կտրող եզրի արագության և տեղափոխության հաշվարկային բանաձևերը՝

$$\dot{x} = \frac{1}{\omega H^2 m} (h^2 c A - H^2 R_{x\max}) [1 - \cos(\omega t)], \quad (2.222)$$

$$x = \frac{1}{\omega H^2 m} (h^2 c A - H^2 R_{x\max}) \left[t - \frac{1}{\omega} \sin(\omega t) \right]: \quad (2.223)$$

Ժամանակի $t = \frac{T}{2} = \frac{\pi}{\omega}$ պահին հորատադուրի տեղափոխությունը հավասար կլինի թրթռման ամպլիտուդին ($x = A$): Հետևաբար կարող ենք գրել՝

$$A = \frac{\pi H^2 R_{x\max}}{\pi h^2 c - \omega^2 H^2 m}: \quad (2.224)$$

Զսպանակ-հրիչ կինեմատիկական զույգի հաշվարկի համար, որպես ելքային պարամետր, ընտրվում է փխրիչի քարշային դիմադրության առավելագույն արժեքը՝ $R_{x\max}$ -ը, որը ընտրվում է դժվարամշակ հիմնահողի առավելագույն տեսակարար դիմադրությունից՝ $K = 90$ կՊա:

Ընդունելով փխրիչի ընթացքի խորությունը՝ $a_{\max} = 0.25$ մ, կանգնակ-հորատադուրի ընդգրկման միջին լայնությունը՝ $b = 0.09$ մ, կստանանք զսպանակի դարձափոխման ուժը՝ $P_r = K_{\max} a_{\max} b = 9 \cdot 10^4 \cdot 0.25 \cdot 0.09 = 2025$ Ն:

Հորատադուրի դարձափոխման ապահովման համար զսպանակի պարամետրերի հաշվարկի ելակետային ուժը (F) պետք է բավարարի հետևյալ պայմանը՝

$$P_r \leq F_{\max} = cA: \quad (2.225)$$

Համաձայն հաշվարկային մեթոդիկայի[104], ընտրում ենք զսպանակի հետևյալ արժեքները՝ զսպանակի մետաղալարի տրամագիծը՝ $d=4$ մմ, զսպանակի միջին տրամագիծը՝ $D_0 = 40$ մմ, կոշտության գործակիցը՝ $c = 54.5$ Ն/մմ:

Հորատադուրի և հողի փոխազդեցությունն ունի դինամիկական բնույթ, քանի որ նրա մխրճվելը հիմնահողի մեջ կատարվում է բարձր բացարձակ արագության (V_a) տակ, սակայն ոչ բարձր պլաստիկ դեֆորմացիայի տարածման արագությունից (C_p), հակառակ դեպքում քարշային դիմադրության նվազման փոխարեն կստացվի զգալի աճ: Այս ուղղությամբ կատարված գիտափորձնական հետազոտությունների արդյունքներով (Վ.Ի. Վինոգրադով, Գ.Ա. Սեմենով, Վ.Վ. Կաջիգին, Դ.Ա. Դեգրաֆ) հաստատված է, որ կախված հողի վիճակից և հատկություններից պլաստիկ դեֆորմացիաների տարածման արագությունը (C_p) տատանվում է 6–15 մ/վ սահմաններում [104, 169]: Ելնելով այդ տվյալներից ընտրում ենք $V_a = 5$ մ/վ:

Հողի դեֆորմացիայի դիմադրության դինամիկական բաղադրիչը՝ P_{def}^d , կախված է միավոր ժամանակում հարվածն ընդունած զանգվածից՝ m_d , և հորատադուրի սայրի բացարձակ արագությունից՝ V_a : Չանգվածի մեծությունը հաշվարկվում է հայտնի բանաձևով՝ $m_d = S\rho C_p$, որտեղ՝ S -ը հարվածն ընդունած զանգվածի ճակատային մակերեսն է, ρ -ն՝ հիմնահողի խտությունը, որը կավավազային հողերի համար տատանվում է 1600–1800 կգ/մ³ սահմաններում:

Այսպիսով կարող ենք գրել.

$$P_{\text{def}}^d = V_a \rho C_p S: \quad (2.226)$$

Քննարկվող խնդրում ընդունում ենք պլաստիկ դեֆորմացիայի արագության $C_p = 6$ մ/վ պայմանը:

Հորատադուրի սայրի բացարձակ արագության V_a որոշման համար օգտվենք նկ.2.65-ի բ-ից. $\bar{V}_a = \bar{V}_n + \bar{V}_0$:

Տեղափոխական (V_n) և հարաբերական (V_0) արագությունները պետք է ընտրել այնպես, որ երկրաչափական գումարը՝ բացարձակ արագությունը չգերազանցի $V_a = 5$ մ/վ սահմանը:

Էներգոտեխնոլոգիական բարձր արդյունավետություն ապահովելու տեսակետից անհրաժեշտ է, որ հորատադուրի դեպի աջ տատանման վերջում բացարձակ արագության ուղղությունը մոտ լինի ուղղահայացին [169]: Այդ պայմանը բավարարելու համար անհրաժեշտ է, որ հորատադուրի սայրի հարաբերական արագությունը (V_0) զգալիորեն մեծ լինի տեղափոխական արագությունից (V_n): Այս պայմանի իրականացման ընթացքում պարտադիր է կինեմատիկական պարամետրի (0.4) մեծության ապահովումը [169].

$$k = \frac{V_a}{A\omega} \leq 0,4: \quad (2.227)$$

Դիտարկվող խնդրում փխրիչի թրթռագործարկիչի կառուցվածքը սկզբունքորեն տարբերվում է լայնորեն կիրառություն գտած շուտովիկ շարժաթևային մեխանիզմից: Բռունցքառոտորային թրթռագործարկիչը փխրիչի հորատադուրին հաղորդում է տատանումներ, կանգնակի միջնամասում տեղադրված հողակապի նկատմամբ: Հողակապի ուղղաձիգ տեղափոխմամբ կարող ենք բոլոր թրթռման պարամետրերը փոփոխել արժեքների մեծ տիրույթում, յուրաքանչյուր հողատեսքի համար ընտրելով օպտիմալ արժեքներ:

Հորատադուրի թրթռման ռեժիմի օպտիմալացման համար միանգամայն հարմար է սայրի տատանման բացարձակ արագության սահմանափակման $V_a \leq 5$ մ/վ պայմանը:

Նվազագույն դիմադրության ապահովման տեսակետից հորատադուրի տեղակայման անկյունը ընտրվում է՝ $\alpha = 22^\circ$ [169], հորատադուրի պտտման անկյան (ωt) փոփոխման սահմաններն են՝ $\omega t = 0 \div \omega t_{\max}$:

Բռունցքային ռոտորի պտտման անկյունային արագությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$\omega = \frac{2\pi\nu}{n}, \quad (2.228)$$

որտեղ՝ n -ը բռնցքների թիվն է, ν -ն՝ բռնցքավոր ռոտորի պտտման հաճախությունը:

Թրթռային շարժումը դրական արդյունք կտա եթե տատանումների ալիքի երկարությունը կարճ լինի հորատադուրի առջև հողի ճաքի երկարությունից, $\lambda < l_{ch}$:

Ըստ Վ.Ս. Ժեգալովի, հորատադուրի առջև հողի ճաքի երկարությունը որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ՝

$$l_{ch} = atg(\alpha + \varphi), \quad (2.229)$$

որտեղ՝ φ -ն մետաղի հետ հողի շփման անկյունն է:

Հորատադուրի թրթռման հաճախությունը, որը հավասար է բռնցքավոր ռոտորի պտտման հաճախությանը, կլինի՝

$$\nu = \frac{V_a}{\lambda}: \quad (2.230)$$

Թրթռման հաճախության նվազագույն արժեքի որոշման համար ընդունենք $\lambda = l_{ch}$: Հաշվի առնելով (12)-ը, (13)-ից, $\alpha = 22^\circ$, $\varphi = 16^\circ$ և $V_a = 5$ մ/վ արժեքների դեպքում կստանանք՝

$$\nu_{min} = \frac{V_a}{a \cdot tg(\alpha + \varphi)} = \frac{5}{0.25tg(22 + 16)} = 27.0 \text{ վ}^{-1}: \quad (2.231)$$

(2.228) արտահայտությամբ որոշվել է բռնցքային ռոտորի պտտման անկյունային արագությունը՝ $\omega = 42,4$ վ⁻¹, իսկ (2.224) արտահայտությամբ՝ կանգնակափույրաձողի $h = 0,5$ մ, $H = 0,45$ մ արժեքներով, հաշվարկվել հորատադուրի թրթռման ամպլիտուդան՝ $A = 2,7$ սմ:

Բռնցքային ռոտորով թրթռագործարկիչի կինեմատիկական պարամետրերի ազդեցության տակ թրթռադուրի սայրի բացարձակ արագության ուղղությունը թեքված է փխրիչի շարժման ուղղությամբ: Նման դեպքերում նպատակահարմար է թրթռման արագությունը ընտրել $LA\omega = 1.4 \div 1.5$ մ/վ սահմաններում [169]: Օգտվելով կինեմատիկական պարամետրի $\frac{V_a}{A\omega} \leq 0.4$ արտահայտությունից, կստանանք $V_a \leq 0,6$ մ/վ:

Ստացված պարամետրերը օգտագործելով (2.226) հավասարման մեջ, հողի դեֆորմացիայի դիմադրության դինամիկական բաղադրիչը կստացվի՝
 $P_{\text{def}}^d = 0.6 \cdot 1500 \cdot 6 \cdot 0.025 = 1350 \text{ Ն}:$

Այսպիսով փխրիչի դիմադրության ուժը կգումարվի առին հարվածի դեֆորմացիայից և կտրումից. $P = P_r + P_{\text{def}}^d = 2025 + 1350 = 3375 \text{ Ն}:$

Այժմ որոշենք թրթռման ազդեցությամբ որքանով կիջնի փխրիչի ընդհանուր դիմադրությունը:

Թրթռման ազդեցությամբ փխրիչի քարշային դիմադրության փոքրացումը հետևանք է չոր շփման ուժի փոխակերպումը մածուծիկ շփման, որն արտահայտվում է հետևյալ բանաձևով[169].

$$F_b = -\frac{2}{\pi} F_c (\sin \omega t - k), \quad (2.232)$$

որտեղ F_b -ն մածուծիկ շփման ուժն է, F_c -ն՝ չոր շփման ուժը, k -ն՝ կինեմատիկական ցուցիչը:

Հետազոտություններով հաստատված է, որ հողամշակման մեքենաների քարշային դիմադրության 30%-ը ծախսվում է շփման ուժերի հաղթահարման վրա: Կնշանակի $F_c = 0.3 \cdot P = 0.3 \cdot 3375 = 1012 \text{ Ն}:$

Բերված (15) բանաձևում, հաշվի առնելով, որ $k = 0.4$ իսկ $\sin \omega t$ -ն փոփոխվում է 0-0.09 սահմաններում, կստանանք՝

$$F_b^{\omega t=0^0} = -\frac{2}{\pi} \cdot 1012(-0,4) = 257,8 \text{ Ն}, \quad F_b^{\omega t=3,5^0} = -\frac{2}{\pi} \cdot 1012(-0,4 + 0,09) = 199,8 \text{ Ն}:$$

Այսինքն քարշային դիմադրությունը նվազում է միջին հաշվով 22.5%-ով:

Մշակված պարզագույն կառուցվածքի մեխանիկական հաղորդակով թրթռափխրիչը, որի բռունցքառոտորային թրթռագործարկիչը հորատադուրին հաղորդում է տատանումներ, կանգնակի միջնամասում տեղադրված հողակապի ուղղաձիգ տեղափոխմամբ հնարավոր է թրթռման բոլոր պարամետրերը փոփոխել արժեքների մեծ տիրույթում, յուրաքանչյուր հողատեսքի համար ընտրելով օպտիմալ արժեքներ: Բռունցքավոր թրթռագործարկիչի բանոդ օրգանների հաշվարկի արդյունքում ստացվել են հետևյալ պարամետրերը. հորատադուրի թրթռման

ամպլիդուդը 2.7սմ, հաճախությունը՝ 27.0վ⁻¹, բռնցքային ռոտորի պտտման անկյունային արագությունը՝ 42.4 վ⁻¹[199]:

2.21. Եզրակացություններ

1. Լեռնային երկրագործության, մասնավորապես՝ լանջերի հողի մշակման համար առաջարկվել է երկշերտ մշակման կոմբինացված ագրեգատ, էրոզիայի կանխարգելման, էներգախնայող, սկավառակային ունիվերսալ բանող օրգաններով, որոնց կիրառմամբ նվազում է հողի վերին շերտի փոշիացումը, ներքին շերտերի գերխտացումները, ապահովվում է փխրեցվող շերտի ջրակայունությունը, նվազում հողի էրոզիան, իսկ դրա հետ նաև՝ հերբիցիդների և այլ օգտակար օրգանական մնացորդների հեռացումը, բարձրանում հողի բերրիությունն ու մշակաբույսերի բերքատվությունը:

2. Մշակվել է առաջարկված բանող օրգանների կառուցվածքատեխնոլոգիական և հողի հետ ուժային փոխազդեցության հաշվարկի տեսություն, առաջադրված ագրոտեխնիկական պահանջներին համապատասխան: Ստացվել են առաջարկված բանող օրգանների տեխնոլոգիական և կառուցվածքային պարամետրերի հաշվարկային արտահայտություններ և որոշվել են.

- ըստ մշակման խորության հարևան բանող օրգանների միջև լավագույն հեռավորությունները: Մասնավորապես, մշակման 0,15 մ խորության դեպքում բանող օրգանների միջև հեռավորությունը պետք է ընդունել 0,33 մ-ից ոչ ավել, իսկ 0,2 մ խորության դեպքում՝ ոչ ավել քան 0,41 մ: Անհրաժեշտ փխրեցման աստիճան ապահովելու համար փխրիչի բանող օրգանների միջև եղած հեռավորությունը չպետք է գերազանցի 0.45 մ-ը,

- փխրիչ-թաթիկի կառուցվածքային պարամետրերը ըստ հողային պայմանների: Այսպես, չոր սևահողերի մշակման համար՝ առաջադրված 2,5 մ/վ արագության և 0,15 մ մշակման խորությանը համապատասխան ագրոտեխնիկական պայմանների դեպքում, փխրիչի բանող օրգանի փոլածքի անկյունը պետք է

գտնվի 18 - 22° սահմաններում, իսկ կտրող եզրի երկարությունը չպետք է գերազանցի 0.2 մ-ը,

-սկավառակավոր ցաքանի մարտկոցներում բանող օրգանների միջև եղած հեռավորությունը, ինչպես նաև փխրիչի և սկավառակի տեղակայման հեռավորությունը՝ կախված դրանց կառուցվածքային պարամետրերից և ագրեգատի շարժման արագությունից, որով ապահովվում է հողի ագրոտեխնիկական պահանջներին համապատասխան փխրեցման աստիճան ($\eta \geq 75\%$):

3. Ստացված հաշվարկա-գրաֆիկական կախվածությունները հնարավորություն են տալիս տեսականորեն որոշելու հողի մակերեսային մշակման պասիվ գործողության բանող օրգանների երկրաչափական պարամետրերի ազդեցությունը երկարակեցության վրա, ըստ որի միևնույն հողային պայմանների դեպքում ($\varphi = 18-26^\circ$) բանող օրգանի մաշի մեծությունն ավելի շատ կախված է փխրեցման α անկյունից: Այսպես՝ $\alpha = 18^\circ$ դեպքում մաշի մեծությունը կազմում է $h = 37,5$ մմ, իսկ $\alpha = 65^\circ$ դեպքում, անկախ փոխվածքի անկյան մեծությունից, այն փոփոխվում է 6-8 մմ սահմաններում:

4. Ստացված գրաֆիկական կախվածություններից ակնհայտ է, որ կոմբինացված ագրեգատի բանող արագությունը զգալիորեն ազդում է փխրեցնող թաթիկի և սկավառակի տեղակայման հեռավորության վրա: Փոխելով ագրեգատի արագությունը 0.4 - 1.8 մ/վրկ փխրեցնող թաթիկի և սկավառակի տեղակայման հեռավորությունը անհրաժեշտ է փոխել 0.3 - 0.57 մ:

5. Լանջում աշխատանքի ժամանակ հողամշակ մեքենայի վրա առաջացող կողային ուժերի ազդեցության տակ ագրեգատը պտտվում է ակնթարթային կենտրոնի շուրջ, փոխում շարժման առաջադրված ուղղությունը, որն իր ազդեցությունն է թողնում ագրեգատի քարշային դիմադրության բարձրացման և հողի մշակման գործընթացի վատացման վրա:

6. Լանջերում ՄՏԱ-ի ուղղույթի կայունության բարձրացման համար անհրաժեշտ է ապահովել բոլոր իրանների ընթացքի խորության հավասար մեծություններ, որով կհամընկնեն ագրեգատի երկայնական առանցքը և քարշի ուժի ուղղությունը: Սրան հասնելու համար անհրաժեշտ է ագրեգատի վրա նախատեսել բոլոր բանող

օրգանների ընթացքի խորության հավասարությունն ապահովող ավտոմատ համակարգ:

7. Մշակված է պարզագույն կառուցվածքի մեխանիկական հաղորդակով թրթռափխրիչ, որի բռնցքառոտորային թրթռագործարկիչը հորատադուրին հաղորդում է տատանումներ, կանգնակի միջնամասում տեղադրված հողակապի նկատմամբ: Հողակապի ուղղաձիգ տեղափոխմամբ հնարավոր է թրթռման բոլոր պարամետրերը փոփոխել արժեքների մեծ տիրույթում, յուրաքանչյուր հողատեսքի համար ընտրելով օպտիմալ արժեքներ: Բռնցքավոր թրթռագործարկիչի բանոդ օրգանների հաշվարկի արդյունքում ստացվել են հետևյալ պարամետրերը. հորատադուրի թրթռման ամպլիտուդը 2.7 սմ, հաճախությունը՝ 27.0 վ⁻¹, բռնցքային ռոտորի պտտման անկյունային արագությունը՝ 42.4 վ⁻¹: Մշակված թրթռափխրիչի դիմադրության ուժը պասիվ գործողության փխրիչի համեմատությամբ կազմում է 22.5%:

3. ԳԻՏԱՓՈՐՁՆԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԾՐԱԳԻՐԸ, ՄԵԹՈԴԻԿԱՆ ԵՎ ՕԲԵԿՏՆԵՐԸ

Լեռնային Երկրագործությունում էներգախնայող տեխնիկական միջոցների, մասնավորապես, լանջի նվազագույն մշակման տեխնոլոգիայով կոմբինացված ագրեգատի աշխատանքի շահագործական ցուցանիշների բարելավման, հողամշակման տեխնոլոգիական գործընթացի լավացման, ինչպես նաև, ագրեգատի շարժման կայունության վրա ազդող գործոնների բացահայտման նպատակով՝ մեր կողմից ՀԱԱՀ «Գյուղ. մեքենաներ» և «Ավտոմոբիլներ և տրակտորներ» ամբիոնների աշխատակիցների հետ համատեղ իրականացվել են գիտափորձնական հետազոտություններ՝ լեռնային Երկրագործությունում էներգախնայող տեխնիկական միջոցների, այդ թվում, հողի նվազագույն մշակման կոմբինացված մեքենատրակտորային ագրեգատի աշխատանքի առանձնահատկությունների գնահատման համար [1, 2, 4, 5, 8]:

Գիտափորձնական հետազոտություններով նպատակ ունեինք նաև համոզվելու լանջի հողի մշակման կոմբինացված ագրեգատի տեսական հետազոտությունների արդյունքների հավաստիության մեջ, իսկ որոշ խնդիրներ մաթեմատիկական վերլուծության ենթարկելու դժվարության պարագայում, հաստատելու որոնվող պարամետրերի միջև էմպիրիկ կապեր:

Հողամշակման գործընթացում այս կամ այն բանող օրգանի արտադրության մեջ ներդրման խնդրի հաջող ավարտն անկասկած կախված է նաև հետազոտվող ագրեգատով հողի փխրեցման աստիճանից: Ուստի, մեր կողմից իրականացվող գիտափորձնական հետազոտություններում այդ հարցը եղել է գլխավորներից մեկը:

Կատարված գիտափորձնական հետազոտությունները հնարավորություն տվեցին բացահայտելու լանջերում նվազագույն մշակման կոմբինացված ագրեգատի տեխնոլոգիական գործընթացի առանձնահատկությունները՝ նպատակ հետապնդելով մշակույթի հողի նվազագույն մշակման տեխնոլոգիական գործընթացի, ինչպես նաև, կոմբինացված ՄՏԱ-ի ուղղույթի կայունության բարելավման միջոցառումներ:

3.1. Լաբորատոր - դաշտային գիտափորձնական հետազոտությունների ծրագիրը և կատարման մեթոդիկան

Հետազոտությունների օբյեկտը լանջի նվազագույն մշակման առաջարկվող փորձնական նմուշի կոմբինացված ագրեգատն է (նկ.3.1ա,բ), որն ագրեգատավորվում է S-150Կ մակնիշի տրակտորի հետ: Այն նախատեսված է հողի անթև մշակման համար: Առանձին բանող օրգանների գիտափորձերի իրականացման համար կիրառվել է նաև հողի մակերեսային մշակման ԲԴՆ-2.6 և առաջարկվող սֆերիկ սկավառակավոր բանող օրգաններով ցաքանները (նկ. 3.2 ա, բ, գ), որոնք ագրեգատավորվել են ԴՏ-75, ԴՏ-75Ն տրակտորների հետ [2, 4, 5, 6, 7, 8, 17, 21]:

Օգտագործվել են հետևյալ չափիչ սարքերը.

-տրակտորների ձգաձողերի ճիգերի որոշման էլեկտրամեխանիկական սարքավորում, այդ թվում, օսցելոգրաֆ ՆՕ44-3 մակնիշի,

-հողի մշակման խորության փոփոխության գրանցման սարքավորում,

-առաջադրված ուղղությունից ագրեգատի շեղման չափի որոշման սարքավորում,

-առաջադրված ուղղությունից ագրեգատի շեղման անկյան որոշման սարքավորում,

-հողի խոնավության որոշման համար անհրաժեշտ սարքավորում,

-Յու. Ռեյակինի ամրաչափ գլանաձև 2 և 3 սմ² լայնական կրտվածքի մակերես ունեցող դրոշմներով;

-հարթաչափ, տեղանքի թեքության որոշման համար,

-չափերիզ (ռուլետկա) 20մ երկարությամբ,

-լար 1,5մմ տրամագծով և 150մ երկարությամբ, ցցեր,

-ակումուլյատորային մարտկոց:



ա.



բ.

Նկ.3.1. Լանջի նվազագույն մշակման կոմբինացված ագրեգատի ընդհանուր տեսքը(ա) և աշխատանքը դաշտում(բ)



ա.



բ.



գ.

Նկ.3.2. Հողի նվազագույն մշակման սկավառակավոր ցաքան
ա, գ-աշխատանքը դաշտում, բ-առաջարկվող բանող օրգանի ընդհանուր տեսքը

Գիտափորձնական հետազոտությունների նպատակն է՝

- նվազագույն մշակման կոմբինացված ագրեգատի բանոց օրգանների ընթացքի խորության փոփոխման օրինաչափության բացահայտում,
- նվազագույն մշակման կոմբինացված ագրեգատով լանջի հողի փխրեցման աստիճանի որոշում,
- լանջի նվազագույն մշակման կոմբինացված ագրեգատի քարշային դիմադրության որոշում տարբեր թեքություններ ունեցող լանջերում,
- հողի նվազագույն մշակման կոմբինացված ագրեգատի ուղղույթի կայունության գնահատում, կատարվող տեխնոլոգիական գործընթացի տարբեր ռեժիմներում,
- հողի նվազագույն մշակման կոմբինացված ագրեգատի ընդգրկման լայնության փոփոխության օրինաչափության բացահայտում:

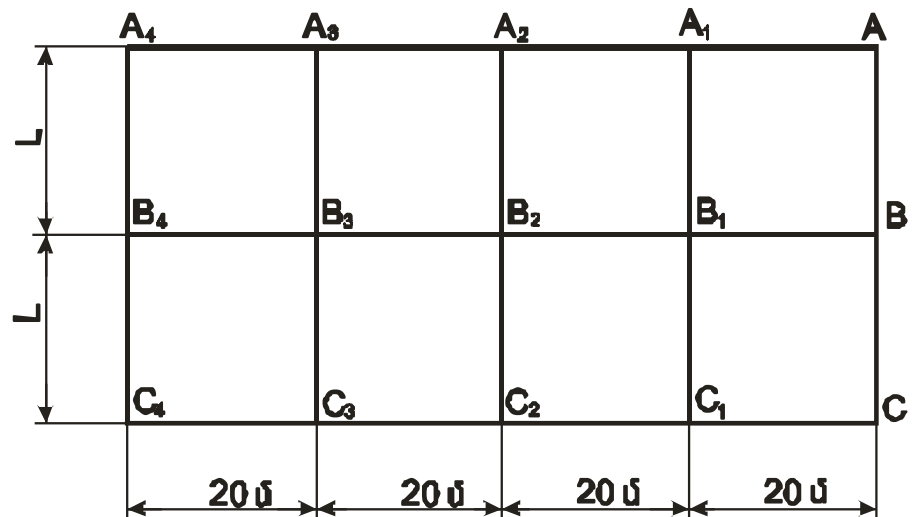
Գիտափորձերը հիմնականում իրականացվել են դաշտային պայմաններում, քանի որ լաբորատոր պայմաններում հնարավոր չէ ստեղծել հետազոտությունների պահանջներին համապատասխան անհրաժեշտ հողատարածք:

Գիտափորձնական հետազոտություններն իրականացվել են 2001-2004թ. մայիս–օգոստոս և 2008-2011թ. օգոստոս–հոկտեմբեր ամիսներին Արագածոտն մարզի Հնաբերդ գյուղի և «Արագածի բերրիություն» ՓԲԸ-ի դաշտերում լանջերի հողի մշակման փորձնական նմուշի կոմբինացված ագրեգատով, ագրեգատավորված T-150Կ տրակտորի հետ, ինչպես նաև, ԲԴՆ–2.6 սկավառակավոր ցաքանն ագրեգատավորված ԴՏ-75 տրակտորի հետ՝ նախորոք մշակված մեթոդիկայով [65, 67]: Գիտափորձերը կատարվել են տարբեր թեքությունների լանջերում՝ ընդլայնական ուղղությամբ աշխատելիս:

Գիտափորձերի իրականացման համար ՄՏԱ-ն ենթարկվել է տեխնիկական զննման և ընտրվել են դաշտի տեղամասեր: Ստուգվել է փխրիչի տեխնիկական համապատասխանությունը և հորիզոնական հարթությունում դիմադրության կենտրոնի գտնվելը ՄՏԱ-ի երկայնական առանցքի վրա: Լանջի թեքության անկյան ընտրությունը և դաշտի տեղամասերի պլանավորումը կատարվել է հետևյալ եղանակով:

Լանջի ընդլայնական ուղղությամբ ընտրված տեղամասի կենտրոնով տարվել է ուղիղ գիծ (հորիզոնտալ) B-B₄ (նկ.3.3) 80 մ երկարությամբ: Այդ գծի երկարությամբ

յուրաքանչյուր 20 մ հեռավորության վրա ընտրվել են B_1, B_2, B_3 և B_4 կետերը և որոշվել դրանց բարձրությունները, որպես զրոյական կետեր ընտրված B և B_4 կետերից: Հորիզոնտալից ($B-B_4$) վերև և ներքև տարվել են $A-A_4$ և $C-C_4$ ուղիղները, որոնց վրա նշվել են B_1, B_2 և B_3 կետերով անցնող, հորիզոնտալին ուղղահայաց ուղղին պատկանող համապատասխան կետերը:



Նկ.3.3. Գիտափորձերի իրականացման դաշտի տեղամասի պլան:

Որոշվել է A, A_1, A_2, A_3, A_4 և C, C_1, C_2, C_3, C_4 կետերի բարձրությունների տարբերությունը B, B_1, B_2, B_3, B_4 կետերից: Չափումների արդյունքում որոշվել է $B-B_4$ գծից վերև և ներքև լանջի թեքության անկյունները համապատասխան գծերի վրա հետևյալ բանաձևով.

$$\beta_K = \arcsin \frac{h_K^{A(C)} - h_K^B}{l},$$

որտեղ $h_K^{A(C)}$ և h_K^B -ն համապատասխան կետերի բարձրություններն են $B-B_4$ գծից, l -ը՝ գծերի միջև եղած հեռավորությունը:

Որոշվել է յուրաքանչյուր տեղամասի միջին անկյունը՝

$$\beta_{Cp} = \frac{\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_K}{K} :$$

Որոշված անկյունները լրացվում է աղյուսակում:

Մինչև գիտափորձերը սկսելը որոշվել է հողի ֆիզիկատեխնոլոգիական հատկությունները: Այդ նպատակով հողի մշակման տարբեր խորությունների վրա Յու. Ռեյակինի խտաչափով չափվել է հողի ծավալային տրորման գործակիցը (q_0): Հողի

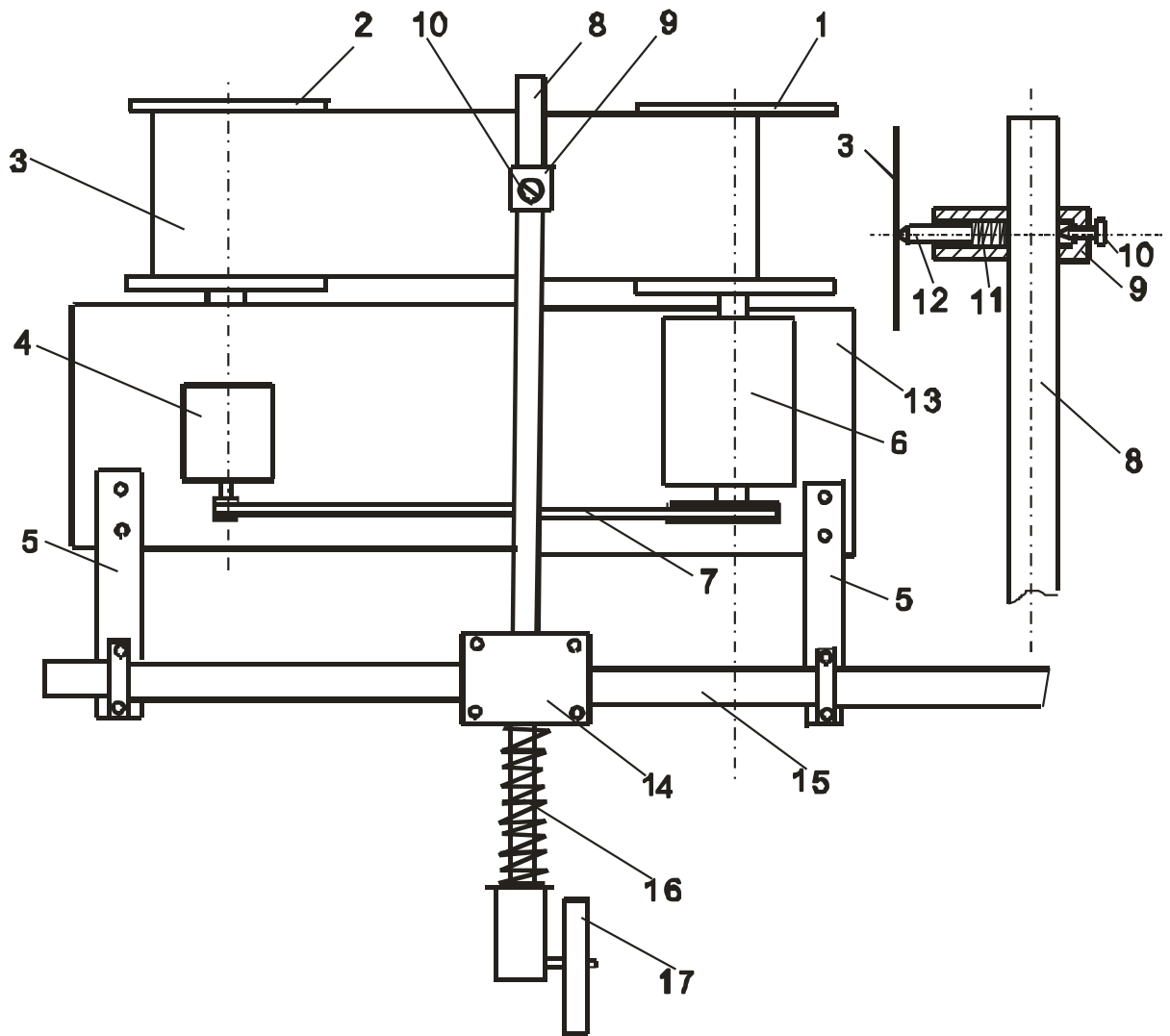
տեսակարար դիմադրությունը չափվում է $q = q_0 \cdot h''$ բանաձևով, որտեղ՝ μ -ն հողի վիճակը բնութագրող գործակիցն է, $\mu = 0.5$: Հետազոտված հողերում ստացվել է $q > 0,5 \text{ կգ/սմ}^2$:

Հետազոտությունների արդյունքների հավաստիության ապահովման համար գիտափորձերն սկսելուց առաջ, պահպանելով ԳՈՍ7057 – 81 - ով սահմանված գիտափորձերի կատարման մեթոդների պահանջները, կատարվել է T-150Կ տրակտորի երրորդ տեխնիկական սպասարկում: Կարգավորվել են տրակտորի բոլոր կարգավորումները [65, 66, 67, 114, 141, 142, 177]:

Լանջերի հողի նվազագույն մշակման կոմբինացված ագրեգատի բանող օրգանների ընթացքի խորության գրանցման համար օգտագործվել է ՀԱԱՀ «Գյուղատնտեսական մեքենաներ» ամբիոնում մշակված իրանների ընթացքի խորության գրանցող սարքը, որի կառուցվածքի սկզբունքային սխեման բերված է նկ.3.4-ում:

ՄՏԱ-ի շարժման ժամանակ շարժիչից պտուտաթվերը փոկային փոխանցման և գանձիչի միջոցով փոխանցվում է տանող թմբուկին, որը պտտվելով իր վրա է հավաքում տարվող թմբուկի վրա փաթաթված միլիմետրական թուղթը: Բանող օրգանների ընթացքի խորության փոփոխության դեպքում սարքի դաշտային անիվը զսպանակի ազդեցության տակ հավաքված լինելով դաշտի մշակվող մակերևույթին, ստիպում է հենաձողին տեղաշարժվելու վերև՝ իրանի ընթացքի խորության փոքրացման դեպքում, և ներքև՝ ընթացքի խորության մեծացման դեպքում: Հենաձողին ամրացված պատյանում գտնվող և զսպանակի ազդեցությամբ միլիմետրական թղթին սեղմված մատիտը գրանցում է բանող օրգանի ընթացքի խորության փոփոխությունը:

Ընթացքի խորության գրանցող սարքը կանգնակների միջոցով ամրացվում է շրջանակի վրա այն բանող օրգանի դիմաց, որի խորությունը չափվում է (նկ.3.5):



Նկ. 3.4. Հողամշակ մեքենայի բանող օրգանի ընթացքի խորությունը գրանցող սարքի սկզբունքային սխեման

1-տանող թմբուկ, 2 - տարվող թմբուկ, 3 - միլիմետրական թուղթ, 4 - շարժիչ, 5-կանգնակ, 6-գանձիչ, 7-փոկ, 8- հենաձող, 9-պատյան, 10-սևեռիչ, 11-զսպանակ, 12-մատիտ, 13-հարթակ, 14-պատյան, 15- շրջանակ, 16-զսպանակ, 17-անիվ:



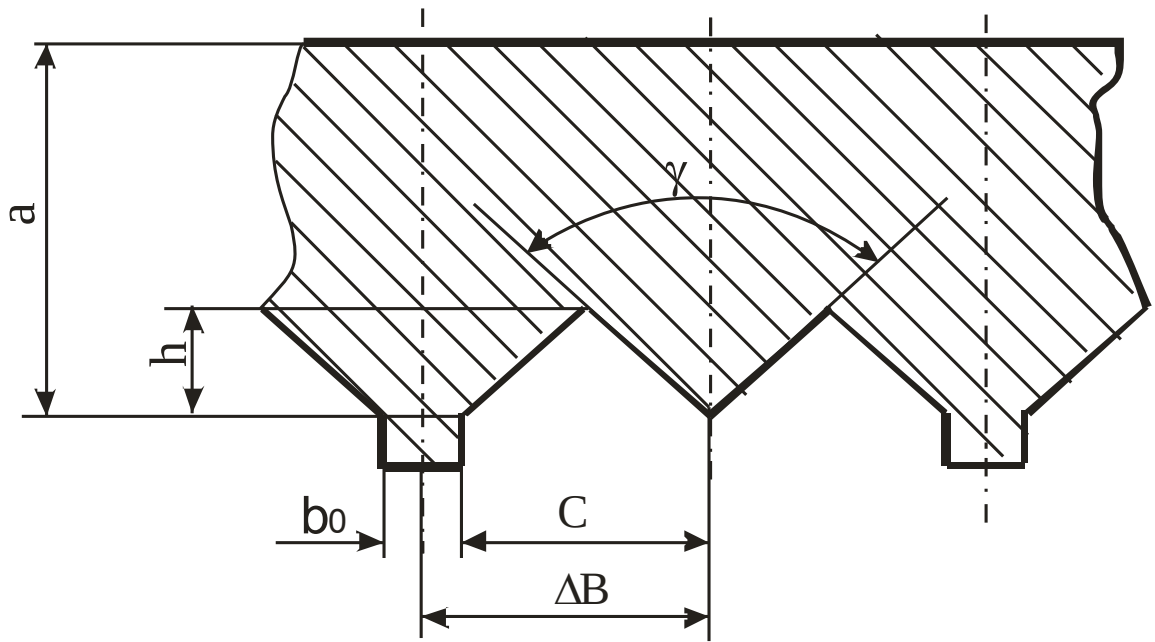
Նկ. 3.5. Հողամշակ մեքենայի բանող օրգանի ընթացքի խորության գրանցումը

Հողի փխրեցման աստիճանն (K_F), իրենից ներկայացնում է փխրեցված մակերեսի (F) և ընդհանուր մակերեսի (F_Σ) հարաբերություն, արտահայտված տոկոսներով:

Հողի նվազագույն մշակման կոմբինացված ագրեգատով լանջի հողի փխրեցման աստիճանը գնահատվում է ելնելով բանող օրգանների միջև եղած հեռավորությունից և մշակման խորությունից.

$$K_F = \frac{F}{F_\Sigma} \cdot 100\% = \left(1 - \frac{(2\Delta B - b_0)^2 \operatorname{ctg} \frac{\gamma}{2}}{16\Delta B \cdot a} \right) \cdot 100\%, \quad (3.1)$$

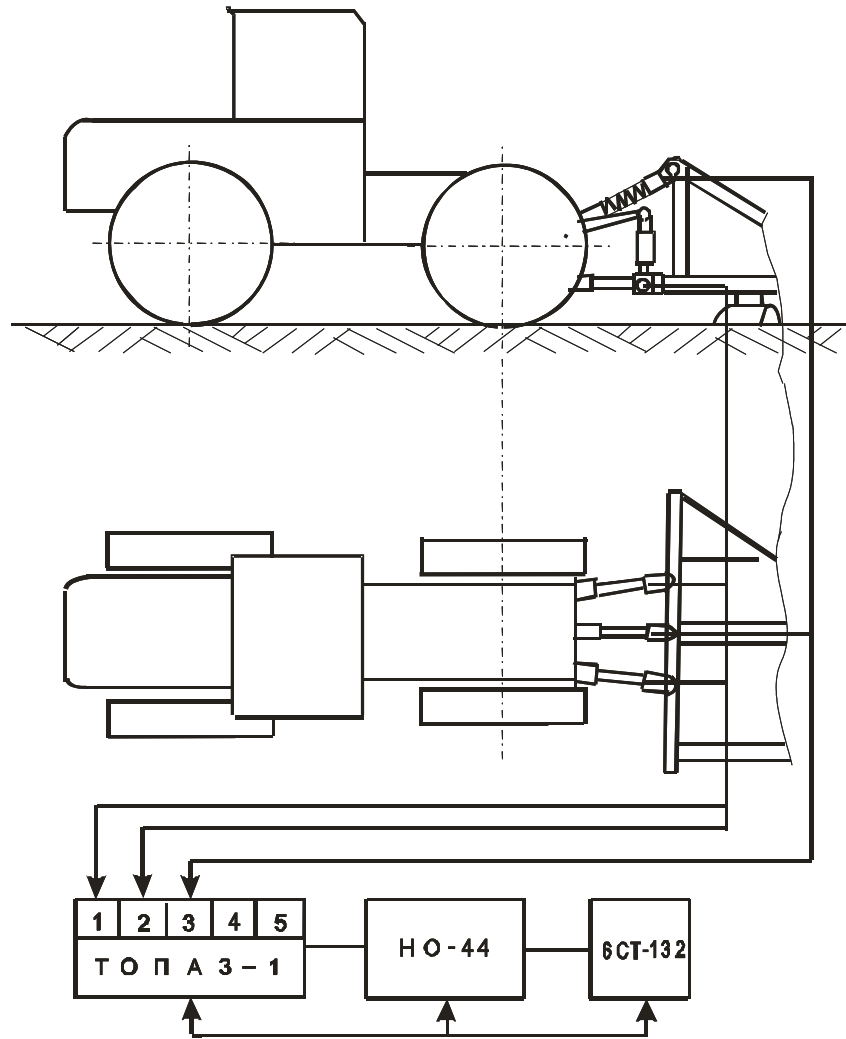
Որտեղ՝ F -ն ուղղաձիգ հարթությունում փխրեցված առի մակերեսն է, F_Σ - ը՝ առի ընդհանուր մակերեսն է նույն հարթությունում, ΔB - ն՝ բանող օրգանների միջև եղած հեռավորությունը, b_0 -ն՝ հորատադուրի լայնությունը, a -ն՝ մշակման խորությունը:



Նկ. 3.6. Փխրեցված հողաշերտի ընդլայնական կտրվածքը

Լանջերի հողի նվազագույն մշակման կոմբինացված ագրեգատի քարշային դիմադրության որոշման գիտափորձերի իրականացման համար հավաքվել է չափիչ-տեղեկատու համակարգ՝ ընդգրկելով չափիչ տենզոտվիչներ (ПКВ-20-200), միացված կիսակամրջակային սխեմայով, ուժեղացուցիչ (ТОПА3-1), օսցիլոգրաֆ (HO44-3), հաղորդալարեր և հոսանքի աղբյուր (2 հատ 6СТ-132 ակումուլյատորներ):

ՄՏԱ-ի վրա հավաքված չափիչ-տեղեկատու համակարգի սկզբունքային սխեման բերված է նկ.3.7 - ում: Վերջինս ապահովում է S-150Կ տրակտորների կախովի համակարգի վերևի և ներքևի աջ ու ձախ ձգաձողերի վրա առաջացած ճիգերի միաժամանակյա գրանցումը:



Նկ. 3.7. Չափիչ-տեղեկատու համակարգի սկզբունքային սխեման

Ագրեգատի քարշային դիմադրությունը որոշվել է որպես տրակտորի կախոցի համակարգի ձգաձողերի վրա առաջացած ուժերի երկրաչափական գումար.

$$P = \sqrt{N_X^2 + N_Y^2 + N_Z^2}, \quad (3.2)$$

որտեղ N_X , N_Y , N_Z ուժերը որոշվում են համակարգի հավասարակշռության պայմանից հետևյալ բանաձևերով.

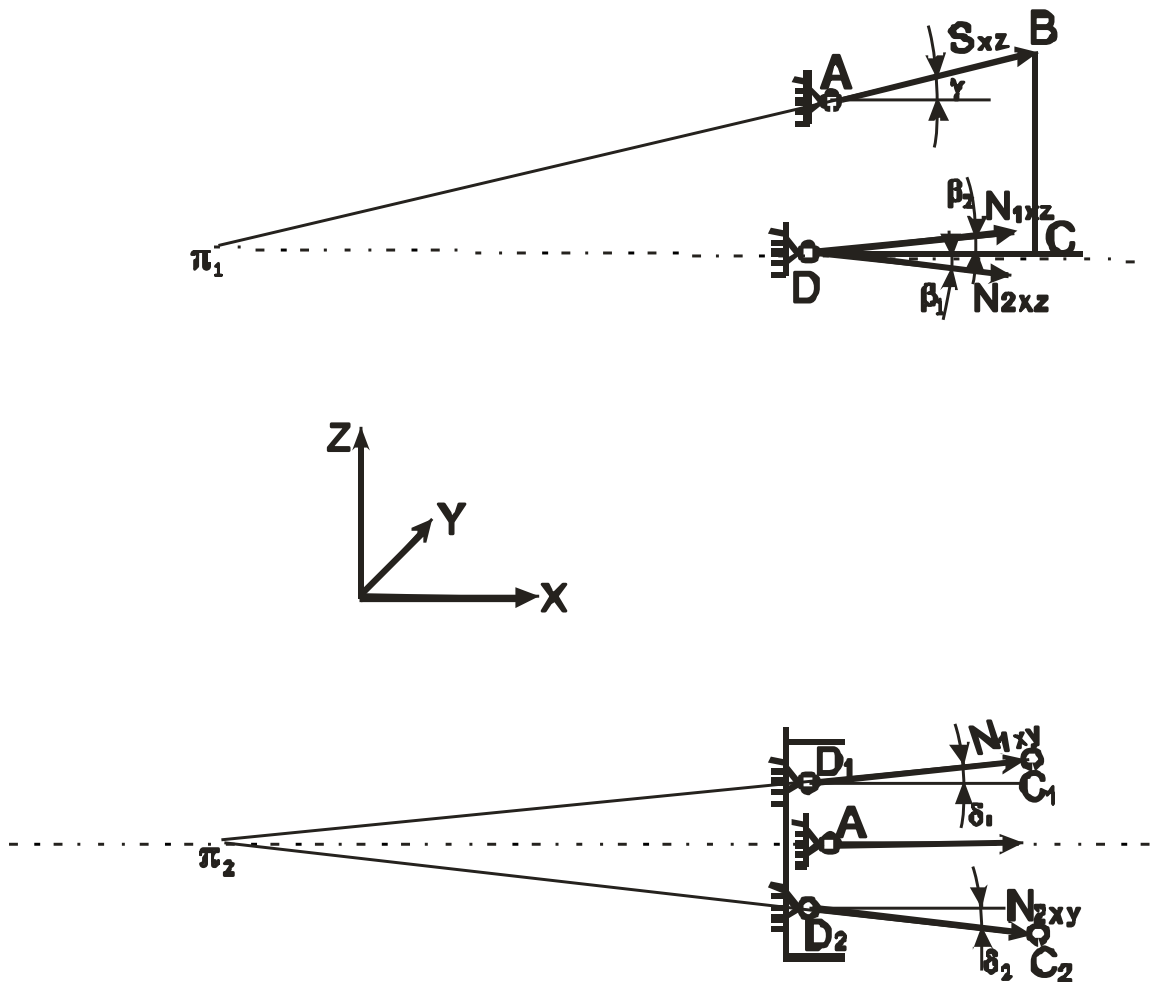
$$N_X = N_1 \cdot \cos \delta_1 \cdot \cos \beta_1 + N_2 \cdot \cos \delta_2 \cdot \cos \beta_2 + S \cdot \cos \gamma, \quad (3.3)$$

$$N_Y = N_1 \cdot \sin \delta_1 \cdot \cos \beta_1 + N_2 \cdot \sin \delta_2 \cdot \cos \beta_2, \quad (3.4)$$

$$N_Z = N_1 \cdot \cos \delta_1 \cdot \sin \beta_1 + N_2 \cdot \cos \delta_2 \cdot \sin \beta_2 + S \cdot \sin \gamma, \quad (3.5)$$

որտեղ δ_1 և δ_2 անկյունները ներքևի համապատասխանաբար աջ և ձախ ձգաձողերի կազմած անկյուններն են ՄՏԱ-ի երկայնական առանցքի նկատմամբ,

γ , β_1 և β_2 անկյունները համապատասխանաբար վերևի և ներքևի աջ ու ձախ ձգաձողերի կազմած անկյուններն են մշակվող մակերևույթի նկատմամբ, N_1 , N_2 և S – համապատասխանաբար կախովի համակարգի ներքևի աջ, ներքևի ձախ և վերևի ձգաձողերի վրա առաջացած ճիգերն են (նկ. 3.8):

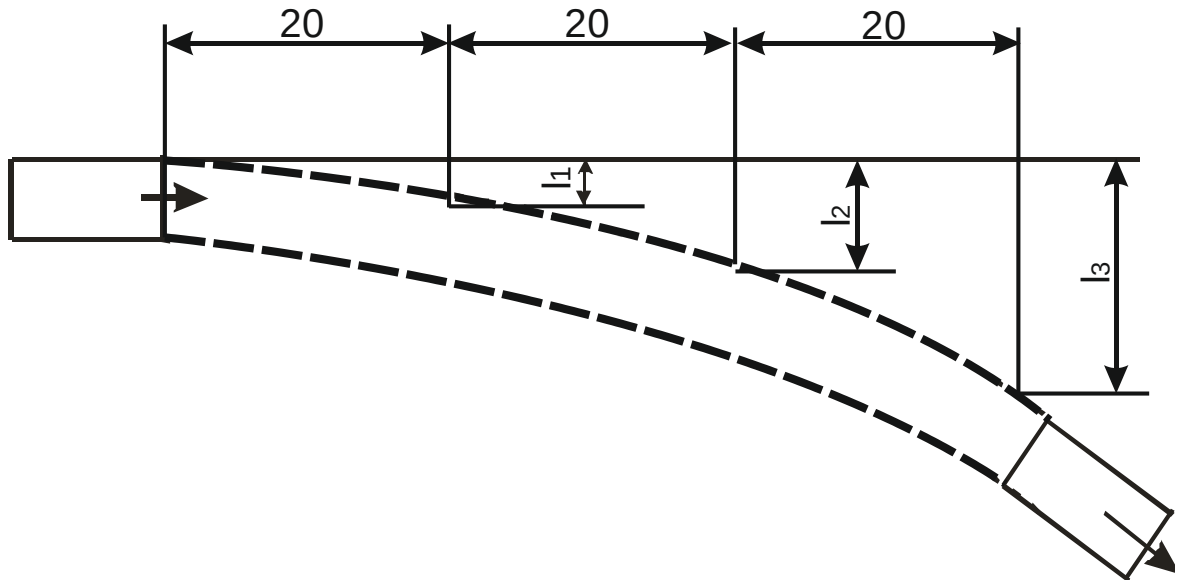


Նկ. 3.8. Տրակտորի կախոցի ձգաձողերի վրա ազդող ուժերի սխեման

Գիտափորձնական հետազոտությունների ժամանակ ՄՏԱ-ի առաջադրված ուղղությունից շեղման և մշակման խորության փոփոխման վրա ազդող բազմաթիվ գործոններից ընտրվել է լանջի թեքությունը, ագրեգատի շարժման արագությունը, առի շրջման ուղղությունը և իրանների ընթացքի խորությունը:

Առաջադրված ուղղությունից ագրեգատի շեղումը կամ ուղղույթի կայունությունն ուսումնասիրելու համար, ընտրված լանջի լայնական թեքությամբ ձգվում է լարը, որի ուղղությամբ շարժվում է ագրեգատը: Տրակտորիստ-մեքենավարն ագրեգատի

կառավարմանը չի մասնակցում: Ագրեգատի հետքով յուրաքանչյուր 20 մ հեռավորության վրա որոշվում է առաջադրված արագությամբ և մշակման խորությամբ շարժվող փխրիչ-ագրեգատի շեղման չափը մետրերով (նկ. 3.9):



Նկ. 3.9. Հողի նվազագույն մշակման կոմբինացված ագրեգատի ուղղույթի կայունության որոշման սխեման

Կոմբինացված ագրեգատի ընդգրկման լայնության փոփոխման օրինաչափությունը բացահայտելու նպատակով չափվել է փխրեցված տեղամասի լայնությունը, ագրեգատի յուրաքանչյուր անցումից հետո: Չափումների ճշգրտության աստիճանը բարձրացնելու համար ագրեգատի յուրաքանչյուր անցումից հետո չափվում է մշակված տարածքի լայնությունը, որը բաժանվում է անցումների թվի վրա, որոշվում մեկ անցման դեպքում ագրեգատի միջին ընդգրկման լայնությունը:

3.2. Գիտափորձերի պլանավորման և չափումների արդյունքների մաթեմատիկական մշակման մեթոդիկան

Հոդի նվազագույն մշակման փորձնական նմուշի կոմբինացված ագրեգատի վրա հիմնականում ազդում են հոդի ֆիզիկամեխանիկական և տեխնոլոգիական հատկությունները, բանող օրգանների ընթացքի խորությունները, ագրեգատի շարժման արագությունը, լանջի թեքության անկյունը: Հոդի մշակման կոմբինացված ագրեգատի վրա նշված գործոնների միաժամանակյա ազդեցության հետազոտումը նպատակահարմար է կատարել բազմագործոն գիտափորձերի պլանավորման տեսությամբ [10, 36, 37, 48, 57, 71, 74, 75, 84, 85, 102, 122, 129, 167]:

Գիտափորձերի պլանավորման ժամանակ անհրաժեշտ ուշադրություն պետք է դարձնել անկախ գործոնների թվի ընտրության վրա, որոնք ընտրվում են հետազոտվող մեխանիկական համակարգի վրա ազդող էներգակառուցվածքային և տեխնոլոգիական ցուցանիշների թվից: Մուտքային գործոնները պետք է լինեն կառավարելի, միանիշ համատեղելի (գործել միասին) և անկախ:

Մաթեմատիկական մոդելի տեսքի ընտրության ժամանակ խորհուրդ է տրվում օգտվել իրական փոփոխականի ֆունկցիայից, համաձայն որի մուտքային բոլոր գործոնները կազմում են ոչ բացասական իրական թվերի ամբողջություն [10, 36, 71, 74, 85, 166]:

Գործոնների որոշման տիրույթում մաթեմատիկական մոդելը պետք է լինի նույնական՝ փաստացի և մոդելով հաշվարկված տվյալները պետք է լինեն հավասար, կամ տարբերությունը նախապես տրված մեծությունից մեծ չլինի: Այդ նպատակով ընտրվում է մաթեմատիկական մոդելի հավասարման տեսքն, առաջ է քաշվում նրա հավաստիության հիպոթեզն, այնուհետև գիտափորձնական ճանապարհով որոշվում են հավասարման հաստատուն գործակիցները և ստուգվում մոդելի նույնականությունը: Ստացված մոդելի ոչ նույնականության դեպքում կատարվում է նրա հետագա ճշգրտում:

Գիտափորձերի ընթացքում նվազագույն մշակման կոմբինացված ագրեգատի բանող օրգանների ընթացքի խորության(a), հոդի փխրեցման աստիճանի(η), հարևան

սկավառակներով բացված ակոսների միջև չմշակված թմբիկների բարձրության(h), ագրեգատի քարշային դիմադրության (R), ագրեգատի առաջադրված ուղղությունից շեղման (ΔL) և ընդգրկման լայնության (ΔB) փոփոխման վրա ազդող հիմնական գործոններից ընտրվել է՝

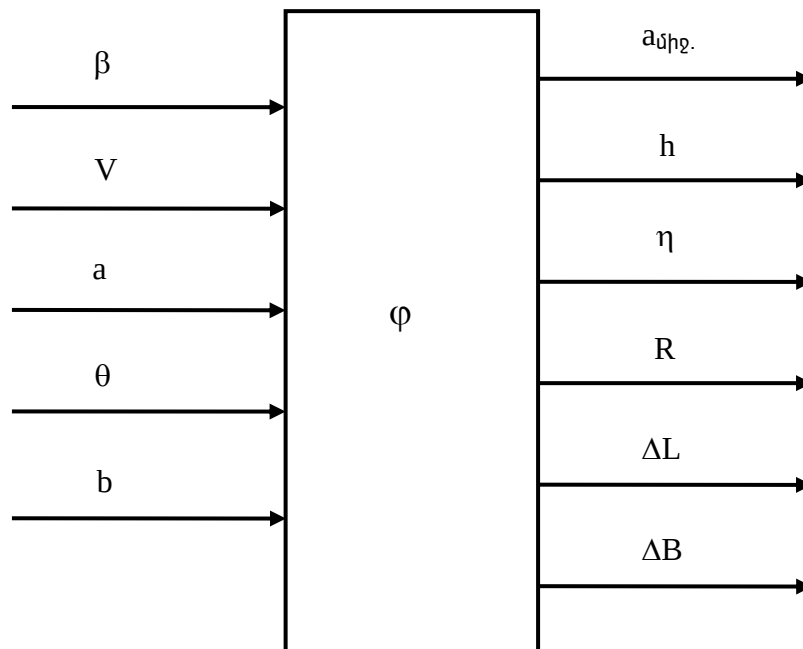
- լանջի թեքության անկյունը (β),
- ագրեգատի բանող արագությունը (V),
- մշակման խորությունը (a),
- սկավառակների գրոհի անկյունը (θ),
- սկավառակների միջև եղած հեռավորությունը (b):

Նշված գործոններից կախված, նպատակային ֆունկցիան ընդհանուր տեսքով, կարելի ներկայացնել՝

$$Y_i = \varphi(x_1, x_2, x_3, x_4), \quad (3.6)$$

որտեղ x_1, x_2, x_3, x_4 - ը անկախ գործոններն են, Y_i -ն՝ հետազոտվող պարամետրերը:

Բերված կախվածությունը կարելի է ներկայացնել հետևյալ բլոկ-սխեմայով(նկ.3.10):



Նկ.3.10. Հետազոտվող ցուցանիշների և անկախ գործոնների կապի բլոկ-սխեմա

Նկ. 3.10-ի բլոկ-սխեմայի աջ կողմի սլաքները արտացոլում են հետազոտության նպատակը բնութագրող պարամետրերը, ձախ կողմի սլաքները՝ օբյեկտի վրա ներգործությունները (գործոնների ազդեցությունները):

Գործոնների տարափոխման միջակայքերը որոշվում է տեսական և փորձնական հետազոտությունների արդյունքների հիման վրա:

Վիճակագրական մոտեցման դեպքում օբյեկտի կամ գործընթացի մաթեմատիկական մոդելը ներկայացվում է պոլինոմի տեսքով, կամ ինչպես ընդունված է Թեյլորի շարքի հատվածով, որտեղ վերաժվում է անհայտ ֆունկցիայի [10, 36, 85, 114, 166].

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i,j=1}^k b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^k b_{ii} x_i^2, \quad (3.7)$$

որտեղ b_0 - ն ազատ անդամն է, b_i -ն գծային էֆեկտներն են, b_{ij} - ն զույգ փոխազդեցության էֆեկտները, b_{ii} - ն քառակուսային էֆեկտները, k -ն գործոնների թիվը:

Երկրորդ կարգի պոլինոմի առավել հաճախակի օգտագործումը կապված է այն բանի հետ, որ դրանք հեշտությամբ են համակարգվում էքստրեմումի: Նշենք նաև, որ երկրորդ կարգի պոլինոմի արձագանքի մակերևույթի նկարագրության համար անհրաժեշտ է ունենալ անկախ գործոնների առնվազն երեք տարբեր արժեքներ:

Գործոնների մակարդակները և տարափոխման միջակայքերը բերված է աղյուսակ 3.1-ում:

Գիտափորձերի լրիվ թվաքանակը հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով [10, 85, 166, 181].

$$N = N_0 + 2k + n_0, \quad (3.8)$$

որտեղ N_0 -ն լրիվ գործոնային գիտափորձն է, k -ն գործոնների թիվը, n_0 -ն՝ գիտափորձերի թիվը պլանի կենտրոնում:

Երկու գործոնների դեպքում ստանում ենք $N=9$, երեք գործոնների դեպքում՝ 15 գիտափորձ:

Գործոնների մակարդակները և տարափոխման միջակայքերը

Հետազոտվող գործոնները	Կոդային նշանակումը	Գործոնների մակարդակները և տարափոխման միջակայքերը			
		Զրոյական մակարդակ, $x_i = 0$	Տարափոխման միջակայքը, Δx_i	Ներքին մակարդակ, $x_{\min} = -1$	Վերին մակարդակ, $x_{\max} = +1$
Լանջի թեքության անկյունը (β°)	x_1	9,8	3,8	6,0	13,6
Ագրեգատի բանոլ արագությունը (V, կմ/ժամ)	x_2	9,0	3,0	6,0	12,0
Սկավառակների գրոհի անկյունը (θ°)	x_3	20,0	5,0	15,0	25,0
Սկավառակների միջև եղած հեռավորությունը, (b, մմ)	x_4	150	30	120	180

Կոմպոզիցիոն պլանները հեշտությամբ վերափոխվում են օրթոգոնալ պլանի, ընտրելով աստղանիշային α բազուկ և պլանի կենտրոնում կատարելով n_0 թվով փորձեր:

Երկու և երեք գործոններով երկրորդ կարգի կոմպոզիցիոն պլանները ներկայացված է աղյուսակ 3.2-ում և 3.3-ում:

Երկգործոն երկրորդ կարգի կենտրոնական կոմպոզիցիոն պլանի մատրիցա

Պլանի բովանդակությունը	Փորձի համարը	x_0	x_1	x_2	$x_1 \cdot x_2$	x_1^2	x_2^2	y
2^2 տեսակի պլան	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	y_1
	2	+1	-1	+1	-1	+1	+1	y_2
	3	+1	+1	-1	-1	+1	+1	y_3
	4	+1	-1	-1	+1	+1	+1	y_4
«Աստղանիշային» պլան	5	+1	$+\alpha$	0	0	α^2	0	y_5
	6	+1	$-\alpha$	0	0	α^2	0	y_6
	7	+1	0	$+\alpha$	0	0	α^2	y_7
	8	+1	0	$-\alpha$	0	0	α^2	y_8
Զրոյական կետ	9	+1	0	0	0	0	0	y_9

Եռագործոն երկրորդ կարգի կենտրոնական կոմպոզիցիոն պլանի մատրիցա

Պլանի բովանդակությունը	Փորձի համարը	x_0	x_1	x_2	x_3	$x_1 x_2$	$x_1 x_3$	$x_2 x_3$	x_1^2	x_2^2	x_3^2	y_i
2^3 տեսակի պլան	1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	y_1
	2	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	y_2
	3	+1	+1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	y_3
	4	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	y_4
	5	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	y_5
	6	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	y_6
	7	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	y_7
	8	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	y_8
«Աստղանիշային» պլան	9	+1	$+\alpha$	0	0	0	0	0	α^2	0	0	y_9
	10	+1	$-\alpha$	0	0	0	0	0	α^2	0	0	y_{10}
	11	+1	0	$+\alpha$	0	0	0	0	0	α^2	0	y_{11}
	12	+1	0	$-\alpha$	0	0	0	0	0	α^2	0	y_{12}
	13	+1	0	0	$+\alpha$	0	0	0	0	0	α^2	y_{13}
	14	+1	0	0	$-\alpha$	0	0	0	0	0	α^2	y_{14}
Զրոյական կետ	15	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	y_{15}

Որպեսզի պլանավորման մատրիցան ունենա օրթոգոնալության հատկություն, անհրաժեշտ է մտցնել x' մակարդակի ճշտված նշանակության սյուներ, որոնք հաշվարկվում են հետևյալ բանաձևով [10, 36,166].

$$x'_1 = x_i^2 - \frac{\sum_{i=1}^N x_{ij}^2 \sum x_i^2}{N} = x_i^2 - \bar{x}_i^2 = x_i^2 - \frac{4 + 2\alpha}{N} : \quad (3.9)$$

Օգտվելով (3.9) հավասարումից, կորոշենք երկու գործոնների համար կենտրոնական կոմպոզիցիոն պլանի մատրիցայում նոր փոփոխականները.

$$x'_1 = x_1^2 - \frac{4 + 2\alpha^2}{9} = x_1^2 - \frac{2}{3}, \quad x'_2 = x_2^2 - \frac{4 + 2\alpha^2}{9} = x_2^2 - \frac{2}{3} :$$

Երեք գործոնների համար §Աստղանիշային՝ բազուկի $\alpha = 1,215$ արժեքով նույնպիսի գործողություններով ստանում ենք x'_1, x'_2, x'_3 նոր փոփոխականներ.

$$x'_1 = x_1^2 - \frac{\sum_{j=1}^{15} x_{1j}^2}{15} = x_1^2 - \frac{8 + 2(1,215)^2}{15} = x_1^2 - 0,73, \quad x'_2 = x_2^2 - 0,73, \quad x'_3 = x_3^2 - 0,73 :$$

Ռեգրեսիոն հավասարման (3.7) գործակիցների հաշվարկի մատրիցան ներկայացված է աղյուսակ 3.4-ում և 3.5-ում:

Աղյուսակ 3.4

Երկգործոն կենտրոնական կոմպոզիցիոն երկրորդ կարգի օրթոգոնալ պլան

Փորձի համարը	x_0	x_1	x_2	$x_1 x_2$	$x_1^2 - \frac{2}{3}$	$x_2^2 - \frac{2}{3}$	y
1	+1	+1	+1	+1	+1/3	+1/3	y_1
2	+1	-1	+1	-1	+1/3	+1/3	y_2
3	+1	+1	-1	-1	+1/3	+1/3	y_3
4	+1	-1	-1	+1	+1/3	+1/3	y_4
5	+1	+1	0	0	+1/3	-2/3	y_5
6	+1	-1	0	0	+1/3	-2/3	y_6
7	+1	0	+1	0	- 2/3	+1/3	y_7
8	+1	0	-1	0	- 2/3	+1/3	y_8
9	+1	0	0	0	- 2/3	- 2/3	y_9

Եռագործոն կենտրոնական կոմպոզիցիոն երկրորդ կարգի օրթոգոնալ պլան

Փորձի համարը	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_2x_3	x_1x_3	$x_1^2 - 0.73$	$x_2^2 - 0.73$	$x_3^2 - 0.73$	y_i
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+0,27	+0,27	+0,27	y_1
2	+1	-1	+1	+1	-1	+1	+1	+0,27	+0,27	+0,27	y_2
3	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+0,27	+0,27	+0,27	y_3
4	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+0,27	+0,27	+0,27	y_4
5	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+0,27	+0,27	+0,27	y_5
6	+1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	+0,27	+0,27	+0,27	y_6
7	+1	+1	-1	-1	-1	+1	-1	+0,27	+0,27	+0,27	y_7
8	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+0,27	+0,27	+0,27	y_8
9	+1	+1,215	0	0	0	0	0	+0,746	-0,73	-0,73	y_9
10	+1	-1,215	0	0	0	0	0	+0,746	-0,73	-0,73	y_{10}
11	+1	0	+1,215	0	0	0	0	-0,73	+0,746	-0,73	y_{11}
12	+1	0	-1,215	0	0	0	0	-0,73	+0,746	-0,73	y_{12}
13	+1	0	0	+1,215	0	0	0	-0,73	-0,73	+0,746	y_{13}
14	+1	0	0	-1,215	0	0	0	-0,73	-0,73	+0,746	y_{14}
15	+1	0	0	0	0	0	0	-0,73	-0,73	-0,73	y_{15}

Հաշվի առնելով 3.2 և 3.3 աղյուսակների տվյալները, մոդելի հաստատուն գործակիցները հաշվարկվում են միմյանցից անկախ հետևյալ բանաձևերով [10,74,85,148,166].

- երկգործոն երկրորդ կարգի ռեգրեսիոն հավասարման գործակիցները՝

$$\left. \begin{aligned} b_1 &= \frac{\sum_{i=1}^N (x_{1i} y_i)}{\sum_{i=1}^N x_{1i}^2}, & b_2 &= \frac{\sum_{i=1}^N (x_{2i} y_i)}{\sum_{i=1}^N x_{2i}^2}, \\ b_{11} &= \frac{\sum_{i=1}^N (x'_{1i} y_i)}{\sum_{i=1}^N (x'_{1i})^2}, & b_{22} &= \frac{\sum_{i=1}^N (x'_{2i} y_i)}{\sum_{i=1}^N (x'_{2i})^2}, \\ b_{12} &= \frac{\sum_{i=1}^N (x_{1i} x_{2i} y_i)}{\sum_{i=1}^N (x_{1i} x_{2i})^2}, & b_0 &= \frac{\sum_{i=1}^N (x_{0i} y_i)}{N} \end{aligned} \right\} \quad (3.10)$$

- եռագործոն երկրորդ կարգի ռեգրեսիոն հավասարման գործակիցները՝

$$\left. \begin{aligned} b_1 &= \frac{\sum_{i=1}^N (x_{1i} y_i)}{\sum_{i=1}^N x_{1i}^2}, & b_2 &= \frac{\sum_{i=1}^N (x_{2i} y_i)}{\sum_{i=1}^N x_{2i}^2}, & b_3 &= \frac{\sum_{i=1}^N (x_{3i} y_i)}{\sum_{i=1}^N x_{3i}^2}, \\ b_{11} &= \frac{\sum_{i=1}^N (x'_{1i} y_i)}{\sum_{i=1}^N (x'_{1i})^2}, & b_{22} &= \frac{\sum_{i=1}^N (x'_{2i} y_i)}{\sum_{i=1}^N (x'_{2i})^2}, & b_{33} &= \frac{\sum_{i=1}^N (x'_{3i} y_i)}{\sum_{i=1}^N (x'_{3i})^2}, \\ b_{12} &= \frac{\sum_{i=1}^N (x_{1i} x_{2i} y_i)}{\sum_{i=1}^N (x_{1i} x_{2i})^2}, & b_{13} &= \frac{\sum_{i=1}^N (x_{1i} x_{3i} y_i)}{\sum_{i=1}^N (x_{1i} x_{3i})^2}, & b_{23} &= \frac{\sum_{i=1}^N (x_{2i} x_{3i} y_i)}{\sum_{i=1}^N (x_{2i} x_{3i})^2}, \\ b_0 &= \frac{\sum_{i=1}^N (x_{0i} y_i)}{N} \end{aligned} \right\} \quad (3.11)$$

Ռեգրեսիայի հավասարումը ստանալուց հետո, ստուգվում է գործակիցների նշանակալիությունն Ստյուդենտի չափանիշով, իսկ ստացված ռեգրեսիայի համապատասխանությունը՝ Ֆիշերի չափանիշով:

Գործակիցների ոչ նշանակալիության դեպքում դրանք հանվում են ռեգրեսիայի հավասարումից:

Ռեգրեսիոն հավասարման գործակիցների նշանակալիության աստիճանը հաշվարկվում է ըստ Ստյուդենտի չափանիշի վստահելի միջակայքերի [10,36,74,85].

$$S^2 \{b_i\} = \frac{1}{N} S_y^2, \quad (3.12)$$

որտեղ S_y - ը վերարտադրելիության դիսպերսիան է.

$$S_y^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_i^2 = \left(\frac{1}{N(n'-1)} \right) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^N (\bar{y}_{ij} - y_{ij})^2, \quad (3.13)$$

որտեղ S_i -ն փորձնական տվյալների դիսպերսիան է, n' -ը զուգահեռ փորձերի քանակը:

Ստյուդենտի չափանիշի հաշվարկային արժեքները որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$t_h = \frac{|b_i|}{S\{b_i\}}, \quad (3.14)$$

որտեղ t_h - ը Ստյուդենտի չափանիշի հաշվարկային արժեքն է $t_h > t_{\omega\eta}, t_{\omega\eta}$ - ը՝ Ստյուդենտի չափանիշի աղյուսակային արժեքը:

Եթե վստահելի միջակայքի հաշվարկային արժեքը ստացվում է փոքր աղյուսակայինից, ապա տվյալ գործակիցն արտաքսվում է ռեգրեսիայի հավասարումից:

Որից հետո ստացված ռեգրեսիայի հավասարումը համապատասխանությունը ստուգվում է Ֆիշերի չափանիշով:

Ֆիշերի չափանիշը՝

$$F = \frac{S_h^2}{S_y^2}, \quad (3.15)$$

որտեղ S_h^2 -ն համապատասխանության դիսպերսիան է.

$$S_h^2 = \frac{1}{N - (k + 1)} \sum_{i=1}^N (\bar{y}_i - \bar{y}_{hi})^2, \quad (3.16)$$

որտեղ $N - (k + 1) = f$ ազատության աստիճանների թիվն է, $\bar{y}_i$ -ն՝ i -րդ փորձում օպտիմալացման արժեքը, $\bar{y}_{hi}$ - ն՝ փորձի պայմանների համար մոդելի հաշվարկված օպտիմալացման պարամետրի արժեքը, k -ն՝ ռեգրեսիոն հավասարման մեջ նշանակալի գործակիցների քանակը:

4. ԳԻՏԱՓՈՐՁՆԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ ԵՎ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆԸ

4.1. Լանջի նվազագույն մշակման տեխնոլոգիային համապատասխան Կոմբինացված ագրեգատի բանոդ օրգանների ընթացքի խորության անհավասարաչափության գնահատումը

Կոմբինացված ագրեգատի աշխատանքի որակի գնահատման կարևոր ցուցանիշներից են հողի մշակման հավասարաչափությունը՝ ըստ խորության և փխրեցման աստիճանի:

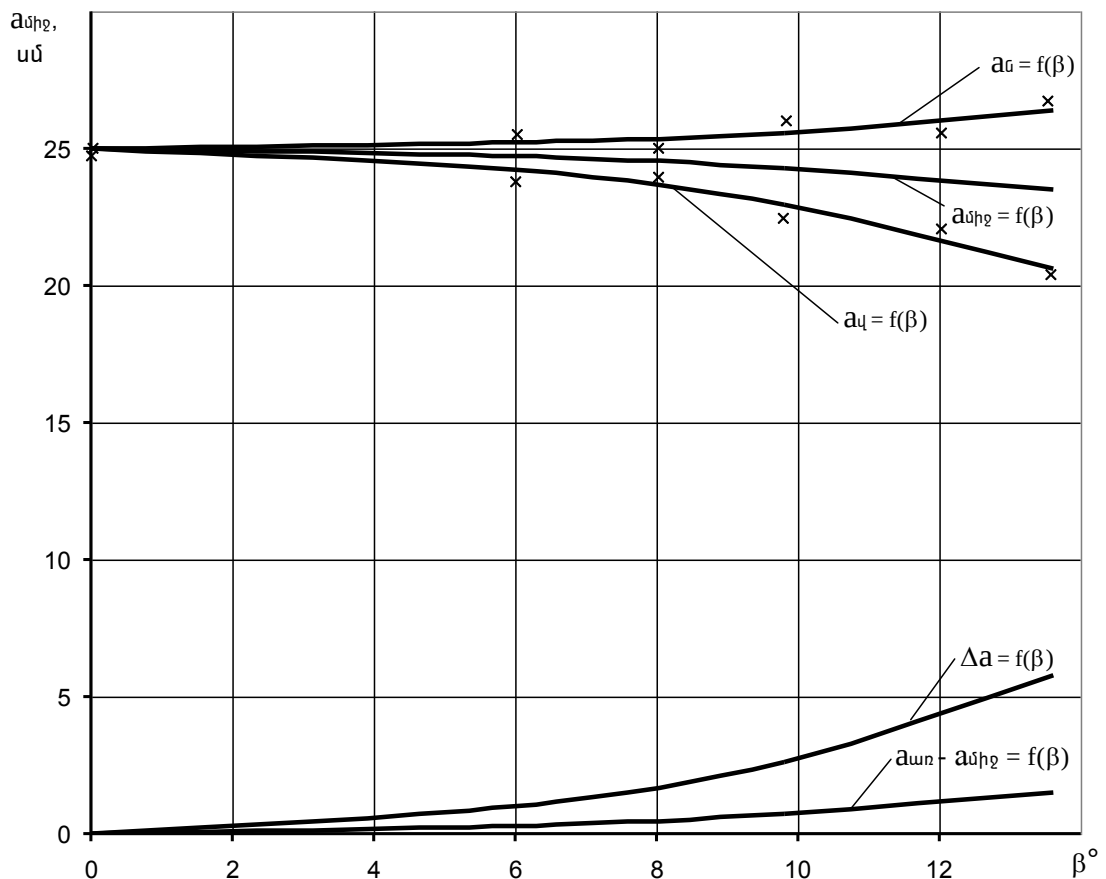
Ագրեգատի բանոդ օրգանների ընթացքի խորության իդեալական հավասարաչափությունն ապահովել առայժմ անհնար է, սակայն մշակման առաջադրված խորությունից շեղումը կարելի է գնահատել ագրոտեխնիկական թույլատրելի սահմաններին համապատասխան:

Ժամանակակից հողամշակ ագրեգատները լանջերի մշակման ժամանակ չեն ապահովում ագրոտեխնիկական պահանջները: Ավելին՝ լինում են դեպքեր, երբ նույնիսկ 6⁰-ը չգերազանցող թեքություններում լանջով վերև դասավորված բանոդ օրգանները հրվում են հողից դուրս, արտաքին գործոնների ազդեցության տակ:

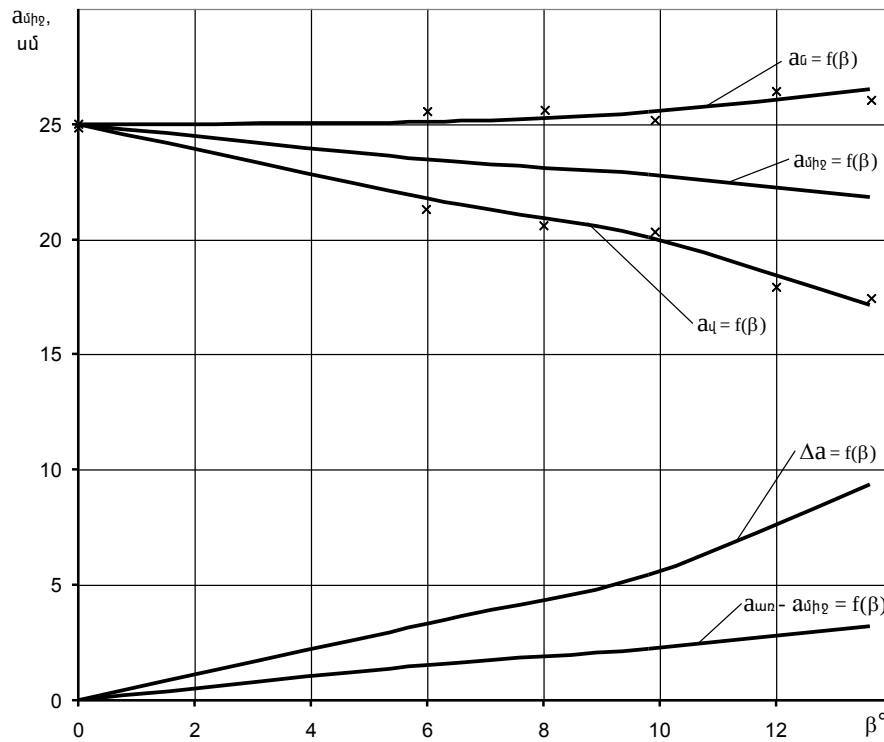
Հողամշակ ագրեգատների ընթացքի խորության անհավասարաչափությունն ուսումնասիրել են շատ հետազոտողներ, սակայն պետք է նշել, որ այս ուղղությամբ կատարված հետազոտությունները դեռևս լիարժեք չեն [100, 101, 110]: Մեր կողմից կատարված տեսական հետազոտություններով պարզվել են բանոդ օրգանների ընթացքի խորության անհավասարաչափության հիմնական պատճառները՝ դաշտի ձևը և մակերևույթի պարամետրերը, ագրեգատի շարժման արագությունը, բանոդ օրգանների և ագրեգատի պտտման ակնթարթային կենտրոնի կողային տեղափոխությունը: Նշված գործոնների ազդեցության տակ լանջով ներքև դասավորված բանոդ օրգանները լրացուցիչ խորանում են, իսկ լանջով վերև դասավորվածները՝ դուրս են գալիս հողից՝ հանգեցնելով մշակման խորության անհամաչափության:

Լանջով աշխատող կոմբինացված ագրեգատի բանոլ օրգանների ընթացքի խորության փոփոխության բնութագրի ուսումնասիրման համար, ագրեգատի շարժման տարբեր արագությունների դեպքում չափվել են լանջով վերևի և ներքևի բանոլ օրգանների ընթացքի խորությունները, որոշվել են մշակման միջին խորությունը և շեղումն առաջադրվածից: Չափումների արդյունքներն ամփոփվել է աղյուսակ Հ.1.1 – Հ.1.3-ում (Հավելված – 1):

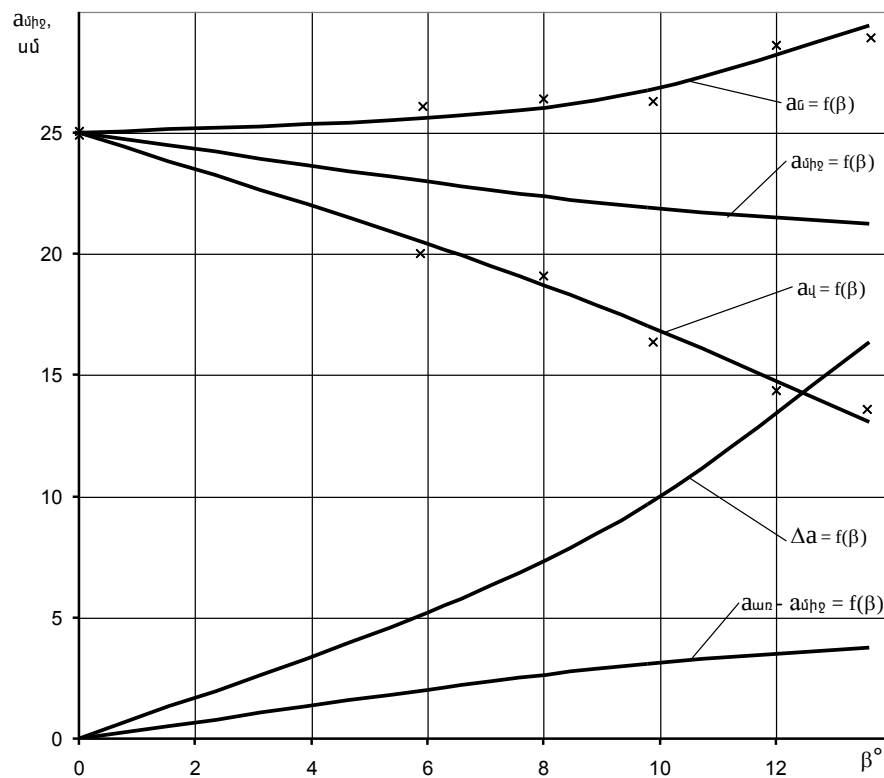
Աղյուսակ Հ.1.1–Հ.1.3-ի տվյալներով կառուցվել են մշակման միջին խորության, լանջով ներքևի և վերևի բանոլ օրգանների ընթացքի խորությունների, առաջադրվածից դրանց շեղման փոփոխության գրաֆիկները՝ կախված լանջի թեքությունից, ագրեգատի շարժման արագությունից (Նկ. 4.1 - 4.5).



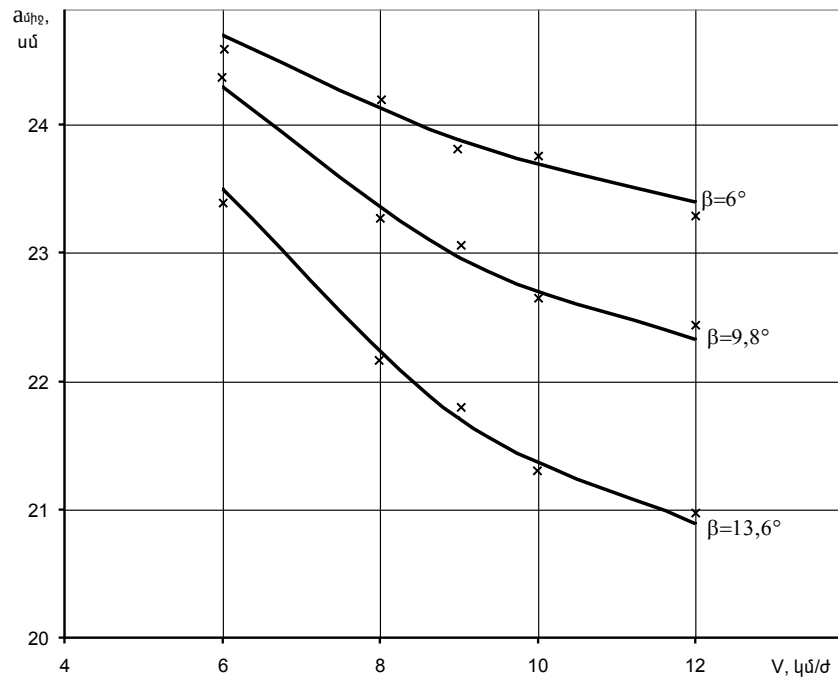
Նկ. 4.1. Բանոլ օրգանների ընթացքի խորության փոփոխությունը՝ կախված լանջի թեքությունից, ագրեգատի շարժման $v = 6$ կմ/ժ արագության դեպքում



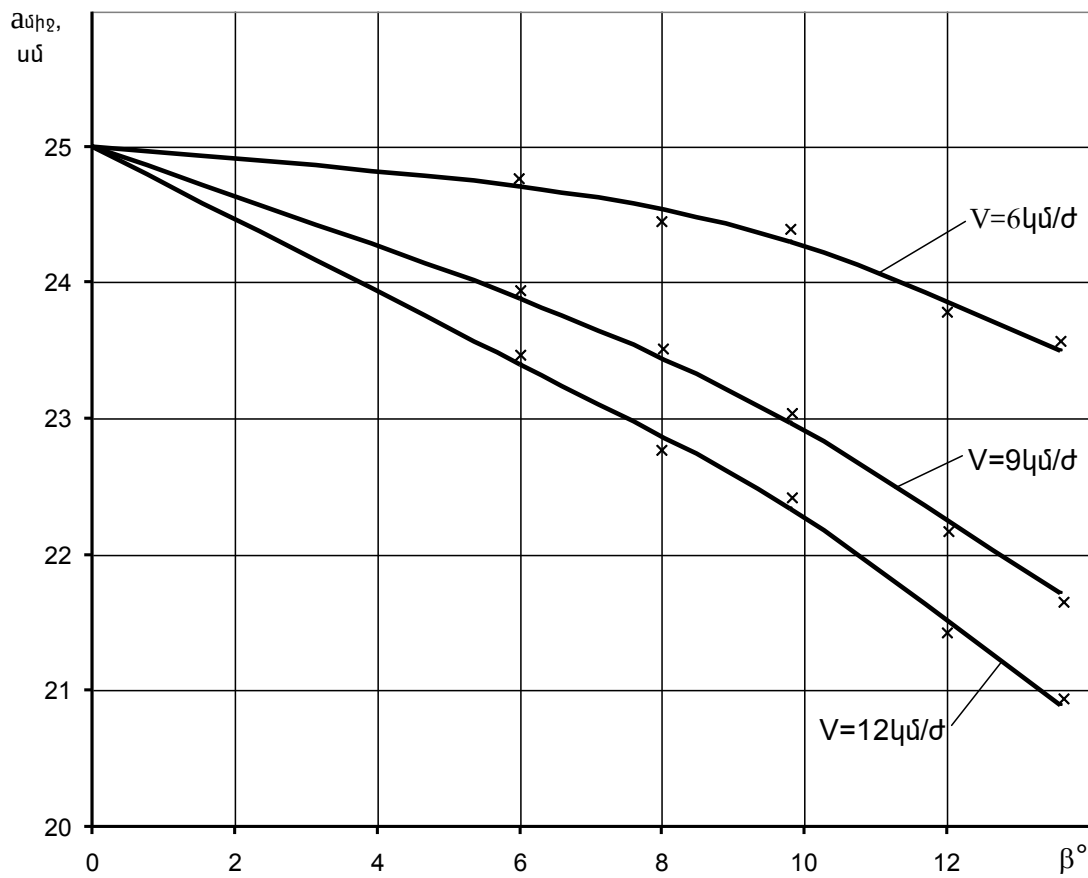
Նկ. 4.2. Բանող օրգանների ընթացքի խորության փոփոխությունը՝ կախված լանջի թեքությունից, ագրեգատի շարժման $\nu = 9$ կմ/ժ արագության դեպքում



Նկ. 4.3. Բանող օրգանների ընթացքի խորության փոփոխությունը՝ կախված լանջի թեքությունից, ագրեգատի շարժման $\nu = 12$ կմ/ժ արագության դեպքում



Նկ. 4.4. բանող օրգանների ընթացքի միջին խորության փոփոխությունը՝ կախված ագրեգատի շարժման արագությունից



Նկ. 4.5. բանող օրգանների ընթացքի միջին խորության փոփոխությունը՝ կախված լանջի թեքության անկյունից

Գիտափորձը կատարվել է գիտափորձերի պլանավորման մեթոդի կիրառմամբ: Որպես անկախ գործոններ (X) ընտրվել են ագրեգատի արագությունը (V) և լանջի թեքությունը (β): Որպես օպտիմալացվող պարամետր (Y) ընտրվել է մշակման միջին խորությունը ($a_{\text{միջ}}$):

Գործոնների մակարդակները և տարափոխման միջակայքերը բերված է աղյուսակ 3.1-ում

Լանջի թեքությունից (β) և ագրեգատի շարժման արագությունից (V) կախված՝ բանող օրգանների ընթացքի փաստացի խորության որոշման համար գիտափորձի պլանավորման և երկգործոն մոդելի գործակիցների հաշվարկի մատրիցաները բերված են Հ.1.4 (Հավելված – 1) և 4.1 աղյուսակներում:

Աղյուսակ 4.1

Լանջի թեքությունից (β) և ագրեգատի շարժման արագությունից (V) կախված՝ բանող օրգանների ընթացքի խորության
որոշման երկգործոն մոդելի գործակիցների հաշվարկի մատրիցա

N_i	X_0	X_1	X_2	$\bar{a}_i$	$(X_1')^2$	$(X_2')^2$	$(X_1')^2 \cdot \bar{a}_i$	$(X_2')^2 \cdot \bar{a}_i$	$X_1 \cdot \bar{a}_i$	$X_2 \cdot \bar{a}_i$	$X_1 X_2$	$X_1 X_2 \cdot \bar{a}_i$	$\bar{a}_p$	$(\bar{a}_{pi} - \bar{a}_i)^2$	$\bar{a}_p - \bar{a}_i$	սխալը, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1	1	1	21.13	0.333	0.333	7.042	7.042	21.13	21.125	1	21.125	21.3	0.0	0.19	0.88
2	1	-1	1	22.19	0.333	0.333	7.396	7.396	-22.19	22.187	-1	-22.1875	22.7	0.2	0.47	2.11
3	1	1	-1	23.13	0.333	0.333	7.708	7.708	23.13	-23.125	-1	-23.125	23.6	0.2	0.49	2.12
4	1	-1	-1	24.79	0.333	0.333	8.263	8.263	-24.79	-24.787	1	24.787	25.0	0.0	0.17	0.70
5	1	1	0	21.69	0.333	-0.667	7.229	-14.45	21.69	0	0	0	22.0	0.1	0.33	1.53
6	1	-1	0	23.00	0.333	-0.667	7.667	-15.333	-23.00	0	0	0	23.4	0.1	0.36	1.59
7	1	0	1	21.75	-0.667	0.333	-14.500	7.250	0.00	21.75	0	0	22.0	0.1	0.23	1.07
8	1	0	-1	24.06	-0.667	0.333	-16.042	8.021	0.00	-24.062	0	0	24.3	0.1	0.23	0.94
9	1	0	0	22.50	-0.667	-0.667	-15.00	-15.00	0.00	0	0	0	22.7	0.0	0.19	0.85

Գիտափորձերի տվյալների մաթեմատիկական մշակման արդյունքում (3.10) բանաձևերով որոշվել են ռեգրեսիայի հավասարման գործակիցները՝ $b_1 = -0.673$, $b_2 = -1.152$, $b_{11} = -0.119$, $b_{22} = 0.444$, $b_{12} = 0.15$, $b_0 = 22.692$:

Ռեգրեսիայի հավասարման գործակիցները ստուգվել են Ստյուդենտի չափանիշով: Հաշվարկային արժեքներն ամփոփվել են աղյուսակ 4.2-ում:

Աղյուսակ 4.2

Ստյուդենտի չափանիշի հաշվարկային արժեքները

գործակիցները		$t_{pj} = \frac{ b_j }{S(b_j)}$	t_T	Ստուգում
նշանակում	արժեքը			
b_1	-0.673	7.20	2,02	$t_{p1} > t_T$
b_2	-1.152	12.33		$t_{p2} > t_T$
b_{11}	-0.119	1.27		$t_{p11} < t_T$, արտաքսվում է
b_{22}	0.444	4.75		$t_{p22} > t_T$
b_{12}	0.150	1.61		$t_{p12} < t_T$, արտաքսվում է
b_0	22.692	242.85		$t_{p0} > t_T$

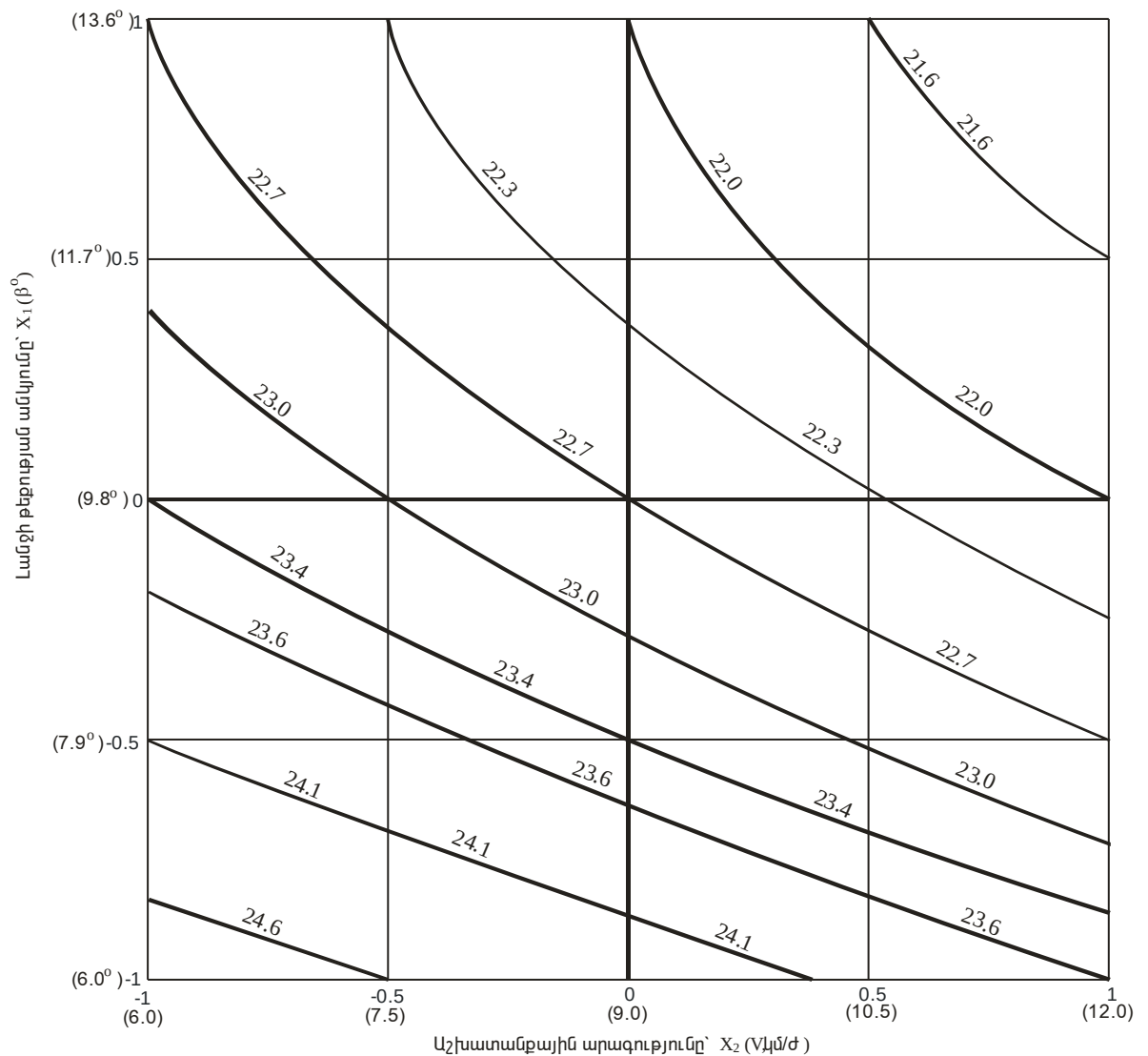
Ստացված տվյալների հիման վրա կազմվել է հետևյալ էմպիրիկ կախվածությունը ռեգրեսիայի հավասարման տեսքով.

$$a(x) = 22.692 - 0.673x_1 - 1.152x_2 + 0.444x_2^2. \quad (4.1)$$

Ռեգրեսիայի հավասարման համապատասխանությունը ստուգվել է Ֆիշերի չափանիշով (3.14 - 3.16 բանաձևերով) և ստացվել է՝ $F = \frac{S_{ad}^2}{S_Y^2} = 2.96 < F_t = 3.2$:

Ֆիշերի չափանիշի ստացված արդյունքը ցույց է տալիս, որ ռեգրեսիայի հավասարումը համապատասխանում է ուսումնասիրվող երևույթին:

Նկար 4.6-ում բերված է բանող օրգանների ընթացքի խորության փոփոխության գրաֆիկների խումբը՝ կախված լանջի թեքության անկյունից և ագրեգատի շարժման արագությունից:



Նկ. 4.6.Բանող օրգանների ընթացքի խորության (a,սմ) փոփոխության գրաֆիկների խումբ՝ կախված լանջի թեքության անկյունից՝ X_1 ($^\circ$) և ագրեգատի շարժման արագությունից՝ X_2 (V կմ/ժ)

Ստացված ռեգրեսիայի հավասարման (4.1) և դրա գրաֆիկների (նկ. 4.6) վերլուծությունից ակներև է, որ լանջի թեքության (β°) և ագրեգատի շարժման արագության (V, կմ/ժ) մեծացման դեպքում բանող օրգանների ընթացքի խորությունը նվազում է: Ագրեգատի շարժման արագությունը 6 կմ/ժ-ից մեծացնելով մինչև 12 կմ/ժ – ի, $\beta = 6^\circ$ թեքության լանջի մշակման խորությունը փոքրանում է 25.0 սմ – ից մինչև 26.6 սմ (5.4% - ուվ), $\beta = 9.8^\circ$ թեքության լանջի մշակման դեպքում ընթացքի խորությունը փոքրանում է 23.4սմ – ից մինչև 22.0 սմ (5.8% - ուվ), $\beta = 13.6^\circ$ - ի դեպքում՝ 22.7սմ – ից մինչև 21,3սմ (6.0% - ուվ): Սա նշանակում է, որ լանջի մեծ

անկյունների դեպքում ագրեգատի արագության մեծացումը բերում է մշակման խորության առավել ինտենսիվ նվազման: Նույնպիսի պատկեր է նկատվում նաև լանջի թեքության անկյան մեծացման դեպքում: Այսպես՝ լանջի թեքության 6 – ից մինչև 13.6° մեծացումը բերում է մշակման խորության նվազեցման, $v = 6$ կմ/ժ արագության դեպքում մշակման խորությունը փոքրանում է 25.0սմ – ից մինչև 22.7 սմ (9.2% - ով), $v = 9$ կմ/ժ արագության դեպքում՝ 24.3 – 22.0 սմ (9.5% - ով), $v = 12$ կմ/ժ արագության դեպքում՝ 23.6 – 21,3 սմ (9.8% - ով):

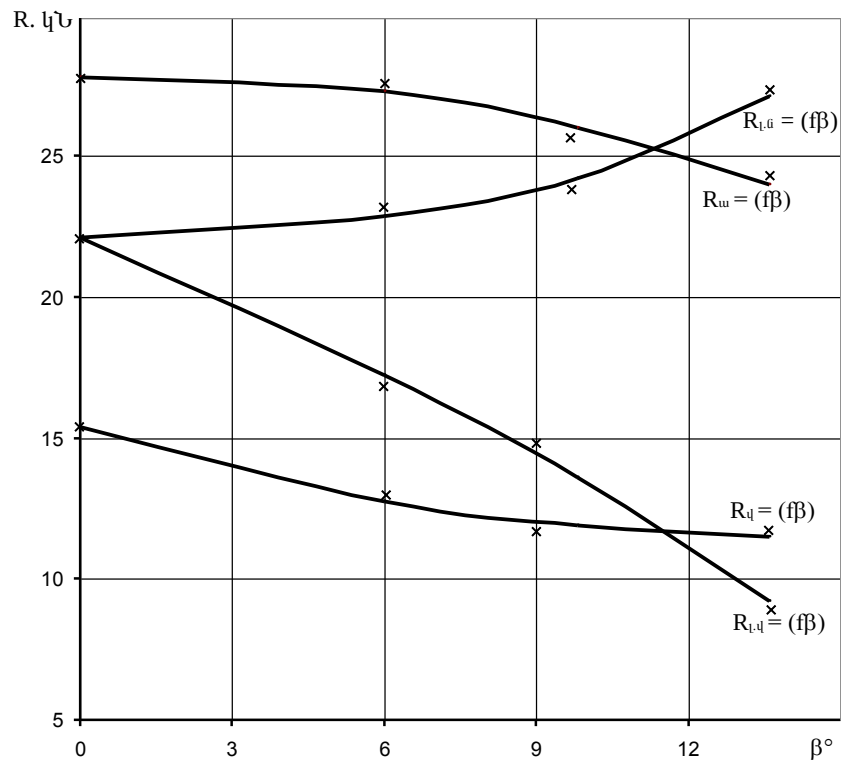
4.2. Լանջի նվազագույն մշակման կոմբինացված ագրեգատի քարշային դիմադրությունը

Քարշային դիմադրությունը հողի մշակման ագրեգատի արդյունավետությունը բնորոշող կարևորագույն ցուցանիշներից է:

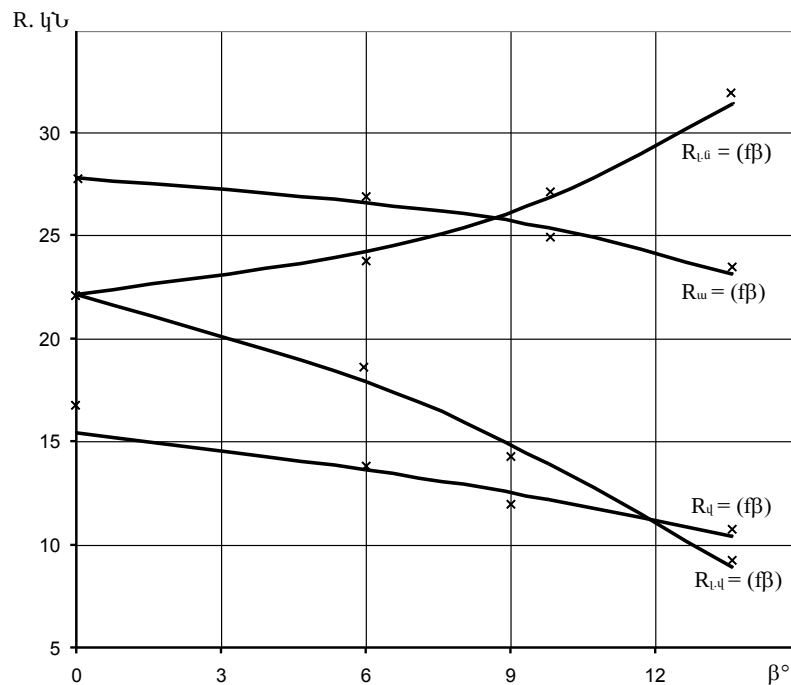
Գիտափորձնական հետազոտություններով, այդ թվում՝ մեր կողմից կատարված, պարզվել է, որ քարշային դիմադրության վրա ազդում են տեղանքի թեքությունը, ագրեգատի կառուցվածքային և տեխնոլոգիական առանձնահատկությունները[18]: Լանջերի մշակման ժամանակ ագրեգատի ընդգրկման լայնությունը և առանձին իրանների ընթացքի խորությունը խախտվում է, ինչն իր ազդեցությունն է թողնում ագրեգատի քարշային դիմադրության վրա:

Քարշային դիմադրության վրա վերոհիշյալ ազդեցությունների հավաստիությունը ճշգրտելու համար մեր կողմից նույն պայմաններում անցկացվել են դաշտային գիտափորձնական հետազոտություններ և որոշվել ագրեգատի քարշային դիմադրությունը ինչպես հարթ տեղանքում, այնպես էլ լանջերում: Արդյունքները բերվում են աղյուսակ Հ.2.1-Հ.2.3 – ում (Հավելված 2):

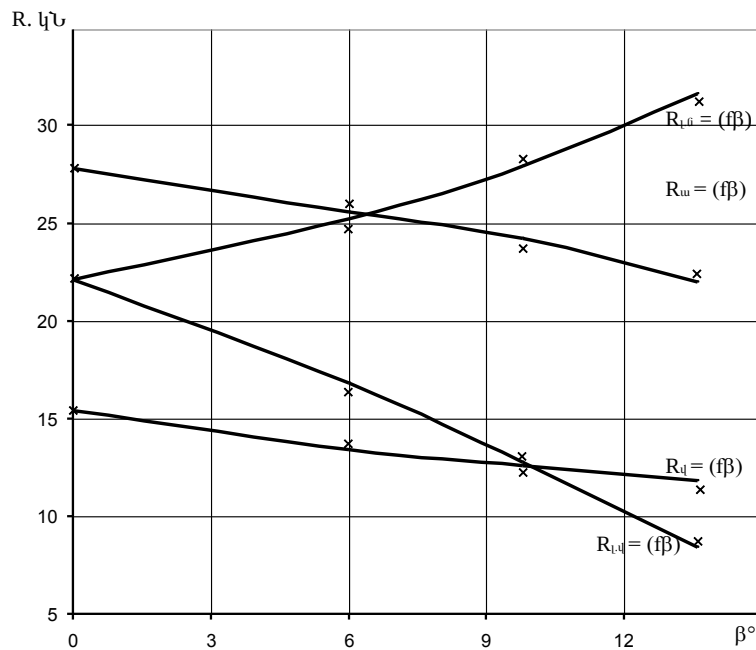
Աղյուսակ Հ.1.1 – Հ.1.3-ի տվյալներով կառուցվել են տրակտորի կախոցի ձգաձողերի (լանջով վերևի՝ $R_{\text{լվ}}$, լանջով ներքևի՝ $R_{\text{լն}}$, վերին կենտրոնական՝ $R_{\text{վ}}$) և ագրեգատի՝ $R_{\text{ա}}$, քարշային դիմադրության փոփոխության գրաֆիկներ՝ կախված լանջի թեքությունից, ագրեգատի շարժման տարբեր շահագործական արագությունների դեպքում (Նկ. 4.7 – 4.9).



Նկ. 4.7. Տրակտորի կախոցի ձգաձողերի և ագրեգատի քարշային դիմադրության (R_{Lq} , R_{Ln} , R_q , R_w) փոփոխությունը՝ կախված լանջի թեքությունից, $v = 6$ կմ/ժ
շահագործական արագության դեպքում



Նկ. 4.8. Տրակտորի կախոցի ձգաձողերի և ագրեգատի քարշային դիմադրության (R_{Lq} , R_{Ln} , R_q , R_w) փոփոխությունը՝ կախված լանջի թեքությունից, $v = 9$ կմ/ժ
շահագործական արագության դեպքում



Նկ. 4.9. Տրակտորի կախոցի ձգաձողերի և ագրեգատի քարշային դիմադրության ($R_{L,u}$, $R_{L,l}$, $R_{L,q}$, R_w) փոփոխությունը՝ կախված լանջի թեքությունից, $v = 12$ կմ/ժ շահագործական արագության դեպքում

Գիտափորձերի կատարման ժամանակ՝ որպես անկախ գործոններ, ընտրվել են լանջի թեքությունը և ագրեգատի շահագործական արագությունը: Գործոնների մակարդակները և տարափոխման միջակայքերը բերված են աղյուսակ 3.1-ում:

Լանջի թեքությունից (β°) և ագրեգատի շարժման արագությունից (V , կմ/ժամ) կախված, քարշային դիմադրության գիտափորձի պլանավորման և երկգործոն մոդելի գործակիցների հաշվարկի մատրիցաները բերված են Հ.2.4 (Հավելված 2) և 4.3 աղյուսակներում:

Աղյուսակ 4.3

Լանջի թեքությունից (β°) և ագրեգատի շարժման արագությունից (V , կմ/ժամ) կախված՝ ագրեգատի քարշային դիմադրության երկգործոն մոդելի գործակիցների հաշվարկի մատրիցա

N°	x_0	x_1	x_2	$\bar{R}_i$	x'_1	x'_2	$x'_1\bar{R}_i$	$x'_2\bar{R}_i$	$x_1\bar{R}_i$	$x_2\bar{R}_i$	x_1x_2	$x_1x_2\bar{R}_i$	$\bar{R}_{hi}$	$(R_{hi} - \bar{R}_i)^2$	$(R_{hi} - \bar{R}_i)^2$	սխալը, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1	1	1	22.00	0.333	0.333	7.333	7.333	22.00	22	1	22	21.65	0.121	-0.35	-1.58
2	1	-1	1	25.55	0.333	0.333	8.517	8.517	-25.55	25.55	-1	-25.55	25.09	0.208	-0.46	-1.78
3	1	1	-1	24.00	0.333	0.333	8.000	8.000	24.00	-24	-1	-24	23.50	0.247	-0.50	-2.07
4	1	-1	-1	27.30	0.333	0.333	9.100	9.100	-27.30	-27.3	1	27.3	26.94	0.126	-0.36	-1.30
5	1	1	0	23.13	0.333	-0.667	7.708	-15.417	23.13	0	0	0	22.76	0.132	-0.36	-1.57
6	1	-1	0	26.60	0.333	-0.667	8.867	-17.733	-26.60	0	0	0	26.20	0.158	-0.40	-1.49
7	1	0	1	24.20	-0.667	0.333	-16.133	8.067	0.00	24.2	0	0	23.79	0.164	-0.41	-1.68
8	1	0	-1	26.00	-0.667	0.333	-17.333	8.667	0.00	-26	0	0	25.64	0.126	-0.36	-1.37
9	1	0	0	25.35	-0.667	-0.667	-16.900	-16.900	0.00	0	0	0	24.90	0.200	-0.45	-1.76

Գիտափորձերի տվյալների մաթեմատիկական մշակման արդյունքում (3.10) բանաձևերով որոշված ռեգրեսիայի հավասարման գործակիցներն են՝ $b_1 = -1,72$, $b_2 = -0,93$, $b_{11} = -0,42$, $b_{22} = -0,18$, $b_{12} = -0,06$, $b_0 = 24,9$:

Ռեգրեսիայի հավասարման գործակիցների ստուգման հաշվարկային արժեքները ամփոփել են աղյուսակ 4.4-ում:

Աղյուսակ 4.4

Ստյուդենտի չափանիշի հաշվարկային արժեքները

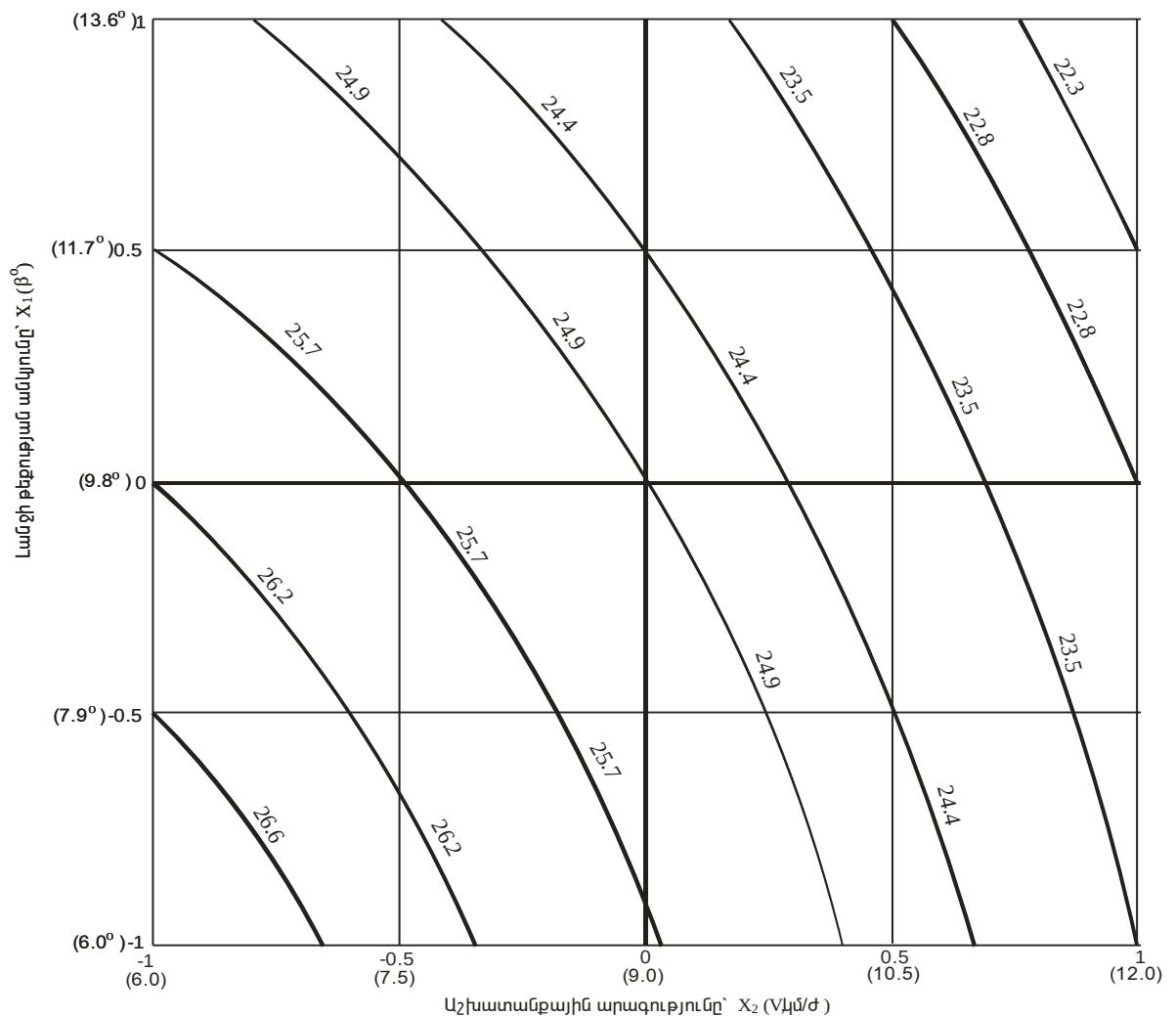
Գործակիցները		$t_{pj} = \frac{ b_j }{S(b_j)}$	t_T	Ստուգում
նշանակում	արժեքը			
b1	-1.72	27.18	2,02	$> t_T$
b2	-0.93	14.61		$> t_T$
b11	-0.42	6.65		$> t_T$
b22	-0.18	2.90		$> t_T$
b12	-0.06	0.99		$< t_T$, արտաքսվում է
b0	24.90	393.33		$> t_T$

Ստացված տվյալների հիման վրա կազմվել է հետևյալ ռեգրեսիայի հավասարումը.

$$R(x) = 24.9 - 1.72x_1 - 0.93x_2 - 0.42x_1^2 - 0.18x_2^2 : \quad (4.2)$$

Ստացված ռեգրեսիայի հավասարման համապատասխանությունը ստուգվել է Ֆիշերի չափանիշով՝ $F = \frac{S_{ao}^2}{S_y^2} = 0.43 < F_t = 5,1$, ըստ որի՝ ռեգրեսիայի հավասարումը համապատասխանում է ուսումնասիրվող երևույթին:

Օգտագործելով ստացված ռեգրեսիայի հավասարումը՝ կառուցվել է քարշային դիմադրության փոփոխության գրաֆիկների խումբ՝ կախված լանջի թեքությունից (β°) և ագրեգատի շարժման արագությունից (V , կմ/ժամ) (Նկ. 4.10):

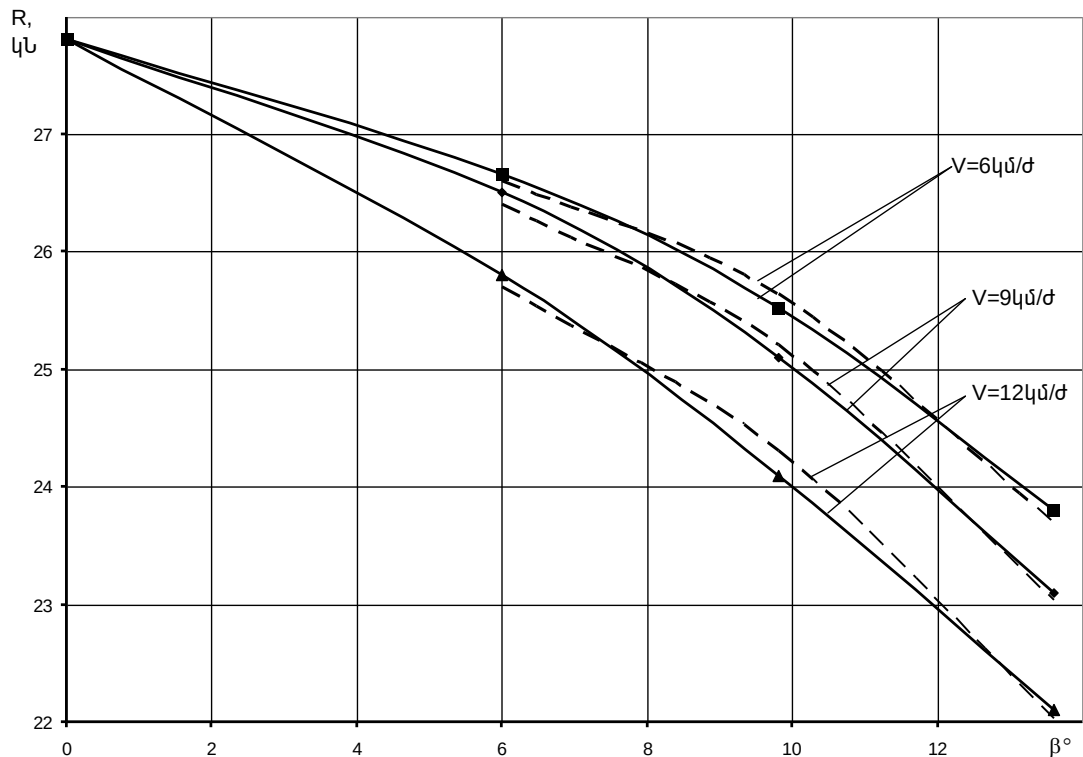


Նկ. 4.10. Լանջերի մշակման կոմբինացված ագրեգատի քարշային դիմադրության փոփոխության գրաֆիկների խումբ՝ կախված լանջի թեքությունից (x_1) և ագրեգատի շարժման արագությունից (x_2)

Լանջով աշխատող կոմբինացված ագրեգատի քարշային դիմադրության փոփոխության ուսումնասիրման գիտափորձնական հետազոտությունների արդյունքներով կառուցված գրաֆիկների (նկ. 4.7 - 4.10) վերլուծությունից ակներև է, որ լանջերում տարբեր օրինաչափությամբ են փոխվում ինչպես տրակտորի, այնպես էլ դրա կախոցի համակարգի ձգաձողերի վրա առաջացող ճիգերը: Վերևի կենտրոնական և լանջով վերև գտնվող ստորին ձգաձողերի ճիգերը նվազում են, իսկ լանջով ներքև գտնվող ստորին ձգաձողի ճիգը՝ մեծանում: Արդյունքում՝ լանջերում նվազում է ագրեգատի ընդհանուր քարշային դիմադրությունը ինչպես լանջի թեքության (β°), այնպես էլ ագրեգատի շարժման արագության (V) մեծացման

դեպքում (նկ.4.10): Երբ լանջի թեքությունը փոխվում է $6-13.6^\circ$, քարշային դիմադրությունը նվազում է 1.8 կՆ-ով , իսկ շարժման արագության $V = 6-12\text{ կմ/ժ}$ մեծացման հետևանքով ագրեգատի քարշային դիմադրությունը նվազում է 3.4 կՆ-ով :

Գիտափորձնական հետազոտությունների արդյունքների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ լանջում ագրեգատի քարշային դիմադրության նվազումը մշակման միջին խորության փոքրացման հետևանք է:



Նկ. 4.11. Լանջերի մշակման կոմբինացված ագրեգատի քարշային դիմադրության կախվածությունը լանջի թեքությունից, ագրեգատի շարժման տարբեր արագությունների դեպքում

— — — — — - տեսական կորեր, ————— - գիտափորձնական կորեր

Տեսական և գիտափորձնական հետազոտությունների արդյունքների համադրությունից (Նկ. 4.21) պարզ երևում է, որ տեսական և փորձնական եղանակով ստացված տվյալները գրեթե համընկնում են:

4.3. Լանջի հողի մշակման որակի վրա սֆերիկ սկավառակների տեղակայման պարամետրերի ազդեցության գնահատումը

Հարևան սկավառակներով բացված ակոսների միջև առաջացած չմշակված թմբիկի բարձրության (h) և փխրեցման աստիճանի (η) կախվածությունը լանջի թեքության անկյունից (β°), սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից (b), և գրոհի անկյունից (θ) գնահատելու համար իրականացվել են գիտափորձնական հետազոտություններ սկավառակավոր ցաքանով լանջի ընդլայնական ուղղությամբ մշակելիս եռագործոն գիտափորձերի պլանավորման մեթոդով: Գիտափորձնական հետազոտությունները կատարվել են ինչպես արտադրությունում գոյություն ունեցող, այնպես էլ առաջարկվող սկավառակավոր բանող օրգաններով ագրեգատավորված ցաքաններով:

4.3.1. Արտադրությունում օգտագործվող սկավառակների տեղակայման պարամետրերի ազդեցության գնահատումը

Արտադրությունում գոյություն ունեցող սկավառակներով համալրված ցաքանով լանջի ընդլայնական ուղղությամբ մշակելիս փորձնական հետազոտությունների ժամանակ կատարված չափումները գրանցվել են Հ.3.1 - Հ.3.6 աղյուսակներում (հավելված 3):

Գործոնների մակարդակները և տարափոխման միջակայքերը բերված են աղյուսակ 3.1-ում:

Լանջի թեքությունից (β), գրոհի անկյունից (θ) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից (b) կախված չմշակված թմբիկների բարձրությունների (h) և փխրեցման աստիճանի (η) որոշման գիտափորձերի պլանավորման մատրիցաները բերված են Հ.3.7 և Հ.3.8 աղյուսակներում (հավելված 3), իսկ երկգործոն մոդելի գործակիցների հաշվարկի մատրիցաները՝ 4.5 և 4.6 աղյուսակներում:

Աղյուսակ 4.5

Լանջի թեքությունից(β°), գրոհի անկյունից (θ°) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից (b) կախված, չմշակված թմբիկների բարձրությունների (h) որոշման ռեգրեսիոն հավասարման գործակիցների հաշվարկի մատրիցա

N°	x_1	x_3	x_4	$\bar{h}_i$	x'_1	x'_3	x'_4	$x_1 \cdot x_3$	$x_1 \cdot x_4$	$x_3 \cdot x_4$	$x_1 \bar{h}_i$	$x_3 \bar{h}_i$	$x_4 \bar{h}_i$	$x'_1 \cdot \bar{h}_i$	$x'_3 \cdot \bar{h}_i$	$x'_4 \cdot \bar{h}_i$	$x_1 x_3 \bar{h}_i$	$x_1 x_4 \bar{h}_i$	$x_3 x_4 \bar{h}_i$	h_h
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	1	1	1	59.2	0.27	0.27	0.27	1.0	1.0	1.0	59.2	59.2	59.2	15.984	15.984	15.98	59.2	59.2	59.2	58.62
2	-1	1	1	37.4	0.27	0.27	0.27	-1.0	-1.0	1.0	-37.4	37.4	37.4	10.098	10.098	10.1	-37.4	-37.4	37.4	37.27
3	1	-1	1	83.6	0.27	0.27	0.27	-1.0	1.00	-1.0	83.6	-83.6	83.6	22.572	22.572	22.57	-83.6	83.6	-83.6	82.73
4	-1	-1	1	42	0.27	0.27	0.27	1.0	-1.0	-1.0	-42.0	-42.0	42.0	11.34	11.34	11.34	42	-42	-42	41.97
5	1	1	-1	27.8	0.27	0.27	0.27	1.0	-1.0	-1.0	27.8	27.8	-27.8	7.506	7.506	7.51	27.8	-27.8	-27.8	28.66
6	-1	1	-1	31.6	0.27	0.27	0.27	-1.0	1.0	-1.0	-31.6	31.6	-31.6	8.532	8.532	8.53	-31.6	31.6	-31.6	33.31
7	1	-1	-1	52.4	0.27	0.27	0.27	-1.0	-1.0	1.0	52.4	-52.4	-52.4	14.148	14.148	14.15	-52.4	-52.4	52.4	52.76
8	-1	-1	-1	37.2	0.27	0.27	0.27	1.0	1.0	1.0	-37.2	-37.2	-37.2	10.044	10.044	10.04	37.2	37.2	37.2	38.01
9	1.215	0	0	56	0.746	-0.730	-0.73	0.0	0.0	0.0	68.0	0.0	0.0	41.7886	-40.88	-40.88	0	0	0	57.31
10	-1.215	0	0	36.2	0.746	-0.730	-0.73	0.00	0.0	0.0	-44.0	0.0	0.0	27.0133	-26.426	-26.43	0	0	0	35.38
11	0	1.215	0	35.4	-0.73	0.746	-0.73	0.00	0.0	0.0	0.0	43.0	0.0	-25.842	26.4164	-25.84	0	0	0	34.93
12	0	-1.215	0	51.6	-0.73	0.746	-0.73	0.0	0.0	0.0	0.0	-62.7	0.0	-37.668	38.5052	-37.67	0	0	0	52.44
13	0	0	1.215	57.4	-0.73	-0.73	0.746	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	69.7	-41.902	-41.902	42.83	0	0	0	59.78
14	0	0	-1.215	41.2	-0.73	-0.73	0.746	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-50.1	-30.076	-30.076	30.74	0	0	0	39.18
15	0	0	0	46.2	-0.73	-0.73	-0.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-33.726	-33.726	-33.73	0	0	0	46.35

Աղյուսակ 4.6

Լանջի թեքությունից(β°), գրոհի անկյունից (θ°) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից (b) կախված, փխրեցման աստիճանի (η) որոշման ռեգրեսիոն հավասարման գործակիցների հաշվարկի մատրիցա

N°	x_1	x_3	x_4	$\overline{\eta}_i$	x'_1	x'_3	x'_4	$x_1^*x_3$	$x_1^*x_4$	$x_3^*x_4$	$x_1\overline{\eta}_i$	$x_3\overline{\eta}_i$	$x_4\overline{\eta}_i$	$x'_1 \cdot \overline{\eta}_i$	$x'_3 \cdot \overline{\eta}_i$	$x'_4 \cdot \overline{\eta}_i$	$x_1x_3\overline{\eta}_i$	$x_1x_4\overline{\eta}_i$	$x_3x_4\overline{\eta}_i$	η_h
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	1	1	1	50	0.27	0.27	0.27	1.0	1.0	1.0	50.0	50.0	50.0	13.5	13.5	13.5	50	50	50	49.04
2	-1	1	1	67	0.27	0.27	0.27	-1.0	-1.0	1.0	-67.0	67.0	67.0	18.09	18.09	18.09	-67	-67	67	64.71
3	1	-1	1	31	0.27	0.27	0.27	-1.0	1.00	-1.0	31.0	-31.0	31.0	8.37	8.37	8.37	-31	31	-31	30.14
4	-1	-1	1	52.8	0.27	0.27	0.27	1.0	-1.0	-1.0	-52.8	-52.8	52.8	14.256	14.25	14.256	52.8	-52.8	-52.8	51.31
5	1	1	-1	76	0.27	0.27	0.27	1.0	-1.0	-1.0	76.0	76.0	-76.0	20.52	20.52	20.52	76	-76	-76	72.88
6	-1	1	-1	83.8	0.27	0.27	0.27	-1.0	1.0	-1.0	-83.8	83.8	-83.8	22.63	22.63	22.63	-83.8	83.8	-83.8	80.06
7	1	-1	-1	55	0.27	0.27	0.27	-1.0	-1.0	1.0	55.0	-55.0	-55.0	14.85	14.85	14.85	-55	-55	55	53.98
8	-1	-1	-1	69	0.27	0.27	0.27	1.0	1.0	1.0	-69.0	-69.0	-69.0	18.63	18.63	18.63	69	69	69	66.66
9	1.215	0	0	58	0.746	-0.730	-0.73	0.0	0.0	0.0	70.5	0.0	0.0	43.28	-42.34	-42.34	0	0	0	54.10
10	-1.215	0	0	72	0.746	-0.730	-0.73	0.00	0.0	0.0	-87.5	0.0	0.0	53.728	-52.56	-52.56	0	0	0	71.32
11	0	1.215	0	69	-0.73	0.746	-0.73	0.00	0.0	0.0	0.0	83.8	0.0	-50.37	51.49	-50.37	0	0	0	68.52
12	0	-1.215	0	53	-0.73	0.746	-0.73	0.0	0.0	0.0	0.0	-64.4	0.0	-38.69	39.55	-38.69	0	0	0	48.90
13	0	0	1.215	51	-0.73	-0.73	0.746	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62.0	-37.23	-37.23	38.057	0	0	0	46.81
14	0	0	-1.215	71	-0.73	-0.73	0.746	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-86.3	-51.83	-51.83	52.98	0	0	0	70.61
15	0	0	0	63	-0.73	-0.73	-0.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-45.99	-45.99	-45.99	0	0	0	61.44

Գիտափորձերի տվյալների մաթեմատիկական մշակման արդյունքում (3.11) բանաձևով որոշվել են ռեգրեսիայի հավասարման գործակիցները.

- Լանջի թեքությունից (β°), գրոհի անկյունից (θ°) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից (b) կախված՝ չմշակված թմբիկների բարձրությունների (h) որոշման ռեգրեսիոն հավասարման համար՝ $b_1 = 9,03$, $b_3 = -7,2$, $b_4 = 8,48$, $b_{11} = -0,04$, $b_{33} = -1,8$, $b_{44} = 2.12$, $b_{13} = -4,85$, $b_{14} = 6,5$, $b_{34} = 0,15$ $b_0 = 46,35$,

- Լանջի թեքությունից (β°), գրոհի անկյունից (θ°) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից (b) կախված՝ փխրեցման աստիճանի (η) որոշման ռեգրեսիոն հավասարման համար՝ $b_1 = -7,086$, $b_3 = 8,075$, $b_4 = -9,797$, $b_{11} = 0,858$, $b_{33} = -1,85$, $b_{44} = -1,85$, $b_{13} = -1.375$, $b_{14} = -2,125$, $b_{34} = -0,325$ $b_0 = 61,44$:

Ռեգրեսիայի հավասարումների գործակիցները ստուգվել են Ստյուդենտի չափանիշով: Հաշվարկային արժեքներն ամփոփել են աղյուսակ 4.7 – 4.8 -ում:

Աղյուսակ 4.7

Լանջի թեքությունից, գրոհի անկյունից և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից կախված՝ չմշակված թմբիկների բարձրությունների որոշման ռեգրեսիոն հավասարման գործակիցների ստուգման Ստյուդենտի չափանիշի հաշվարկային արժեքները

գործակիցները		$t_{pj} = \frac{ b_j }{S(b_j)}$	t_T	Ստուգում
նշանակում	արժեքը			
b_1	9.03	26.40	2,06	$> t_T$
b_3	-7.20	21.07		$> t_T$
b_4	8.48	24.80		$> t_T$
b_{11}	-0.04	0.13		$< t_T$, արտաքսվում է
b_{33}	-1.80	5.27		$> t_T$
b_{44}	2.12	6.21		$> t_T$
b_{13}	-4.85	14.19		$> t_T$
b_{14}	6.50	19.01		$> t_T$
b_{34}	0.15	0.44		$< t_T$, արտաքսվում է
b_0	46.35	135.56		$> t_T$

Լանջի թեքությունից, գրոհի անկյունից և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից կախված՝ փխրեցման աստիճանի որոշման ռեգրեսիոն հավասարման գործակիցների ստուգման Ստյուդենտի չափանիշի հաշվարկային արժեքները

գործակիցները		$t_{pj} = \frac{ b_j }{S(b_j)}$	t_T	Ստուգում
նշանակում	արժեքը			
b_1	-7.086	25.93	2,06	$> t_T$
b_3	8.075	29.55		$> t_T$
b_4	-9.797	35.85		$> t_T$
b_{11}	0.858	3.14		$> t_T$
b_{33}	-1.850	6.77		$> t_T$
b_{44}	-1.850	6.77		$> t_T$
b_{13}	1.375	5.03		$> t_T$
b_{14}	-2.125	7.78		$> t_T$
b_{34}	-0.325	1.19		$< t_T$, արտաքսվում է
b_0	61.44	224.85		$> t_T$

Ստացված տվյալների հիման վրա կազմվել են ռեգրեսիայի հավասարումները հետևյալ տեսքով.

-լանջի թեքությունից, գրոհի անկյունից և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից կախված, չմշակված թմբիկների բարձրությունների որոշման համար՝

$$h(x) = 46,35 + 9,03x_1 - 7,2x_3 + 8,48x_4 - 1,8x_3^2 + 2,12x_4^2 - 4,85x_1x_3 + 6,5x_1x_4, \quad (4.3)$$

-լանջի թեքությունից, գրոհի անկյունից և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից կախված՝ փխրեցման աստիճանի որոշման համար՝

$$\eta(x) = 61,44 - 7,086x_1 + 8,075x_3 - 9,797x_4 - 0,858x_1^2 - 1,85x_3^2 - 1,85x_4^2 + 1,375x_1x_3 - 2,125x_1x_4 : \quad (4.4)$$

Ստացված ռեգրեսիայի հավասարումների համապատասխանությունը ստուգվել է Ֆիշերի չափանիշով՝ 3.14 - 3.16 բանաձևերով:

Ռեգրեսիոն հավասարումներով կառուցվել են արձագանքների մակերևույթի կորերը.

- երբ $x_1 = -1$, հավասարումները ստանում են հետևյալ տեսքը՝

$$h_{x_1=-1} = 37.32 - 2.35x_3 + 1.98x_4 - 1.8x_3^2 + 2.12x_4^2, \quad (4.5)$$

$$\eta_{x_1=-1} = 68.526 + 6.7x_3 - 7.672x_4 - 1.85x_3^2 - 1.85x_4^2. \quad (4.6)$$

- երբ $x_1 = 0$ -ի դեպքում՝

$$h_{x_1=0} = 46.35 - 7.2x_3 + 8.48x_4 - 1.8x_3^2 + 2.12x_4^2, \quad (4.7)$$

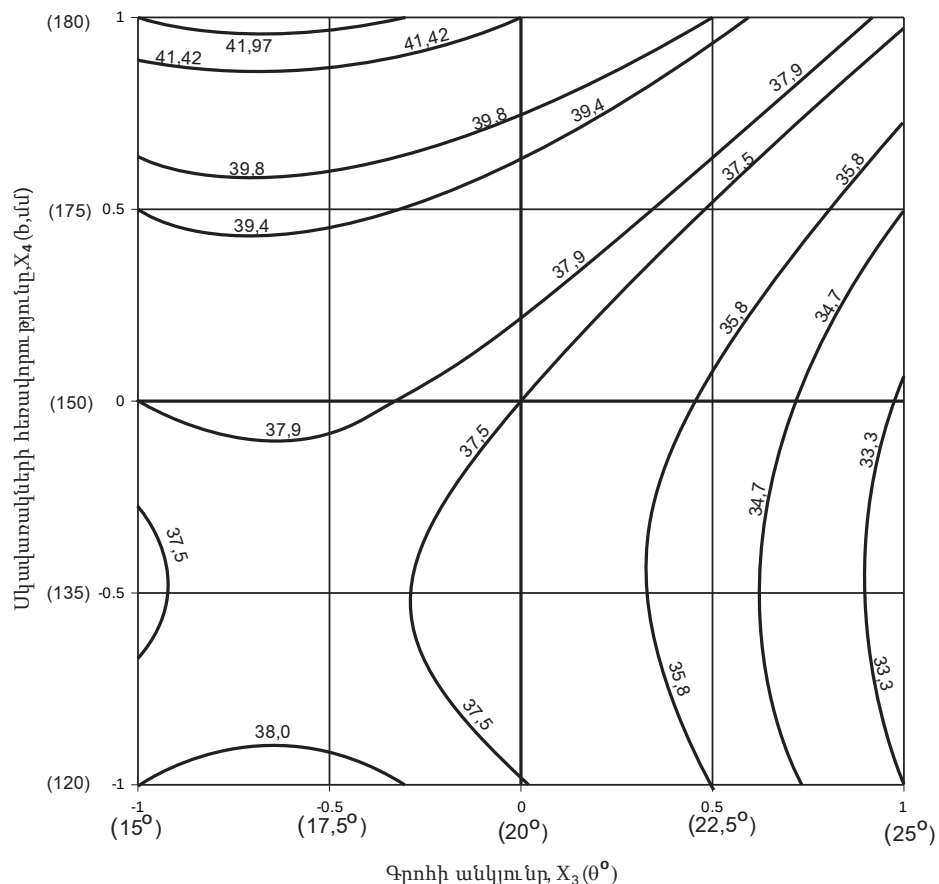
$$\eta_{x_1=0} = 61.44 + 8.075x_3 - 9.797x_4 - 1.85x_3^2 - 1.85x_4^2. \quad (4.8)$$

- երբ $x_1 = +1$, ապա՝

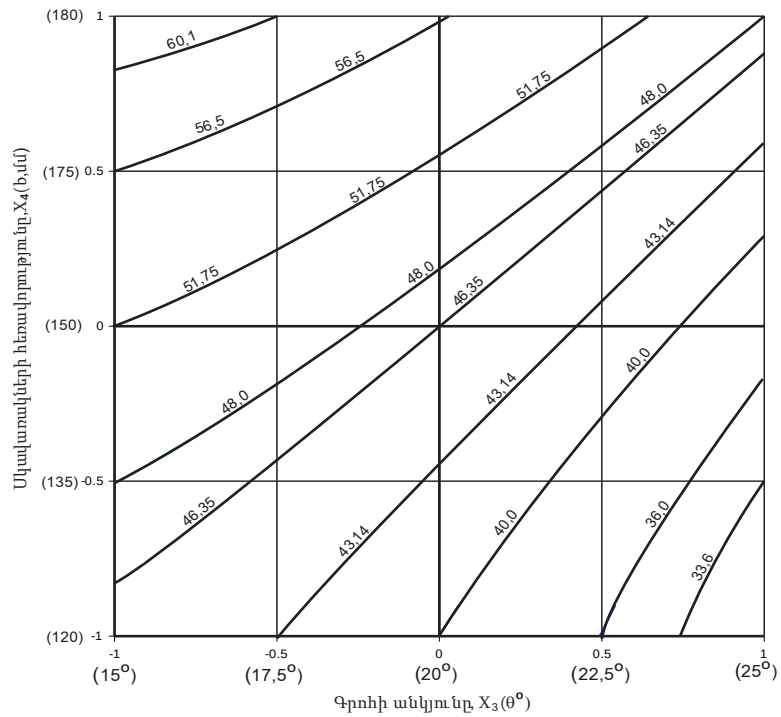
$$h_{x_1=1} = 55.38 - 12.05x_3 + 14.98x_4 - 1.8x_3^2 + 2.12x_4^2, \quad (4.9)$$

$$\eta_{x_1=1} = 54.354 + 9.45x_3 - 11.922x_4 - 1.85x_3^2 - 1.85x_4^2. \quad (4.10)$$

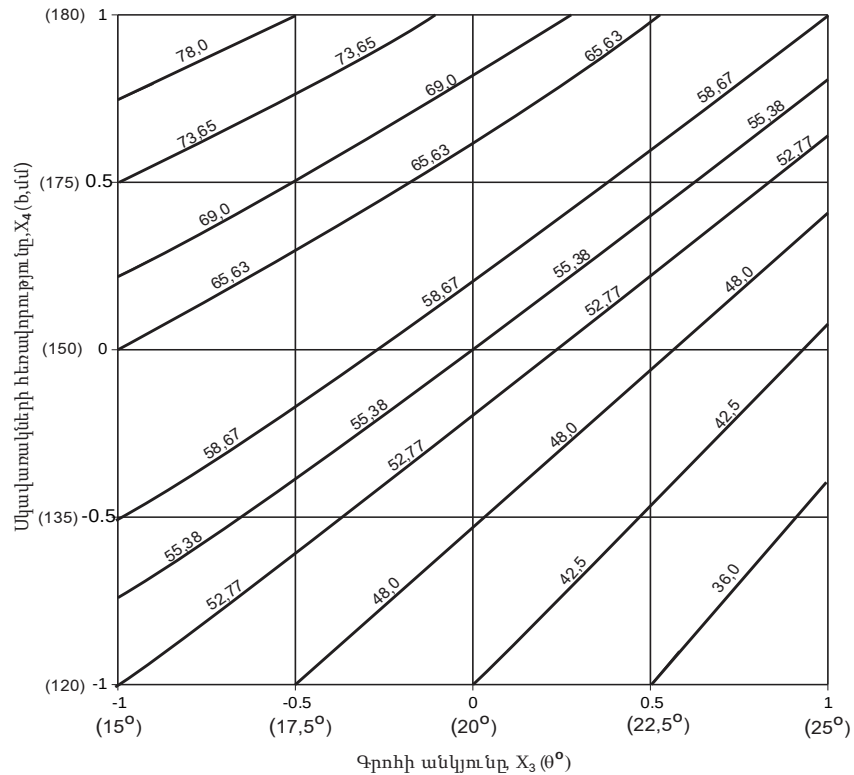
(4.5) - (4.10) հավասարումներով կառուցվել են գրաֆիկական կախվածություններ, որոնք բերված են նկ. 4.12 - 4.17-ում:



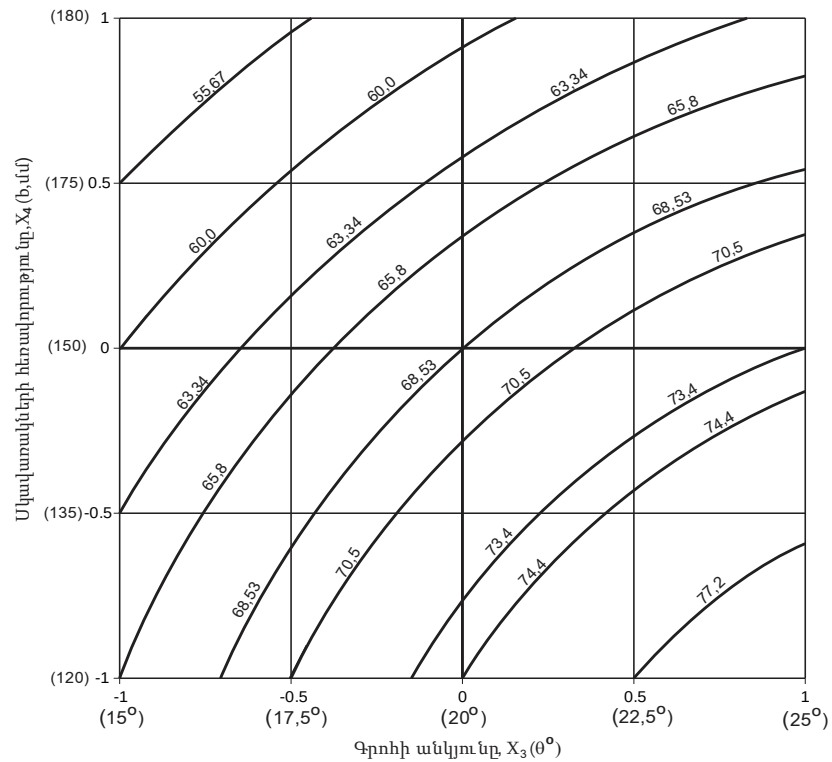
Նկ.4.12. Չմշակված թմբիկների բարձրությունների (h) փոփոխության գրաֆիկների խումբ՝ կախված գրոհի անկյունից (x_3) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից (x_4) լանջի թեքության $\beta=6^\circ$ -ի ($x_1=-1$) դեպքում



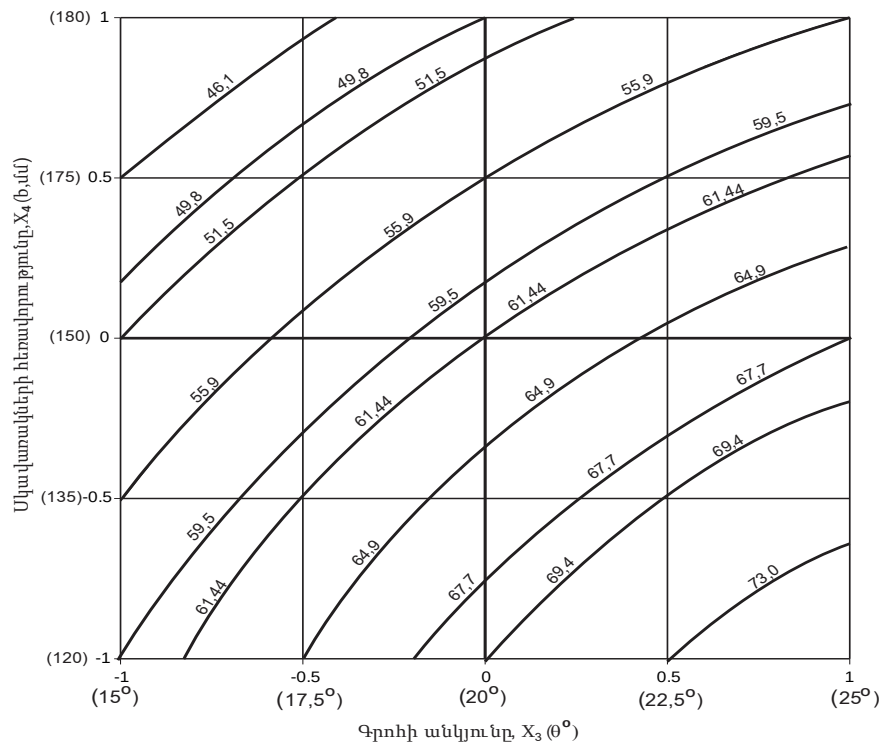
Նկ.4.13. Չմշակված թմբիկների բարձրությունների (h) փոփոխության գրաֆիկների խումբ՝ կախված գրոհի անկյունից (x_3) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից (x_4) լանջի թեքության $\beta=9.8^\circ$ -ի ($x_1=0$) դեպքում



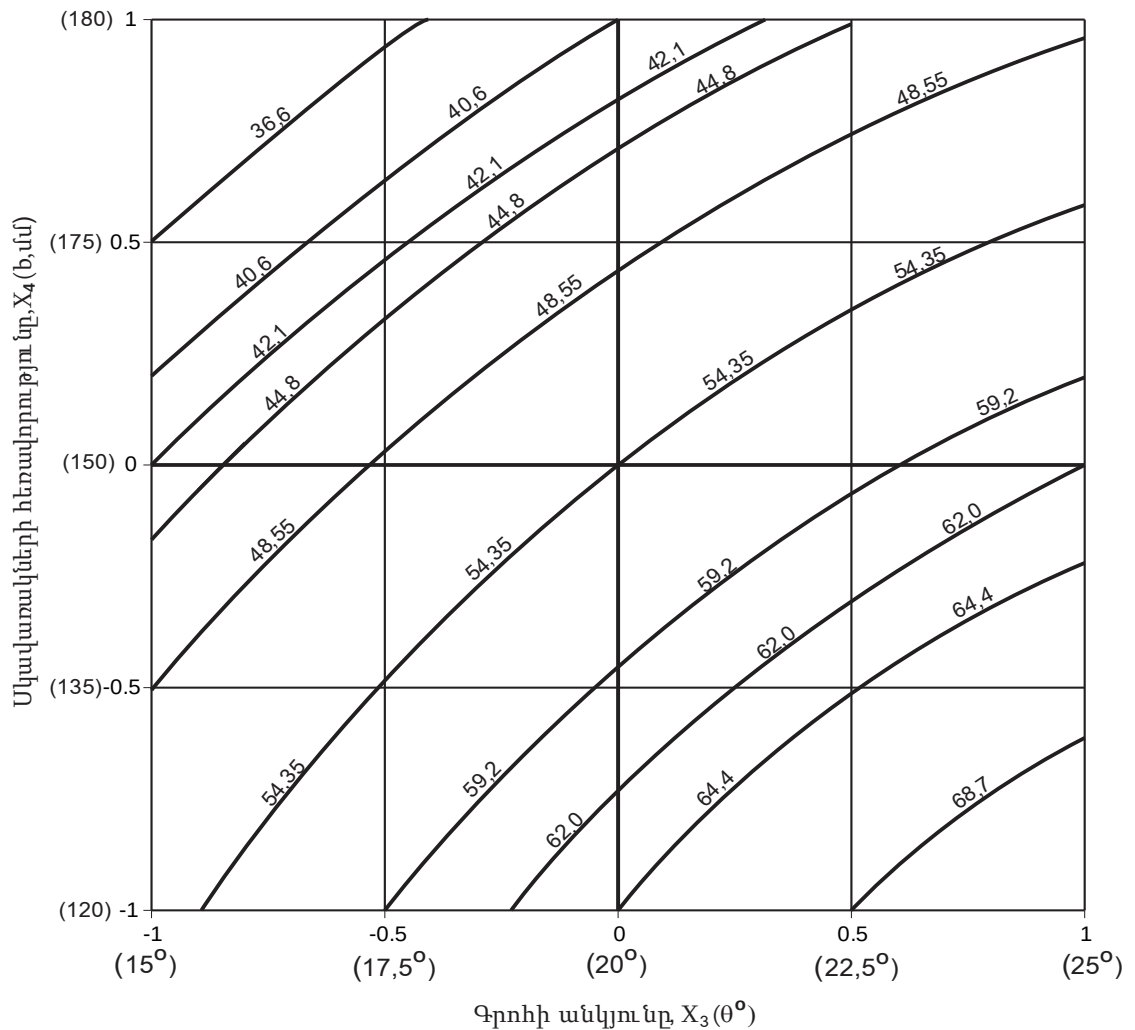
Նկ.4.14. Չմշակված թմբիկների բարձրությունների (h) փոփոխության գրաֆիկների խումբ՝ կախված գրոհի անկյունից (x_3) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից (x_4) լանջի թեքության $\beta=13.6^\circ$ -ի ($x_1=+1$) դեպքում



Նկ.4.15. փխրեցման աստիճանի (η) փոփոխության գրաֆիկների խումբ՝ կախված գրոհի անկյունից (x_3) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից (x_4) լանջի թեքության $\beta=6^\circ$ -ի ($x_1=-1$) դեպքում



Նկ.4.16. փխրեցման աստիճանի (η) փոփոխության գրաֆիկների խումբ՝ կախված գրոհի անկյունից (x_3) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից (x_4) լանջի թեքության $\beta=9.8^\circ$ -ի ($x_1=0$) դեպքում



Նկ.4.27. Հողի փխրեցման աստիճանի(η) փոփոխության գրաֆիկների խումբ՝ կախված գրողի անկյունից (x_3) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից (x_4) լանջի թեքության $\beta=13.6^\circ$ -ի ($x_1=+1$) դեպքում

Ռեգրեսիայի հավասարումների և դրանց գրաֆիկների (նկ.4.22-4.27) վերլուծությունները ցույց են տալիս, որ լանջի թեքության (β°) և սկավառակների միջև եղած հեռավորության (b) մեծացման դեպքում մեծանում են չմշակված թմբիկների բարձրությունները (h), փոքրանում հողի փաստացի փխրեցման աստիճանը (η), իսկ գրողի անկյան (θ°) մեծացման դեպքում նվազում է չմշակված թմբիկների բարձրությունը, մեծանում հողի փաստացի փխրեցման աստիճանը: Այսպես՝ սկավառակների միջև եղած $b=120$ մմ հեռավորության դեպքում, երբ լանջի թեքությունը փոխվում է 6° - 13.6° , չմշակված թմբիկների բարձրությունները մեծանում են՝ $\theta=15^\circ$ գրողի անկյան դեպքում 32 - 52մմ (28% - ուլ), $\theta = 20^\circ$ - ի դեպքում՝ 35 - 45 մմ (22% - ուլ), $\theta = 25^\circ$ - ի

դեպքում 32 - 29 մմ (9% - ու), իսկ փխրեցման աստիճանը $\theta = 15^\circ$ գրոհի անկյան դեպքում նվազում է 69% – ից մինչև 55% (20% - ու), $\theta = 20^\circ$ – ի դեպքում՝ 78% - 68% (13% - ու), $\theta=25^\circ$ - ի դեպքում՝ 89% – 76% (10% - ու):

Սկավառակների միջև եղած հեռավորության մեծացման դեպքում մեծանում են չմշակված թմբիկների բարձրությունները, իսկ փխրեցման աստիճանը փոքրանում: Այսպես՝ լանջի 6° թեքության դեպքում, երբ սկավառակների միջև եղած հեռավորությունը (b) փոփոխվում է 120 մմ-ից մինչև 180 մմ, $\theta = 15^\circ$ գրոհի անկյան դեպքում, չմշակված թմբիկների բարձրությունները մեծանում են 37 - 42 մմ (12% - ու), $\theta=20^\circ$ - ի դեպքում՝ 35 - 40 մմ (11% - ու), $\theta = 25^\circ$ - ի դեպքում՝ 32 - 37 մմ (13.5% - ու): 9.8° թեքությամբ լանջում՝ $\theta = 15^\circ$ գրոհի անկյան դեպքում, չմշակված թմբիկների բարձրությունը մեծանում է 46 - 63 մմ (26% - ու), $\theta = 20^\circ$ - ի դեպքում՝ 41 - 57 մմ (28% - ու), $\theta = 25^\circ$ - ի դեպքում՝ 32 - 46 մմ (30.5% - ու): Իսկ 13.6° լանջում, $\theta = 15^\circ$ գրոհի անկյան դեպքում՝ 52 - 83 մմ (37% - ու), $\theta = 20^\circ$ - ի դեպքում՝ 45 - 77 մմ (41.5% - ու), $\theta=25^\circ$ - ի դեպքում՝ 28 - 59 մմ (52.5% - ու):

Լանջի 6° թեքության դեպքում, երբ սկավառակների միջև եղած հեռավորությունը (b) փոփոխվում է 120 մմ-ից մինչև 180 մմ, $\theta=15^\circ$ գրոհի անկյան դեպքում, փխրեցման աստիճանը փոքրանում է 62%-ից 53% (14.5% - ու), $\theta=20^\circ$ - ի դեպքում՝ 78 - 61% (22% - ու), $\theta = 25^\circ$ - ի դեպքում՝ 84 - 67% (20% - ու): 9.8° լանջում, $\theta = 15^\circ$ գրոհի անկյան դեպքում, 59 - 41% (30.5% - ու), $\theta=20^\circ$ - ի դեպքում՝ 71 - 51% (28% - ու), $\theta = 25^\circ$ - ի դեպքում՝ 77 - 57 % (26% - ու): Իսկ 13.6° լանջում, $\theta=15^\circ$ գրոհի անկյան դեպքում՝ 55 - 31% (43.5% - ու), $\theta = 20^\circ$ - ի դեպքում՝ 68 - 43% (37% - ու), $\theta=25^\circ$ - ի դեպքում՝ 76 - 50% (34% - ու):

4.3.2. Հողի մշակման որակի վրա առաջարկվող սկավառակավոր բանող օրգանների տեղակայման պարամետրերի ազդեցության գնահատումը

Առաջարկվող սկավառակներով համալրված ցաքանով հարևան սկավառակներով բացված ակոսների միջև առաջացած չմշակված թմբիկի

բարձրության (հ) և փխրեցման աստիճանի (դ) գնահատման համար փորձնական հետազոտությունների ժամանակ կատարված չափումները գրանցվել են Հ.3.9 - Հ.3.14 աղյուսակներում (հավելված 3):

Գործոնների մակարդակները և տարափոխման միջակայքերը բերված են աղյուսակ 3.1 -ում

Լանջի թեքությունից(β°), գրոհի անկյունից(θ°) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից (b) կախված՝ չմշակված թմբիկների բարձրությունների (հ) և փխրեցման աստիճանի (դ) որոշման համար գիտափորձի պլանավորման մատրիցաները բերված են Հ.3.15 և Հ.3.16 աղյուսակներում (հավելված 3), իսկ երկգործոն մոդելի գործակիցների հաշվարկի մատրիցաները բերված են 4.9 և 4.10 աղյուսակներում:

Աղյուսակ 4.9

Լանջի թեքությունից(β°), գրոհի անկյունից (θ°) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից (b) կախված՝ չմշակված թմբիկների բարձրությունների (h) որոշման ռեգրեսիոն հավասարման գործակիցների հաշվարկի մատրիցա

N°	x_1	x_3	x_4	$\bar{h}_i$	x'_1	x'_3	x'_4	$x_1^*x_3$	$x_1^*x_4$	$x_3^*x_4$	$x_1\bar{h}_i$	$x_3\bar{h}_i$	$x_4\bar{h}_i$	$x'_1 \cdot \bar{h}_i$	$x'_3 \cdot \bar{h}_i$	$x'_4 \cdot \bar{h}_i$	$x_1x_3\bar{h}_i$	$x_1x_4\bar{h}_i$	$x_3x_4\bar{h}_i$	h_h
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	1	1	1	30.8	0.27	0.27	0.27	1.0	1.0	1.0	30.8	30.8	30.8	8.32	8.32	8.32	30.8	30.8	30.8	30.42
2	-1	1	1	24.1	0.27	0.27	0.27	-1.0	-1.0	1.0	-24.1	24.1	24.1	6.51	6.51	6.51	-24.1	-24.1	24.1	23.61
3	1	-1	1	24.4	0.27	0.27	0.27	-1.0	1.00	-1.0	24.4	-24.4	24.4	6.59	6.59	6.59	-24.4	24.4	-24.4	23.69
4	-1	-1	1	20.9	0.27	0.27	0.27	1.0	-1.0	-1.0	-20.9	-20.9	20.9	5.64	5.64	5.64	20.9	-20.9	-20.9	20.43
5	1	1	-1	37.8	0.27	0.27	0.27	1.0	-1.0	-1.0	37.8	37.8	-37.8	10.21	10.21	10.21	37.8	-37.8	-37.8	36.84
6	-1	1	-1	28.3	0.27	0.27	0.27	-1.0	1.0	-1.0	-28.3	28.3	-28.3	7.64	7.64	7.64	-28.3	28.3	-28.3	27.58
7	1	-1	-1	30.6	0.27	0.27	0.27	-1.0	-1.0	1.0	30.6	-30.6	-30.6	8.26	8.26	8.26	-30.6	-30.6	30.6	30.11
8	-1	-1	-1	25	0.27	0.27	0.27	1.0	1.0	1.0	-25.0	-25.0	-25.0	6.75	6.75	6.75	25	25	25	24.40
9	1.215	0	0	33.5	0.746	-0.730	-0.73	0.0	0.0	0.0	40.7	0.0	0.0	25.00	-24.46	-24.46	0	0	0	32.90
10	-1.215	0	0	26.1	0.746	-0.730	-0.73	0.00	0.0	0.0	-31.7	0.0	0.0	19.48	-19.05	-19.05	0	0	0	25.29
11	0	1.215	0	30.5	-0.73	0.746	-0.73	0.00	0.0	0.0	0.0	37.1	0.0	-22.27	22.76	-22.27	0	0	0	29.91
12	0	-1.215	0	24.7	-0.73	0.746	-0.73	0.0	0.0	0.0	0.0	-30.0	0.0	-18.03	18.43	-18.03	0	0	0	23.88
13	0	0	1.215	24.6	-0.73	-0.73	0.746	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.9	-17.96	-17.96	18.36	0	0	0	23.59
14	0	0	-1.215	30.3	-0.73	-0.73	0.746	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-36.8	-22.12	-22.12	22.61	0	0	0	29.90
15	0	0	0	28.5	-0.73	-0.73	-0.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-20.81	-20.81	-20.81	0	0	0	28.01

Լանջի թեքությունից (β°), գրոհի անկյունից (θ°) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից (b) կախված՝ փխրեցման աստիճանի (η) որոշման ռեգրեսիոն հավասարման գործակիցների հաշվարկի մատրիցա

N°	x_1	x_3	x_4	$\overline{\eta}_i$	x'_1	x'_3	x'_4	$x_1 \cdot x_3$	$x_1 \cdot x_4$	$x_3 \cdot x_4$	$x_1 \overline{\eta}_i$	$x_3 \overline{\eta}_i$	$x_4 \overline{\eta}_i$	$x'_1 \cdot \overline{\eta}_i$	$x'_3 \cdot \overline{\eta}_i$	$x'_4 \cdot \overline{\eta}_i$	$x_1 x_3 \overline{\eta}_i$	$x_1 x_4 \overline{\eta}_i$	$x_3 x_4 \overline{\eta}_i$	η_h
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	1	1	1	37.8	0.27	0.27	0.27	1.0	1.0	1.0	37.8	37.8	37.8	10.21	10.21	10.21	37.8	37.8	37.8	36.84
2	-1	1	1	28.3	0.27	0.27	0.27	-1.0	-1.0	1.0	-28.3	28.3	28.3	7.64	7.64	7.64	-28.3	-28.3	28.3	27.58
3	1	-1	1	30.6	0.27	0.27	0.27	-1.0	1.00	-1.0	30.6	-30.6	30.6	8.26	8.26	8.26	-30.6	30.6	-30.6	30.11
4	-1	-1	1	25	0.27	0.27	0.27	1.0	-1.0	-1.0	-25.0	-25.0	25.0	6.75	6.75	6.75	25	-25	-25	24.40
5	1	1	-1	30.8	0.27	0.27	0.27	1.0	-1.0	-1.0	30.8	30.8	-30.8	8.32	8.32	8.32	30.8	-30.8	-30.8	30.42
6	-1	1	-1	24.1	0.27	0.27	0.27	-1.0	1.0	-1.0	-24.1	24.1	-24.1	6.51	6.51	6.51	-24.1	24.1	-24.1	23.61
7	1	-1	-1	24.4	0.27	0.27	0.27	-1.0	-1.0	1.0	24.4	-24.4	-24.4	6.59	6.59	6.59	-24.4	-24.4	24.4	23.69
8	-1	-1	-1	20.9	0.27	0.27	0.27	1.0	1.0	1.0	-20.9	-20.9	-20.9	5.64	5.64	5.64	20.9	20.9	20.9	20.43
9	1.215	0	0	33.5	0.746	-0.730	-0.73	0.0	0.0	0.0	40.7	0.0	0.0	25.00	-24.46	-24.46	0	0	0	32.90
10	-1.215	0	0	26.1	0.746	-0.730	-0.73	0.00	0.0	0.0	-31.7	0.0	0.0	19.48	-19.05	-19.05	0	0	0	25.29
11	0	1.215	0	30.5	-0.73	0.746	-0.73	0.00	0.0	0.0	0.0	37.1	0.0	-22.27	22.76	-22.27	0	0	0	29.91
12	0	-1.215	0	24.7	-0.73	0.746	-0.73	0.0	0.0	0.0	0.0	-30.0	0.0	-18.03	18.43	-18.03	0	0	0	23.88
13	0	0	1.215	30.3	-0.73	-0.73	0.746	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.8	-22.12	-22.12	22.61	0	0	0	29.90
14	0	0	-1.215	24.6	-0.73	-0.73	0.746	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-29.9	-17.96	-17.96	18.36	0	0	0	23.59
15	0	0	0	28.5	-0.73	-0.73	-0.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-20.81	-20.81	-20.81	0	0	0	28.01

Առաջարկվող սկավառակներով կահավորված ցաքանով լանջերի մշակման գիտափորձերի տվյալների մաթեմատիկական մշակման արդյունքում, նույն սկզբունքով որոշվել են ռեգրեսիայի հավասարման գործակիցները, որոնք ստուգվել Ստյուդենտի չափանիշով և կազմվել հետևյալ էմպիրիկ կախվածությունները.

-լանջի թեքությունից, գրոհի անկյունից և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից կախված՝ չմշակված թմբիկների բարձրությունների որոշման համար՝

$$h(x) = 28,01 + 3,13x_1 + 2,48x_3 + 2,6x_4 + 0,74x_1^2 - 0,75x_3^2 - 0,85x_4^2 + 0,89x_1x_3 + 0,61x_1x_4, \quad (4.11)$$

-լանջի թեքությունից, գրոհի անկյունից և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից կախված՝ փխրեցման աստիճանի որոշման համար՝

$$\eta(x) = 81,75 - 6,2x_1 + 5,81x_3 - 7,93x_4 - 1,26x_3^2 - 1,66x_4^2 + 0,97x_1x_3 - 1,4x_1x_4 + 2,38x_3x_4: \quad (4.12)$$

Ստացված ռեգրեսիայի հավասարումների համապատասխանությունը ստուգվել է Ֆիշերի չափանիշով 3.14-3.16 բանաձևերով:

Ստացված ռեգրեսիոն հավասարումներով կառուցվել են արձագանքների մակերևույթի կորերը.

- երբ $x_1 = -1$, հավասարումները ստանում են հետևյալ տեսքը՝

$$h_{x_1=-1} = 24,13 + 1,59x_3 + 1,99x_4 - 0,75x_3^2 - 0,85x_4^2, \quad (4.13)$$

$$\eta_{x_1=-1} = 87,95 + 4,84x_3 - 5,55x_4 - 1,26x_3^2 - 1,66x_4^2 + 2,38x_3x_4: \quad (4.14)$$

- երբ $x_1 = 0$ -ի դեպքում՝

$$h_{x_1=0} = 28,01 + 2,48x_3 + 2,6x_4 - 0,75x_3^2 - 0,85x_4^2, \quad (4.15)$$

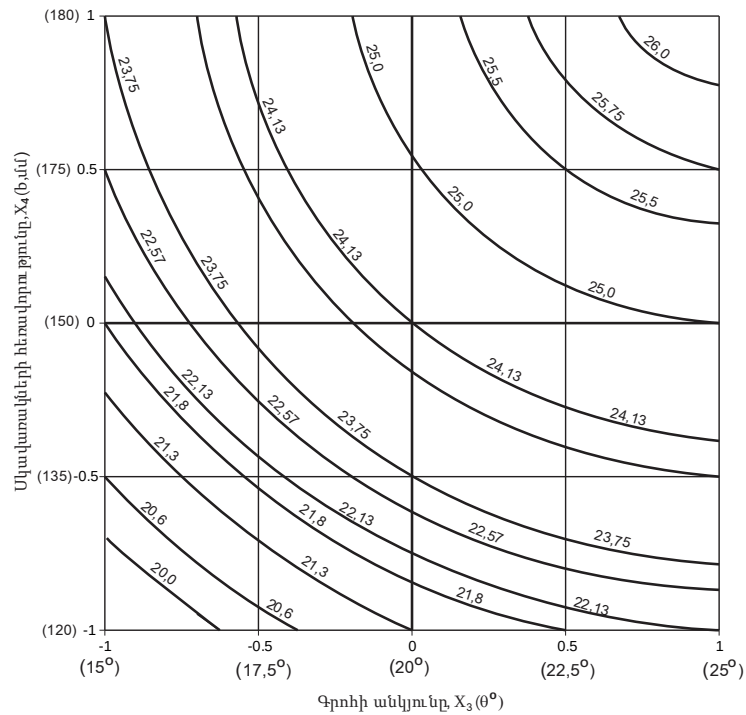
$$\eta_{x_1=0} = 81,75 + 5,81x_3 - 7,93x_4 - 1,26x_3^2 - 1,66x_4^2 + 2,38x_3x_4: \quad (4.16)$$

- երբ $x_1 = +1$, ապա՝

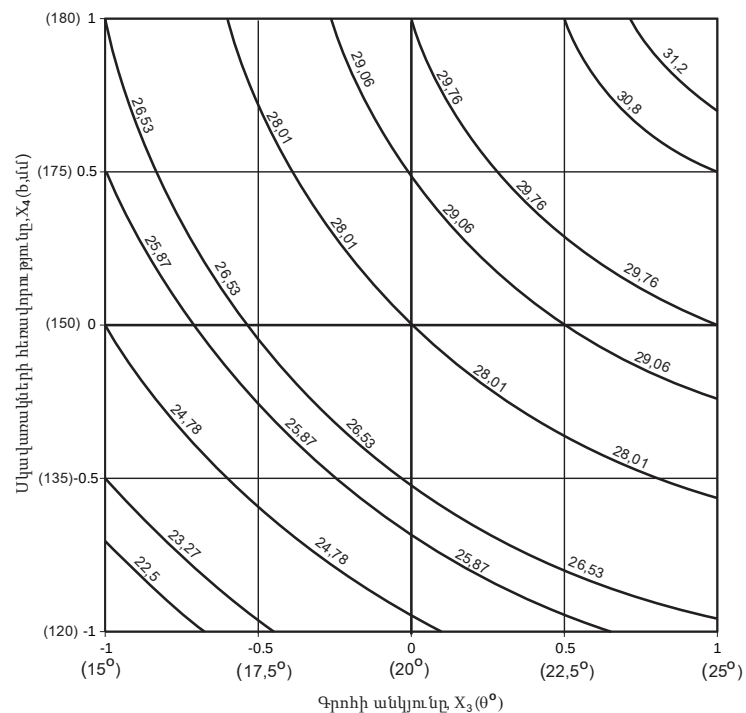
$$h_{x_1=+1} = 31,87 + 3,37x_3 + 3,21x_4 - 0,75x_3^2 - 0,85x_4^2, \quad (4.17)$$

$$\eta_{x_1=+1} = 75,55 + 6,78x_3 - 10,31x_4 - 1,26x_3^2 - 1,66x_4^2 + 2,38x_3x_4: \quad (4.18)$$

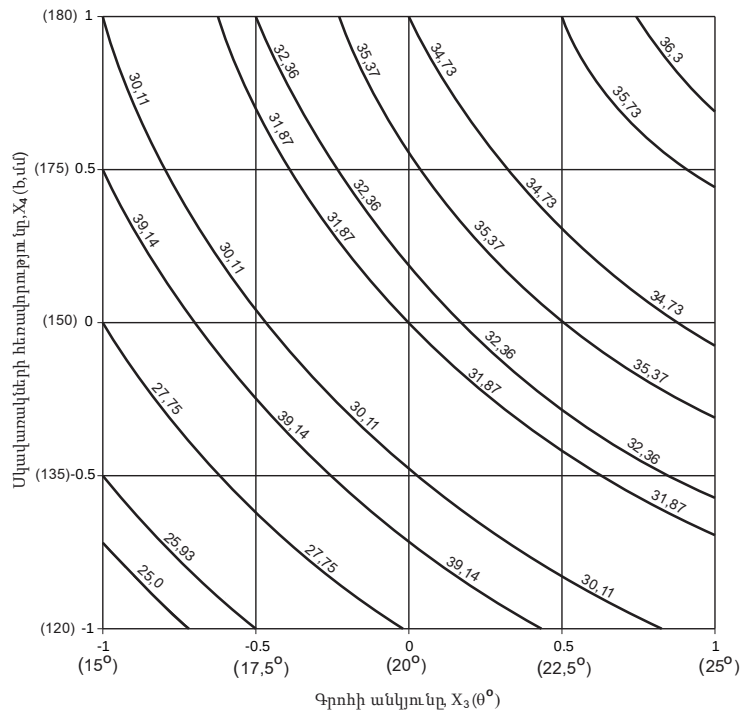
(4.13)-(4.18) հավասարումներով կառուցվել են գրաֆիկական կախվածություններ, որոնք բերված են նկ. 4.18 - 4.23 - ում:



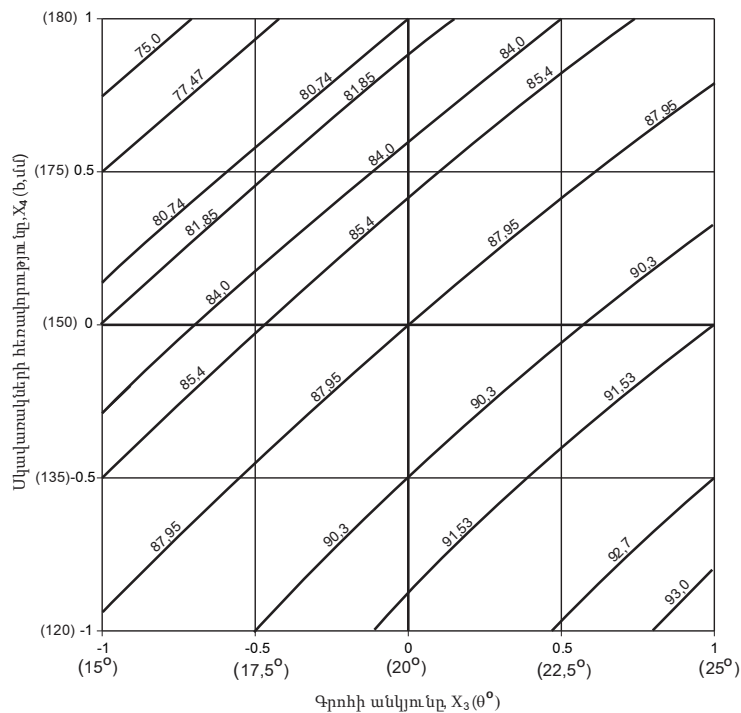
Նկ.4.18. Առաջարկվող սկավառակավոր բանող օրգաններով լանջի մշակման ժամանակ չմշակված թմբիկների բարձրությունների (h) փոփոխության գրաֆիկների խումբ՝ կախված գրոհի անկյունից (x_3) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից (x_4) լանջի թեքության $\beta=6^\circ$ -ի ($x_1=-1$) դեպքում



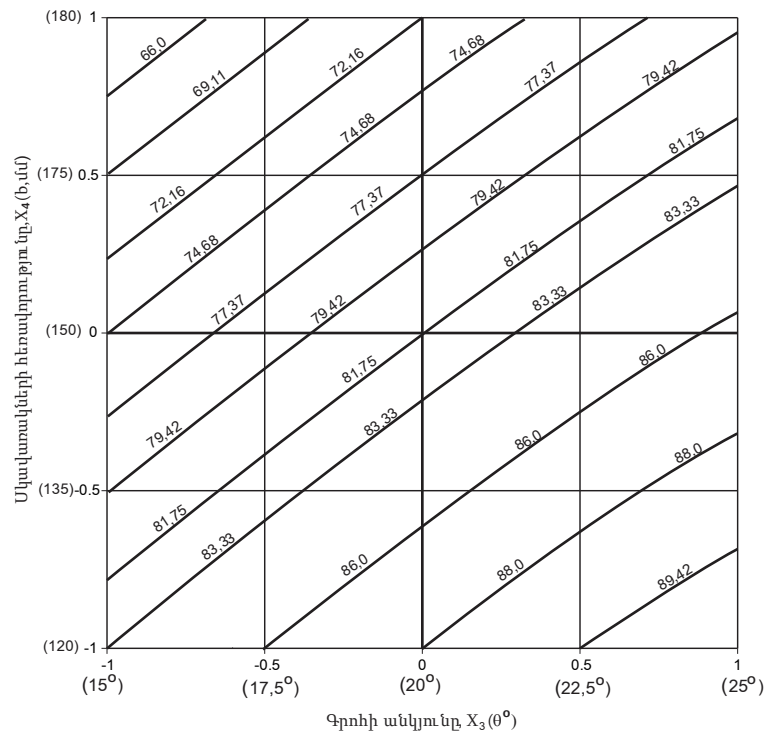
Նկ.4.19. Առաջարկվող սկավառակավոր բանող օրգաններով լանջի մշակման ժամանակ չմշակված թմբիկների բարձրությունների (h) փոփոխության գրաֆիկների խումբ՝ կախված գրոհի անկյունից (x_3) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից (x_4), լանջի թեքության $\beta=9.8^\circ$ -ի ($x_1=0$) դեպքում



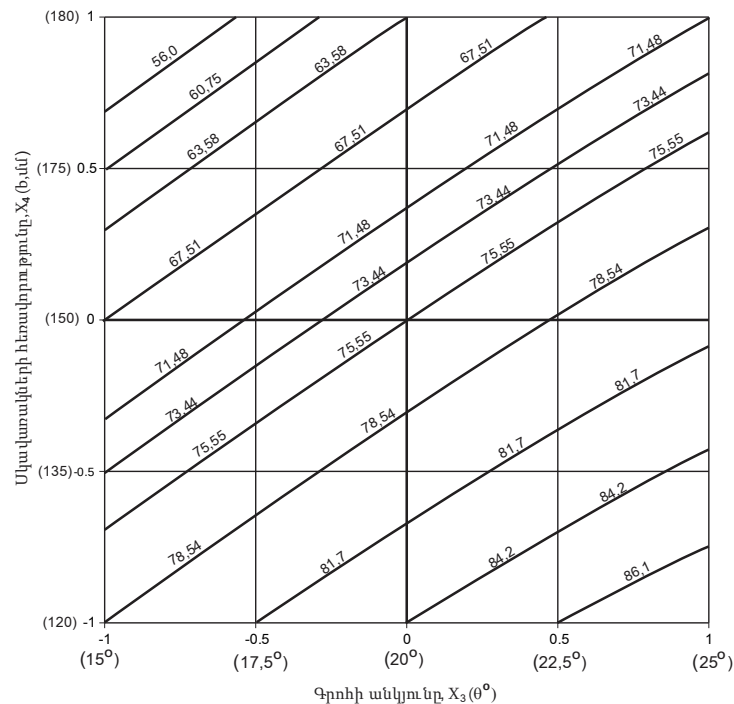
Նկ.4.20. Առաջարկվող սկավառակավոր բանող օրգաններով լանջի մշակման ժամանակ չմշակված թմբիկների բարձրությունների (h) փոփոխության գրաֆիկների խումբ՝ կախված գրոհի անկյունից (x_3) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից (x_4) լանջի թեքության $\beta=13.6^\circ$ -ի ($x_1=+1$) դեպքում



Նկ.4.21. Առաջարկվող սկավառակավոր բանող օրգաններով լանջի մշակման ժամանակ փխրեցման աստիճանի (η) փոփոխության գրաֆիկների խումբ՝ կախված գրոհի անկյունից (x_3) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից (x_4) լանջի թեքության $\beta=6^\circ$ -ի ($x_1=-1$) դեպքում



Նկ.4.22. Առաջարկվող սկավառակավոր բանող օրգաններով լանջի մշակման ժամանակ փխրեցման աստիճանի (η) փոփոխության գրաֆիկների խումբ՝ կախված գրոհի անկյունից (x_3) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից (x_4) լանջի թեքության $\beta=9.8^\circ$ -ի ($x_1=0$) դեպքում



Նկ.4.23. Առաջարկվող սկավառակավոր բանող օրգաններով լանջի մշակման ժամանակ փխրեցման աստիճանի(η) փոփոխության գրաֆիկների խումբ՝ կախված գրոհի անկյունից (x_3) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից (x_4) լանջի թեքության $\beta=13.6^\circ$ -ի ($x_1=+1$) դեպքում

Առաջարկվող սկավառակավոր բանոց օրգաններով համալրված ցաքանով կատարված գիտափորձնական հետազոտությունների արդյունքների վերլուծությունից պարզվում է, որ չմշակված թմբիկների բարձրությունները(h) մոտ երկու անգամ փոքր են ստացվում, քան արտադրությունում գոյություն ունեցող սկավառակավոր ցաքաններով մշակելիս, հետևաբար՝ մեծանում է փխրեցման աստիճանը: Այս դեպքում նույնպես լանջի թեքության (β°) և սկավառակների միջև եղած հեռավորության (b) մեծացման դեպքում մեծանում են չմշակված թմբիկների բարձրությունները (h), փոքրանում հողի փաստացի փխրեցման աստիճանը (η), իսկ գրոհի անկյան (θ°) մեծացման դեպքում նվազում է չմշակված թմբիկների բարձրությունը, մեծանում հողի փաստացի փխրեցման աստիճանը (նկ.4.28-4.33): Այսպես՝ սկավառակների միջև եղած $b=120$ մմ հեռավորության դեպքում, երբ լանջի թեքությունը փոխվում է 6° - ից մինչև 13.6° , չմշակված թմբիկների բարձրությունները մեծանում են՝ $\theta=15^\circ$ գրոհի անկյան դեպքում 21մմ – ից մինչև 24մմ, $\theta=20^\circ$ –ի դեպքում՝ 23 - 27մմ, $\theta=25^\circ$ - ի դեպքում՝ 24 - 31մմ, իսկ փխրեցման աստիճանը $\theta=15^\circ$ գրոհի անկյան դեպքում նվազում է 90.5% – ից մինչև 79%, $\theta=20^\circ$ –ի դեպքում՝ 95 - 86%, $\theta = 25^\circ$ - ի դեպքում՝ 97 - 88%: Այստեղ նույնպես սկավառակների միջև եղած հեռավորության մեծացման դեպքում մեծանում են չմշակված թմբիկների բարձրությունները, իսկ փխրեցման աստիճանը՝ փոքրանում: Այսպես՝ 6° լանջում, երբ սկավառակների միջև եղած հեռավորությունը(b) փոփոխվում է 120մմ-ից մինչև 180մմ, $\theta=15^\circ$ գրոհի անկյան դեպքում, չմշակված թմբիկների բարձրությունները մեծանում են 21մմ-ից 25մմ, $\theta=20^\circ$ –ի դեպքում՝ 23 - 27մմ, $\theta=25^\circ$ - ի դեպքում՝ 24 - 28մմ: 9.8° լանջում, $\theta=15^\circ$ գրոհի անկյան դեպքում, չմշակված թմբիկների բարձրությունը մեծանում է 21մմ-ից 26մմ, $\theta=20^\circ$ –ի դեպքում՝ 24 - 30մմ, $\theta=25^\circ$ –ի դեպքում՝ 27 - 32մմ (30.5% - ով): Իսկ 13.6° լանջում, $\theta=15^\circ$ գրոհի անկյան դեպքում՝ 24 - 30մմ, $\theta=20^\circ$ –ի դեպքում՝ 29 – 35 մմ, $\theta=25^\circ$ –ի դեպքում՝ 31 – 38 մմ:

6° լանջում, երբ սկավառակների միջև եղած հեռավորությունը (b) փոփոխվում է 120մմ-ից մինչև 180մմ, $\theta=15^\circ$ գրոհի անկյան դեպքում, փխրեցման աստիճանը փոքրանում է 91%-ից 33%, $\theta=20^\circ$ –ի դեպքում՝ 95 - 82%, $\theta=25^\circ$ –ի դեպքում՝ 98 - 88%: 9.8° լանջում, $\theta=15^\circ$ գրոհի անկյան դեպքում, 84 - 61%, $\theta=20^\circ$ –ի դեպքում՝ 91 - 73%,

$\theta=25^\circ$ -ի դեպքում՝ 93 - 80%: Իսկ 13.6° լանջում, $\theta=15^\circ$ գրոհի անկյան դեպքում՝ 79 - 54%, $\theta=20^\circ$ -ի դեպքում՝ 86 - 66%, $\theta=25^\circ$ -ի դեպքում՝ 88 - 79%:

Ինչպես երևում է գրաֆիկներից(նկ.4.18 և 4.23), լանջի թեքության մեծացմանը զուգընթաց առաջարկվող սկավառակավոր բանող օրգաններով համալրված ցաքանով լանջերը մշակելիս փխրեցման աստիճանն ավելի քիչ է փոփոխվում՝ մնալով միշտ ագրոտեխնիկական թույլատրելի սահմաններում, քան արտադրությունում գոյություն ունեցող սկավառակավոր ցաքաններով մշակելիս:

4.11 և 4.12 ռեգրեսիոն հավասարումների վերլուծություններից պարզվում է, որ առաջարկվող սկավառակները լավագույն փխրեցման աստիճան են ապահովում(79%) $\theta=21.5^\circ$ գրոհի անկյան և սկավառակների միջև $b=136$ մմ հեռավորության արժեքների դեպքում, իսկ չմշակված թմբիկների բարձրությունները կլինեն նվազագույն $\theta=21.05^\circ$ և $b=138$ մմ դեպքում: Հետևաբար առաջարկվող սկավառակների համար երաշխավորվում է ընտրել գրոհի անկյունը $\theta=21-22^\circ$ սահմաններում, իսկ սկավառակների միջև եղած հեռավորությունը՝ $b=136-138$ մմ սահմաններում:

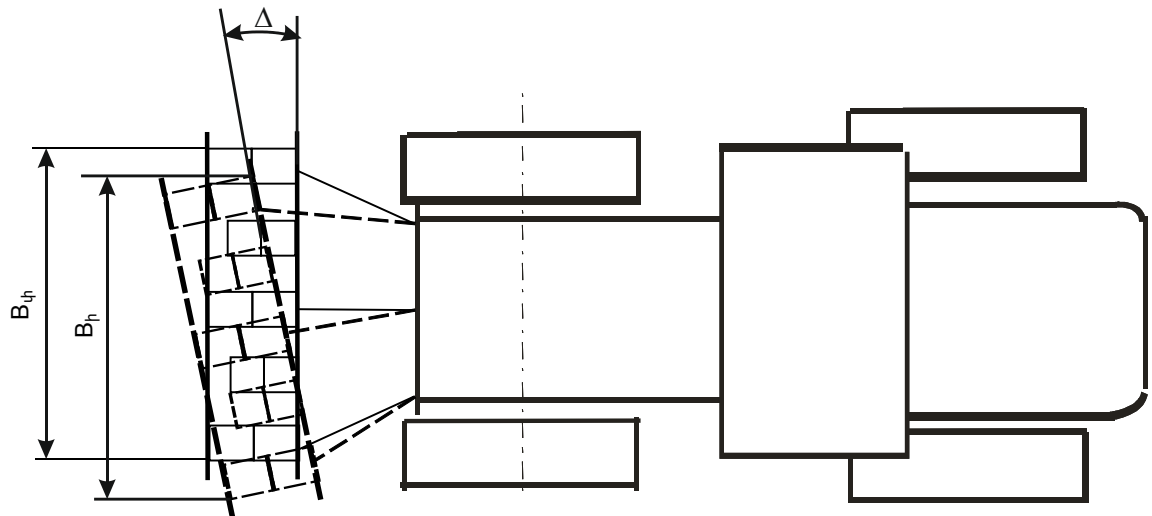
4.4. Փխրիչի ընդգրկման լայնության փոփոխության գնահատումը

Լանջերում աշխատելիս հողամշակ մեքենայի բանող օրգանները գտնվում են տարբեր պայմաններում՝ մեքենայի ծանրության ուժի տեղանքի հարթությանը զուգահեռ բաղադրիչը միշտ ձգտում է մեքենան տեղաշարժել լանջով ներքև, որի հետևանքով ագրեգատի դիրքը փոխվում է ինչպես դաշտին զուգահեռ հարթության մեջ, այնպես էլ ուղղաձիգ հարթության նկատմամբ:

Ժամանակակից կախոցի համակարգերը, որոնք կիրառվում են հողի մշակման ագրեգատների կազմում, հիմնականում հողակապային տիպի են, որը հնարավորություն չի տալիս գյուղմեքենայի երկայնական առանցքը միշտ զուգահեռ պահել տրակտորի երկայնական առանցքին:

Ինչպես ցույց են տվել մեր կողմից կատարված գիտափորձնական հետազոտությունները, կախովի հողամշակ մեքենաների ընդգրկման լայնությունը

փոփոխվում է, երբ այն շեղվում է մշակվող մակերևույթին զուգահեռ հարթության մեջ, դեպի լանջով ներքև (անկյան տակ(նկ.4.24):



Նկ. 4.24. Լանջում փխրիչի ընդգրկման լայնության որոշման սխեմա

Ինչպես երևում է նկ. 4.34-ից, լանջում փխրիչի ագրեգատի ձգաձողերի դիրքի փոփոխությունը բերում է փխրիչի ելակետային դիրքից Δ անկյունով շեղման, որի մեծությունն էլ հենց բնորոշում է փխրիչի ընդգրկման լայնության նվազումը լանջերում:

Այն կարելի է արտահայտել հետևյալ պարզ բանաձևով.

$$B_h = B_\phi \cos \Delta, \quad (4.19)$$

որտեղ՝ B_ϕ -ն փխրիչի փաստացի ընդգրկման լայնությունն է, B_h -ն՝ լանջում փխրիչի իրական ընդգրկման լայնությունը:

(4.7) բանաձևից և նկ. 4.24-ից երևում է, որ լանջում փխրիչի ընդգրկման լայնության փոփոխման օրինաչափությունը ստանալու համար անհրաժեշտ է փորձնական հետազոտություններով ճշտել Δ անկյան փոփոխման բնույթը, որը և մեր կողմից կատարվել է լանջի տարբեր թեքություններում:

Լանջով աշխատող կոմբինացված ագրեգատի ընդգրկման լայնության փոփոխության փորձնական հետազոտությունների ժամանակ ուսումնասիրվեց լանջերի տարբեր թեքությունների և ագրեգատի շարժման տարբեր արագությունների պայմաններում փխրիչի ընդգրկման լայնության և շեղման անկյան փոփոխությունը:

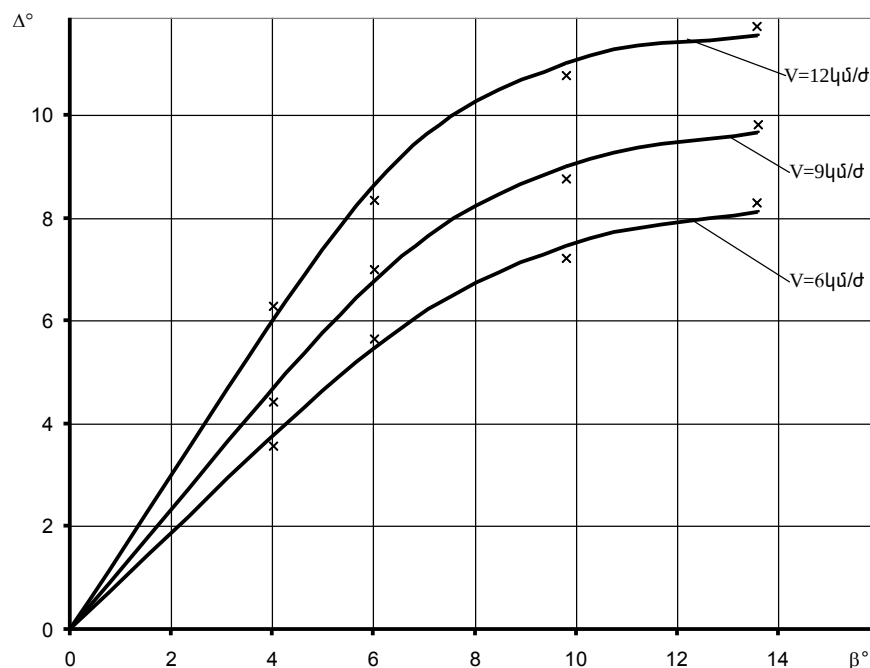
Գիտափորձը կատարվել է գիտափորձերի պլանավորման մեթոդի օգնությամբ: Որպես անկախ գործոններ (x) ընտրվել են լանջի թեքությունը (β°) և ագրեգատի

շարժման արագությունը (V): Որպես օպտիմալացվող գործոն (Y) ընտրվել է ագրեգատի ընդգրկման լայնության շեղումը (ΔB): Տվյալներն ամփոփվել է աղյուսակ Հ.4.1 – Հ.4.3 –ում (հավելված 4):

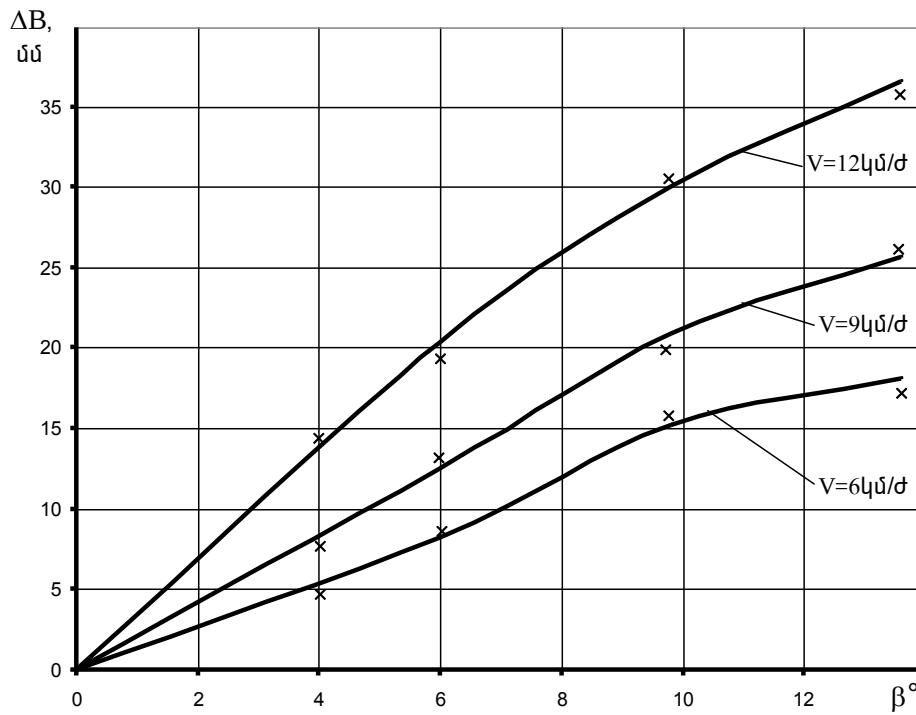
Աղյուսակներում բերված տվյալների հիման վրա կառուցվել է գրաֆիկներ (նկ. 4.25 - 4.27), որոնցից երևում է, որ լանջի թեքության մեծացման հետ հողամշակ մեքենայի ընդգրկման լայնությունը նվազում է:

Գիտափորձերի արդյունքների մշակման համար գործոնների մակարդակները և տարափոխման միջակայքերը բերված են աղյուսակ 3.1-ում:

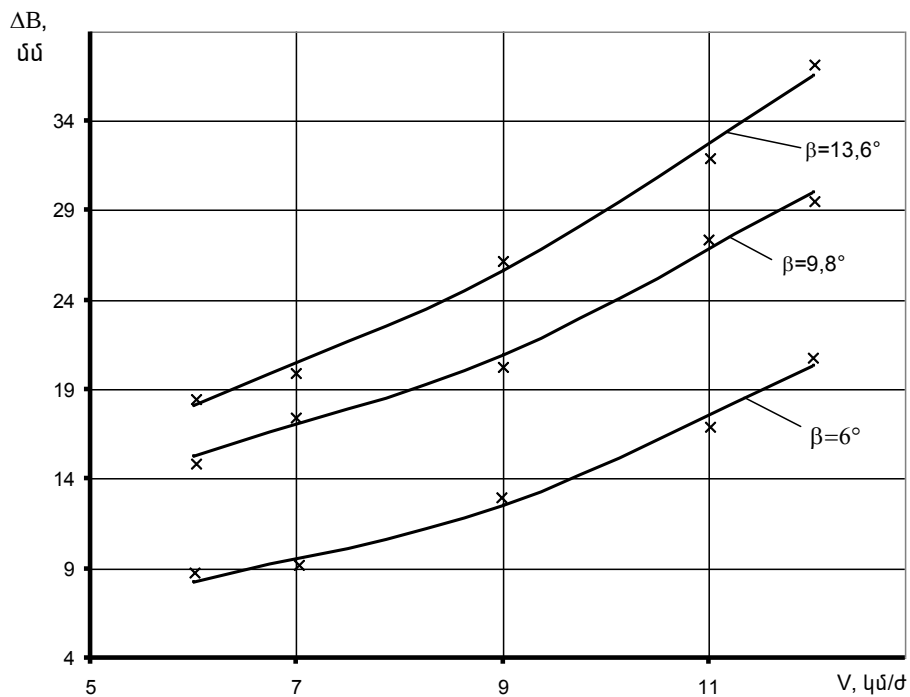
Լանջի թեքությունից (β°) և ագրեգատի շարժման արագությունից (V , կմ/ժամ) կախված, ագրեգատի ընդգրկման լայնության շեղման (ΔB) փոփոխության որոշման համար գիտափորձի պլանավորման և երկգործոն մոդելի գործակիցների հաշվարկի մատրիցաները բերված են Հ.4.4 (հավելված 3) և 4.11 աղյուսակներում:



Նկ. 4.25. Փխրիչի շրջանակի շեղման անկյան (Δ) փոփոխությունը՝ կախված լանջի թեքությունից (β°), ագրեգատի շարժման տարբեր արագությունների դեպքում



Նկ.4.36. Փխրիչի ընդգրկման լայնության (ΔB) փոփոխությունը՝ կախված լանջի թեքությունից (β°), ագրեգատի շարժման տարբեր արագությունների դեպքում



Նկ.4.37. Փխրիչի ընդգրկման լայնության (ΔB) փոփոխությունը՝ կախված ագրեգատի բանող արագությունից, լանջի տարբեր թեքությանների (β°) դեպքում

Աղյուսակ 4.11

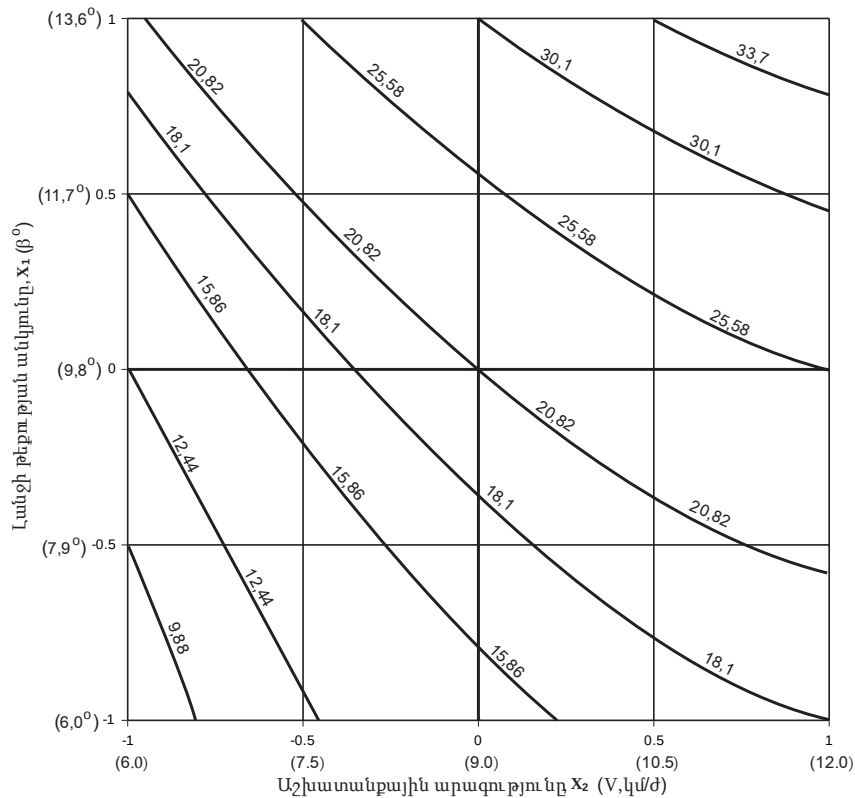
Լանջի թեքությունից (β°) և ագրեգատի շարժման արագությունից (V , կմ/ժամ) կախված՝ ագրեգատի ընդգրկման լայնության շեղման (ΔB) որոշման երկգործոն մոդելի գործակիցների հաշվարկի մատրիցա

N_i	x_0	x_1	x_2	$\Delta \bar{B}_i$	x'_1	x'_2	$x'_1 \Delta \bar{B}_i$	$x'_2 \Delta \bar{B}_i$	$x_1 \Delta \bar{B}_i$	$x_2 \Delta \bar{B}_i$	$x_1 x_2$	$x_1 x_2 \Delta \bar{B}_i$	ΔB_{hi}	$\Delta B_{hi} - \Delta \bar{B}_i$	սխալը, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	1	1	36.53	0.333	0.333	12.18	12.18	36.53	36.53	1	36.533	36.38	-0.15	-0.40
2	1	-1	1	20.32	0.333	0.333	6.77	6.77	-20.32	20.32	-1	-20.319	20.15	-0.17	-0.84
3	1	1	-1	18.09	0.333	0.333	6.03	6.03	18.09	-18.09	-1	-18.093	18.10	0.01	0.05
4	1	-1	-1	8.20	0.333	0.333	2.73	2.73	-8.20	-8.20	1	8.198	8.18	-0.01	-0.16
5	1	1	0	25.61	0.333	-0.667	8.54	-17.08	25.61	0.00	0	0.000	25.52	-0.09	-0.35
6	1	-1	0	12.49	0.333	-0.667	4.16	-8.33	-12.49	0.00	0	0.000	12.45	-0.04	-0.36
7	1	0	1	30.01	-0.667	0.333	-20.01	10.00	0.00	30.01	0	0.000	30.10	0.09	0.30
8	1	0	-1	15.20	-0.667	0.333	-10.14	5.07	0.00	-15.20	0	0.000	14.98	-0.22	-1.48
9	1	0	0	20.91	-0.667	-0.667	-13.94	-13.94	0.00	0.00	0	0	20.82	-0.09	-0.45

Գիտափորձերի տվյալների մաթեմատիկական մշակման արդյունքում որոշվել են ռեգրեսիայի հավասարման գործակիցները, որոնք ստուգվել են Ստյուդենտի չափանիշով և կազմվել հետևյալ էմպիրիկ կախվածությունը, ռեգրեսիայի հավասարման տեսքով.

$$\Delta B(x) = 20,82 + 6,54x_1 + 7,56x_2 - 1,84x_1^2 + 1,72x_2^2 + 1,58x_1x_2 : \quad (4.20)$$

Ստացված ռեգրեսիայի հավասարման համապատասխանությունը ստուգվել է Ֆիշերի չափանիշով:



Նկ.4.28. Ագրեգատի ընդգրկման լայնության շեղման(ΔB) փոփոխության գրաֆիկների խումբ՝ կախված լանջի թեքությունից(x_1) և ագրեգատի շարժման արագությունից(x_2)

Լանջով աշխատող ագրեգատի ընդգրկման լայնության փոփոխության գիտափորձնական հետազոտությունների արդյունքներով կառուցված գրաֆիկներից երևում է, որ ինչպես լանջի թեքության(β°), այնպես էլ ագրեգատի շարժման արագության մեծացումը բերում է ագրեգատի ընդգրկման լայնության փոփոխության(Նկ.4.28), ընդ որում, երբ լանջի թեքությունը փոխվում է մինչև $13,6^\circ$, ընդգրկման լայնությունը $V=6$ կմ/ժ արագության դեպքում կազմում է 18,1 մմ, $V=9$ կմ/ժ արագության դեպքում՝ 20,9 մմ, իսկ $V=12$ կմ/ժ արագության դեպքում՝ 36,5 մմ:

4.5. Լանջով աշխատող ՄՏԱ - ի ուղղույթի կայունության գնահատումը

Լանջի լայնական ուղղությամբ շարժվող փխրիչ ագրեգատը շեղվում է առաջադրված ուղղությունից լանջով դեպի ներքև, որը հետևանք է ագրեգատի թեքությամբ վերև և ներքև ընթացքային մասերի վրա ծանրության ուժի անհավասարաչափ բաշխման, ինչպես նաև փխրիչի բանող օրգանների խորության անհավասարաչափության [12, 14, 15, 22, 23, 26]:

Լանջում ագրեգատի ուղղույթի կայունության խնդիրը, պայմանավորված տրակտորի վրա ազդող ուժերից, բավարար չափով ուսումնասիրված է [36]: Ուսումնասիրենք ագրեգատի ուղղույթի կայունությունը պայմանավորված փխրիչի վրա ազդող ուժերից: Մեր կողմից կատարված գիտափորձնական հետազոտությունների վերլուծությունը ցույց տվեց, որ փխրիչի բանող օրգանները լանջերում աշխատանքի ժամանակ, հողի մեջ խորանում են անհավասարաչափ՝ լանջով վերևից ներքև, ներքևից վերև՝ շատ: Այդ երևույթի պատճառով ոչ միայն տուժում է մշակման որակը, այլև բացասաբար է անդրադառնում ագրեգատի ուղղույթի կայունության վրա: Հարցը նրանում է, որ անհավասարաչափ խորության պատճառով տարբեր բանող օրգանների վրա դիմադրության ուժերը ստացվում են տարբեր՝ լանջով վերևից ներքև փոքր, ներքևից վերև՝ մեծ: Արդյունքում՝ փխրիչի ընդհանուր դիմադրության ուժի ազդման կետը սիմետրիայի երկայնական առանցքից որոշ չափով տեղաշարժվում է լանջով ներքև և ստեղծում փխրիչին շրջադարձող մոմենտ, որի ազդեցությամբ էլ փխրիչը շեղվում է առաջադրված ուղղությունից [:

Շրջադարձող մոմենտն այնքան մեծ է, որքան մեծ է մշակման խորության անհավասարաչափության աստիճանը, կամ որ նույնն է, որքան մեծ է լանջի թեքությունը:

Ուղղույթի կայունության ուսումնասիրման նպատակով գիտափորձնական հետազոտություններով որոշվել է ՄՏԱ-ի առաջադրված ուղղությունից շեղումը:

Գիտափորձերի ժամանակ, ՄՏԱ-ի դիրքը ընտրվել է լանջի ընդլայնական ուղղությամբ տարված գծին (հորիզոնտալին) զուգահեռ և առանց ղեկավարումով շարժման ժամանակ, յուրաքանչյուր 10 մ հեռավորության վրա, չափվեց առաջադրված

ուղղությունից շեղումը: Չափման արդյունքները բերվում են աղյուսակ Հ.5.1-Հ.5.3 – ում (հավելված 5):

Ագրեգատի շեղումն առաջադրված ուղղությունից ընդունվել է որպես օպտիմալացնող գործոն: Որպես անկախ գործոններ՝ ընտրվել են լանջի թեքությունը և ագրեգատի արագությունը:

Գործոնների մակարդակները և տարափոխման միջակայքերը բերված են աղյուսակ 3.1-ում

Լանջի թեքությունից (β°) և ագրեգատի շարժման արագությունից (V , կմ/ժամ) կախված, առաջադրված ուղղությունից ՄՏԱ-ի շեղման (ΔL) փոփոխության օրինաչափության որոշման գիտափորձի պլանավորման և երկգործոն մոդելի գործակիցների հաշվարկի մատրիցաները բերված են Հ.4.4 (հավելված 4) և 4.12 աղյուսակներում:

Աղյուսակ 4.12

Լանջի թեքությունից (β°) և ագրեգատի շարժման արագությունից (V , կմ/ժամ) կախված առաջադրված ուղղությունից ՄՏԱ-ի շեղման (ΔL) որոշման երկգործոն մոդելի գործակիցների հաշվարկի մատրիցա

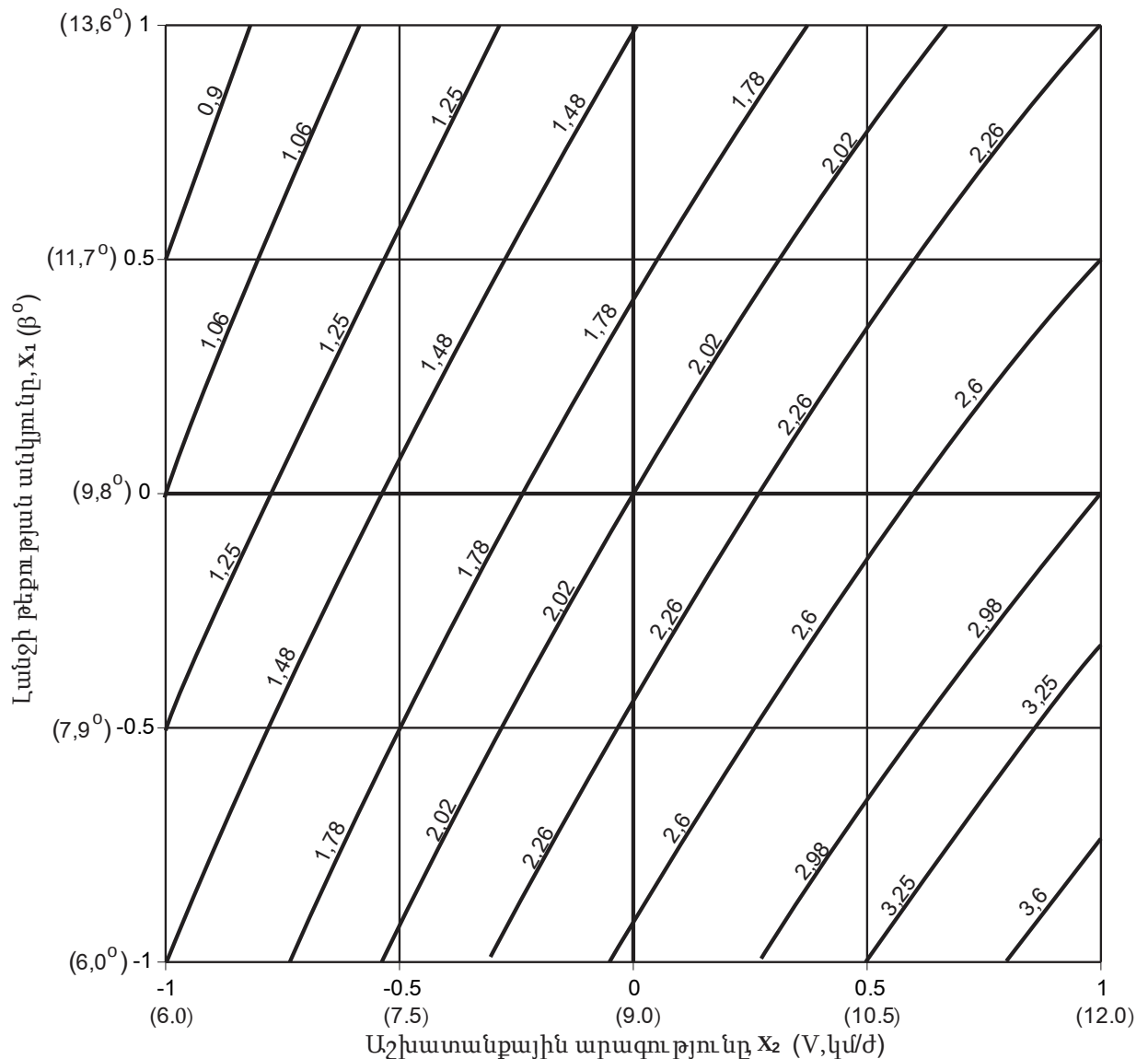
N_i	X_0	X_1	X_2	$\Delta \bar{L}_i$	x'_1	x'_2	$x'_1 \Delta \bar{L}_i$	$x'_2 \Delta \bar{L}_i$	$x_1 \Delta \bar{L}_i$	$x_2 \Delta \bar{L}_i$	$x_1 x_2$	$x_1 x_2 \Delta \bar{L}_i$	$\Delta \bar{L}_{hi}$	$\Delta L_{hi} - \Delta \bar{L}_i$	սխալը, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	1	1	2.20	0.333	0.333	0.733	0.733	2.20	2.2	1	2.2	2.21	0.01	0.27
2	1	-1	1	0.70	0.333	0.333	0.233	0.233	-0.70	0.7	-1	-0.7	0.72	0.02	2.93
3	1	1	-1	3.79	0.333	0.333	1.263	1.263	3.79	-3.788	-1	-3.788	3.80	0.01	0.21
4	1	-1	-1	1.40	0.333	0.333	0.467	0.467	-1.40	-1.4	1	1.4	1.42	0.02	1.61
5	1	1	0	2.90	0.333	-0.667	0.967	-1.933	2.90	0	0	0	2.93	0.03	0.96
6	1	-1	0	1.00	0.333	-0.667	0.333	-0.667	-1.00	0	0	0	1.00	0.00	-0.14
7	1	0	1	1.50	-0.667	0.333	-1.000	0.500	0.00	1.5	0	0	1.52	0.02	1.02
8	1	0	-1	2.65	-0.667	0.333	-1.767	0.883	0.00	-2.65	0	0	2.66	0.01	0.42
9	1	0	0	2.00	-0.667	-0.667	-1.333	-1.333	0.00	0	0	0	2.02	0.02	0.76

Գիտափորձերի տվյալների մաթեմատիկական մշակման արդյունքում որոշվել են ռեգրեսիայի հավասարման գործակիցները և կազմվել հավասարում՝

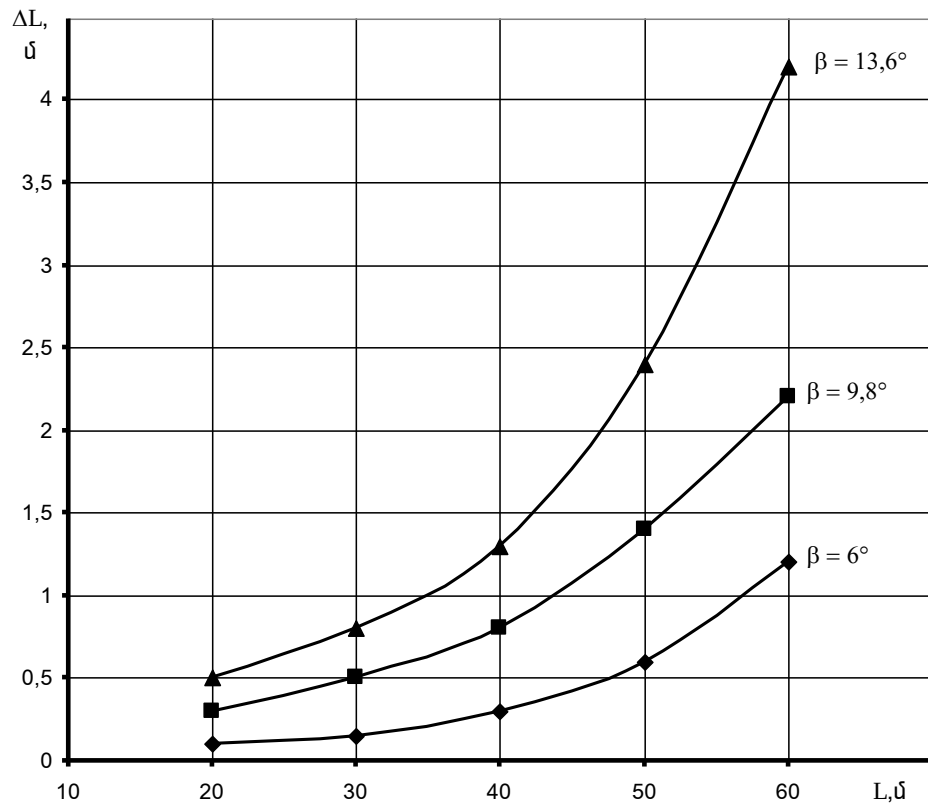
$$\Delta L(x) = 2.02 + 0.96x_1 - 0.57x_2 + 0.07x_2^2 - 0.22x_1x_2 : \quad (4.21)$$

Ստացված ռեգրեսիայի հավասարման համապատասխանությունը ստուգվել է Ֆիշերի չափանիշով:

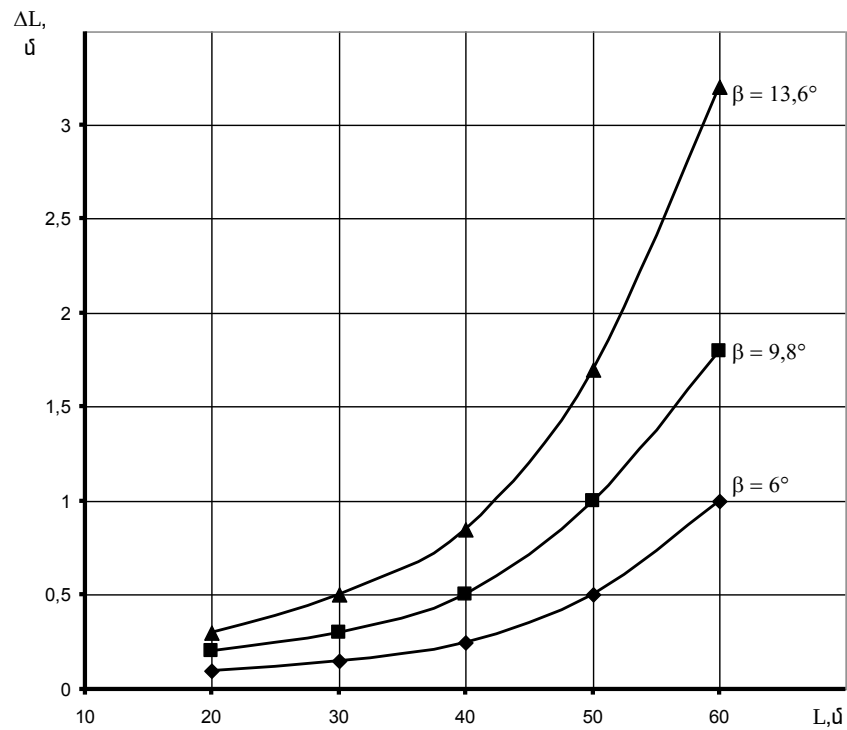
Ըստ ստացված ռեգրեսիայի հավասարման կառուցվել են առաջադրված ուղղությունից ագրեգատի շեղման (ΔL) գրաֆիկներ՝ կախված լանջի թեքությունից (β°) և ագրեգատի շարժման արագությունից (V) (նկ.4.29-4.32):



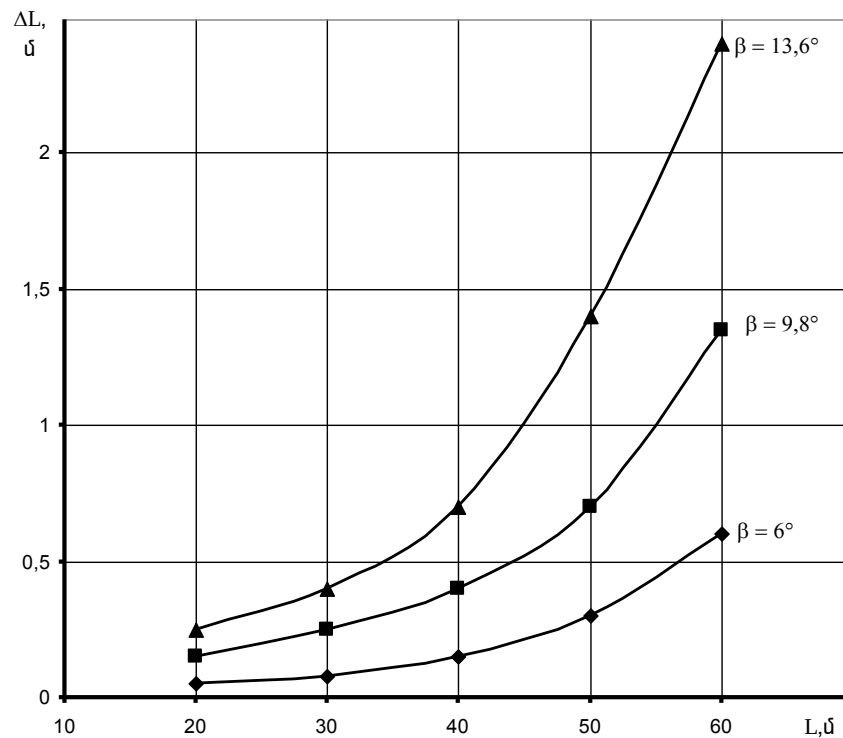
Նկ.4.29. Առաջադրված ուղղությունից ագրեգատի շեղման(ΔL) գրաֆիկների խումբ՝ կախված լանջի թեքությունից (x_1) և ագրեգատի շարժման արագությունից(x_2)



Նկ. 4.30. Առաջադրված ուղղությունից ՄՏԱ-ի շեղումը (ΔL)՝ կախված գործի երկարությունից, $V=6$ կմ/ժամ արագության դեպքում



Նկ.4.31. Առաջադրված ուղղությունից ՄՏԱ-ի շեղումը (ΔL)՝ կախված գործի երկարությունից, $V=9$ կմ/ժամ արագության դեպքում



Նկ.4.32. Առաջադրված ուղղությունից ՄՏԱ-ի շեղումը (ΔL)՝ կախված գործի երկարությունից, $V=12\text{կմ/ժամ}$ արագության դեպքում

Գիտափորձնական հետազոտությունների արդյունքները ցույց տվեցին, որ ՄՏԱ-ի շեղումը (ΔL) կախված գործի երկարությունից, մեծանում է լանջի թեքության անկյան մեծացմանը զուգընթաց, ընդ որում՝ լանջի թեքության մեծ անկյունների դեպքում այն աճում է ավելի կտրուկ (նկ.4.29-նկ.4.32):

ՄՏԱ-ի շարժման կայունության բարձրացման համար անհրաժեշտ է ապահովել բոլոր իրանների ընթացքի խորության հավասար մեծություններ, դրանով իսկ համապատասխանեցնել ագրեգատի երկայնական առանցքը և քարշի ուժի ուղղությունը: Ագրեգատի մեքենավարի բանող լարվածությունը թուլացնելու նպատակով անհրաժեշտ է վարի ագրեգատի վրա նախատեսել բոլոր իրանների ընթացքի խորության հավասարությունը ապահովող ավտոմատ համակարգ:

4.6. Եզրակացություններ

1. Ժամանակակից հողամշակ ագրեգատները, լանջերի մշակման ժամանակ չեն ապահովում ագրոտեխնիկական պահանջները, մասնավորապես, լանջի թեքության և ագրեգատի շարժման արագության մեծացման դեպքում բանող օրգանների ընթացքի խորությունները նվազում են: Ագրեգատի շարժման արագությունը $6 - 12$ կմ/ժ փոփոխման դեպքում, $\beta = 6^\circ$ թեքության լանջի մշակման խորությունը փոքրանում է 25.0 սմ-ից մինչև 22.2 սմ-ի (5.4% -ով), $\beta = 9.8^\circ$ թեքության լանջի մշակման դեպքում $23.4 - 22.0$ սմ (5.8% - ու), $\beta = 13.6^\circ$ - ի դեպքում՝ $22.7 - 21.3$ սմ (6% - ու), որը նշանակում է, որ լանջի մեծ անկյունների դեպքում ագրեգատի արագության մեծացումը հանգեցնում է մշակման խորության ինտենսիվության նվազման:

2. Լանջով աշխատող կոմբինացված ագրեգատի քարշային դիմադրությունը նվազում է ինչպես լանջի թեքության (β°), այնպես էլ ագրեգատի շարժման արագության մեծացման դեպքում: Երբ լանջի թեքությունը փոխվում է $6 - 13.6^\circ$, քարշային դիմադրությունը նվազում է 1.8 կՆ - ու, իսկ շարժման արագության մեծացումը $6 - 12$ կմ/ժ հանգեցնում է ագրեգատի քարշային դիմադրության նվազման 3.4 կՆ - ու:

Քարշային դիմադրության այսպիսի նվազումը պայմանավորված է մշակման միջին խորության նվազումով:

3. Արտադրությունում կիրառվող սկավառակավոր ցաքանով կատարված գիտափորձնական հետազոտություններից պարզվեց, որ լանջի թեքության և սկավառակների գրոհի անկյան մեծացման դեպքում հարևան սկավառակներով բացված ակոսների միջև առաջացած չմշակված թմբիկների բարձրությունները (h) փոքրանում են, և մեծանում բանող օրգանների միջև եղած հեռավորության (b) մեծացմանը զուգընթաց, իսկ հողի փաստացի փխրեցման աստիճանը (n) լանջի թեքության մեծացման ժամանակ փոքրանում է և մեծանում՝ գրոհի անկյան մեծացման դեպքում: Այսպես՝ լանջի թեքության $6-13.6^\circ$ փոփոխման դեպքում չմշակված թմբիկների բարձրությունները մեծանում են՝ $\theta = 15^\circ$ գրոհի անկյան դեպքում $32-52$ մմ (28% -ով), $\theta = 20^\circ$ - ի դեպքում՝ $35 - 45$ մմ (22% -ով), $\theta = 25^\circ$ - ի դեպքում՝ $32-21$ մմ (9% -

ով), իսկ փխրեցման աստիճանը՝ $\theta = 15^\circ$ գրոհի անկյան դեպքում նվազում է 69 - 55% (20%-ով), $\theta = 20^\circ$ - ի դեպքում՝ 78 - 68% (13%-ով), $\theta = 25^\circ$ - ի դեպքում՝ 89 - 76%(10%-ով):

4. Առաջարկվող սկավառակավոր բանող օրգաններով հողի մշակման դեպքում չմշակված թմբիկների բարձրությունները մոտ երկու անգամ փոքր է ստացվում, քան արտադրությունում կիրառվող սկավառակավոր ցաքաններով մշակելիս: Այսպես՝ լանջի թեքության 6 - 13.6° փոփոխման դեպքում չմշակված թմբիկների բարձրությունները մեծանում են՝ $\theta=15^\circ$ գրոհի անկյան դեպքում 21-24 մմ, $\theta=20^\circ$ -ի դեպքում՝ 23-27մմ, $\theta = 25^\circ$ -ի դեպքում՝ 24 - 21մմ, իսկ փխրեցման աստիճանը՝ $\theta = 15^\circ$ գրոհի անկյան դեպքում նվազում է 90.5 - 79%, $\theta = 20^\circ$ - ի դեպքում՝ 95 - 86%, $\theta = 25^\circ$ - ի դեպքում՝ 97-88%:

5. Լանջերում ՄՏԱ-ի աշխատանքի ժամանակ փոփոխվում է տեխնիկա-շահագործական մի շարք պարամետրեր: Լանջի թեքության անկյան մեծացումը բերում է հողամշակ մեքենայի ընթացքի խորության և քարշի ուժի փոքրացման, մեծանում է քարշի ուժի ուղղության կազմած անկյունն (Δ) առաջադրված ուղղության հետ, որի հետևանքով մեծանում են վնասակար դիմադրությունները, վատանում հողի մշակման տեխնոլոգիան, փոփոխվում ագրեգատի բանող ընդգրկման լայնությունը: Մինչև 13.6° թեքությամբ լանջերի մշակման ժամանակ ագրեգատի ընդգրկման լայնությամբ, իրանների ընթացքի խորության անհավասարաչափության հետևանքով, քարշի ուժն ագրեգատի երկայնական առանցքի նկատմամբ տեղափոխվում է 10-20սմ լանջով դեպի ներքև, որը պատճառ է դառնում ագրեգատի շարժման անկայունության:

6. Լանջերում հողամշակ մեքենայի շարժման կայունության բարձրացման համար անհրաժեշտ է ապահովել բոլոր իրանների ընթացքի խորության հավասար մեծություններ, որով և կհամընկնեն ագրեգատի երկայնական առանցքը և քարշի ուժի ուղղությունը: Սրան հասնելու համար անհրաժեշտ է հողամշակ մեքենայի վրա նախատեսել բոլոր իրանների ընթացքի խորության հավասարությունն ապահովող ավտոմատ համակարգ:

5. ԼԵՈՆԱՅԻՆ ԵՐԿՐԱԳՈՐԾՈՒԹՅՈՒՆՈՒՄ ՀՈՂԻ ՆՎԱԶԱԳՈՒՅՆ ՄՇԱԿՄԱՆ ԷՆԵՐԳԱԽՆԱՅՈՂ ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՄԻՋՈՑՆԵՐԻ ԿԱՏԱՐԵԼԱԳՈՐԾՈՒՄԸ

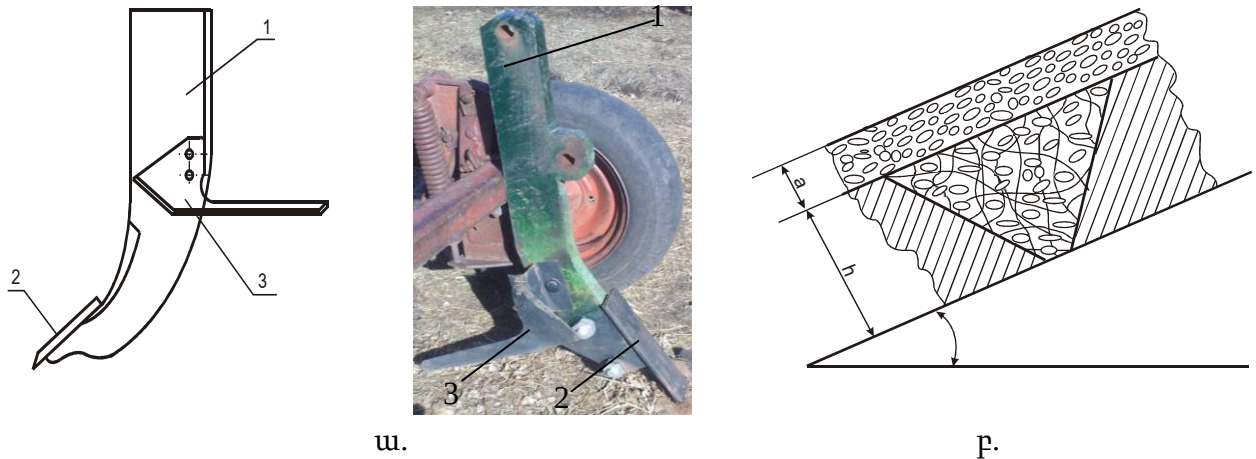
Լեռնային երկրագործությունում հողի նվազագույն մշակման ագրեգատներով կատարված գիտափորձական հետազոտություններից պարզվեց, որ գյուղատնտեսությունում, հատկապես լեռնային երկրագործությունում, անհրաժեշտ է կատարելագործել հողի մշակման Նյութա և էներգախնայող տեխնիկական միջոցները, որը հնարավորություն կտա կրճատելու աշխատանքային ծախսերը և կապահովի ագրոտեխնիկական միջոցառումների որակով իրականացում: Գիտափորձերով պարզվել է նաև, որ լարջերում գյուղմեքենան չի պահում զուգահեռությունը մշակվող մակերևույթի նկատմամբ: Արդյունքում՝ խախտվում է ըստ հողամշակ մեքենայի ընդգրկման լայնության բանեղ օրգանների ընթացքի խորությունը, վատանում ագրեգատի դինամիկական և շահագործական ցուցանիշներն ու հողի մշակման ագրոտեխնիկան:

Մեր կարծիքով այդ հիմնախնդիրների լուծման ուղիներն են՝

1. մշակել լանջերի հողի մշակման էներգախնայող աշխատանքային օրգաններ,
2. գոյություն ունեցող հողամշակ մեքենաները վերակառուցել էներգախնայողական աշխատանքային օրգաններով,
3. մշակել հողամշակաման էներգախնայող կոմբինացված ագրեգատներ,
4. ՄՏԱ-ի ուղղույթի կայունության ապահովման նպատակով կարգավորել գուլատնտեսական մեքենայի շրջանակի դիրքը մշակվող մակերևույթի նկատմամբ,
5. Լեռնային էներգախնայող գյուղատնտեսական մեքենաների ստեղծումը:

5.1. Լանջերի հակաէրոզիոն փխրիչի աշխատանքային օրգանի կառուցվածքը և աշխատանքը

Լանջի հակաէրոզիոն փխրիչի աշխատանքային օրգանը կառուցված է կանգնակից (1), որի վրա հավաքված են հորատադուր-փխրիչը (2) և հարթահատ միակողմանի 2 թաթիկները (3) (Նկ.5.1, հավելված-9)[2]:



Նկ.5.1. Լանջերի հակաէրոզիոն փխրիչի աշխատանքային օրգանը(ա) և դրանով փխրեցված հողի շերտի կտրվածքը(բ)

Աշխատանքի ժամանակ, լանջերում մշակվող հողի փխրեցվող շերտում ջրակայունության ապահովման և հողի էրոզիան կանխարգելելու նպատակով, կանգնակի (1) վրա ամրացված հարթահատ թաթիկները (3) իրականացնում են a ընթացքի խորությամբ լանջի վերին շերտի համատարած փխրեցում (նկ.5.1,բ), իսկ հորատադուր-փխրիչը (2) ձևավորում է h խորությամբ V-աձև ջրակուտակիչ տարողություն, որտեղ կուտակվում են ձնհալի և անձրևաջրերը:

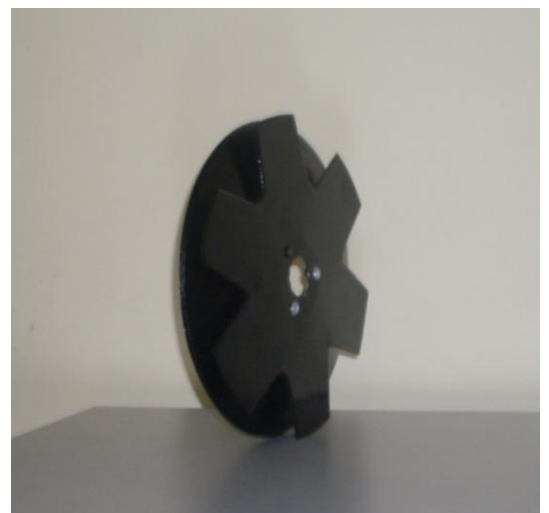
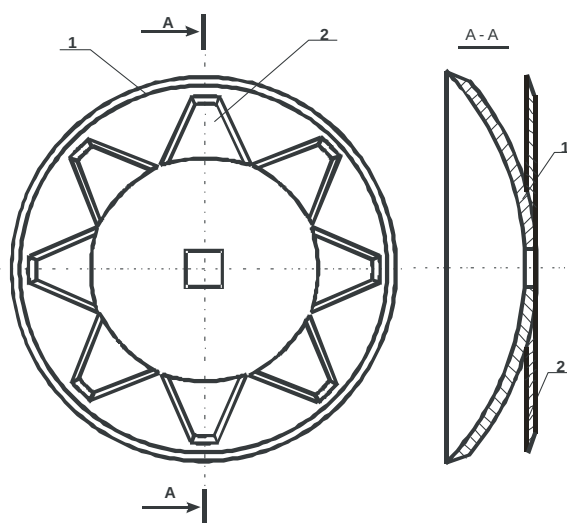
Այսպիսով՝ հակաէրոզիոն փխրեցման աշխատանքային օրգանով հողի մշակման դեպքում բարձրանում է փխրեցվող շերտի ջրակայունությունը, նվազում՝ հողի էրոզիան, հողի լվացումը, իսկ դրա հետ նաև՝ հերբիցիդների և այլ օգտակար օրգանական մնացորդների հեռացումը, բարձրանում հողի բերրիությունը:

5.2. Հողի նվազագույն մշակման սկավառակավոր աշխատանքային օրգանի կառուցվածքը և աշխատանքը

Հողի նվազագույն մշակման սկավառակավոր աշխատանքային օրգանը կառուցված է սֆերիկ սկավառակից (1), որի վրա եռակցված են սեգմենտաձև հատիչներ (2) (Նկ.5.2, հավելված-10)[4]:

Աշխատանքային օրգանը աշխատում է հետևյալ կերպ. որոշակի քանակությամբ (կախված ընդգրկման լայնությունից) հողի նվազագույն մշակման սկավառակավոր աշխատանքային օրգաններ մեկ առանցքի վրա տեղակայելով կազմվում է մարտկոց: Աշխատանքի ժամանակ սկավառակը (1) պտտական շարժումն ստանալով հողի հետ հպվելուց, իրականացնում է հողի փխրեցում, իսկ սեգմենտաձև հատիչները (2) փխրեցնում են երկու հարևան սկավառակներով բացված ակոսների միջև առաջացած չմշակված թմբիկները:

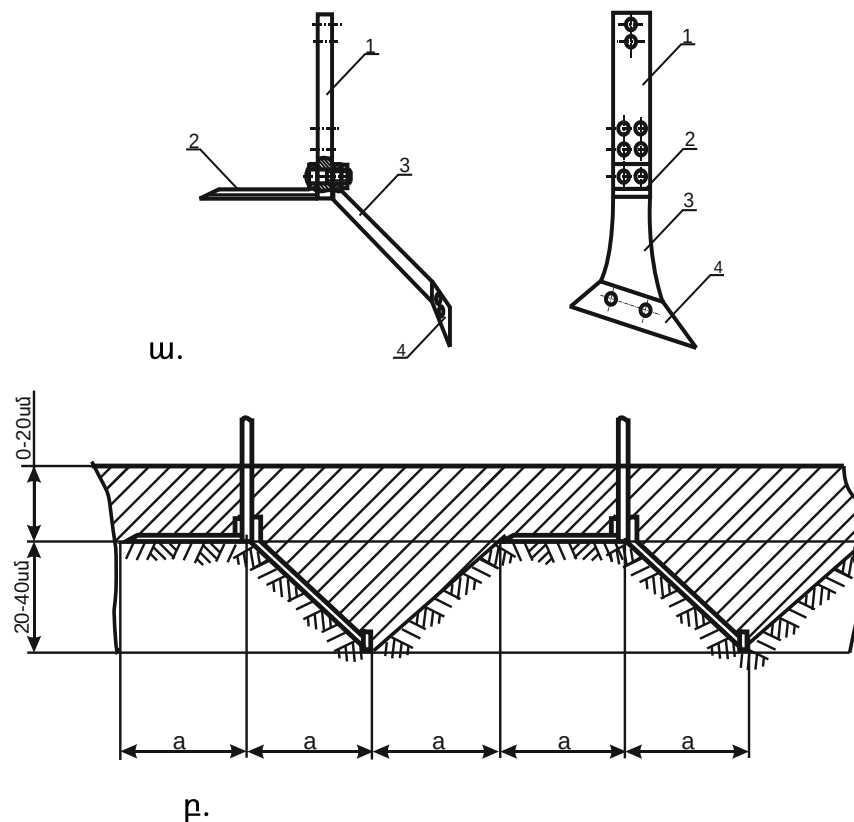
Այսպիսով՝ հողի մակերեսային մշակման սկավառակավոր աշխատանքային օրգանով հողի մշակման դեպքում նվազում է առերի վերածածկի մեծությունը, փխրեցվում է հարևան սկավառակներով բացված ակոսների միջև առաջացած չմշակված թմբիկները, որով ապահովվում է փխրեցման հավասարաչափությունն ըստ մշակման խորության, ինչպես նաև կրճատվում է մարտկոցում սկավառակների քանակը:



Նկ.5.2. Հողի նվազագույն մշակման սկավառակավոր աշխատանքային օրգանի կառուցվածքային սխեման

5.3. Լանջերի մշակման էներգախնայող աշխատանքային օրգանի կառուցվածքը և աշխատանքը

Լանջերի մշակման էներգախնայող աշխատանքային օրգանը (նկ.5.3, հավելված-13) [6] ունի կանգնակ (1), որի վրա հավաքված են ըստ բարձրության դիրքի կարգավորման հնարավորությամբ հարթահատը (2) և կտրող եզրով թևը (3), որի ստորին մասին ամրացված է խոփը: Լանջի մշակման ժամանակ կանգնակի (1) վրա ամրացված հարթահատով (2) իրականացվում է մինչև 20 սմ խորությամբ համատարած փխրեցում, իսկ կտրող եզրով թևին (3) ամրացված խոփով (4) կատարվում է նաև հողի շերտավոր խորացում 20-40սմ խորությամբ, ձևավորելով ձնհալի և անձրևաջրերի կուտակման համար տարողություն (նկ.5.6): Էներգախնայող աշխատանքային օրգանով լանջի մշակման դեպքում նվազում է քարշային դիմադրությունը, էներգածախսերը, բարձրանում փխրեցվող շերտի ջրակայունությունը, հողի բերրիությունը, նվազում՝ հողի էրոզիան, հողի լվացումը, իսկ դրա հետ նաև օգտակար մնացորդների հեռացումը:



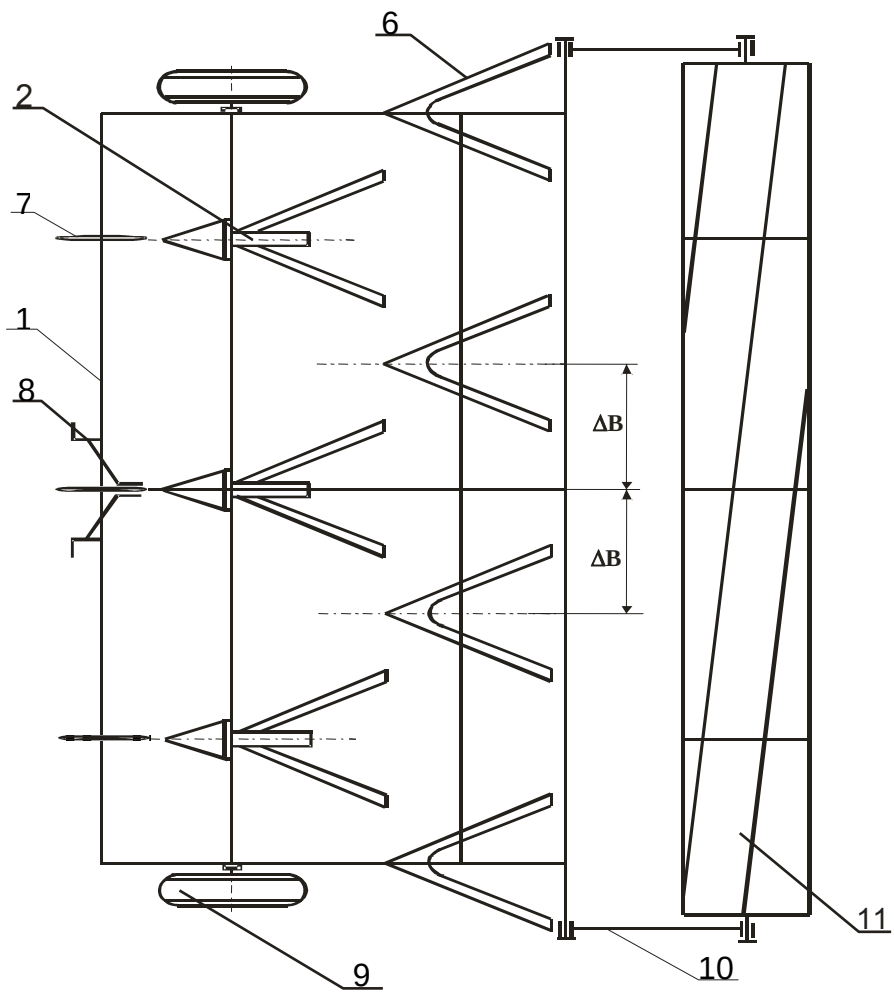
Նկ.5.3. Լանջերի մշակման էներգախնայող աշխատանքային օրգան(ա)
և դրանով մշակված հողի շերտի կտրվածքը(բ)

5.4. Լանջերի հողի շերտավոր մշակման ագրեգատի կառուցվածքային առանձնահատկությունները

Լանջերի հողի շերտավոր մշակման կոմբինացված ագրեգատը կազմված է շրջանակից(1), որի առջևի ընդլայնական հեծանի վրա, միմիանցից 2ΔB հեռավորությամբ, դասավորված են կոմբինացված աշխատանքային օրգանները (2), որոնք ունեն կանգնակ (3) միակողմանի հարթահատ թաթիկներով (4) և հորատադուր-փխրիչներով (5), իսկ հետևի ընդլայնական հեծանի վրա տեղակայված են հողի համատարած փխրեցման հարթահատ սլաքաձև թաթիկներով աշխատանքային օրգանները(6), հարթ սկավառակներց (7), կախոցից (8), հենարանային անիվներից(9): Ագրեգատի հետ լրացուցիչ հողակապերով (10) միացվում է նաև հողի մակերեսային մշակման գլանվակը (11) (Նկ.5.4, հավելված-11)[5]:

Աշխատանքի ժամանակ լանջերի հողի շերտավոր մշակման ագրեգատը իրականացնում է հողի երկշերտ փխրեցում: Կոմբինացված աշխատանքային օրգանների (2) կանգնակներին (3) ամրացված հարթահատ (4) և սլաքաձև (6) թաթիկներով լանջի վերին շերտը փխրեցվում է 8 - 12 սմ ընթացքի խորությամբ (12), իսկ հորատադուր-փխրիչները (5) ձևավորում են մինչև 40սմ խորությամբ V-աձև ջրակուտակիչ տարողություններ (13)(Նկ.5.1,բ), որտեղ կուտակվում են ձնհալի և անձրևաջրերը: Կոմբինացված աշխատանքային օրգանների դիմաց տեղակայված հարթ սկավառակները (7) կտրում են հողը, նվազեցնելով ագրեգատի քարշային դիմադրությունը, ինչպես նաև ապահովում լանջում ագրեգատի դինամիկական կայունությանը: Ագրեգատի հետ լրացուցիչ հողակապերով (10) միացված հողի մակերեսային մշակման գլանվակը (11) հարթեցնում է փխրեցված հողի շերտը և ջարդում կոշտերը:

Այսպիսով՝ լանջերի հողի շերտավոր մշակման կոմբինացված ագրեգատով հողի մշակման դեպքում բարձրանում է փխրեցվող շերտի ջրակայունությունը, հողի բերրիությունը, նվազում՝ հողի էրոզիան, լվացումը, իսկ դրա հետ նաև՝ հերբիցիդների և այլ օգտակար օրգանական մնացորդների հեռացումը:



Նկ.5.4. Լանջերի հողի շերտավոր մշակման ագրեգատ

5.5. Տրակտոր-փխրիչ ագրեգատի կախոցի կատարելագործումը լանջերում աշխատելու համար

Գյուղատնտեսական նշանակության հողերի փխրեցումը, թևավոր գութաններով վարի համեմատությամբ, քիչ աշխատատար է և նպաստում է մշակաբույսերի բերքատվության բարձրացմանը մինչև 10%, որի պատճառով հողի մշակման այս տեխնոլոգիան լայն կիրառություն է ստացել:

Ներկայումս գյուղատնտեսական արտադրությունում թեքությունների վրա հողի մշակման տեխնոլոգիական գործընթացներն իրականացնող ագրեգատի կազմում օգտագործվում են ընդհանուր նշանակության այն տրակտորներն ու գյուղատնտեսական մեքենաները, որոնք նախատեսված են հարթավայրային պայմանների համար: Սակայն լանջի մշակումը կատարվում է լայնական ուղղությամբ, որի դեպքում ագրեգատի ծանրության ուժի վերաբաշխման, ինչպես նաև մի շարք արտաքին գործոնների (հողի դեֆորմացիայի, դաշտի անհարթությունների, տրակտորի հետ գյուղ. մեքենայի ագրեգատավորման եղանակի, քարշային դիմադրության վեկտորի ուղղության փոփոխման և այլն) ազդեցության հետևանքով, գյուղ. մեքենան թեքվում է մշակվող մակերևույթի նկատմամբ՝ միաժամանակ սահում լանջով ներքև, որի պատճառով լանջով վերև դասավորված աշխատանքային օրգանները ավելի քիչ են թաղվում հողի մեջ, քան ներքևիները, հանգեցնելով հողի փխրեցման գործընթացի անհավասարաչափության[15]: Արդյունքում՝ վերևի իրանների քարշային դիմադրությունը ստացվում է ավելի փոքր և փխրիչի ընդհանուր քարշային դիմադրության ազդման կետը (O_1) մեքենատրակտորային ագրեգատի (ՄՏԱ) ծանրության կենտրոնով անցնող երկայնական առանցքից տեղափոխվում է լանջով ներքև, փոխելով ընդհանուր քարշային դիմադրության մեծությունը և ուղղությունը (նկ.5.5):

Լանջերի հողի փխրեցման գործընթացի հավասարաչափության պահպանման համար անհրաժեշտ է փխրիչը տրակտորի հետ ագրեգատավորել այնպես, որ տրակտորի վրա փխրիչի ուժային ներգործությունը չառաջացնի ՄՏԱ - ի շարժման առաջադրված ուղղությունից շրջող մոմենտ՝ ուղղույթի կայունության կորուստ, որը

դժվարացնում է տրակտորիստ - մեքենավարի աշխատանքը, քանի որ վերջինս հարկադրված կլինի ղեկավարման օրգանների միջոցով հաճախակի վերականգնել ագրեգատի շարժման առաջադրված ուղղությունը, արդյունքում ագրեգատի շարժման իրական հետագիծը կլինի ոչ ուղղագծային, կավելանա վառելիքի ծախսը, կփոխվի փխրիչի ընդգրկման լայնությունը, կխախտվի փխրեցման ագրոտեխնիկական պահանջները [15]:

Լանջով աշխատող փխրիչը տրակտորի հետ ճիշտ ագրեգատավորելու համար անհրաժեշտ է ունենալ տրակտորի կախոցի համակարգի ձգաձողերի տեղաշարժի կինեմատիկան:

Ուղղաձիգ-երկայնական հարթությունում կախոցի համակարգի ներքևի ձգաձողերից լանջով վերևին փխրիչին պատկանող C_2 ծայրակետը տրակտորին հողակապով միացած D_2 կետի նկատմամբ պտտվում է φ_2 անկյունով դեպի վեր, իսկ լանջով ներքևին C_1 կետը D_1 կետի նկատմամբ դեպի ներքև՝ φ_1 անկյունով (նկ.5.5):

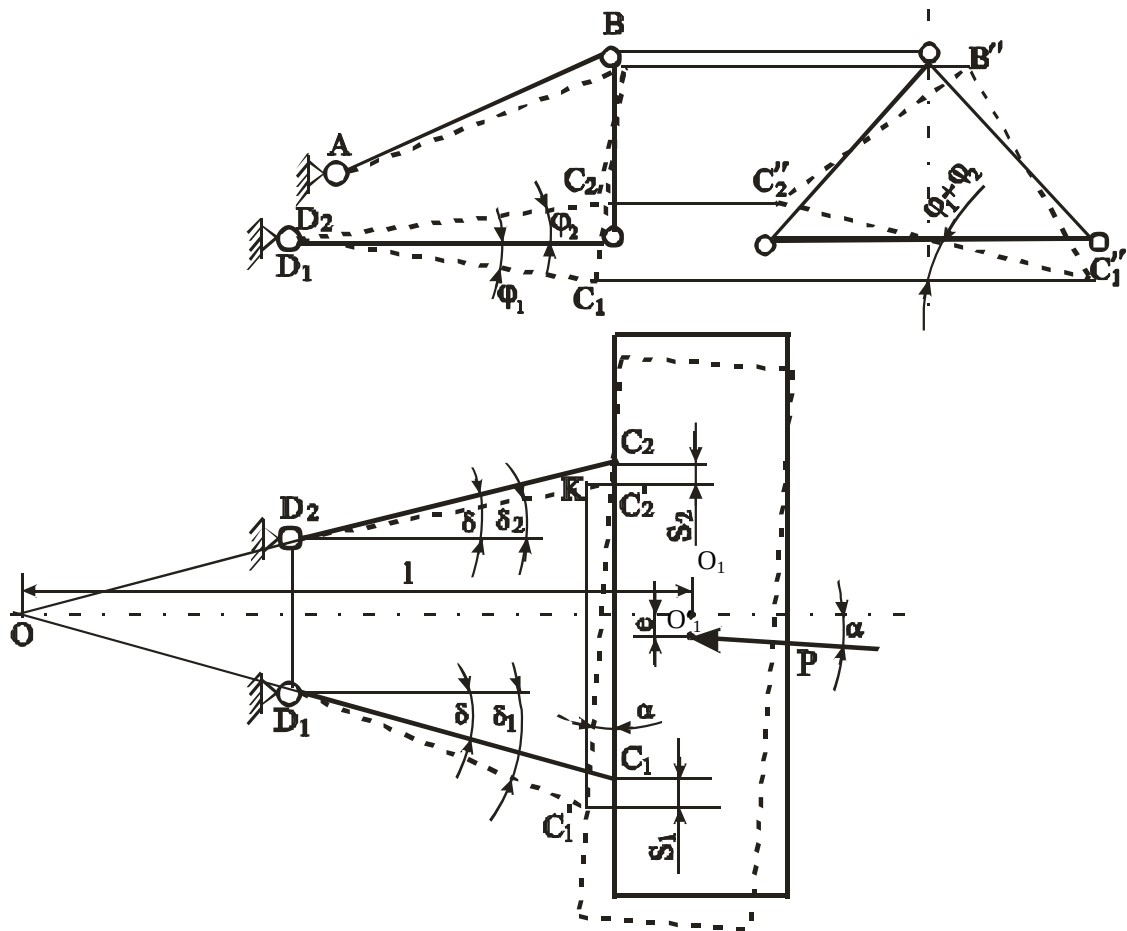
Մշակվող մակերևույթին զուգահեռ հարթությունում կախոցի համակարգի ներքևի ձգաձողերի փխրիչին պատկանող C_1 և C_2 ծայրակետերը պտտվում են տրակտորին պատկանող համապատասխան D_1 և D_2 կետերի նկատմամբ և տեղափոխվում լանջով ներքև համապատասխանաբար S_1 և S_2 չափերով:

C_1 և C_2 կետերի S_1 և S_2 տեղաշարժերը կարելի է որոշել հետևյալ արտահայտություններով.

$$\left. \begin{aligned} S_1 &= r \cdot \cos \varphi_1 \cdot \sin \delta_1 - r \cdot \sin \delta \} \\ S_2 &= r \cdot \sin \delta - r \cdot \cos \varphi_2 \cdot \sin \delta \} \end{aligned} \right\}, \quad (5.1)$$

որտեղ $r = |D_1 C_1| = |D_2 C_2|$ կախոցի համակարգի ներքևի ձգաձողերի երկարությունն է, δ - ն՝ դրանց կազմած անկյունը ՄՏԱ - ի երկայնական առանցքի հետ մինչև շեղվելը, δ_1 և δ_2 -ը՝ համապատասխանաբար լանջով ներքևի և վերևի ձգաձողերի կազմած անկյունները ՄՏԱ - ի երկայնական առանցքի հետ շեղվելուց հետո:

Կախված ձգաձողերի դիրքի փոփոխությունից փխրիչը նույնպես տեղափոխվում է լանջով ներքև և շեղվում իր նախքին դիրքի նկատմամբ α անկյունով: Փխրիչի դիմադրության կենտրոնը տեղափոխվում է լանջով ներքև e չափով, իսկ քարշի ուժը

$$\begin{aligned} \cos \alpha &= \frac{C_1' K}{C_1 C_2 \cdot \cos(\varphi_1 + \varphi_2)} = \frac{C_1 C_2 - S_2 + S_1}{C_1 C_2 \cdot \cos(\varphi_1 + \varphi_2)}, \quad \text{by} \\ \cos \alpha &= \frac{C_1 C_2 + r(\cos \varphi_1 \cdot \sin \delta_1 + \cos \varphi_2 \cdot \sin \delta_2 - 2 \sin \delta)}{C_1 C_2 \cdot \cos(\varphi_1 + \varphi_2)}; \end{aligned} \quad (5.2)$$

$$e = l \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (5.3)$$

Ստացված բանաձևերը (5.2 և 5.3) հնարավորություն են տալիս որոշելու գյուղ. մեքենայի դիմադրության կենտրոնի տեղափոխությունը լանջով ներքև և առաջադրված

ուղղության հետ քարշի ուժի կազմած α անկյան մեծությունը լանջի թեքության տվյալ անկյան համար:

Մեր հետազոտություններով որոշված է նաև գյուղ. մեքենայի քարշային դիմադրության կենտրոնի լանջով ներքև տեղափոխությունը կախված լանջի թեքության անկյունից[3].

$$e = \frac{\sum_{i=1}^n (R_{X_i} \cdot X_i) + G_{q,u} \cdot X_{q,u} \cdot \cos \beta}{\sum_{i=1}^n R_{X_i} + G_{q,u} \cdot \cos \beta}, \quad (5.4)$$

որտեղ՝ R_{X_i} - ն գյուղ մեքենայի i - րդ աշխատանքային օրգանի դիմադրության ուժն է, $G_{q,u}$ -ն՝ գյուղ. մեքենայի ծանրության ուժը, $X_{q,u}$ -ն և X_i - ն՝ համապատասխանաբար գյուղ մեքենայի ծանրության ուժի և համապատասխան աշխատանքային օրգանի դիմադրության ուժի ազդման կետի հեռավորությունը ՄՏԱ-ի երկայնական առանցքից, β - ն՝ լանջի թեքության անկյունը:

Համատեղ լուծելով (5.3) և (5.4) հավասարումները կստանանք՝

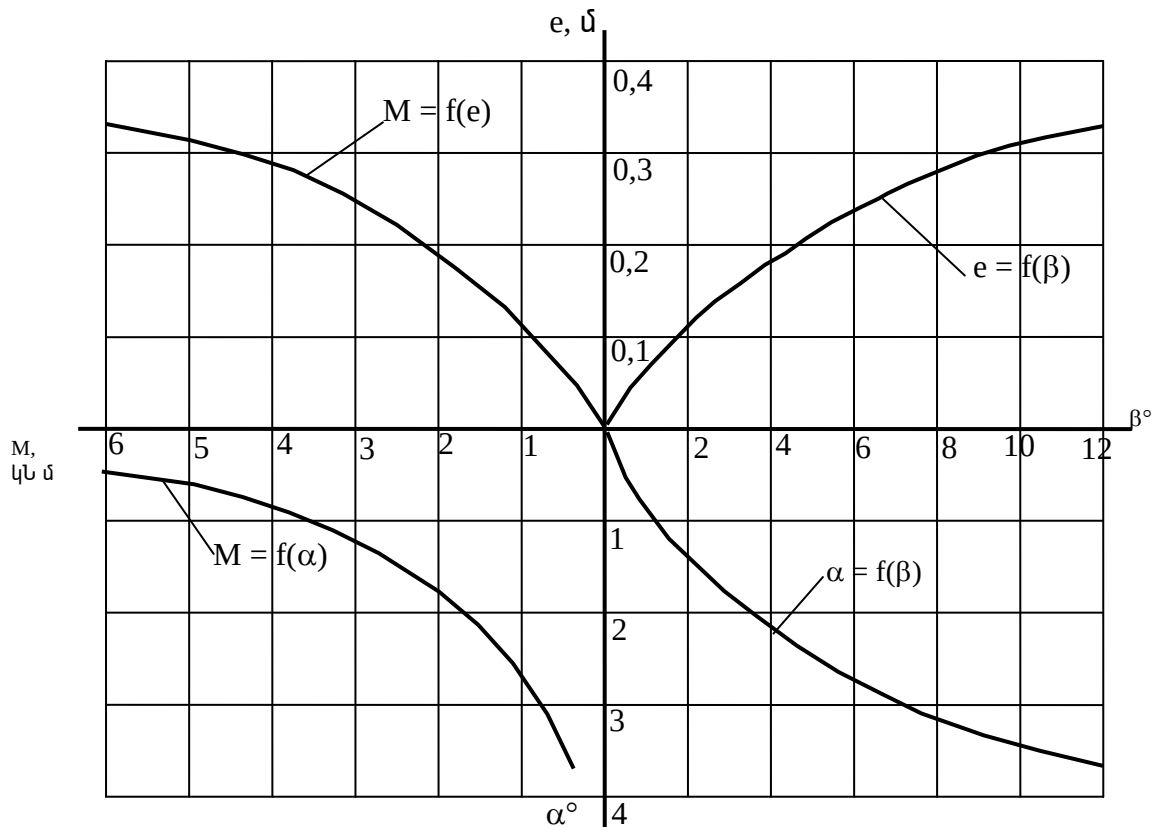
$$\alpha = \arctg \frac{\sum_{i=1}^n (R_{X_i} \cdot X_i) + G_{q,u} \cdot X_{q,u} \cdot \cos \beta}{(\sum_{i=1}^n R_{X_i} + G_{q,u} \cdot \cos \beta) \cdot l} : \quad (5.5)$$

Ստացված արտահայտությունը կապ է հաստատում առաջադրված ուղղության հետ գյուղ. մեքենայի քարշի ուժի կազմած անկյան (α) և լանջի թեքության անկյան(β) միջև:

ՄՏԱ-ի առաջադրված ուղղությունից շեղող մոմենտի մեծությունը կլինի(նկ.5.5).

$$M = P \cdot e \cdot \cos \alpha : \quad (5.6)$$

Կատարված տեսական և փորձնական հետազոտություններով[3] որոշվել է փխրիչի առանձին իրանների դիմադրության ուժերի (R_{X_i}), դիմադրության կենտրոնի լանջով ներքև տեղաշարժի (e), ՄՏԱ-ի առաջադրված ուղղության հետ քարշի ուժի կազմած անկյան (α) և առաջադրված ուղղությունից շեղող մոմենտի (M) փոփոխման օրինաչափությունը կախված լանջի թեքության անկյունից (β) (նկ.5.6):



Նկ.5.6. e , α և M պարամետրերի փոփոխման օրինաչափությունը
կախված լանջի թեքության β անկյունից:

Հետազոտության արդյունքների վերլուծությունից հետևում է, որ հողի փխրեցման գործընթացի հավասարաչափության, ինչպես նաև թեքությունների վրա ՄՏԱ - ի ուղղույթի կայունության բարելավման համար, անհրաժեշտ է փխրիչը տրակտորի հետ ագրեգատավորել այնպես, որպեսզի չառաջանա առաջադրված ուղղությունից շեղող մոմենտ: Սրան կարելի է հասնել փոքրացնելով առաջադրված ուղղության հետ քարշի ուժի կազմած a անկյան մեծությունը, հասցնելով 0-ի, այսինքն տեղափոխելով փխրիչի դիմադրության կենտրոնի կիրառման կետը ՄՏԱ-ի երկայնական առանցքի վրա: Այն կարելի է իրականացնել հետևյալ եղանակներով.

1. Կախոցի համակարգի ձգաձողերի տրակտորին պատկանող կետերը իրենց առանցքով տեղափոխելով լանջով վերև e չափով:

2. Կարճացնելով կախոցի համակարգի ձգաձողերի երկարությանները:

3.Կախոցի համակարգի ձգաձողերի C_1 և C_2 ծայրակետերը(նկ.5.5) փխրիչի հետ միացնել լրացուցիչ շարժական օղակներով, որոնց օգնությամբ փխրիչի առանցքը կարելի է տեղաշարժել լանջով վերև մինչև տրակտորի առանցքի հետ համընկնելը:

4.Տրակտոր-փխրիչ կախոցի համակարգի կառուցվածքում նախատեսել փխրիչի դիրքի ավտոմատ կարգավորիչներ, որոնք կխորացնեն լանջով վերև գտնվող աշխատանքային օրգանները համապատասխան մեծությամբ, կախված լանջի թեքությունից:

5.6. Ագրեգատի ընթացքի խորության հավասարաչափության և ուղղույթի կայունության կարգավորման հարմարանքի կառուցվածքը և աշխատանքը

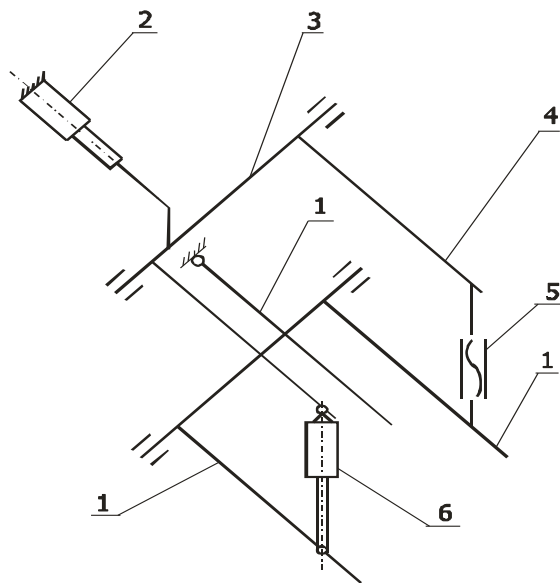
Լանջերում հողամշակման գործընթացում մեքենայի ընդգրկման լայնությամբ բանող օրգանների ընթացքի խորության հավասարաչափության և ՄՏԱ-ի ուղղույթի կայունության բարելավման համար մեր կողմից առաջարկվել է «Լանջերում հողամշակ մեքենաների ընթացքի խորության համաչափության և ագրեգատի ուղղույթի կայունության կարգավորման հարմարանք» (նկ.5.7, հավելված-6) [8]:

Առաջարկված հարմարանքը պատկանում է ոչ ավտոմատ կարգավորիչների խմբին, որի էությունն այն է, որ տրակտորիստ-մեքենավարը արդեն խցիկից հիդրոհամակարգի միջոցով գյուղմեքենայի շրջանակը բերում է համապատասխան դիրքի: Սրանց առավելությունն այն է, որ տրակտորիստը տարբեր լայնական թեքությունների վրա կարող է գյուղմեքենայի բանող օրգանների ընթացքի խորությունները փոփոխելու հաշվին բարելավել ագրոտեխնիկական թույլտուքների դաշտում ագրեգատի որոշ դինամիկական և շահագործական ցուցանիշներ:

Առաջարկված համակարգը բաղկացած է տրակտորին հողակապով միացված եռակետ կախովի սարքի լծակներից (1), դրանք բարձրացնող և իջեցնող գլանավոր հիդրոգլանից(2), լայնական լիսեռից (3), դրան կոշտ միացված երկայնական լծակներից (4), կարգավորվող լծակներից (5) և ուղղիչ հիդրոգլանից (6) (նկ.5.7):

Գյուտի էությունը հետևյալն է.

Քանի որ լայնական թեքության վրա գյուղմեքենայի թեքությամբ վերև գտնվող աշխատանքային օրգանները հողի մեջ սահմանված խորությամբ չեն թաղվում, ուստի թեքության վրա գյուղմեքենայի դիրքը մշակվող մակերևույթի նկատմամբ ուղղելու համար կախոցի համակարգի կարգավորվող լծակներից մեկը՝ ծախ կողմինը, փոխարինված է ուղղիչ հիդրոգլանով: Երբ ագրեգատի աշխատանքի ժամանակ ուղղիչ հիդրոգլանը գտնվում է թեքության վերևի կողմում, առը ներքև շրջելիս, հիդրոգլանը սեղմում է գյուղմեքենայի շրջանակի թեքությամբ վերև գտնվող մասին և ստիպում ավելի շատ թաղվել հողի մեջ:



ա.



բ.

Նկ.5.7. Լանջերում հողամշակ մեքենաների ընթացքի խորության համաչափության և ագրեգատի ուղղույթի կայունության կարգավորման հարմարանք

Առը վերև շրջելիս ուղղիչ հիդրոգլանը գտնվում է թեքության ներքևի մասում և գյուղմեքենայի շրջանակը ուղղելու համար վերջինիս ներքևի մասը որոշակի չափով բարձրացնում է՝ մինչև որ շրջանակը դառնա մակերևույթին զուգահեռ, որից հետո կախոցի համակարգի գլխավոր հիդրոգլանը գյուղ. մեքենայի բոլոր բանող օրգանները անհրաժեշտ չափով թաղում են հողի մեջ:

Այսպիսով «Լանջերում հողամշակ մեքենաների ընթացքի խորության համաչափության և ագրեգատի ուղղույթի կայունության կարգավորման հարմարանքը»

ուղղում է գյուղմեքենայի դիրքը մշակվող մակերևույթի նկատմամբ, որի շնորհիվ ագրեգատի առանցքը համընկնում է քարշի ուժի ուղղության հետ, ագրեգատի շարժումը դարձնելով կայուն, բարելավելով գյուղատնտեսական աշխատանքների ագրոտեխնիկական պահանջները:

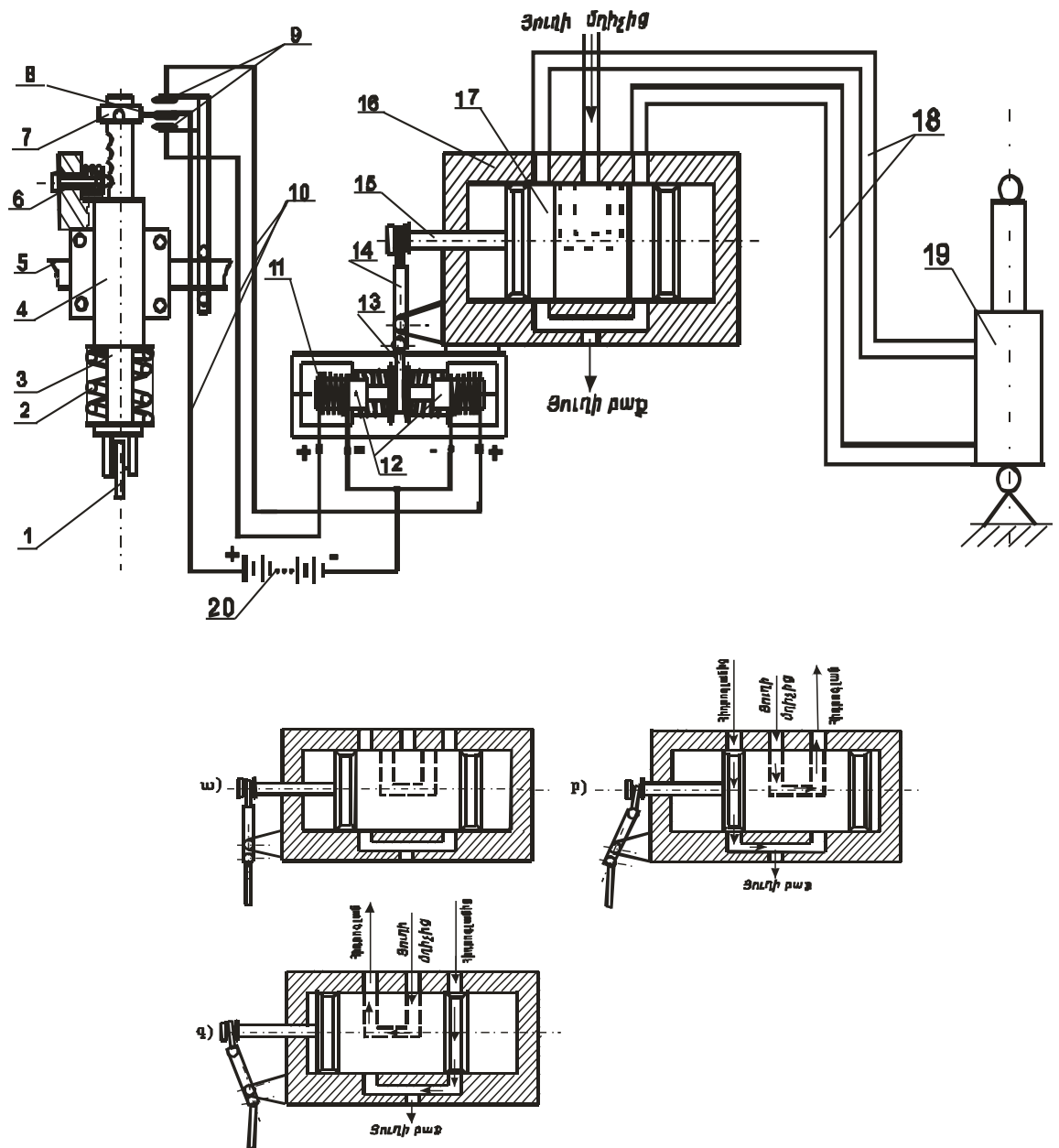
5.7. Լանջերում հողամշակ մեքենաների աշխատանքային օրգանի խորության և ագրեգատի ուղղույթի կայունության կարգավորման ավտոմատ համակարգի կառուցվածքը և աշխատանքը

Լանջերում հողամշակ մեքենաների շրջանակի դիրքը ավտոմատ եղանակով կարգավորել համար մշակված է «Լանջերում հողամշակ մեքենաների աշխատանքային օրգանի խորության և ագրեգատի ուղղույթի կայունության կարգավորման ավտոմատ համակարգ» [21] (նկ.5.8, հավելված-7), որը բաղկացած է դաշտային անիվից (1), զսպանակից (2), կանգնակից (3), կանգնակի դիրքի սևեռիչից (6), կարգավորիչից (7), շարժական կոնտակտից (8), անշարժ կոնտակտից (9), հաղորդալարերից (10), ձգող ռելեից (11), խարիսխից (12), լծակներից (13 և 14), մխոցակոթից (15), բաշխիչից (16), մխոցից (17), խողովակաշարից (18), ուժային հիդրոգլանից (19), ակումուլյատորային մարտկոցից(20):

Ավտոմատ համակարգը աշխատում է հետևյալ կերպ.

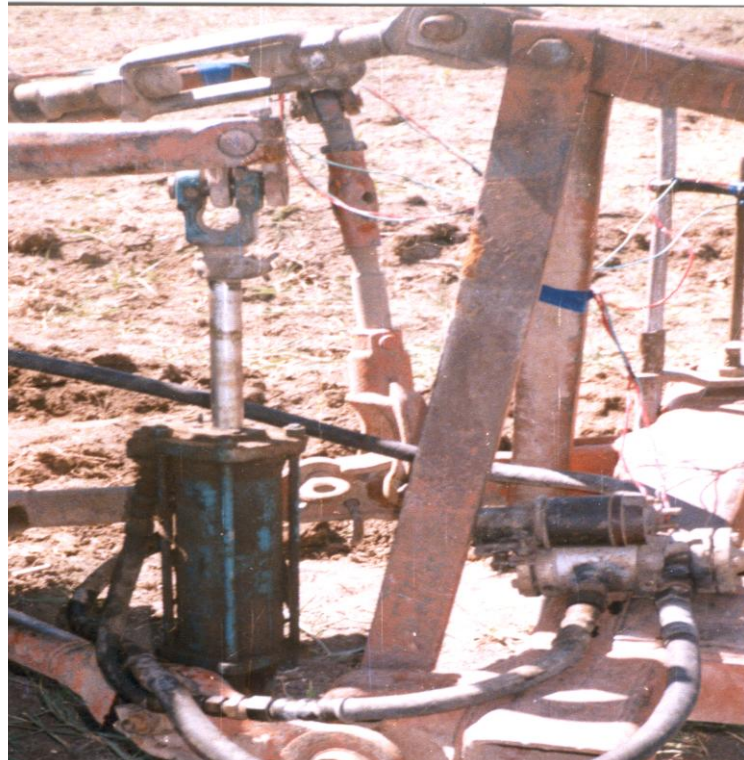
Երբ հողամշակ մեքենայի շրջանակը թեքվում է մշակվող մակերևույթի նկատմամբ, դաշտային անիվը (1) կտրվում է դաշտի մակերևույթից (սեղմվում է դաշտի մակերևույթին) կանգնակին, զսպանակի (2) ուժի ազդեցության տակ, տեղաշարժելով ներքև (վերև): Վերջինիս վրա տեղակայված շարժական կոնտակտը (8) միանում է անշարժ կոնտակտին (9) և փակում էլեկտրական շղթան: Հոսանքը անցնելով ձգող ռելեի (11) փաթույթներով, մագնիսական հաղորդիչի մեջ է քաշում խարիսխը (12) լծակների (13 և 14) և մխոցակոթի (15) օգնությամբ տեղաշարժելով բաշխիչի (16) մխոցը (17): Վերջինս գրավում է նկ.5.8,բ (գ) դիրքը: Այս դեպքում յուղի մղիչից յուղը անցնելով մխոցի փորակով մղվում է ուժային հիդրոգլան (19), որը տեղակայված

լինելով կարգավորվող լծակների միջև, գույքանի շրջանակը դարձնում է զուգահեռ մշակվող մակերևույթին: Երբ ագրեգատի շրջանակը դառնում է զուգահեռ դաշտի մակերևույթին, կանգնակը (3) վերադառնում է իր նախքին դիրքին անջատելով շարժական կոնտակտը անշարժից: Ձգող ռելեյում վերանում է մագնիսական դաշտը, միտոցը գրավում է չեզոք դիրք (նկ.5.8-ի ա) վերացնելով ուժային գլանում լարվածությունը:



Նկ.5.8. Լանջերում հողամշակ մեքենաների աշխատանքային օրգանի խորության և ագրեգատի ուղղության կայունության կարգավորման ավտոմատ համակարգ

Առաջարկվող գյուտը ապահովում է լանջում աշխատող գյուղատնտոսական մեքենայի շրջանակի դիրքի ավտոմատ կարգավորումը, որով նպաստում մեքենայի ընթացքի խորության համաչափության և ՄՏԱ-ի ուղղույթի կայունության բարելավմանը [21]:



Նկ.5.9. Լանջերում հողամշակ մեքենաների աշխատանքային օրգանի խորության և ագրեգատի ուղղույթի կայունության կարգավորման ավտոմատ համակարգը աշխատանքի պահին

6.ԼԱՆՁԵՐՈՒՄ ՀՈՂԻ ՆՎԱԶԱԳՈՒՅՆ ՄՇԱԿՄԱՆ ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՄԻՋՈՑՆԵՐԻ ԱՐՏԱԴՐԱԿԱՆ ՓՈՐՁԱՐԿՈՒՄՆԵՐԻ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ ԵՎ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅՈՒՆԸ

Նոր մեքենայի արդյունաբերական խնդիրների լուծմանը նախորդում են նրա արտադրական փորձարկումների ճիշտ կազմակերպումը, նպատակ ունենալով վերջնականապես հաստատելու տեխնիկաշահագործական իրական պարամետրերը, վեր հանելով նաև հայտնաբերված թերությունները:

Մեքենայի արտադրական փորձարկումների ընթացքում որոշվում են.

- տեխնոլոգիական ցուցանիշները,
- շահագործական ցուցանիշները.
- հուսալիության և երկարակեցության ցուցանիշները.
- էներգետիկական ցուցանիշները և տեսակարար մետաղատարությունը,
- տեխնիկատնտեսական ցուցանիշները:

Արտադրությանն առաջարկվող լանջերի հողի կոմբինացված ագրեգատի արտադրական փորձարկումները անց են կացվել Հանրապետության Արակածոտն մարզի «Արագածի բերրիություն» ՓԲԸ ի դաշտերում:

Արտադրական փորձարկումները իրականացվել են տարբեր թեքություններ ունեցող լանջերում:

Արտադրական փորձարկումների ժամանակ չափվել են՝ բանող օրգանների ընթացքի խորությունները, գոնի վերջում ՄՏԱ-ի շեղումը առաջադրված ուղղությունից, ագրեգատի և առանձին իրանների ընդգրկման լայնությունները, ստուգվել է կոմբինացված ագրեգատի շրջանակի զուգահեռությունը մշակվող մակերևույթի նկատմամբ:

Փորձարկումների արդյունքներից պարզվեց որ մինչև 12⁰ թեքություններ ունեցող լանջերում ագրեգատի աշխատանքային օրգանների ընթացքի առաջադրված խորությունը փոփոխման չի ենթարկվում: Սկսած 12-13⁰ թեքություններից լանջով վերև գտնվող աշխատանքային օրգանների առաջադրված ընթացքի խորությունը սկսում է փոքրանալ:

Արտադրական փորձարկումները ցույց տվեցին որ լանջերի մշակման կոմբինացված ագրեգատը հիմնականում պահպանում է շարժման առաջադրված ուղղությունը, ագրեգատի շրջանակը պահպանում է զուգահեռությունը մշակվող մակերևույթի նկատմամբ, իրանների դիրքը շարժման ուղղության նկատմամբ մնում է անփոփոխ, փոփոխման չի ենթարկվում քարշային միջին դիմադրությունն, ապահովվում է ընթացքի խորության համաչափությունը, բարելավվում հողի մշակման տեխնոլագիական գործընթացը:

Շուկայական տնտեսության պայմաններում իրականացվող յուրաքանչյուր գործունեության նպատակն է՝ ապահովել որոշակի արդյունավետություն, որը հիմնավորելիս անհրաժեշտ է հաշվի առնել ներքին և արտաքին բոլոր գործոնների ազդեցությունը:

Լանջերի երկշերտ մշակման կոմբինացված ագրեգատի տնտեսական արդյունավետությունը գնահատվել է տարբեր թեքություններ ունեցող լանջերի մշակման ժամանակ, որպես բազային ընտրելով S-150+ՈՒՆԱ-3Ա հողի անթև մշակման կոմբինացված ագրեգատը:

ՄՏԱ-ի արտադրողականությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$W_{\Phi} = C_w \cdot V \cdot B \cdot \tau \quad \text{հա/ժամ},$$

որտեղ՝ V -ն ՄՏԱ-ի շարժման արագությունն է, մ/վրկ, B - ն՝ ընդգրկման լայնությունը, մ, τ -ն՝ հերթափոխի ժամանակի օգտագործման գործակիցը, C_w - ն՝ ՄՏԱ-ի շարժման արագության չափողականությունը հաշվի առնող գործակից, $C_w = 0.36$ երբ արագությունը չափվում է մ/վրկ -ով:

Առաջարկվող կախոցի համակարգով ՄՏԱ-ի տնտեսական արդյունավետության հաշվարկման համար որոշվում է շահագործական և բերված ծախսերը:

Շահագործական ծախսերը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$U = A + P + \Gamma + 3,$$

որտեղ՝ A -ն ամորտիզացիոն հատկացումների գումարն է,

P -ն՝ ընթացիկ նորոգման և տեխնիկական սպասարկման ծախսերը,

Γ -ն՝ վառելանյութի և քսայուղերի արժեքը,

3-ն՝ տրակտորիստ-մեքենավարի հիմնական և լրացուցիչ վարձատրությունը:

Ամորտիզացիոն հատկացումները հաշվարկվում է տրակտորի և հողամշակ մեքենայի հաշվեկշռային արժեքի ու դրանց ամորտիզացիոն նորմաների հիման վրա:

Տրակտորի և մեքենայի հաշվեկշռային արժեքները հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$B_T = II_T \cdot K, \quad B_{n.l.} = II_{n.l.} \cdot K,$$

որտեղ՝ II_T , $II_{n.l.}$ - տրակտորի և մեքենայի գնացուցակային գներն են /դրամ/, K - ն՝ գնացուցակային արժեքից հաշվեկշռային արժեքի բերման գործակիցը, $K=1,148$:

Ամորտիզացիոն հատկացումները հաշվարկվում են՝

$$A = \frac{B_T \cdot a_T}{100 \cdot T_T \cdot W_q} + \frac{B_{n.l.} \cdot a_{n.l.}}{100 \cdot T_{n.l.} \cdot W_q} \quad \text{բանաձևով,}$$

որտեղ՝ a_T , $a_{n.l.}$ - համապատասխանաբար տրակտորի և գյուղ մեքենայի ամորտիզացիոն նորմաներն են, $a_T = 18,5\%$, $a_{n.l.} = 12,5\%$, T_T - ն և $T_{n.l.}$ - ն համապատասխանաբար տրակտորի և հողամշակ մեքենայի տարեկան ծանրաբեռնվածությունն, $T_T = 1300$ ժամ, $T_{n.l.} = 650$ ժամ:

ՄՏԱ-ի ընթացիկ նորոգման և տեխնիկական սպասարկման ծախսերը հաշվարկվում է ելնելով հաշվեկշռային արժեքից և տարեկան մասնահանումների նորմայից՝

$$P = \frac{B \cdot r}{100 T \cdot W_q},$$

որտեղ՝ r -ը ընթացիկ նորոգման և տեխնիկական սպասարկման ծախսերի նորման է, $r=11\%$:

Վառելիքաքսայուղերի ծախսը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$F = \frac{N \cdot 0,8 \cdot C \cdot q}{100 \cdot W_q},$$

որտեղ՝ N - ը տրակտորի անվանական հզորությունն է (ձ. ուժ), q -ն՝ վառելանյութի տեսակարար ծախսը, $q = 185$ գ./ձ.ուժ.ժամ, C - ն՝ վառելանյութի և քսայուղերի կոմպլեքսային գինը, $C = 190$ դրամ:

Տրակտորիստ – մեքենավարի աշխատանքի վարձատրությունը՝

$$3 = \frac{C_q \cdot K}{W_q},$$

որտեղ՝ C_q - ն Տրակտորիստ – մեքենավարի ժամային տարիֆային դրույքն է, $C_q=430$ դրամ, K - ն՝ լրացուցիչ վարձադրությունը հաշվի առնող գործակից, $K=1,5$:

Բերված ծախսերը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$\pi = U + \varepsilon k,$$

որտեղ U - ն ուղակի շահագործական ծախսերն են, ε - ը՝ կապիտալ ներդրումների արդյունավետության գործակից, $\varepsilon=0,15$, k –ն՝ տեսակարար կապիտալ ներդրումները,

$$k = k_T + k_{nl}, \quad k_T = \frac{B_T \frac{T_{nl}}{T_T}}{W_T}, \quad k_{nl} = \frac{B_{nl}}{W_T},$$

W_T – ն ՄՏԱ-ի տարեկան արտադրողականությունն է,

$$W_T = W_{\text{ч.Тпл}} :$$

Նոր տեխնիկայի կիրառման դեպքում տնտեսական արդյունավետությունը հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով՝ $\Delta = (\pi_6 - \pi_n) \cdot W_n$, դրամ:

Աշխատանքային ծախսերը՝ $H = \frac{m+1}{W_q}$, մարդ. ժամ/հա, որտեղ m - ը օժանդակ բանվորների թվաքանակն է:

Աշխատանքային ծախսերի հարաբերական նվազեցումը՝ $\Delta_{\text{от}} = \frac{H_B - H_H}{H_B} 100\%$,

Շահագործական ծախսերի իջեցումը՝ $\Delta_{\text{с}} = \frac{U_B - U_H}{U_B} 100\%$:

Աշխատանքի արտադրողականությունը՝ $\Pi_B = \frac{W_q^B}{1+m}$, $\Pi_H = \frac{W_q^H}{1+m}$:

Արտադրողականության աճը՝ $\Delta_{\pi} = \frac{\Pi_H}{\Pi_B} 100\%$:

Վերոհիշյալ բանաձևերով հաշվարկված ՄՏԱ-ի օգտագործման արդյունավետության ցուցանիշները բերվում են աղյուսակ 6-1-ում:

Առաջարկվող լանջերի հողի երկշերտ մշակման ագրեգատի օգտագործման
արդյունավետության ցուցանիշները

Ցուցանիշը	չափի միավոր	տարբերակ	
		առաջարկ- վող	բազի- սային
Տրակտորի նոմինալ հզորությունը	ձ. ուժ	165	165
Վառելանյութի տեսակարար ծախսը	գր./ձ.ուժ ժամ	185	185
Տրակտորի տարեկան ծանրաբեռնվածու- թյունը	ժամ	1300	1300
Հողամշակ մեքենայի տարեկան ծանրա- բեռնվածությունը	ժամ	650	650
ՄՏԱ-ի արտադրողականությունը	հա/ժամ	2.85	2.5
ՄՏԱ-ի տարեկան արտադրողականությունը	հա	1852.5	1625
Ամորտիզացիոն հատկացումները	դրամ/հա	568.2	647.7
Ընթացիկ նորոգման և տեխ. սպասարկման ծախսերը	դրամ/հա	932	1268
Վառելանյութի և քսայուղերի կոմպլեքսային գինը	դրամ	237.5	270.8
Վառելանյութի և քսայուղերի արժեքը	դրամ/հա	20351.4	26448.7
Տրակտորիստ – մեքենավարի աշխատանքի վարձատրությունը	դրամ/հա	631.6	720.0
Շահագործական ծախսերը	դրամ/հա	22483.2	29084.4
Բերված ծախսերը	դրամ/հա	23778.7	30561.4
Տնտեսական արդյունավետությունը	դրամ/հա	19330.5	-
Աշխատանքային ծախսերը	մարդ.ժամ/հա	0.7	0.8
Աշխատանքային ծախսերի հարաբերական նվազեցումը	%	12.3	-
Շահագործական ծախսերի իջեցումը	%	22.7	-
Արտադրողականության աճը	%	14.4	-

Մեկ հա-ի հաշվով տնտեսական արդյունավետությունը կազմում է 19330.5դրամ:

ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՎ ԱՌԱՋԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Լանջերի հողի մշակման ժամանակակից տեխնոլոգիաները համահունչ չեն գիտատեխնիկական առաջընթացին՝ չեն արդարացվում ոչ էներգետիկական, ոչ տեխնոլոգիական տեսանկյունից. արագանում են քամու և ջրային էրոզիան, նվազում հողում օրգանական նյութերի պարունակությունը, զգալիորեն իջնում է միկրոօրգանիզմների կենսագործունեությունը: Արդյունքում, վատանում է հողի էկոլոգիական վիճակը, 20-30% - ով նվազում մշակաբույսերի բերքատվությունը:

2. Հողի բերրիության և մշակաբույսերի բերքատվության բարձրացման, ինչպես նաև էներգառեսուրսների և նյութական ծախսումների կրճատման համար անհրաժեշտ է կատարել լանջերի հողի մշակման տեխնոլոգիաների և տեխնիկական միջոցների արմատական վերափոխում՝ անթև, նվազագույն, զրոյական մշակումով, մի քանի գործընթացների համատեղումով՝ կոմբինացված ագրեգատների կիրառմամբ:

3. Լանջերի հողի մշակման տեխնոլոգիաներից լավագույնը նվազագույնն է, ինչը կանխարգելում է հողի էրոզիան, իջեցնում խոնավության գոլորշիացումը, բարձրացնում բերրիությունը և նվազեցնում էներգածախսերը: Հողի մշակման նվազագույն տեխնոլոգիաների կիրառմամբ ծախսումները կրճատվում են 2 - 6 անգամ:

4. Լեռնային երկրագործության, մասնավորապես՝ լանջերի հողի մշակման համար առաջարկվել է երկշերտ մշակման կոմբինացված ագրեգատ, էրոզիայի կանխարգելման, էներգախնայող, սկավառակային ունիվերսալ բանող օրգաններով, որոնց կիրառմամբ նվազում է հողի վերին շերտի փոշիացումը, ներքին շերտերի գերխտացումները, ապահովվում է փխրեցվող շերտի ջրակայունությունը, նվազում հողի էրոզիան, իսկ դրա հետ նաև՝ հերբիցիդների և այլ օգտակար օրգանական մնացորդների հեռացումը, բարձրանում հողի բերրիությունն ու մշակաբույսերի բերքատվությունը:

5. Մշակվել է առաջարկված բանող օրգանների կառուցվածքատեխնոլոգիական և հողի հետ ուժային փոխազդեցության հաշվարկի տեսություն, առաջադրված ագրոտեխնիկական պահանջներին համապատասխան: Ստացվել են առաջարկված

բանող օրգանների տեխնոլոգիական և կառուցվածքային պարամետրերի հաշվարկային արտահայտություններ և որոշվել են.

-ըստ մշակման խորության հարևան բանող օրգանների միջև լավագույն հեռավորությունները: Մասնավորապես, մշակման 0,15 մ խորության դեպքում բանող օրգանների միջև հեռավորությունը պետք է ընդունել 0,33 մ-ից ոչ ավել, իսկ 0,2 մ խորության դեպքում՝ ոչ ավել քան 0,41 մ: Անհրաժեշտ փխրեցման աստիճան ապահովելու համար փխրիչի բանող օրգանների միջև եղած հեռավորությունը չպետք է գերազանցի 0.45 մ-ը,

-փխրիչ-թաթիկի կառուցվածքային պարամետրերը ըստ հողային պայմանների: Այսպես, չոր սևահողերի մշակման համար՝ առաջադրված 2,5 մ/վ արագության և 0,15 մ մշակման խորությանը համապատասխան ագրոտեխնիկական պայմանների դեպքում, փխրիչի բանող օրգանի փովածքի անկյունը պետք է գտնվի 18-22° սահմաններում, իսկ կտրող եզրի երկարությունը չպետք է գերազանցի 0.2 մ-ը,

-սկավառակավոր ցաքանի մարտկոցներում բանող օրգանների միջև եղած հեռավորությունը, ինչպես նաև փխրիչի և սկավառակի տեղակայման հեռավորությունը՝ կախված դրանց կառուցվածքային պարամետրերից և ագրեգատի շարժման արագությունից, որով ապահովվում է հողի ագրոտեխնիկական պահանջներին համապատասխան փխրեցման աստիճան ($\eta \geq 75\%$):

6.Լանջում աշխատանքի ժամանակ հողամշակ ագրեգատի վրա առաջանում են կողային ուժեր, որոնք մեծանում են լանջի թեքության անկյան մեծացմանը զուգընթաց: Արդյունքում՝ ագրեգատը պտտվում է ակնթարթային կենտրոնի շուրջ, փոխվում է բանող օրգանների դիրքը շարժման առաջադրված ուղղության նկատմամբ, որն իր ազդեցությունն է թողնում ագրեգատի քարշային դիմադրության բարձրացման և հողի մշակման գործընթացի վատացման վրա:

7.Լանջով աշխատող կոմբինացված ագրեգատով կատարված գիտափորձնական հետազոտություններով հաստատվել է.

-կախված լանջի թեքությունից և ագրեգատի շարժման արագությունից՝ փոփոխվում է բանող օրգանների ընթացքի խորությունը: Լանջի մեծ անկյունների դեպքում արագության մեծացումը հանգեցնում է մշակման խորության ինտենսիվության նվազման,

-լանջի թեքության և սկավառակների գրոհի անկյան մեծացման դեպքում հարևան սկավառակներով բացված ակոսների միջև առաջացած չմշակված թմբիկների բարձրությունները փոքրանում են, և մեծանում՝ բանող օրգանների միջև եղած հեռավորության մեծացմանը զուգընթաց, իսկ հողի փաստացի փխրեցման աստիճանը լանջի թեքության մեծացման ժամանակ փոքրանում է, և մեծանում՝ գրոհի անկյան մեծացման դեպքում: Այսպես, լանջի թեքության $6 - 13.6^\circ$ փոփոխման դեպքում չմշակված թմբիկների բարձրությունը մեծանում է. 15° գրոհի անկյան դեպքում 32-52 մմ (28 %-ով), 20° -ի դեպքում՝ 35-45 մմ (22%-ով), 25° -ի դեպքում՝ 32-21 մմ (9 %-ով), իսկ փխրեցման աստիճանը. 15° գրոհի անկյան դեպքում նվազում է 69-55 % (20%-ով), 20° -ի դեպքում՝ 78-68% (13%-ով), 25° -ի դեպքում՝ 89-76 % (10%-ով): Առաջարկվող սկավառակավոր բանող օրգաններով հողի մշակման դեպքում չմշակված թմբիկների բարձրությունը մոտ երկու անգամ փոքր է ստացվում, քան արտադրության սկավառակավոր ցաքաններով մշակելիս: Այսպես, լանջի թեքության $6 - 13.6^\circ$ փոփոխման դեպքում չմշակված թմբիկների բարձրությունը մեծանում է. 15° գրոհի անկյան դեպքում 21-24 մմ, 20° – ի դեպքում՝ 23-27 մմ, 25° -ի դեպքում՝ 24-21 մմ, իսկ փխրեցման աստիճանը. 15° գրոհի անկյան դեպքում նվազում է 90.5-79 %, 20° -ի դեպքում՝ 95-86 %, 25° - ի դեպքում՝ 97-88 %:

-լանջի թեքության և ագրեգատի շարժման արագության մեծացումը հանգեցնում են ագրեգատի ընդգրկման լայնության փոփոխության, ընդ որում, լանջի թեքության $6 - 13.6^\circ$ փոփոխման դեպքում ընդգրկման լայնության շեղումը 6 կմ/ժ արագության դեպքում կազմում է 15 մմ, 9 կմ/ժ-ի դեպքում՝ 27 մմ, իսկ 12 կմ/ժ-ի դեպքում՝ 36 մմ: Կախված գործի երկարությունից՝ լանջի թեքության մեծացումը բերում է նաև ագրեգատի առաջադրված ուղղությունից շեղման, ընդ որում՝ լանջի թեքության մեծ անկյունների դեպքում այն աճում է ավելի կտրուկ,

-ինչպես լանջի թեքության, այնպես էլ ագրեգատի շարժման արագության մեծացումը հանգեցնում է ագրեգատի քարշային դիմադրության նվազեցման. լանջի թեքության $6-13.6^\circ$ փոփոխման դեպքում քարշային դիմադրությունը նվազում է 1.8 կՆ-ով, իսկ շարժման արագության 6-12 կմ/ժ մեծացման դեպքում ագրեգատի քարշային դիմադրությունը նվազում է 3.4 կՆ-ով: Գիտափորձնական հետազոտություններով հաստատվել է, որ լանջում ագրեգատի քարշային դիմադրության նվազումը մշակման միջին խորության փոքրացման հետևանք է:

8.Լանջի մշակման ագրեգատների շահագործական ցուցանիշների լավարկման համար առաջարկվել է տրակտորի կախոցի համակարգի փոփոխություն. կարգավորիչ լծակը փոխարինվել է ուղղիչ հիդրոգլանով, իսկ տրակտորիստ-մեքենավարի աշխատանքի լարվածության թեթևացման և հողամշակ մեքենաների շրջանակի դիրքը ավտոմատ եղանակով կարգավորելու նպատակով մշակվել է հողամշակ մեքենաների ընթացքի խորության համաչափության և ագրեգատի ուղղույթի կայունության կարգավորման ավտոմատ համակարգ, որը հանգեցնում է ՄՏԱ-ի ուղույթի կայունության բարելավման 88-92%-ով:

9.Լանջերի հողի շերտավոր մշակման կոմբինացված ագրեգատի արտադրական փորձարկումների արդյունքներով հիմնավորված տնտեսական արդյունավետությունը կազմում է 19330.5 դրամ/հա:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Բազիկյան Ն.Ա., Եսոյան Ա.Մ., Տոնապետյան Պ.Ա. Վարի ագրեգատի կինեմատիկան լանջերում // Տեղեկատվական տեխնոլոգիաներ և կառավարում, №4, Եր., 2001: - էջ 38-44:
2. Բազիկյան Ն.Ա., Տոնապետյան Պ.Ա., Հովհաննիսյան Ա.Ա., Վարդանյան Վ.Ա. Լանջերի հակաէրոզիոն փխրիչի աշխատանքային օրգան // ՀՀ մտավոր սեփականության գործակալություն: Արտոնագիր թիվ 2207A, Եր., 2008:
3. Բազիկյան Ն.Ա., Տոնապետյան Պ.Ա., Վարդանյան Վ.Ա.- Լանջով աշխատող տրակտորի հզորության կորուստը // Материалы международной научной конференции. Охрана и использование водных ресурсов южно-кавказского региона. Ереван ГАУА, 2009. С.3-7.
4. Բազիկյան Ն.Ա., Տոնապետյան Պ.Ա., Եսոյան Ա.Մ., Առաքելյան Ա.Ա. Սկավառակավոր աշխատանքային օրգան // ՀՀ մտավոր սեփականության գործակալություն: Արտոնագիր թիվ 195Ս, Եր., 2010:
5. Բազիկյան Ն.Ա., Տոնապետյան Պ.Ա., Եսոյան Ա.Մ, Տոնապետյան Ա.Պ. Լանջերի հողի շերտավոր մշակման ագրեգատ // ՀՀ մտավոր սեփականության գործակալություն: Արտոնագիր թիվ 256Ս, Եր., 2011:
6. Բազիկյան Ն.Ա., Տոնապետյան Պ.Ա. Եսոյան Ա.Մ. Լանջերի մշակման փխրիչի աշխատանքային օրգան // ՀՀ մտավոր սեփականության գործակալություն: Արտոնագիր թիվ 2972A, Եր., 2015:
7. Բազիկյան Ն.Ա., Հովհաննիսյան Ա.Ա., Սիմոնյան Ա.Մ., Մելիքյան Վ.Զ., Տոնապետյան Պ.Ա. Տրակտորային ագրեգատների տատանումների մարման սարք // ՀՀ մտավոր սեփականության գործակալություն: Արտոնագիր թիվ 2144A2, Եր., 2008:
8. Գրիգորյան Շ.Մ., Բազիկյան Ն.Ա., Եսոյան Ա.Մ., Տոնապետյան Պ.Ա. Լանջերում հողամշակ մեքենաների ընթացքի խորության համաչափության և ագրեգատի ուղղույթի կայունության կարգավորման հարմարանք // ՀՀ մտավոր սեփականության գործակալություն: Արտոնագիր թիվ 879, Եր., 2001:

- 9.Գրիգորյան Շ.Մ. Գյուղատնտեսական կուլտուրաների մշակությունը ինտենսիվ, արդյունաբերական, էներգախնայող և հողաշապաշտպան տեխնոլոգիաներով //Գիտություն և արտադրություն №6, Եր., 1991: էջ 65-73:
- 10.Գրիգորյան Շ.Մ., Թարվերդյան Ա.Պ., Խաչատրյան Ա.Ց., Պետրոսյան Դ.Պ.
Մաթեմատիկական վիճակագրության տարրերը և գիտափորձերի պլանավորման տեսությունը: Եր., Աստղիկ, 2001:- 210 էջ:
- 11.Գրիգորյան Շ.Մ., Խաչատրյան Ա.Ց., Մինասյան Ռ.Ս. Երկրագործական մեխանիկա, Երևան, ՀԳԱ, 1998: – 320 էջ:
- 12.Եսոյան Ա.Մ., Տոնապետյան Պ.Ա. Գութանի տեխնոլոգիական առանձնահատկությունները լանջերում աշխատելիս //Ագրոգիտություն №3, Եր., 2001:- էջ 180-183:
- 13.Եսոյան Ա.Մ., Տոնապետյան Պ.Ա. Կախովի գութանի քարշային դիմադրությունը լանջերում //Ագրոգիտություն № 12, Եր., 2001:- էջ 622-624:
- 14.Եսոյան Ա.Մ, Տոնապետյան Պ.Ա., Ալոյան Ա.Ն. Լանջի երկայնական ուղղությամբ թրթուրավոր մեքենայի շարժման հետազոտումը //Տեղեկատվական տեխնոլոգիաներ և կառավարում №2, Եր., 2005: էջ -62-65:
- 15.Եսոյան Ա.Մ., Տոնապետյան Պ.Ա., Բազիկյան Է.Ն.- Տրակտոր-փխրիչ ագրեգատի կախոցի կատարելագործումը լանջերում աշխատելու համար // Ագրոգիտություն № 9-10, Եր., 2005:- էջ 454-458:
- 16.Եսոյան Ա.Մ., Տոնապետյան Պ.Ա., Մկրտչյան Հ.Դ. Ճակատային գութանի ուժային վերլուծությունը ոչ կապակցված հողերի վարի դեպքում // Ագրոգիտություն №1-2, Եր., 2013:- էջ 97-102:
- 17.Եսոյան Ա.Մ., Տոնապետյան Պ.Ա., Ալավերդյան Մ.Ա., Մկրտչյան Հ.Դ. Ոչ կապակցված հողերի ճակատային գութան //ՀՀ մտավոր սեփականության գործակալություն: Արտոնագիր թիվ 2740A, Եր.,2013:
- 18.Եսոյան Ա.Մ. Վարի ագրեգատի դինամիկատեխնոլոգիական կայունությունը հողի մեքենայական դեգրադացման կանխարգելումով, Երևան, ՀՊԱՀ, Եր., 2006:-180էջ:
- 19.Թարվերդյան Ա.Պ., Եսոյան Ա.Մ. Տոնապետյան Պ.Ա. - Վարի ագրեգատի լանջերում աշխատանքի մաթեմատիկական մոդելը // Տեղեկատվական տեխնոլոգիաներ և կառավարում №2, Եր., 2003:- էջ 99-112:

- 20.Թարվերդյան Ա.Պ., Եսոյան Ա.Մ. Տոնապետյան Պ.Ա. Լանջերում աշխատող կախովի գութանի և հողի փոխազդեցության ուժային վերլուծությունը// Տեղեկատվական տեխնոլոգիաներ և կառավարում №2, Եր., 2003:- էջ 87-97:
- 21.Թարվերդյան Ա.Պ., Գրիգորյան Շ.Մ., Եսոյան Ա.Մ., Տոնապետյան Պ.Ա., Առաքելյան Ա.Ա. Լանջերում հողամշակ մեքենաների աշխատանքային օրգանի խորության և ագրեգատի ուղղույթի կայունության կարգավորման ավտոմատ համակարգ //ՀՀ մտավոր սեփականության գործակալություն: Արտոնագիր թիվ 1524A2, Եր., 2004:
- 22.Վիրաբյան Մ., Եսոյան Ա.Մ. Տոնապետյան Պ.Ա.- Լանջում աշխատող ճակատային գութանով վարի ագրեգատի շարժման դինամիկան //Վանաձորի Հ. Թումանյանի անվան պետական մանկավարժական ինստիտուտի գիտական նյութերի ժողովածու, Վանաձոր 2005: - էջ 394-402:
- 23.Տոնապետյան Պ.Ա.- Գութանի պտտման ակնթարթային կենտրոնի դիրքի փոփոխության ազդեցությունը ՄՏԱ-ի շարժման կայունության վրա //Ագրոգիտություն №7-8, Եր., 2002:- էջ 365-368:
- 24.Տոնապետյան Պ.Ա.- Փխրիչ քարշային դիմադրության նվազեցման ուղիները //Տեղեկատվական տեխնոլոգիաներ և կառավարում №2, Եր., 2010:- էջ 258-262:
- 25.Տոնապետյան Պ.Ա. Փխրիչ սլաքաձև թաթիկի երկրաչափական պարամետրերի հիմնավարում// Ագրոգիտություն №9-10, Եր., 2010: - էջ 437-440:
- 26.Տոնապետյան Պ.Ա. Լանջով աշխատող փխրիչի ընթացքի խորության կայունությունը // Ագրոգիտություն №1-2, Եր., 2011:- էջ 97-99:
- 27.Տոնապետյան Պ.Ա. Փխրիչ թաթիկների և սկավառակների տեղակայումը կոմբինացված ագրեգատում// Ագրոգիտություն №9-10, Եր., 2011:- էջ 540-542:
28. Տոնապետյան Պ.Ա. Գութանի ընթացքի խորության համաչափությունը և ագրեգատի ուղղույթի կայունությունը լանջերում//Թեկնածուական ատենախոսության սեղմագիր, Եր., 2004: 18էջ:
29. Абрамов Н.В. Проблемы плодородия почв в современных агроландшафтах и пути их решения. // Плодородие почв и ресурсосбережение в земледелии. Тюмень: Изд-во Тюм. с.-х. акад., 2003.-С.11-19.
- 30.Абрамов Н.В. Проблемы плодородия почвы и пути её решения в современных условиях //Вестник ТГСХА № 1. 2002. - С. 3 - 11.

31. Акмаров П.Б. Эффективность использования производственных ресурсов коллективными хозяйствами // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий №4. 2002. - С.14-15.
32. Алферьев В.П. Организация материально-технического снабжения АПК в новых условиях хозяйствования. М.: Агропромиздат, 2007. – 193с.
33. Апарин И.В. Организационно экономический механизм государственного регулирования АПК региона в условиях многоукладной экономики. Барнаул, 2000. - 218 с.
34. Артоболевский И.И. Теория механизмов. М., Наука, 1965.- 638с.
35. Амбарцумян В.Х. Буксование гусеничного трактора на поперечном склоне // Известия с.х наук №4, 1959. 7с.
36. Адлер Ю. П., Марков Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976.- 279с.
37. Ахназарова С. Л., Кафаров В.В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии – М., Высш. Шк., 1985. – 227с.
38. Базилян Н.А. Динамико-технологические основы разработки склоновых машино-тракторных агрегатов, Ереван, Гитутюн, 1998. - 184 с.
39. Базилян Н.А., Тонапетян П.А., Егиазарян Р.Я. Оптимизация параметров почвообрабатывающего агрегата для послойной обработки склонов // Известия ГАУА №0 4, Ер. 2011. С.91-95.
40. Базилян 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.
41. Базилян Н., 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.
42. Базилян Н.А., Есоян А.М., Алоян А.М. Ходовая часть гусеничного трактора // Патент РА 222, Промышленная собственность, 1, 1996.
43. Баркин А.И., Баркин А.И., Зеленцовский А.Л., Пакшин. П.В. Абсолютная устойчивость детерминированных и стохастических систем управления– М.: Изд-во МАИ, 1992.–304с.
44. Базаров Е.И., Широков Ю.А. Агрозооэнергетика. – М.: Агропромиздат, 1987. – 156с.

- 45.Базаров М.К., Огородников П.И. Мах информации при min сложности методов количественного анализа.// Пособие начинающему исследователю. Екатеринбург, 2008. – С.197-205.
- 46.Бараев А. И., Волков С. Д. Удобрение в почвозащитной системе земледелия. Агрохимия № I, М.1973. 36 с.
- 47.Бараев А.И., Зайцева А.Н. Плодородие почв улучшается //Земледелие №4, М.1974.- С.29-31.
- 48.Барабашюк В.И., Креденцер Б.П., Мирошниченко В.И. Планирование эксперимента в технике. К.: Техника, 1984. – 200с.
49. Барышева Г. А., Нехорошев Ю. С. Российское сельское хозяйство: 150 лет перманентных реформ и их последствия. раздел 3.6. Техника. материалы к публичным лекциям, Эксперт, № 35, 2003. -34с.
- 50.Барский И.Б. Барский И.Б. Конструирование и расчет тракторов. М.: Машиностроение, 1980.– 335 с.
- 51.Бахтин П.У. Исследования физико-механических и технологических свойств основных типов почв СССР. М.: Колос, 1969. - 271 с.
- 52.Бахтин П.У. Физико-механические и технологические свойства почв. М.: Знание, 1971.- 64с.
- 53.Бледных В.В. Устройство, расчет и проектирование почвообрабатывающих орудий. Челябинск, ЧГАА, 2010. - 213с.
- 54.Бойко И.И. Значение рельефа в агротехнике и трактороиспользовании. М., 1938.- 100 с.
- 55.Вагин А.Т. К вопросу обоснования параметров рабочих органов для основной обработки почв// Труды УНИМЭСХ нечерноземной зоны СССР, Т.16, Минск, 1967.- С.57-98.
- 56.Веденяпин Г.В. Некоторые способы борьбы с эрозией почв//Труды Сталинградский СХИ,Т.1, Сталинград 1950. - С. 20-25.
- 57.Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных. М., Колос, 1973. – 199 с.
- 58.Вилде А.А. Бесплужная обработка почвы // Материалы 3-й научно-практической конференции. Экология сельскохозяйственная техника Т.2. Санкт-Петербург, СЗНИИМЭСХ, 2002. – С. 54 – 60.
- 59.Воробьева С.А. Земледелие: Учебник для студентов высших учебных заведений. М.: Агропромиздат, 1991. -527с.
60. Гаспарян Э.С. Исследование динамических показателей колесного тракторного агрегата при работе на склонах. Автореферат канд.дисс. Ер., 1972.-23с.

- 61.Гавашвелишвили А.А. Устройство для предотвращения сползания сельскохозяйственных орудий при работе на склонах. Авторское свидетельство СССР № 298270. -1971.
62. Горячкин В.П. Собрание сочинений, 2-е изд. т. 1-3, М.: Колос, 1965. - 192 с., 455с, 384с.
63. Горячкин В.П. Общая теория орудий. Собрания сочинений, т. 6, М.: Сельхозгиз, 1948г.- 298с.
- 64.Горин В.Л. Управление агропромышленным производством (теория и практика). Белгород: Крестьянское дело. 2004 - 376с.
- 65.ГОСТ 54783-2011. Испытание сельскохозяйственной техники-М.: Стандартинформ, 2012.- 24с.
- 66.ГОСТ 11.004-94. Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров нормального распределения. М.: Издательство «Экзамен», 2004.- 20с.
- 67.ГОСТ 7057-81 Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний, М.: ИПК издательство стандартов. 1998.- 17с.
- 68.Двали Р.Р. О работе гусеничного сельскохозяйственного трактора на склоне. Тбилиси, Техника да Шрома, 1950. - 78 с.
- 69.Двали Р.Р., Махалдани В.В. Механическая тяга в горной местности. М., Наука, 1970.- 233с.
70. Двали Р.Р. К вопросу механизации горного земледелия. Тбилиси: АН Груз. 1964. - 62 с.
- 71.Долинский Е.Ф. Обработка результатов измерений. М.: Издательство стандартов, 1973. – 192 с.
- 72.Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А. М. Практикум по земледелию - 2-е изд., перераб. и доп. - М., Агропромиздат. 1987. - 383 с.
- 73.Джамбов В. Исследование о работе машин для глубокой рыхление. //Сельскохозяйственная техника № 4. Венгр. 1979 год. – С.3-9.
- 74.Евстратова В.Ф., Шварца А.Г. Планирование эксперимента и применение вычислительной техники в процессе синтеза резины. М.: Химия, 1970. - 255с.
- 75.Ермаков С.М., Жиглявский А.А. Математическая теория оптимального эксперимента. М: Наука, 1987. -320 с.
- 76.Есоян А.М., Тонапетян П.А. Рабочая ширина захвата плуга и ее изменение при работе на склонах. //Сб.науч.тр.Акад.СХН Грузии, Тб.: 2003.- С.74-81.
- 77.Есоян А.М., Тонапетян П.А. Изменение координат центра сопротивления плуга на склонах.//Сб.науч.тр.Акад.СХН Грузии, Тб.: 2002.-С.81-87.

- 78.Есоян А.М., Тонапетян П.А., Аракелян А.А. К теории оптимизации параметров сферических дисков почвообрабатывающих машин. Ереван: Известия ГАУА № 2, 2006.- С.59-62.
- 79.Есоян А.М. Движение пласта, оборачиваемого в собственной борозде на склонах. Сб. науч. Тр. НИИМЭСХ Грузии. Тбилиси: 2004.- С.198-201.
- 80.Желиговский В.А. Проблемы механизации в сельском хозяйстве. М.: Молодая гвардия, 1953. - 32 с.
- 81.Желиговский В.А. Элементы теории почвообрабатывающих машин и механической технологии с.х. материалов Тб.: Груз. СХИ. 1960. - 146 с.
82. Жук З.Я., Победоносцев А.Ю. Концепция и возможные направления развития технологий и техники сельскохозяйственного производства. //Тракторы и сельскохозяйственные машины № 1. М. 1992. - С.1-6.
- 83.Жук А.Ф. Обоснование комплекса почвообрабатывающих агрегатов с электроприводом рабочих органов.//Механизация и электрификация сельского хозяйства №2. М.1984. - С.33-36.
- 84.Завалишин Ф. С., Мацнев М.Г. Методы исследований по механизации сельскохозяйственного производства. М.:Колос. 1982.-231с..
- 85.Зажигаев Л.С., Кишьян А.А., Романиков Ю.И. Методы планирования и обработки результатов физического эксперимента. М.: Атомиздат. 1978. - 231с.
- 86.Заславский М.Н. Характеристика природных условий для обоснования почвозащитных мероприятий. //В кн.: Водная эрозия почв и борьба с ней. М.: Колос, 1977. - С.23-41.
87. Заславский М.Н. Методические вопросы оценки факторов, определяющих эрозионную опасность земель. //В кн.: Эрозионные процессы в Сибири. - Новосибирск, 1978.- С.5-32.
88. Заславский М.Н., Каштанов А.Н. Почвозащитное земледелие. -М.: Россельхозиздат, 1979. 207с.
89. Зельцер В.Я. Исследование почвенного руля определение возможности его применения при культивации на склонах. Дис. . канд. техн. наук. Кишинев, 1965. -178с.
90. Зеленин А.Н., Карасев Г.Н., Красильников Л.В. Лабораторный практикум по резанию грунтов. М.: Высшая школа, 1969.- 310с.
91. Ижик Н.К. Полевая всхожесть семян. Биология, экология, агротехника. Киев: 2007.-200с.
92. Кант Г.Т. Земледелие без плуга, предпосылки, способы и границы прямого посева при возделывании зерновых культур. М.: Колос,1980-158с.

93. Караханян К.Г. Развитие сельскохозяйственной техники для горного земледелия. Книга, с/х машин и орудия. Выпуск 2, М: ЦНИИТЭИ, 1984. -58 с.
94. Кацыгин В.В. О закономерности сопротивления почвы сжатию.//Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства № 4, М.1962. - С. 28–31.
95. Каштанов А.Н., Заславский М.Н. Почвоводоохранное земледелие. М.: Россельхозиздат, 1984. - 496с.
96. Кашин В.И., Кротов А.М. Некоторые направления совершенствования техники для садоводства.//Тракторы и сельскохозяйственные машины № 10, М.1999.- С.23-26.
97. Калоев А.В., Калоев Х.А., Кудзиев К.Д. Методология и средства возрождения горного сельского хозяйства. Владикавказ:Алания,1999.-256с.
98. Кереселидзе Ш.Я. О современных направлениях разработки и создания трактора-склонохода.//Доклад на семинаре по машинам для горного земледелия. Тбилиси-1973, с14-28.
99. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. М.: Колос, 1980.-671с.
100. Клоков А.А. Статистическая оценка урожая картофеля и его качество. // Учёные записки Гродненского государственного сельскохозяйственного института. Вып.6, Гродно: 1996. - С.119-121.
101. Ковриков И. Т. Эксплуатация машинно-тракторного парка: учебное пособие по лабораторно-практической части курса "Механизация сельскохозяйственного производства". Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2003. - 60с.
102. Ковриков И.Т. Основы научных исследований. – Оренбург, Издательский центр ОГАУ, 1999. – 208 с.
103. Кирюшин В.И. Минимизация обработки почвы: итоги дискуссии //Земледелие №4, М.2007.-С.28-30.
104. Киселев С.А., Панов А.И. Расчет почвообрабатывающих машин с активным приводом. М.: Отпечатано в типографии Московского государственного агроинженерного университета им. В. П. Горячкина, 2000. - 17с.
105. Кряжков В.М., Спирин А.П., Сизов О.А. Энергосберегающие технологии в земледелии, М.: Информагротех, 1998. – 36 с.
106. Ксенович И.П., Русанов В.А. Проблема воздействия движителей на почву: некоторые результаты исследований. //Тракторы и сельскохозяйственные машины №1, М. 2000. - С.15-20.
107. Кулен А., Куиперс Х. Современная земледельческая механика. Пер. с англ. А.Э. Габриэляна, М.: Агропромиздат, 1986. – 349 с.

108. Кутьков Г.М., Черепухин В.Д., Надыкто В.Т., Габай Е.В., Лукерчик Л.М. Исследование МЭС в составе широкозахватного МТА на возделывании пропашных культур. //Тракторы и сельскохозяйственные машины № 10-12, М.1992. -С. 8-10.
109. Кушнарев В.В., Погорелый Л.В. Методологические предпосылки выбора способа обработки почвы. // Техника АПК №1, М.2008.- С.17-21.
110. Левин С.А. Исследование работы навесного пахотного агрегата на склонах. Автореферат кандидатской диссертации. М. 1961, с218.
111. Летошнев М.Н. Сельскохозяйственные машины: теория, расчет, проектирование и испытание: учебное пособие 3-е изд., перераб. и доп. - М. СЕЛЬХОЗГИЗ, 1955. - 764с.
112. Листопад Г.Е. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины – М. Агропромиздат, 1986.-688с.
113. Лобачевский Я.П., Колчина Л.М. Современное состояние и тенденции развития почвообрабатывающих машин. М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2005. -116 с.
114. Логинов В.Н. Электрические измерения механических величин. М.:Энергия.1976.-104с.
115. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул: Учебное пособие. М.: Высшая школа, 1982. -224с.
116. Манасарян Г.Г. Базилян Н.А. Положительное решение от 4.05.95 управления по делам изобретения при правительства РА по заявке 00302.
117. Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. Т. 24, М.:Политиздат.1961.-657с.
118. Маслов Г.Г, Небавский В.А. Нулевая обработка–экономия затрат. //Сельский механизатор №3, М.2004. -С.34-35.
119. Международное совещание по разработке научных основ системы машин для горных и предгорных районов. Софя: Издательство АН Болгарии, 1963.-154с.
120. Международное совещание по разработке научных основ системы машин для горных и предгорных районов. Издательство АН Болгарии, Софя, 1965.-126с.
121. Международное совещание по разработке научных основ системы машин для горных и предгорных районов. Софя: Издательство АН Болгарии, 1967.- 127с.
122. Мельников С.В., Алешкин В.Р., Рошин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. Ленинград: М. Колос, 1980.-168с.
123. Механизация сельского хозяйства за рубежом. М.: 1957.- 112с.
124. Мельников Д.И. К определению устойчивости направления движения трактора // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства № 2. М. 1964.- С.49-50.

125. Миндрин А.С. Энергосбережение в сельском хозяйстве. //Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий №5, СПб., 2006. - С.11-14.
126. Михайлов А.В. Обоснование методики повышения эффективности эксплуатации колесных тракторов класса 1,4: дис. канд. техн. наук: Оренбург, 2004. – 233 с.
127. Мирзоев Э.С. Подбор тракторов и основных сельскохозяйственных машин для горного земледелия. Баку: Азернешр, 1963.-60с.
128. Мирзоев Э.С. Влияние выполнения технологического процесса на его устойчивость в направлении движения поперек склона.- Уч. зап. Азерб. СХИ, VI, 1970.-С.31-37.
129. Монтгомери Д.К. Планирование эксперимента и анализ данных:(пер. с англ.) Л.: Судостроение, 1980. - 380 с.
130. Моргун Ф. Т. Обработка почвы и урожай.2-изд., М.: Колос, 1981.-288с.
131. Мchedлидзе К.М. Исследование технологического процесса вспашки на склонах оборотными плугами, автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Тбилиси: Груз. с.-х. ин-т., 1968.-47с.
132. Надыкто В.Т. Дополнительные требования к энергосредству при прокладке постоянной технологической колеи. //Тракторы и сельскохозяйственные машины №7, М.1999.-С.16-17.
133. Надыкто В.Т. Основы агрегатирования модульных энергетических средств. Мелитополь: КП «ММД», 2003. – 240 с.
134. Надыкто В.Т. Основы возделывания сельскохозяйственных культур с применением постоянной технологической колеи. Акимовка: Издательство АО ХТЗ, 1996. –104с.
135. Нехамкин А.Н., Торилов В.Е., Михайлов О.В. Инновационный менеджмент в аграрной экономике. Учебное пособие. Брянск: изд. Брянской ГСХА, 2001. - 408 с.
136. Новиков Ю. Ф. Беседы о сельском хозяйстве.М: "Молодая гвардия", 1978.- 208 с.
137. Овсинский И.Е. Новая система земледелия. Перепечатка публикации 1899 г. (Киев, тип. С.В. Кульженко) Новосибирск: АГРОСИБИРЬ, 2004. – 86 с.
138. Огороков Н.И. Требования механизации к организации территории колхозов. М.: Сельхозгиз, 1952.- 103с.
139. Огороков Н.И. Землеустройство и механизация сельского хозяйства. М.: Сельхозгиз, 1954.-220с.
140. Орловой Л.В. Научно-практическое руководство по освоению и применению технологий сберегающего земледелия. М.: Евротехника, 2004.- 116 с.
141. ОСТ 10 2.2 – 2002. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы энергетической оценки. [Введен 2003-03-03]. – М.: Госстандарт России, 2003. – 16 с

142. ОСТ 10 4.1 – 2001. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для глубокой обработки почвы. Методы оценки функциональных показателей. М.: Издательство стандартов, 2001. – 214с.
143. Панов И.М., Ветохин В.И. Физические основы механики почв - К.: Феникс, 2008.- 266с.
144. Панченко А.Н. Теория измельчения почв почвообрабатывающими орудиями. Днепропетровск: Днепропетр. гос. агр. ун-т., 1999. – 140с.
145. Патент США 3645586, 1973.
146. Проблема механизации сельскохозяйственного производства в горных районах. Доклад французской делегации (Антон-франция), ООН. Европейская экономическая комиссия, комитет по вопросам сельского хозяйства. Перевод с французского, 1961.
147. Пупонин А. И., Матюк Н.С. Депрессия урожая сельскохозяйственных культур при уплотнении почвы и приемы ее снижения. // Сб. научных трудов ВИМ. Т.118., 1988. С.75-86.
148. Размыслович И.Р., Филиппов А.И. О точности измерений компонентов картофельного вороха.//Агропанорама №23, 2004.- С.24-25.
149. Ревут И. Б. Физика почв. Изд. 2-е дополн. и переработ. Л.: Колос, 1972.-368 с.
150. Регуш В.В., Пацкалев А.Ф. Восстановление и развитие технического потенциала сельского хозяйства. М.: РАСХН, 2003. – 284 с.
151. Румянцев А.В., Орлова Л.В., Кузьмин В.Н. Опыт внедрения ресурсосберегающих технологий производства зерна в Самарской области. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. - 64 с.
152. Рупошев А. Р. Ресурсосбережение при производстве растительного сырья // Аграрное решение №4, 2011. С.26-31.
153. Русанов В.А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути ее решения. М.: ВИМ, 1998. – 368 с.
154. Русанов В.А. Воздействие движителей на почву: направление решения проблемы.//Вестник сельскохозяйственной науки №3,1992.-С.36-49.
155. Сакун В.А. Закономерности развития мобильной с/х техники.-М.: Колос,1994.-159с.
156. Саранин К. И., Шептухов В. Н. Методика полевых исследований почвы при глубоком рыхлении. // Вестник сельскохозяйственной науки, № 4, М.1985.- С. 23-27.
157. Сборник иностранной сельскохозяйственной информации, № 5, 1957.-С.18-23.
158. Сидоров М.И., Зезюков Н.И. Земледелие на черноземах. Воронеж: ВГУ, 1992. - 184 с.
159. Синееков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. М.: машиностроение, 1977г.-328 с.

160. «Системы сберегающего земледелия и возделывания культур. Обработка пожнивных остатков в системе «No-till» (гребневой обработки почвы, обработки почвы с использованием мульчи, в системе полосной обработки почвы)», MVPS-45, второе издание, 2000.-132 с.
161. Скорняков С. М. Плуг: крушение традиций – М.: Агропромиздат, 1989.-176с.
162. Скорняков С.М., От шумеров до наших дней. М.:Россельхозиздат, 1977.-272с.
163. Скотников В.А., Машенский А.А., Солонский А.С. Основы теории и расчета трактора и автомобиля, М.: Агропромиздат, 1986.-383с.
164. Соболев С.С. Защита почв от эрозии и повышение их плодородия. — М.: Сельхозиздат, 1961. -231с.
165. Советов А. В. О системах земледелия. М.: Изд. стереотип. 2015. -192 с.
166. Спирин Н.А., Лавров В.В. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента.- Конспект. – Екатеринбург ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. –257 с.
167. Статистические методы обработки эмпирических данных. Рекомендации. М.: Издательство стандартов, 1976.- 230 с.
168. Тарвердян А.П., Тонапетян П.А. Сопротивление рабочего органа рыхлителя с затупленным лезвием: Вестник АПК Ставрополя № 1(17), Ставрополь 2015.-С.55-57.
169. Тарвердян А.П. Применение теории вибрации в земледельческой механике. Ереван, Гитутюн, 2014.-385с.
170. Таскери Э. Механизация сельскохозяйственных работ в холмистой местности. Международная выставка „Современные сельскохозяйственные машины и оборудование”, М. ВЕДНХ, 16-29 мая 1966.
171. Терещенко В.В., Бардак Н.И., Шиленко П.Ю. Влияние различных способов основной обработки почвы на агрофизические свойства чернозема выщелоченного и урожайность зерна в звене севооборота кукуруза – озимая пшеница //Агроэкологический мониторинг в земледелии Краснодарского края: Труды КубГАУ., Краснодар, 2008. – С. 237-246.
172. Тонапетян П.А., Есоян А.М.,Аракелян А. - Обоснование параметров дисковых рабочих органов: Известия аграрной науки том8, N 1 Грузия, Тб. 2009г., с. 71-73
173. Тонапетян П.А., Аракелян А. Асатрян В. Особенности работы дисковой бороны на склонах: Информационные технологии и управление, Ер.2010 г., с. 236-241.
174. Тонапетян П.А., Тяговое сопротивление рабочего органа послойной обработки склоновых почв. Известия НАУА №⁰ 1, Ереван 2013.-С.92-95.
175. Трушин В.Ф. Некоторые вопросы диагностики почвы и основная ее обработка.// Сб. науч. тр. - Т. 14. / Свердл. с.-х.ин-т. 1964. - С. 153-161.

176. Турецкий Р. Л. , Цыганов Ф. П. Глубокое рыхление и щелевание эродлируемых, уплотненных и временно переувлажненных почв. Рекомендации - Минск: ЦНИИМЭСХ, 1988.-34с.
177. Тяговые характеристики сельскохозяйственных тракторов. Альбом-справочник. – Москва, Россельхозиздат, 1979. – 240 с.
178. Улексин В.А. Мостовое земледелие, Монография, Днепропетровск: Пороги, 2008.- 224ст.
179. Фолкнер Э.Х. Безумие пахаря. М. 1959г. - 278с.
180. Фукуока М. Революция одной соломинки (Введение в натуральное земледелие). М., 1995.-99ст.
181. Хайлис Г.Л. О выборе числа повторностей при проведении опытов. // Механизация и электрификация сельского хозяйства №7. Рига: 1980. - с. 52-53.
182. Халанский В. М., Горбачев И.В. Сельскохозяйственные машины. М. Колос, 2003г., 624с.
183. Хачатрян Х.А. Работа почвообрабатывающих орудий в условиях горного рельефа. Ереван: Айпетрат, 1963. — 259 с.
184. Хачатрян Х.А. Работа с/х агрегатов на сильно пересеченной местности, Ереван: АН Арм.ССР, 1965. - 259 с.
185. Хачатрян Х.А. Стабильность работы почвообрабатывающих агрегатов. М., Машиностроение, 1974.-205 с.
186. Хохлов И.М. Эксплуатация машин в горном земледелии. Тбилиси: Сабчота Сакартвело, 1958. - 420 с.
187. Худоеров А.Н., Определение скорости движения частиц почвы по рабочей поверхности сферического диска. // Техника в сельском хозяйстве- №4. 2009.– с.44-45.
188. Цицишвили Д.Д. К вопросу исследования работы плуга на склонах и разработка конструкции горного плуга. Труды Груз. ССР сельскохозяйственного института- т.14. Тбилиси, 1941. С.151-162.
189. Черепухин В.Д. Прокладка технологической колеи при бороновании зяби. // Техника в сельском хозяйстве- № 2, 1993. -С. 24-27.
190. Шевлягин А.И. Роль укатывания в системе предпосевной обработки почвы. // Советская агрономия- №2-3, 1939.- С.74-89.
191. Шевянский А. Л. Минимальная, нулевая и другие способы обработки почвы М., 1965 – 67с.

192. Шпилько А.В., Драгайцев В.И, Морозов Н.М., Кабанов П.Н., Миндрин А.С., Цой Л.М. Экономическая эффективность механизации сельскохозяйственного производства М.: Россельхозакадемия, 2001.- 346 с.
193. Щербаков А.П. Научные основы экологически безопасных технологий обработки почвы: Сб. науч. тр. – ВАСХНИЛ, 1991. –112с.
194. Элементы теории почвообрабатывающих машин и механической технологии с.-х. материалов. Груз. СХИ. — Тбилиси, 1960. — 146 с.
195. Юшин А.А., Евтенко В.Г., Благодатный Ю.Н. Пути снижения уплотнения почвы мобильными агрегатами. //Механизация и электрификация сельского хозяйства– № 4. 1985.– С. 17-20.
196. Esayan A.M., Tonapetyan P.A., Beglaryan V., Alaverdyan M. Justification of the principle and the kinematics of the work of the operating element of the soil degradation ripper. Bulletin of the state Agrarian University of Armenia-4, 2009. -p.98-103.
197. Tarverdyan A.P., Tonapetyan P.A. Substantiation of the parameters of the working body for a deep fiberwise of soil treatment.// Известия НАУА № 4, Ереван 2014.- р. 80-84.
198. Tarverdyan A.P., Tonapetyan P.A. P.A. Ways of decline of hauling resistance of working body ripper.// Annals of Agrarian Science, vol.12 № 4 Грузия, Тб. 2014.- р.47-50.
199. Tarverdyan A.P., Tonapetyan P.A. The substantiation of the technological parameters of vibratory ripper designed for the minimal cultivation of soil.//Известия НАУА №4, Ереван 2015.-р.84-89.
200. Tarverdyan A.P., Tonapetyan P.A. Development and Substantiation the Universal Working Organs Parameters of Slopes Processing with Minimal Technologies. Annals of Agrarian Science, Volum 14, Issue 4, 2016, Tbilisi, Elsevier-Article Status. p. 346-350.
201. Tonapetyan P.A. To the Theory of Ripper operation. Известия аграрной науки том8, N 3 Грузия, Тб. 2010.-р.108-112.
202. Tonapetyan P.A. – Influence of geometric parameters on durability of operating elements in surface tillage of soil. Известия аграрной науки том9, N 1 Грузия, Тб. 2011.-р.132-136.
203. Tonapetyan P.A. Increase of productivity of the soil-cultivating units by means of optimization of operational parameters. Известия аграрной науки том11, №1 Грузия, Тб. 2013г.-р.63-66.
204. Blackwell P., Webb B., McAlpine S. Economics of Tramline farming systems, Farming Systems for Sustainability. Agribusiness Crop Updates. Perth, 2002 -p.51-52.
205. Blackwell P., Diamond K., Diamond N. Relay planting from Tramlines to increase water use and productivity of summer crops, Farming Systems for Sustainability. Agribusiness Crop Updates. Perth. 2002.- p 53-54.

206. Soane B.D., Dickson J.W., Campbell D.J. "Compaction by agricultural vehicles: a review. III. Incidence and control of compaction in crop production". *Soil & Tillage Research* (2): 1982. p.3–36.
207. Canarache A., Colibas J., Colibas M., Horobeanu I., Patru V., Simota H. Trandafirescu T. "Effect of induced soil compaction by wheel traffic on soil physical properties and yield of maize in Romania". *Soil & Tillage Research*(4): 1984.-p.199–213.
- 208.Hamza, M.A; Anderson, W.K.. "Soil compaction in cropping systems. A review of the nature, causes and possible solutions". *Soil & Tillage Research* (82): 2005-p.121–145.
- 209.No-till – шаг к идеальному земледелию. М.: Народное образование, 2006.-122с.
- 210.Vilde A. *Cost-Efficient Soil Tillage*. Ulbroka, Latvia, 1997. - 49p.
- 211.Vilde A. Energetic and economic estimation of soil tillage systems. In: *Wydawnictwo Akademii Rolniczej Szczecin* (eds.), *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis* 195, *Agricultura* 74. Poland,1999. – p.213-222.
- 212.Vilde A, Cesnieks S., Rucins A. Minimisation of soil tillage. - Polish Academy of Sciences Branch in Lublin. *TEKA Commision of Motorization and Power Industry in Agriculture*, Volume IV – Lublin, Poland, 2004. – p.237 – 242.
- 213.Cēsnieks A., Vilde A. Liepiņš J. & others. Introduction of green manure without previous shredding – environment-friendly raising of soil fertility. In: *MILGA* (eds.), *Proceedings of the International Conference “Field Technologies & Environment”*. Raudondvaris, Lithuania, 1998.- p.109-114.
- 214.Vilde A. Dynamics of the soil tillage machine operating parts and their elements. In: *Proceedings of the Latvia University of Agriculture*, Vol.1(295).Jelgava,Latvia, 1999.-p.36-44.
- 215.Vilde A. More environment-friendly cost-efficient soil tillage. In: *MILGA* (eds.), *Proceedings of the International Conference “Field Technologies Environment”*. Raudondvaris, Lithuania, 1998. p.9-15.
- 216.Rossi Renzo II problema finanziario blocca ogni prospettiva per la meccanizzazione della collina italiane. *Macchine e motori agricoli* no.10, 1958
- 217.Vivoli Terenzio Ridimensionare e meccanizzare I poderi di montagna. *Macchine e motori agricoli* no. 8, 1957
- 218.Gussefeldt J. Die Landwirtschaft in extremen Hanglagen *Deutsche Agrartechnik* po. 8 1959.
- 219.Rusticali Vero. Pesaro antesignana della motorizzazione collinare. *Macchine e motori agricoli* no. 8, 1958.
- 220.Betti Angelo Diamo speranza alle colline d’Italia. *Machine e motori agricoli* po, II 1955.

- 221.Stefanelli Giuseppe. Recenti mezzi meccanici per le piccolo aziende delle zone declivi. Macchine e motori agricoli no. 6, 1958.
- 222.Dallari Franco Considerazioni orientative sull'impiego di piccolo machine per la lavorazione di terreni declivi. Macchine e motori agricolo po. 4, 1959.
- 223.Meimberg Paul Mechanisierung am Hang. Landtechnik no. 10, 1958
- 224.Alles Karl Unfälle am Hang und ihre Lehren. Landtechnik no.101958.
- 225.Rolfes Max Der Einfluß von Hanglagen auf Betriebsorganisation und Betriebsführung. Landtechnik. no.10, 1958.
- 226.Bournas M.L. Les journées internationals de l'agriculture de montagne. Genie rural po. II 1960.
- 227.Martini Zbislav Badania przemieszczeń gleby przy orce na zboczach Roczniki nauk rolniczych. T. 66, 1955.
- 228.Tillage effects on soil organic carbon and nutrient availability in a long-term field experiment in Austri (Auswirkungen unterschiedlicher Bodenbearbeitung auf organische Substanz und verfügbare Nährstoffe im Boden in einem Langzeitversuch in Österreich) H.Spiegel, G. Dersch, J. Hösch and A. Baumgarte. die Zeitschrift Die Bodenkultur 58 (1–4) 2007.
229. Fritz B. K., Kirk I.W., Hoffmann W.C., Martin D.E., Hofman L., Hollingsworth C., McMullen M., Halle S. Aerial application methods for increasing spray deposition on whet heads. Applied Engineering in Agriculture American Society of Agricultural and Bigical Engineers, 2006 Vol.22(3): p.357-364.
230. <http://www.mcx.ru>.
231. <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/price/>.
- 232.Reduced tillage for soll erosion control, Published 1978. <http://www.environment.nsw.gov.au/resources/soils/reducedtillage.pdf>.

ՀԱՎԵԼՎԱԾՆԵՐ

Հավելված – 1

Աղյուսակ Հ.1.1

Աշխատանքային օրգանի ընթացքի խորությունը ագրեգատի շարժման $V = 6$ կմ/ժ
արագության դեպքում

Փորձի համարը	Լանջի թեքության անկյունը, β°	Աշխատանքային օրգանի ընթացքի խորությունը, սմ				
		Լանջով ներքևի, a_n , սմ	Լանջով վերևի, a_l , սմ	Տարբերու- թյունը, Δa , սմ	մշակման միջին խորու- թյունը $a_{միջ}$, սմ	Շեղումը առաջա- դրվածից, $a_{առ}-a_{միջ}$, սմ
1	2	3	4	5	6	7
1	0	25.1	24.9	0.2	25.0	0.0
2		25.0	25.0	0.0	25.0	0.0
3		24.9	24.9	0.0	24.9	0.1
4		25.0	25.0	0.0	25.0	0.0
Միջին		25.0	25.0	0.1	25.0	0.0
1	6	25.4	24.6	0.8	25.0	0.0
2		25.0	24.5	0.5	24.8	0.3
3		25.2	24.4	0.8	24.8	0.2
4		25.0	24.2	0.8	24.6	0.4
Միջին		25.2	24.4	0.7	24.8	0.2
1	9.8	25.5	23.0	2.5	24.3	0.8
2		25.0	24.0	1.0	24.5	0.5
3		26.0	22.5	3.5	24.3	0.8
4		24.5	22.0	2.5	23.3	1.8
Միջին		25.3	22.9	2.4	24.1	0.9
1	13.6	25.5	20.0	5.5	22.8	2.3
2		25.0	20.5	4.5	22.8	2.3
3		26.0	21.5	4.5	23.8	1.3
4		25.5	21.0	4.5	23.3	1.8
Միջին		25.5	20.8	4.8	23.1	1.9

Աշխատանքային օրգանի ընթացքի խորությունը ագրեգատի շարժման $V = 9\text{կմ/ժ}$
արագության դեպքում

Փորձի համարը	Լանջի թեքության անկյունը, β°	Աշխատանքային օրգանի ընթացքի խորությունը, սմ				
		Լանջով ներքևի, $a_{\text{սմ}}$	Լանջով վերևի, $a_{\text{վ}}, \text{սմ}$	Տարբերու- թյունը, $\Delta a, \text{սմ}$	Լանջով ներքևի, $a_{\text{ս}}, \text{սմ}$	Շեղումը առաջա- դրվածից, $a_{\text{սմ}} - a_{\text{վիջ}}, \text{սմ}$
1	2	3	4	5	6	7
1	0	25.0	25.0	0.0	25.0	0.0
2		24.9	24.9	0.0	24.9	0.1
3		25.0	25.0	0.0	25.0	0.0
4		25.1	24.9	0.2	25.0	0.0
Միջին		25.0	25.0	0.1	25.0	0.0
1	6	25.0	21.0	4.0	23.0	2.0
2		25.5	21.5	4.0	23.5	1.5
3		24.5	22.0	2.5	23.3	1.8
4		24.0	20.5	3.5	22.3	2.8
Միջին		24.8	21.3	3.5	23.0	2.0
1	9.8	25.5	19.5	6.0	22.5	2.5
2		26.0	20.0	6.0	23.0	2.0
3		25.0	18.5	6.5	21.8	3.3
4		26.0	19.5	6.5	22.8	2.3
Միջին		25.6	19.4	6.3	22.5	2.5
1	13.6	26.0	18.0	8.0	22.0	3.0
2		25.8	16.5	9.3	21.2	3.9
3		26.4	18.0	8.4	22.2	2.8
4		25.8	17.0	8.8	21.4	3.6
Միջին		26.0	17.4	8.6	21.7	3.3

Աշխատանքային օրգանի ընթացքի խորությունը ագրեգատի շարժման $V = 12 \text{ կմ/ժ}$

արագության դեպքում

Փորձի համարը	Լանջի թեքության անկյունը, β°	Աշխատանքային օրգանի ընթացքի խորությունը, սմ				
		Լանջով ներքևի, a_u , սմ	Լանջով վերևի, a_v , սմ	Տարբերությունը, Δa , սմ	Լանջով ներքևի, a_u , սմ	Շեղումը առաջադրվածից, $a_{\text{առ}} - a_{\text{միջ}}$, սմ
1	2	3	4	5	6	7
1	0	25.1	24.9	0.2	25.0	0.0
2		25.0	25.0	0.0	25.0	0.0
3		24.9	24.9	0.0	24.9	0.1
4		24.9	24.9	0.0	24.9	0.1
Միջին		25.0	24.9	0.1	25.0	0.0
1	6	26.0	18.0	8.0	22.0	3.0
2		26.5	19.0	7.5	22.8	2.3
3		25.5	18.5	7.0	22.0	3.0
4		25.0	19.0	6.0	22.0	3.0
Միջին		25.8	18.6	7.1	22.2	2.8
1	9.8	27.5	16.0	11.5	21.8	3.3
2		28.0	17.0	11.0	22.5	2.5
3		27.0	15.5	11.5	21.3	3.8
4		26.5	16.5	10.0	21.5	3.5
Միջին		27.2	16.3	11.0	21.8	3.3
1	13.6	29.0	14.0	15.0	21.5	3.5
2		28.5	13.5	15.0	21.0	4.0
3		28.0	14.0	14.0	21.0	4.0
4		29.0	13.0	16.0	21.0	4.0
Միջին		28.6	13.6	15.0	21.13	3.9

Լանջի թեքությունից(β°) և ագրեգատի շարժման արագությունից(V) կախված,
բանվորական օրգանների ընթացքի փաստացի խորության որոշման գիտափորձի
պլանավորման մատրիցա

N°	Լանջի թեքու- թյունը(β°)	շարժման արագու- թյունը, V,կմ/ժ	X ₁	X ₂	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	$\bar{a}_i$	S_i^2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12
1	13.6	12	1	1	21.5	21.0	21.0	21.0	21.1	0.05
2	6	12	-1	1	22.0	22.8	22.0	22.0	22.2	0.11
3	13.6	6	1	-1	22.8	22.8	23.8	23.3	23.1	0.17
4	6	6	-1	-1	25.0	24.8	24.8	24.6	24.8	0.02
5	13.6	9	1	0	22.0	21.2	22.2	21.4	21.7	0.18
6	6	9	-1	0	23.0	23.5	23.3	22.3	23.0	0.22
7	9.8	12	0	1	21.8	22.5	21.3	21.5	21.8	0.22
8	9.8	6	0	-1	24.3	24.5	24.3	23.3	24.1	0.23
9	9.8	9	0	0	22.5	23.0	21.8	22.8	22.5	0.22

Հավելված - 2

Աղյուսակ-Հ.2.1

Ագրեգատի քարշային դիմադրությունը $V = 6 \text{ կմ/ժամ}$ շահագործական
արագության դեպքում

Փորձի համարը	Լանջի թեքության անկյունը, β°	Աշխատանքային օրգանի ընթացքի խորությունը, սմ		Դիմադրության ուժը, կՆ			
				Ներքևի ձգաձող		Վերևի ձգաձող	Ագրեգատի
		Լանջով ներքևի, a_x , սմ	Լանջով վերևի, a_y , սմ	աջ	ձախ		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	25.1	24.9	22.25	22.26	15.45	27.95
2		25.0	25.0	22.20	22.18	15.35	27.90
3		24.9	24.9	21.90	21.88	15.40	27.55
4		25.0	25.0	22.10	22.10	15.41	27.81
Միջին		25.0	25.0	22.11	22.11	15.40	27.80
1	6	25.4	24.6	23.00	17.30	12.80	27.60
2		25.0	24.5	22.85	17.10	12.60	26.90
3		25.2	24.4	22.75	17.30	12.80	27.50
4		25.0	24.2	22.95	17.25	12.82	27.20
Միջին		25.2	24.4	22.89	17.24	12.76	27.30
1	9.8	25.4	23.0	24.30	13.55	11.90	26.45
2		25.5	23.0	24.10	13.65	11.85	26.30
3		25.0	22.4	24.22	13.62	11.95	25.40
4		25.2	22.5	24.20	13.60	11.86	25.85
Միջին		25.3	22.7	24.21	13.61	11.89	26.00
1	13.6	26.0	20.5	27.20	9.30	11.40	24.20
2		25.8	20.8	27.10	9.10	11.60	23.70
3		26.2	21.5	27.14	9.15	11.55	24.30
4		26.0	21.0	27.13	9.25	11.45	23.80
Միջին		26.0	21.0	27.14	9.20	11.50	24.00

Ագրեգատի քարշային դիմադրությունը $V = 9 \text{ կմ/ժամ}$ շահագործական արագության դեպքում

Փորձի համարը	Լանջի թեքության անկյունը, β°	Աշխատանքային օրգանի ընթացքի խորությունը, սմ		Դիմադրության ուժը, կՆ			
				Ներքևի ձգաձող		Վերևի ձգաձող	Ագրեգատի
		Լանջով ներքևի, $a_{\text{ն}}$, սմ	Լանջով վերևի, $a_{\text{վ}}$, սմ	աջ	ձախ		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	25.0	25.0	22.25	22.26	15.45	27.95
2		24.9	24.9	22.20	22.18	15.35	27.90
3		25.0	25.0	21.90	21.88	15.40	27.55
4		25.1	24.9	22.10	22.10	15.41	27.81
Միջին		25.0	25.0	22.11	22.11	15.40	27.80
1	6	25.2	23.4	24.30	17.80	13.70	26.80
2		25.4	22.6	24.10	18.00	13.50	26.70
3		25.4	23.4	24.15	17.95	13.65	26.50
4		24.6	23.6	24.25	17.85	13.55	26.40
Միջին		25.2	23.3	24.20	17.90	13.60	26.60
1	9.8	25.4	20.5	26.60	14.00	12.30	25.50
2		26.0	20.0	27.00	13.80	12.10	25.20
3		25.2	20.4	26.85	13.95	12.25	25.70
4		25.8	20.6	26.75	13.85	12.15	25.00
Միջին		25.6	20.4	26.80	13.90	12.20	25.35
1	13.6	26.0	19.0	31.60	8.80	10.55	23.20
2		25.8	18.8	31.20	9.00	10.35	23.10
3		26.4	18.6	31.45	8.85	10.40	23.15
4		25.8	18.4	31.35	8.95	10.30	23.05
Միջին		26.0	18.7	31.40	8.90	10.40	23.13

Ագրեգատի քարշային դիմադրությունը $V = 12 \text{ կմ/ժամ}$ շահագործական
արագության դեպքում

Փորձի համարը	Լանջի թեքության անկյունը, β°	Աշխատանքային օրգանի ընթացքի խորությունը, սմ		Դիմադրության ուժը, կՆ			
				Ներքևի ձգաձող		Վերևի ձգաձող	Ագրեգատի
		Լանջով ներքևի, a_u , սմ	Լանջով վերևի, a_v , սմ	աջ	ձախ		
1	2	3	4	5		6	7
1	0	25.1	24.9	22.25	22.26	15.45	27.95
2		25.0	25.0	22.20	22.18	15.35	27.90
3		24.9	24.9	21.90	21.88	15.40	27.55
4		24.9	24.9	22.10	22.10	15.41	27.81
Միջին		25.0	24.9	22.11	22.11	15.40	27.80
1	6	25.8	20.2	25.15	16.75	13.55	25.20
2		26.0	20.4	25.10	16.90	13.50	25.40
3		25.6	20.2	25.30	16.82	13.35	25.35
4		25.8	20.0	25.24	16.78	13.25	26.25
Միջին		25.8	20.2	25.20	16.81	13.41	25.55
1	9.8	27.2	15.6	28.00	12.85	12.75	24.30
2		27.6	15.2	27.85	12.75	12.56	24.25
3		27.0	15.0	27.95	12.60	12.50	24.10
4		27.2	15.4	27.85	12.70	12.60	24.15
Միջին		27.2	15.3	27.91	12.73	12.60	24.20
1	13.6	29.4	11.8	31.50	8.55	12.00	22.30
2		28.8	12.0	31.55	8.45	11.70	21.80
3		28.2	12.4	31.70	8.35	11.75	21.70
4		29.4	12.0	31.60	8.30	11.80	22.20
Միջին		29.0	12.1	31.59	8.41	11.81	22.00

լանջի թեքությունից(°) և շարժման արագությունից(V,կմ/ժամ) կախված քարշային
դիմադրության որոշման գիտափորձի պլանավորման մատրիցա

N°	Լանջի թեքու- թյունը(β°)	շարժման արագու- թյունը, V,կմ/ժ	X ₁	X ₂	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	$\overline{R}_i$	S_i^2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	13.6	12	1	1	22.3	21.8	21.7	22.2	22.0	0.065
2	6	12	-1	1	25.2	25.4	25.35	26.25	25.55	0.169
3	13.6	6	1	-1	24.2	23.7	24.3	23.8	24.0	0.065
4	6	6	-1	-1	27.6	26.9	27.5	27.2	27.3	0.075
5	13.6	9	1	0	23.2	23.1	23.15	23.05	23.13	0.003
6	6	9	-1	0	26.8	26.7	26.5	26.4	26.6	0.025
7	9.8	12	0	1	24.3	24.25	24.1	24.15	24.2	0.006
8	9.8	6	0	-1	26.45	26.3	25.4	25.85	26.0	0.169
9	9.8	9	0	0	25.5	25.2	25.7	25.0	25.35	0.072

Հավելված – 3

Աղյուսակ Հ.3.1

Արտադրությունում գործող սկավառակավոր ցաքանով $\beta=6^\circ$ լանջի մշակման ժամանակ առաջացող չմշակված թմբիկների բարձրությունները(հ,մմ) կախված գրոհի անկյունից(θ) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից(բ)

Փորձի համարը	գրոհի անկյունը(θ°)	սկավառակների միջև եղած հեռավորությունը,բ, մմ		
		120	150	180
1	2	3	4	5
1	15	38.0	37.0	40.0
2		37.0	39.0	42.0
3		38.0	38.0	44.0
4		36.0	40.0	42.0
5		37.0	38.0	42.0
Միջին		37.2	38.4	42.0
1	20	36.0	37.0	41.0
2		34.0	38.0	40.0
3		36.0	36.0	41.0
4		33.0	34.0	40.0
5		35.0	36.0	39.0
Միջին		34.8	36.2	40.2
1	25	32.0	32.0	37.0
2		30.0	31.0	37.0
3		33.0	35.0	38.0
4		32.0	34.0	39.0
5		31.0	33.0	36.0
Միջին		31.6	33.0	37.4

Արտադրությունում գործող սկավառակավոր ցաքանով $\beta=9.8^\circ$ լանջի մշակման ժամանակ առաջացող չմշակված թմբիկների բարձրությունները(հ,մմ) կախված գրոհի անկյունից(θ) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից(b)

Փորձի համարը	գրոհի անկյունը(θ°)	սկավառակների միջև եղած հեռավորությունը,b, մմ		
		120	150	180
1	2	3	4	5
1	15	47.0	52.0	64.0
2		46.0	51.0	65.0
3		46.0	50.0	62.0
4		47.0	53.0	63.0
5		45.0	52.0	61.0
Միջին		46.2	51.6	63.0
1	20	43.0	45.0	57.0
2		41.0	47.0	59.0
3		43.0	46.0	58.0
4		39.0	45.0	57.0
5		40.0	48.0	56.0
Միջին		41.2	46.2	57.4
1	25	29.0	36.0	47.0
2		31.0	34.0	46.0
3		32.0	34.0	48.0
4		30.0	36.0	45.0
5		29.0	37.0	44.0
Միջին		30.2	35.4	46.0

Արտադրությունում գործող սկավառակավոր ցաքանով " $\approx 13,6$ " լանջի մշակման ժամանակ առաջացող չմշակված թմբիկների բարձրությունները(հ,մմ) կախված գրոհի անկյունից(θ) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից(b)

Փորձի համարը	գրոհի անկյունը(θ°)	սկավառակների միջև եղած հեռավորությունը, b, մմ		
		120	150	180
1	2	3	4	5
1	15	52.0	62.0	83.0
2		53.0	63.0	84.0
3		54.0	62.0	85.0
4		51.0	61.0	84.0
5		52.0	62.0	82.0
Միջին		52.4	62.0	83.6
1	20	45.0	57.0	77.0
2		46.0	54.0	76.0
3		46.0	55.0	78.0
4		44.0	58.0	75.0
5		45.0	56.0	78.0
Միջին		45.2	56.0	76.8
1	25	30.0	36.0	58.0
2		27.0	39.0	60.0
3		26.0	40.0	61.0
4		27.0	38.0	59.0
5		29.0	37.0	58.0
Միջին		27.8	38.0	59.2

Արտադրությունում գործող սկավառակավոր ցաքանով $\beta=6^\circ$ լանջի մշակման ժամանակ փխրեցման աստիճանը (η,%) կախված գրոհի անկյունից(θ) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից(b)

Փորձի համարը	գրոհի անկյունը(θ°)	սկավառակների միջև եղած հեռավորությունը, b, մմ		
		120	150	180
1	2	3	4	5
1	15	71.0	66.0	52.0
2		67.0	65.0	53.0
3		70.0	62.0	54.0
4		68.0	64.0	55.0
5		69.0	63.0	50.0
Միջին		69.0	64.0	52.8
1	20	81.0	74.0	60.0
2		76.0	70.0	62.0
3		76.0	71.0	63.0
4		79.0	72.0	59.0
5		78.0	73.0	61.0
Միջին		78.0	72.0	61.0
1	25	84.0	79.0	69.0
2		85.0	78.0	67.0
3		86.0	75.0	65.0
4		83.0	76.0	68.0
5		81.0	77.0	66.0
Միջին		83.8	77.0	67.0

Արտադրությունում գործող սկավառակավոր ցաքանով $\beta=9.8^\circ$ լանջի մշակման
 ժամանակ փխրեցման աստիճանը (դ,%) կախված գրոհի անկյունից(θ) և
 սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից(b)

Փորձի համարը	գրոհի անկյունը(θ°)	սկավառակների միջև եղած հեռավորությունը, b, մմ		
		120	150	180
1	2	3	4	5
1	15	61.0	55.0	41.0
2		60.0	54.0	39.0
3		59.0	53.0	38.0
4		58.0	52.0	43.0
5		57.0	51.0	44.0
Միջին		59.0	53.0	41.0
1	20	72.0	65.0	51.0
2		73.0	64.0	53.0
3		70.0	63.0	49.0
4		69.0	62.0	54.0
5		71.0	61.0	48.0
Միջին		71.0	63.0	51.0
1	25	80.0	67.0	57.0
2		79.0	68.0	59.0
3		77.0	70.0	58.0
4		75.0	71.0	56.0
5		74.0	69.0	55.0
Միջին		77.0	69.0	57.0

Արտադրությունում գործող սկավառակավոր ցաքանով $\beta=13.6^\circ$ լանջի մշակման
 ժամանակ փխրեցման աստիճանը (դ,%) կախված գրոհի անկյունից(θ) և
 սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից(b)

Փորձի համարը	գրոհի անկյունը(θ°)	սկավառակների միջև եղած հեռավորությունը, b, մմ		
		120	150	180
1	2	3	4	5
1	15	55.0	47.0	30.0
2		53.0	43.0	31.0
3		54.0	44.0	32.0
4		56.0	45.0	33.0
5		57.0	46.0	29.0
Միջին		55.0	45.0	31.0
1	20	69.0	58.0	42.0
2		66.0	55.0	41.0
3		68.0	56.0	43.0
4		67.0	60.0	44.0
5		70.0	61.0	45.0
Միջին		68.0	58.0	43.0
1	25	74.0	67.0	47.0
2		75.0	66.0	49.0
3		77.0	64.0	50.0
4		78.0	63.0	51.0
5		76.0	65.0	53.0
Միջին		76.0	65.0	50.0

Լանջի թեքությունից(β°), գրոհի անկյունից(θ) և սկավառակների միջև եղած
 հեռավորությունից(b) կախված չմշակված թմբիկների բարձրությունների(h) որոշման
 համար գիտափորձի պլանավորման մատրիցա

N°	β°	θ°	b	x_1	x_3	x_4	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	$\bar{h}_i$	S_i^2
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	13.6	25	180	1	1	1	58.0	60.0	61.0	59.0	58.0	59.2	1.70
2	6	25	120	-1	1	1	37.0	37.0	38.0	39.0	36.0	37.4	1.30
3	13.6	15	120	1	-1	1	83.0	84.0	85.0	84.0	82.0	83.6	1.30
4	6	15	180	-1	-1	1	40.0	42.0	44.0	42.0	42.0	42.0	2.00
5	13.6	25	120	1	1	-1	30.0	27.0	26.0	27.0	29.0	27.8	2.70
6	6	25	120	-1	1	-1	32	30.0	33.0	32.0	31.0	31.6	1.30
7	13.6	15	120	1	-1	-1	52.0	53.0	54.0	51.0	52.0	52.4	1.30
8	6	15	120	-1	-1	-1	38.0	37.0	38.0	36.0	37.0	37.2	0.70
9	13.6	20	150	1.215	0	0	57.0	54.0	55.0	58.0	56.0	56.0	2.50
10	6	20	150	-1.215	0	0	37.0	38.0	36.0	34.0	36.0	36.2	2.20
11	9.8	25	150	0	1.215	0	36.0	34.0	34.0	36.0	37.0	35.4	1.80
12	9.8	15	150	0	-1.215	0	52.0	51.0	50.0	53.0	52.0	51.6	1.30
13	9.8	20	180	0	0	1.215	57.0	59.0	58.0	57.0	56.0	57.4	1.30
14	9.8	20	120	0	0	-1.215	43.0	41.0	43.0	39.0	40.0	41.2	3.20
15	9.8	20	150	0	0	0	45.0	47.0	46.0	45.0	48.0	46.2	1.70

Լանջի թեքությունից(β°), գրոհի անկյունից(θ) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից(b) փխրեցման աստիճանը ($\eta, \%$) որոշման համար գիտափորձի պլանավորման մատրիցա

N°	β°	θ°	b	x_1	x_3	x_4	η_1	η_2	η_3	η_4	η_5	$\bar{\eta}_i$	S_i^2
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	13.6	25	180	1	1	1	47.0	49.0	50.0	51.0	53.0	50.0	5.00
2	6	25	120	-1	1	1	69.0	67.0	65.0	68.0	66.0	67.0	2.50
3	13.6	15	120	1	-1	1	30.0	31.0	32.0	33.0	29.0	31.0	2.50
4	6	15	180	-1	-1	1	52.0	53.0	54.0	55.0	50.0	52.8	3.70
5	13.6	25	120	1	1	-1	74.0	75.0	77.0	78.0	76.0	76.0	2.50
6	6	25	120	-1	1	-1	84	85.0	86.0	83.0	81.0	83.8	3.70
7	13.6	15	120	1	-1	-1	55.0	53.0	54.0	56.0	57.0	55.0	2.50
8	6	15	120	-1	-1	-1	71.0	67.0	70.0	68.0	69.0	69.0	2.50
9	13.6	20	150	1.215	0	0	58.0	55.0	56.0	60.0	61.0	58.0	6.50
10	6	20	150	-1.215	0	0	74.0	70.0	71.0	72.0	73.0	72.0	2.50
11	9.8	25	150	0	1.215	0	67.0	68.0	70.0	71.0	69.0	69.0	2.50
12	9.8	15	150	0	-1.215	0	55.0	54.0	53.0	52.0	51.0	53.0	2.50
13	9.8	20	180	0	0	1.215	51.0	53.0	49.0	54.0	48.0	51.0	6.50
14	9.8	20	120	0	0	-1.215	72.0	73.0	70.0	69.0	71.0	71.0	2.50
15	9.8	20	150	0	0	0	65.0	64.0	63.0	62.0	61.0	63.0	2.50

Առաջարկվող սկավառակավոր ցաքանով $\beta=6^\circ$ լանջի մշակման ժամանակ առաջացող
 չմշակված թմբիկների բարձրությունները(հ,մմ) կախված գրոհի անկյունից(θ) և
 սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից(b)

Փորձի համարը	գրոհի անկյունը(θ°)	սկավառակների միջև եղած հեռավորությունը, b, մմ		
		120	150	180
1	2	3	4	5
1	15	23.0	25.0	20.0
2		24.0	23.0	19.0
3		26.0	24.0	20.5
4		27.0	24.0	21.0
5		25.0	25.0	24.0
Միջին		25.0	24.2	20.9
1	20	25.0	26.0	23.0
2		26.0	28.0	22.0
3		28.0	26.5	24.0
4		27.0	25.0	23.0
5		29.0	25.0	21.0
Միջին		27.0	26.1	22.6
1	25	28.0	30.0	26.0
2		29.0	27.0	24.0
3		30.0	29.0	25.5
4		27.5	25.0	23.0
5		27.0	26.0	22.0
Միջին		28.3	27.4	24.1

Առաջարկվող սկավառակավոր ցաքանով $\beta=9,8^\circ$ լանջի մշակման ժամանակ առաջացող չմշակված թմբիկների բարձրությունները(հ,մմ) կախված գրոհի անկյունից(θ) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից(b)

Փորձի համարը	գրոհի անկյունը(θ°)	սկավառակների միջև եղած հեռավորությունը, b, մմ		
		120	150	180
1	2	3	4	5
1	15	28.0	27.0	19.0
2		27.0	26.0	20.0
3		28.0	23.0	18.0
4		25.0	25.0	23.0
5		24.0	22.5	24.0
Միջին		26.4	24.7	20.8
1	20	30.0	30.0	26.0
2		29.5	29.0	25.0
3		29.0	27.0	25.0
4		31.0	30.5	23.0
5		32.0	26.0	24.0
Միջին		30.3	28.5	24.6
1	25	31.0	29.0	29.0
2		34.0	32.0	27.0
3		32.0	30.0	24.0
4		31.0	31.0	25.0
5		32.0	30.5	29.0
Միջին		32.0	30.5	26.8

Առաջարկվող սկավառակավոր ցաքանով $\beta=13,6^\circ$ լանջի մշակման ժամանակ առաջացող չմշակված թմբիկների բարձրությունները(հ,մմ) կախված գրոհի անկյունից(θ) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից(b)

Փորձի համարը	գրոհի անկյունը(θ°)	սկավառակների միջև եղած հեռավորությունը, b, մմ		
		120	150	180
1	2	3	4	5
1	15	32.0	26.0	25.0
2		30.0	30.0	24.0
3		31.0	27.0	25.0
4		31.0	29.0	23.0
5		29.0	30.0	25.0
Միջին		30.6	28.4	24.4
1	20	37.0	35.0	27.0
2		34.0	34.0	28.5
3		33.0	33.0	29.0
4		38.0	32.5	31.0
5		35.0	33.0	30.0
Միջին		35.4	33.5	29.1
1	25	40.0	37.0	30.0
2		37.0	34.0	32.0
3		36.0	33.0	29.0
4		37.0	39.0	31.0
5		39.0	36.0	32.0
Միջին		37.8	35.8	30.8

Առաջարկվող սկավառակավոր ցաքանով $\beta=6^\circ$ լանջի մշակման ժամանակ փխրեցման աստիճանը (դ,%) կախված գրոհի անկյունից(θ) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից(b)

Փորձի համարը	գրոհի անկյունը(θ°)	սկավառակների միջև եղած հեռավորությունը, b, մմ		
		120	150	180
1	2	3	1	2
1	15	92.0	85.0	75.0
2		93.0	84.0	74.0
3		91.0	86.0	75.0
4		89.0	84.0	72.0
5		88.0	83.0	70.5
Միջին		90.6	84.4	73.3
1	20	97.0	92.0	84.0
2		98.0	93.0	83.0
3		94.0	89.0	82.0
4		93.0	87.5	81.5
5		95.0	88.0	81.0
Միջին		95.4	89.9	82.3
1	25	98.0	94.0	89.0
2		99.0	93.0	87.0
3		96.0	96.0	86.0
4		97.5	92.0	87.5
5		97.0	93.0	89.0
Միջին		97.5	93.6	87.7

Առաջարկվող սկավառակավոր ցաքանով $\beta=9,8^\circ$ լանջի մշակման ժամանակ փխրեցման աստիճանը (դ,%) կախված գրոհի անկյունից(θ) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից(b)

Փորձի համարը	գրոհի անկյունը(θ°)	սկավառակների միջև եղած հեռավորությունը, b, մմ		
		120	150	180
1	2	3	1	2
1	15	86.0	76.5	63.0
2		85.0	75.0	62.0
3		84.0	78.0	63.0
4		83.0	77.0	60.0
5		82.0	79.0	59.0
Միջին		84.0	77.1	61.4
1	20	88.0	84.0	75.0
2		90.0	83.0	74.0
3		91.0	84.0	73.5
4		92.0	85.0	72.0
5		93.0	86.0	71.0
Միջին		90.8	84.4	73.1
1	25	94.0	88.0	82.0
2		95.0	86.0	83.0
3		92.0	87.0	79.0
4		91.0	89.0	78.0
5		95.0	90.0	77.0
Միջին		93.4	88.0	79.8

Առաջարկվող սկավառակավոր ցաքանով $\beta=13,6^\circ$ լանջի մշակման ժամանակ փխրեցման աստիճանը (դ,%) կախված գրոհի անկյունից(θ) և սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից(b)

Փորձի համարը	գրոհի անկյունը(θ°)	սկավառակների միջև եղած հեռավորությունը, b, մմ		
		120	150	180
1	2	3	1	2
1	15	80.0	68.0	55.0
2		81.0	69.0	54.0
3		81.0	67.0	52.0
4		78.0	71.0	55.5
5		77.0	72.0	56.0
Միջին		79.4	69.4	54.5
1	20	85.0	77.0	67.0
2		86.0	78.0	68.0
3		84.0	79.0	69.0
4		87.0	76.0	65.0
5		88.0	75.0	64.0
Միջին		86.0	77.0	66.6
1	25	88.0	82.0	76.0
2		89.0	84.0	77.0
3		90.0	85.0	74.0
4		88.0	82.0	74.0
5		86.0	81.0	73.0
Միջին		88.2	82.8	74.8

Աջարկվող սկավառակավոր բանվորական օրգաններով կահավորված ցաքանով
լանջի մշակման դեպքում լանջի թեքությունից(β°), գրոհի անկյունից(θ) և
սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից(b) կախված չմշակված թմբիկների
բարձրությունների(h) որոշման համար գիտափորձի պլանավորման մատրիցա

N°	β°	θ°	b	x_1	x_3	x_4	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	$\bar{h}_i$	S_i^2
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	13.6	25	180	1	1	1	40.0	37.0	36.0	37.0	39.0	37.8	2.70
2	6	25	120	-1	1	1	28.0	29.0	30.0	27.5	27.0	28.3	1.45
3	13.6	15	120	1	-1	1	32.0	30.0	31.0	31.0	29.0	30.6	1.30
4	6	15	180	-1	-1	1	23.0	24.0	26.0	27.0	25.0	25.0	2.50
5	13.6	25	120	1	1	-1	30.0	32.0	29.0	31.0	32.0	30.8	1.70
6	6	25	120	-1	1	-1	26	24.0	25.5	23.0	22.0	24.1	2.80
7	13.6	15	120	1	-1	-1	25.0	24.0	25.0	23.0	25.0	24.4	0.80
8	6	15	120	-1	-1	-1	20.0	19.0	20.5	21.0	24.0	20.9	3.55
9	13.6	20	150	1.215	0	0	35.0	34.0	33.0	32.5	33.0	33.5	1.00
10	6	20	150	-1.215	0	0	26.0	28.0	26.5	25.0	25.0	26.1	1.55
11	9.8	25	150	0	1.215	0	29.0	32.0	30.0	31.0	30.5	30.5	1.25
12	9.8	15	150	0	-1.215	0	27.0	26.0	23.0	25.0	22.5	24.7	3.70
13	9.8	20	180	0	0	1.215	30.0	29.5	29.0	31.0	32.0	30.3	1.45
14	9.8	20	120	0	0	-1.215	26.0	25.0	25.0	23.0	24.0	24.6	1.30
15	9.8	20	150	0	0	0	30.0	29.0	27.0	30.5	26.0	28.5	3.75

Աջարկվող սկավառակավոր բանվորական օրգաններով կահավորված ցաքանով
լանջի մշակման դեպքում լանջի թեքությունից(β°), գրոհի անկյունից(θ) և
սկավառակների միջև եղած հեռավորությունից(b) կախված փխրեցման
աստիճանի($\eta, \%$) որոշման համար գիտափորձի պլանավորման մատրիցա

N°	β°	θ°	b	x_1	x_3	x_4	η_1	η_2	η_3	η_4	η_5	$\overline{\eta}_i$	S_i^2
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	13.6	25	180	1	1	1	76.0	77.0	74.0	74.0	73.0	74.8	2.70
2	6	25	120	-1	1	1	89.0	87.0	86.0	87.5	89.0	87.7	1.70
3	13.6	15	120	1	-1	1	55.0	54.0	52.0	55.5	56.0	54.5	2.50
4	6	15	180	-1	-1	1	75.0	74.0	75.0	72.0	70.5	73.3	3.95
5	13.6	25	120	1	1	-1	88.0	89.0	90.0	88.0	86.0	88.2	2.20
6	6	25	120	-1	1	-1	98	99.0	96.0	97.5	97.0	97.5	1.25
7	13.6	15	120	1	-1	-1	80.0	81.0	81.0	78.0	77.0	79.4	3.30
8	6	15	120	-1	-1	-1	92.0	93.0	91.0	89.0	88.0	90.6	4.30
9	13.6	20	150	1.215	0	0	77.0	78.0	79.0	76.0	75.0	77.0	2.50
10	6	20	150	-1.215	0	0	92.0	93.0	89.0	87.5	88.0	89.9	6.05
11	9.8	25	150	0	1.215	0	88.0	86.0	87.0	89.0	90.0	88.0	2.50
12	9.8	15	150	0	-1.215	0	76.5	75.0	78.0	77.0	79.0	77.1	2.30
13	9.8	20	180	0	0	1.215	75.0	74.0	73.5	72.0	71.0	73.1	2.55
14	9.8	20	120	0	0	-1.215	88.0	90.0	91.0	92.0	93.0	90.8	3.70
15	9.8	20	150	0	0	0	84.0	83.0	84.0	85.0	86.0	84.4	1.30

Հավելված – 4

Աղյուսակ Հ.4.1

Լանջով աշխատող փխրիչի կմախկի շեղման անկյունը(Δ°) և ընդգրկման
լայնությունը(B), ագրեգատի շարժման $V=6\text{կմ/ժ}$ արագության դեպքում

Փորձի համարը	Լանջի թեքության անկյունը, β°	մշակման միջին խորու- թյունը, $a_{\text{միջ}},\text{սմ}$	Փխրիչի կմախկի շեղման անկյունը, Δ°	Փխրիչի ընդգրկման լայնությունը, B, մմ	Ընդգրկման լայնության շեղումը, ΔB , մմ
1	2	3	4	5	6
1	0	25.0	0.0	1800.0	0.0
2		25.0	0.0	1800.0	0.0
3		24.9	0.0	1800.0	0.0
4		25.0	0.0	1800.0	0.0
Միջին		25.0	0.0	1800.0	0.0
1	6	25.0	5.4	1792.0	8.0
2		24.8	4.7	1793.9	6.1
3		24.8	5.8	1790.8	9.2
4		24.6	5.9	1790.5	9.5
Միջին		24.8	5.5	1791.9	8.2
1	9,8	24.3	7.2	1785.8	14.2
2		24.5	7.4	1785.0	15.0
3		24.3	7.7	1783.8	16.2
4		23.3	7.5	1784.6	15.4
Միջին		24.1	7.5	1784.8	15.2
1	13,6	22.8	8.5	1780.2	19.8
2		22.8	7.7	1783.8	16.2
3		23.8	8.3	1781.1	18.9
4		23.3	8.0	1782.5	17.5
Միջին		23.1	8.1	1781.9	18.1

Լանջով աշխատող փխրիչի կմախկի շեղման անկյունը(Δ°) և ընդգրկման
լայնությունը(B), ագրեգատի շարժման $V=9\text{կմ/ժ}$ արագության դեպքում

Փորձի համարը	Լանջի թեքության անկյունը, β°	մշակման միջին խորու- թյունը, $a_{\text{միջ}},\text{սմ}$	Փխրիչի կմախկի շեղման անկյունը, Δ°	Փխրիչի ընդգրկման լայնությունը, B, մմ	Ընդգրկման լայնության շեղումը, ΔB , մմ
1	2	3	4	5	6
1	0	25.0	0.0	1800.0	0.0
2		24.9	0.0	1800.0	0.0
3		25.0	0.0	1800.0	0.0
4		25.0	0.0	1800.0	0.0
Միջին		25.0	0.0	1800.0	0.0
1	6	23.0	6.8	1787.3	12.7
2		23.5	7.0	1786.6	13.4
3		23.3	6.4	1788.8	11.2
4		22.3	6.8	1787.3	12.7
Միջին		23.0	6.8	1787.5	12.5
1	9,8	22.5	9.0	1778.1	21.9
2		23.0	9.1	1777.3	22.7
3		21.8	8.5	1780.2	19.8
4		22.8	8.4	1780.7	19.3
Միջին		22.5	8.7	1779.1	20.9
1	13,6	22.0	10.0	1772.7	27.3
2		21.2	9.7	1774.3	25.7
3		22.2	9.5	1775.3	24.7
4		21.4	9.5	1775.3	24.7
Միջին		21.7	9.7	1774.4	25.6

Լանջով աշխատող փխրիչի կմախկի շեղման անկյունը(Δ°) և ընդգրկման
լայնությունը(B), ագրեգատի շարժման $V=12\text{կմ/ժ}$ արագության դեպքում

Փորձի համարը	Լանջի թեքության անկյունը, β°	մշակման միջին խորու- թյունը, $a_{\text{միջ}},\text{մմ}$	Փխրիչի կմախկի շեղման անկյունը, Δ°	Փխրիչի ընդգրկման լայնությունը, B, մմ	Ընդգրկման լայնության շեղումը, ΔB , մմ
1	2	3	4	5	6
1	0	25.0	0.0	1800.0	0.0
2		25.0	0.0	1800.0	0.0
3		24.9	0.0	1800.0	0.0
4		24.9	0.0	1800.0	0.0
Միջին		25.0	0.0	1800.0	0.0
1	6	22.0	8.9	1778.6	21.4
2		22.8	8.9	1778.3	21.7
3		22.0	8.5	1780.2	19.8
4		22.0	8.2	1781.6	18.4
Միջին		22.2	8.6	1779.7	20.3
1	9,8	21.8	10.7	1768.7	31.3
2		22.5	10.7	1768.7	31.3
3		21.3	10.2	1771.6	28.4
4		21.5	10.3	1771.0	29.0
Միջին		21.8	10.5	1770.0	30.0
1	13,6	21.5	11.8	1762.3	37.7
2		21.0	11.6	1763.2	36.8
3		21.0	11.4	1764.5	35.5
4		21.0	11.5	1763.9	36.1
Միջին		21.1	11.6	1763.5	36.5

Լանջի թեքությունից(β°) և ագրեգատի շարժման արագությունից(V ,կմ/ժամ) կախված ագրեգատի ընդգրկման լայնության շեղման(ΔB) որոշման գիտափորձի պլանավորման մատրիցա

N°	Լանջի թեքու- թյունը(β°)	շարժման արագու- թյունը, V ,կմ/ժ	X_1	X_2	a_1	a_2	a_3	a_4	$\bar{a}_i$	S_i^2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12
1	13.6	12	1	1	37.7	36.8	35.5	36.1	36.53	0.66
2	6	12	-1	1	21.4	21.7	19.8	18.4	20.32	1.76
3	13.6	6	1	-1	19.8	16.2	18.9	17.5	18.09	1.80
4	6	6	-1	-1	8.0	6.1	9.2	9.5	8.20	1.87
5	13.6	9	1	0	27.3	25.7	24.7	24.7	25.61	1.18
6	6	9	-1	0	12.7	13.4	11.2	12.7	12.49	0.63
7	9.8	12	0	1	31.3	31.3	28.4	29.0	30.01	1.69
8	9.8	6	0	-1	14.2	15.0	16.2	15.4	15.20	0.54
9	9.8	9	0	0	21.9	22.7	19.8	19.3	20.91	1.98

Հավելված – 5

Աղյուսակ-Հ.5.1

Ագրեգատի շեղումը առաջադրված ուղղությունից, շարժման

$V = 6 \text{ կմ/ժամ}$ արագության դեպքում

Փորձի համարը	Լանջի թեքության անկյունը, β°	Գոնի երկարությունը, մ				
		20	30	40	50	60
1	2	3	4	5	6	7
1	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Միջին		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	6	0.08	0.15	0.30	0.70	1.45
2		0.08	0.20	0.32	0.50	1.30
3		0.12	0.16	0.28	0.60	1.50
4		0.10	0.10	0.30	0.80	1.35
Միջին		0.10	0.15	0.30	0.65	1.40
1	9,8	0.35	0.40	0.85	1.55	2.50
2		0.28	0.60	0.75	1.45	2.75
3		0.32	0.45	0.80	1.60	2.80
4		0.25	0.55	0.80	1.40	2.55
Միջին		0.30	0.50	0.80	1.50	2.65
1	13,6	0.40	0.90	1.35	2.10	4.05
2		0.50	0.85	1.25	2.20	3.75
3		0.65	0.75	1.40	2.15	3.65
4		0.45	0.70	1.20	2.35	3.70
Միջին		0.50	0.80	1.30	2.20	3.79

Ագրեգատի շեղումը առաջադրված ուղղությունից, շարժման

 $V = 9$ կմ/ժամ արագության դեպքում

Փորձի համարը	Լանջի թեքության անկյունը, β°	Գոնի երկարությունը, մ				
		20	30	40	50	60
1	2	3	4	5	6	7
1	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Միջին		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	6	0.15	0.16	0.30	0.55	1.10
2		0.10	0.17	0.20	0.45	1.05
3		0.08	0.12	0.22	0.52	0.90
4		0.06	0.14	0.28	0.48	0.95
Միջին		0.10	0.15	0.25	0.50	1.00
1	9,8	0.25	0.35	0.55	1.10	1.90
2		0.20	0.32	0.50	1.05	1.85
3		0.16	0.25	0.45	0.90	2.10
4		0.20	0.26	0.50	0.95	2.15
Միջին		0.20	0.30	0.50	1.00	2.00
1	13,6	0.25	0.55	0.80	1.70	2.95
2		0.35	0.50	0.90	1.70	3.10
3		0.35	0.45	0.85	0.75	2.80
4		0.25	0.50	0.85	0.65	2.75
Միջին		0.30	0.50	0.85	1.20	2.90

Ագրեգատի շեղումը առաջադրված ուղղությունից, շարժման

 $V = 12 \text{ կմ/ժամ}$ արագության դեպքում

Փորձի համարը	Լանջի թեքության անկյունը, β°	Գոնի երկարությունը, մ				
		20	30	40	50	60
1	2	3	4	5	6	7
1	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Միջին		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	6	0.05	0.10	0.15	0.25	0.85
2		0.08	0.06	0.18	0.40	0.65
3		0.04	0.05	0.12	0.25	0.55
4		0.03	0.10	0.15	0.30	0.75
Միջին		0.05	0.08	0.15	0.30	0.70
1	9,8	0.15	0.30	0.45	0.85	1.60
2		0.20	0.20	0.40	0.90	1.55
3		0.10	0.27	0.40	0.75	1.45
4		0.15	0.22	0.35	0.70	1.40
Միջին		0.15	0.25	0.40	0.80	1.50
1	13,6	0.25	0.45	0.75	1.35	2.15
2		0.30	0.40	0.80	1.32	2.30
3		0.20	0.40	0.65	1.25	2.25
4		0.25	0.35	0.60	1.28	2.10
Միջին		0.25	0.40	0.70	1.30	2.20

լանջի թեքությունից(β°) և շարժման արագությունից(V ,կմ/ժամ) կախված առաջադրված ուղղությունից ՄՏԱ-ի շեղան(ΔL) որոշման գիտափորձի պլանավորման մատրիցա

N_i°	Լանջի թեքու- թյունը(β°)	շարժման արագու- թյունը, V ,կմ/ժ	X1	X2	l_1	l_2	l_3	l_4	$\bar{l}_i$	S_i^2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12
1	13.6	12	1	1	2.15	2.30	2.25	2.10	2.20	0.006
2	6	12	-1	1	0.85	0.65	0.55	0.75	0.70	0.013
3	13.6	6	1	-1	4.05	3.75	3.65	3.70	3.79	0.024
4	6	6	-1	-1	1.45	1.30	1.50	1.35	1.40	0.006
5	13.6	9	1	0	2.95	3.10	2.80	2.75	2.90	0.019
6	6	9	-1	0	1.1	1.1	0.9	1.0	1.00	0.006
7	9.8	12	0	1	1.60	1.55	1.45	1.40	1.50	0.006
8	9.8	6	0	-1	2.50	2.75	2.80	2.55	2.65	0.016
9	9.8	9	0	0	1.90	1.85	2.10	2.15	2.00	0.016